

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. PROGETTAZIONE INTEGRATA NORD

PROGETTO DEFINITIVO

**LINEA A.V./A.C. MILANO-VERONA
NODO DI BRESCIA**

POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA

IDROLOGIA E IDRAULICA

Relazione idraulica di compatibilità idraulica e di smaltimento idraulico

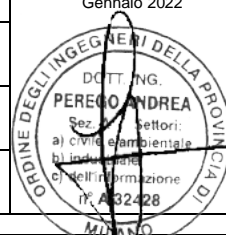
SCALA:

-

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

I N 1 M 1 0 D 2 6 R I I D 0 0 0 2 0 0 1 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva		Novembre 2021	S. Scafa	Novembre 2021	L. Barchi	Novembre 2021	A.Perego Gennaio 2022
A	Emissione a seguito parere MITE assoggettabilità a VIA		Gennaio 2022	S. Scafa <i>S. Scafa</i>	Gennaio 2022	L. Barchi <i>L. Barchi</i>	Gennaio 2022	



File: IN1M10D26RIID0002001B

n. Elab.:

INDICE

1	PREMESSA.....	4
1.1	ELENCO ELABORATI.....	6
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	7
3	INQUADRAMENTO DELL'AREA.....	8
3.1	INQUADRAMENTO GENERALE.....	8
3.2	INQUADRAMENTO IDROGRAFICO	9
3.3	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	12
4	INQUADRAMENTO NORMATIVO	16
4.1	PAI.....	16
4.2	PGRA.....	19
4.3	VERIFICA COMPATIBILITÀ IDRAULICA	21
5	IDROLOGIA.....	24
6	INTERFERENZE CON LA FOGNATURA MISTA - UNARETI	25
7	INTERFERENZE CON LA ROGGIA FIUMICELLA	27
7.1	INQUADRAMENTO DELL'AREA	27
7.2	PORTATE DI PIENA	37
7.3	CRITERI DI CALCOLO.....	38
7.4	STATO DI FATTO.....	41
7.5	STATO DI PROGETTO	45
8	INVARIANZA IDROLOGICA E IDRAULICA.....	52
8.1	IDENTIFICAZIONE DELLE AREE SCOLANTI E COEFFICIENTI DI DEFLUSSO MEDIO PONDERALE.....	53
8.2	DEFINIZIONE DELLA CURVA DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA	55
8.3	IETOGRAMMA DI PROGETTO E VALUTAZIONE DELLE PERDITE IDROLOGICHE.....	56
8.4	TRASFORMAZIONE DEGLI AFFLUSSI NETTI IN DEFLUSSI E SIMULAZIONE DEL PROCESSO DI LAMINAZIONE	57
8.5	VOLUME DI INVASO E TEMPO DI SVUOTAMENTO.....	58
9	CRITERI DI PROGETTAZIONE RETE DI RACCOLTA E SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE	63

Relazione idraulica e di compatibilità idraulica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	IN1M	11	D 26 RI	ID 00 0 2 001	B	3 DI 113

9.1	DIMENSIONAMENTI RETE ACQUE METEORICHE	63
9.2	DIMENSIONAMENTI OPERE DISPERDENTI	64
10	RETE DI RACCOLTA E SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE ZONA TRONCHINO	67
10.1	RETE DI RACCOLTA E SMALTIMENTO DELLO STATO DI FATTO	67
10.2	RETE DI RACCOLTA E SMALTIMENTO DELLO STATO DI PROGETTO.....	72
10.3	VERIFICA OPERE IDRAULICHE	75
11	RETE DI RACCOLTA E SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE ZONA BRESCIA SCALO	78
11.1	RETE DI RACCOLTA E SMALTIMENTO DELLO STATO DI FATTO	78
11.2	RETE DI RACCOLTA E SMALTIMENTO DELLO STATO DI PROGETTO.....	81
11.3	VERIFICA FOSSI IN TERRA DISPERDENTI	87
11.4	VERIFICA RETE DI DRENAGGIO	91
11.5	VERIFICA CUNETTA ALLA FRANCESE	93
11.6	VERIFICA EMBRICI.....	95
11.7	VERIFICA SCARICHI FINALI	97
12	RETE DI RACCOLTA E SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE NUOVI FABBRICATI	99
12.1	RETE DI RACCOLTA E SMALTIMENTO DELLO STATO DI FATTO	99
12.2	RETE DI RACCOLTA E SMALTIMENTO DELLO STATO DI PROGETTO.....	101
12.3	RISOLUZIONE INTERFERENZE CON IL CANALE DI DRENAGGIO ESISTENTE	102
12.4	VERIFICA RETE DI DRENAGGIO	104
12.5	VERIFICA PLUVIALI	105
13	RETE DI RACCOLTA E SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE PISTA CICLOPEDONALE	107
13.1	RETE DI RACCOLTA E SMALTIMENTO DELLO STATO DI FATTO	107
13.2	RETE DI RACCOLTA E SMALTIMENTO DELLO STATO DI PROGETTO.....	108
13.3	VERIFICA FOSSI IN TERRA DISPERDENTI E TRINCEA DISPERDENTE	109
13.4	VERIFICA RETE DI DRENAGGIO	110

1 PREMESSA

L'attivazione della tratta AV/AC Milano – Brescia del 2016 ha consentito di liberare la capacità sulla linea storica Milano-Venezia anche per traffici merci da/per Milano. L'incremento di traffico futuro sull'asse ferroviario Torino-Venezia, richiede, tra gli altri, l'intervento di potenziamento dello Scalo di Brescia.

In tale scenario si inserisce il progetto in parola che deve compatibilizzare l'impianto attuale di Brescia (attivazione di fase 4) alle esigenze del futuro terminal intermodale di competenza di TerAlp, il quale sarà realizzato a sud dello scalo e comunicherà con il fascio merci dello scalo di Brescia.

Il Terminal intermodale di TerAlp non è oggetto del presente progetto.

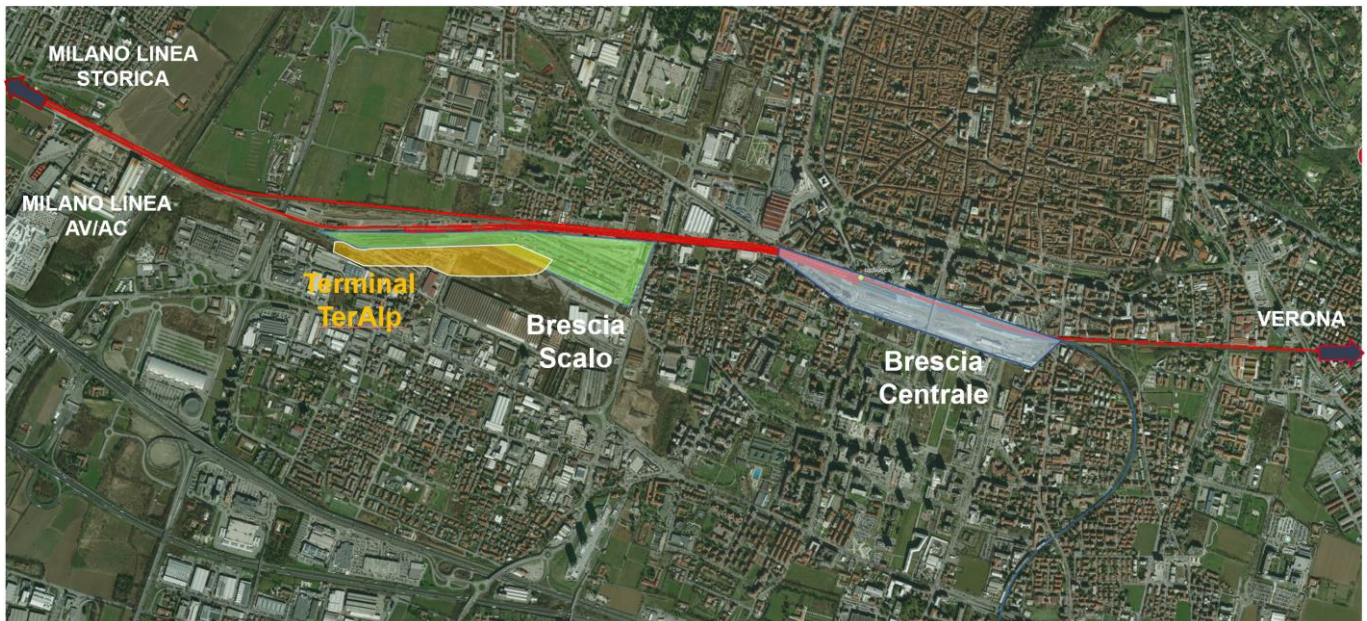


Figura 1 Inquadramento area progetto e terminal TerAlp - Brescia Scalo

Il presente documento costituisce la relazione idraulica e di compatibilità idraulica relativa al Progetto Definitivo del Potenziamento Infrastrutturale dello Scalo di Brescia, che riguarda la realizzazione del nuovo PRG di scalo per adeguarlo alle nuove esigenze di traffico merci e dotarlo di un'asta di manovra da 750 m lato Milano, che permetterà l'instradamento dei treni verso Verona.

L'opera relativa al Potenziamento Infrastrutturale dello Scalo di Brescia prevede i seguenti interventi:

- prolungamento a modulo 750 m dei binari I e II FM (cd. Fase 0), in aree ferroviarie;
- realizzazione dell'accesso al terminale TerAlp, in aree ferroviarie;
- realizzazione di un'asta di manovra di lunghezza 750 m lato Milano, in aree non di proprietà delle ferrovie;
- sistemazione a PRG dei binari da III a X FM che avranno modulo compreso tra 465 m e 600 m, in aree ferroviarie;
- realizzazione di 3 nuovi binari di modulo superiore a 750 m (binari XI, XII e XIII FM), in aree ferroviarie.

Sono inclusi nel presente progetto anche i seguenti ulteriori interventi, i quali non sono localizzati nell'area del PRG di Brescia Scalo:

- Realizzazione dell'indipendenza tra il binario pari LS e il binario di accumulo a servizio del fascio di manutenzione (cd. FSA),

- Realizzazione dell'adeguamento dell'intero ACC (Fascio Viaggiatori e Fascio Merci) con centralizzazione e attrezzaggio con segnali alti di fasci attualmente non attrezzati in Brescia Centrale (ved. Relazione Generale Segnalamento per dettagli fasci attrezzati);
- Realizzazione di nuovi fabbricati tecnologici;
- Realizzazione di due nuove viabilità e una posta ciclopedonale nell'area a sud ovest dello Scalo di Brescia.

L'impianto di Brescia scalo è interessato da:

- Progetto Definitivo del Terminal di TerAlp
- Attivazione Fase 4 Nodo di Brescia

Il presente documento è stato articolato secondo i seguenti punti:


- Inquadramento dell'area di intervento, si individuano gli aspetti di maggior interesse dal punto di vista idraulico. La ricognizione dei luoghi è avvenuta dallo studio della cartografia disponibile, dai rilievi 3D dell'area di studio e dai sopralluogo effettuati il 10 Giugno 2021, il 7 e 13 Ottobre 2021;
- Valutazione della compatibilità idraulica delle opere di progetto con gli strumenti di pianificazione territoriale in vigore, quali il PAI dell'Autorità di Bacino del fiume Po e il Piano di Gestione Rischio Alluvione (PGRA revisione 2020). Inoltre, si analizza l'inquadramento idraulico dell'area in esame con l'individuazione delle interferenze con il reticolo idrico. Sono stati dimensionati manufatti di attraversamenti dell'infrastruttura stradale e ferroviaria atti alla risoluzione delle interferenze individuate.
- Valutazione di invarianza idraulica; in alcune zone è prevista una variazione della permeabilità dovuta a nuove costruzioni, quali la sede ferroviaria realizzata con sub-ballast, le nuove viabilità, la nuova pista ciclopedonale e i nuovi fabbricati. Al fine di garantire l'invarianza idrologica e idraulica, sono state previste opere di detenzione e infiltrazione delle acque meteoriche, le quali sono state dimensionate ai sensi del RR.7/2017 e s.m.i.
- Dimensionamento della rete di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche.

1.1 Elenco elaborati

Di seguito si riporta l'elenco degli elaborati previsti in materia di idrologia e idraulica.

ELABORATO	CORDIFICA
IDROLOGIA E IDRAULICA	
Relazione idrologica	IN1M10D26RHID0001001B
Corografia aree a pericolosità idraulica da strumenti normativi	IN1M10D26C4ID0001001B
Corografia del Reticolo Idrografico e bacini imbriferi	IN1M10D26C4ID0001002B
Relazione idraulica di compatibilità idraulica e di smaltimento idraulico	IN1M10D26RIID0002001B
Corografia interventi di sistemazione idraulica	IN1M10D26C6ID0002001B
Tipologici idraulici sistema di raccolta e smaltimento acque meteoriche	IN1M10D26PZID0002001B
Planimetria sistema di smaltimento idraulico - asta 350 m	IN1M10D26P7ID0002001A
Planimetria sistema di smaltimento idraulico - asta 750 m	IN1M10D26P7ID0002002A
Planimetria sistema di smaltimento idraulico - prolungamento a modulo 750 dei binari I-II FM-Tronchino di indipendenza binario accumulo FSA	IN1M10D26P7ID0002003A
OPERE IDRAULICHE DI ATTRAVERSAMENTO	
Relazione di calcolo opere idrauliche di attraversamento 1/2	IN1M11D26CLIN01A0001A
Relazione di calcolo opere idrauliche di attraversamento 2/2	IN1M11D26CLIN01B0001A
Carpenteria IN01A	IN1M11D26BAIN01A0001A
Carpenteria IN01B	IN1M11D26BAIN01B0001A
FABBRICATO TECNOLOGICO FA01	
Planimetria smaltimento idraulico	IN1M11D26PZFA0100001B
FABBRICATO TECNOLOGICO FA02	
Planimetria smaltimento idraulico	IN1M11D26PZFA0100002B
VIABILITÀ DI ACCESSO AL SOTTOVIA SL01	
Planimetria di smaltimento idraulico	IN1M11D26P8NV0100002A
VIABILITÀ DI ACCESSO AL SOTTOVIA SL02	
Planimetria di smaltimento idraulico	IN1M11D26P8NV0200001A
PISTA CICLABILE	
Planimetria di smaltimento idraulico	IN1M11D26P8NV0400001A

Tabella 1 Elenco elaborati idrologia e idraulica

	PROGETTO DEFINITIVO LINEA A.V./A.C. MILANO-VERONA NODO DI BRESCIA POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA					
	Relazione idraulica e di compatibilità idraulica	COMMESSA IN1M	LOTTO 11	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 00 0 2 001	REV B

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Il progetto è stato redatto nel rispetto delle normative e degli strumenti di pianificazione e di tutela presenti sul territorio, a scala nazionale, regionale, al fine di fornire un quadro esaustivo della normativa vigente nel campo idrologico - idraulico, ambientale e di difesa del suolo; in particolare:

- R.D. 25/07/1904, N. 523 "Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie".
- D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e ss.mm.ii. Norme in materia ambientale.
- Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE.
- Direttiva Alluvioni 2007/60/CE.
- Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. gennaio 2018).
- DM.LL.PP del 12-12-1985, Norme tecniche relative alle tubazioni.
- "Manuale di Progettazione delle Opere Civili" della Rete Ferroviaria Italiana (RFI) ultimo aggiornamento dicembre 2020 cod. RFIDTCSICSMAIFS001E.
- Dlgs 16 marzo 2009, n. 30. Protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento.
- Dlgs 27 gennaio 1992, n. 132. Protezione delle acque sotterranee.
- Ministero dei Trasporti e dell'Aviazione Civile - DM 23 Febbraio 1971, n. 2445 e ss.mm.ii. "Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto".
- "Norme di attuazione del Piano di Bacino stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico" approvata con decreto del presidente del Consiglio dei ministri del 22 febbraio 2018, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 120, Serie Generale, del 25 maggio 2018;
- "Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA)" adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po con delibera n. 4 del 17 dicembre 2015 e approvato con delibera n. 2 del 3 marzo 2016 è definitivamente approvato con d.p.c.m. del 27 ottobre 2016, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 30, serie Generale, del 6 febbraio 2017 – revisione 2021.

3 INQUADRAMENTO DELL'AREA

3.1 Inquadramento generale

Le aree di intervento si trovano nel Comune di Brescia a sud-ovest del centro abitato, nei pressi dello scalo merci e in prossimità della “zona industriale di Violino”.

Il territorio oggetto di studio è situato in una zona pianeggiante fortemente urbanizzata all'interno di un territorio pedemontano a ridosso della pianura, in cui il Fiume Mella rappresenta il principale corso d'acqua.

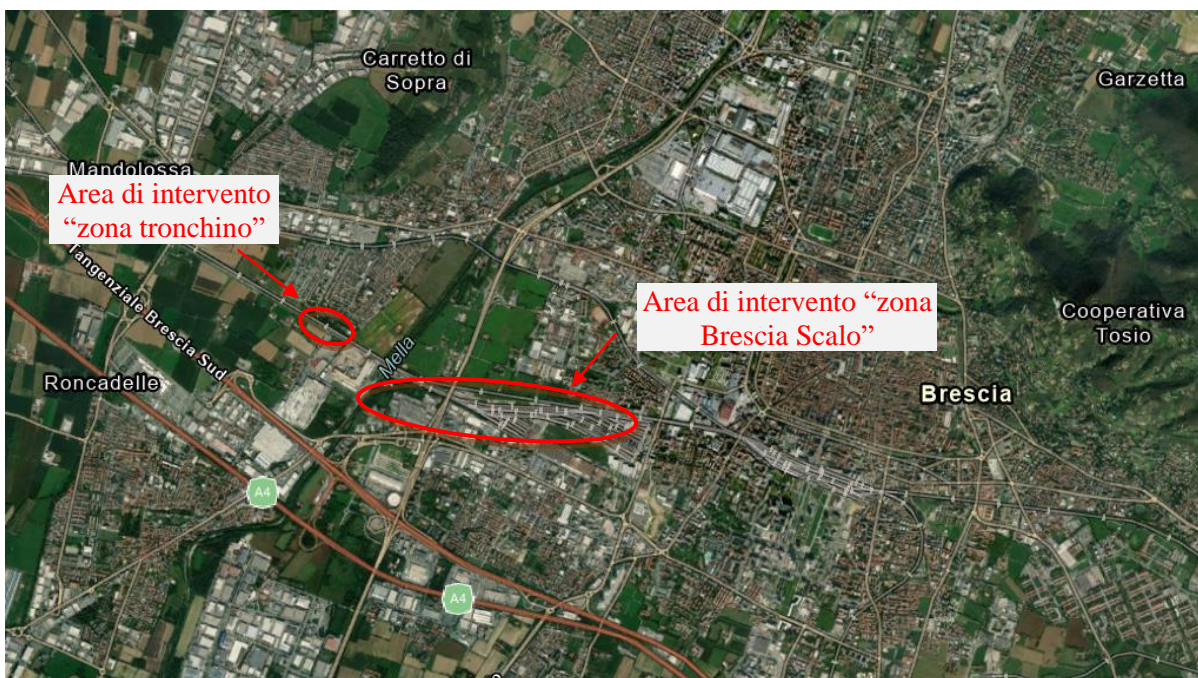


Figura 2 Inquadramento aree di intervento su ortofoto

Il tronchino si posiziona tra le pk 0+000.000 a pk 0+060.486 e tra il BP della LS e il Binario Mella. Le opere civili necessarie al suo posizionamento sono sostanzialmente relative alla sede ferroviaria, alla bonifica bellica e all'adeguamento dello smaltimento idraulico.

Per quanto riguarda le lavorazioni nell'area Brescia Scalo, l'opera relativa al Potenziamento Infrastrutturale è suddivisa in due interventi principali che si sviluppano in aree con diverso uso attuale:

- Realizzazione dell'asta di manovra di 750 metri lato Milano, in aree non ferroviarie;
- Nuovo PRG dello scalo di Brescia in aree ferroviarie.

Di seguito si riportano gli inquadramenti delle aree oggetto di studio su Google Earth.



Figura 3 Inquadramento area di intervento su ortofoto – Zona Tronchino Indipendenza



Figura 4 Inquadramento area di intervento su ortofoto – Zona Brescia Scalo

3.2 Inquadramento idrografico

Il fiume principale è l'Oglio, che attraversa la Val Camonica nascendo dal monte Gavia; il secondo per rilevanza è il Chiese, che nasce dal monte Adamello in territorio trentino ed attraversa la Val Sabbia, mentre il terzo è il Mella. Sia il Chiese che il Mella confluiscono

Relazione idraulica e di compatibilità idraulica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	IN1M	11	D 26 RI	ID 00 0 2 001	B	10 DI 113

nell'Oglio, il primo nei pressi di Acquanegra, il secondo vicino a Ostiano. I fiumi Oglio e Chiese sono alimentati da nevai e ghiacciai perenni, di conseguenza il regime è di tipo fluviale.

Il sito in oggetto è localizzato in sinistra orografica del fiume Mella, il quale essendo alimentato esclusivamente da piogge, ha portate di tipo torrentizio.

Le opere di progetto rientrano nel Bacino del Fiume Oglio, nello specifico nel sottobacino del Fiume Mella.

Il Fiume Mella si origina a ovest della Val Caffaro e confluisce dopo un percorso di 96 km nell'Oglio tra gli abitati di Seniga e Ostiano. In sinistra il Mella riceve vari affluenti: Naviglio di Canneto, Chiusello, Cavata, Tartaro, Moldinaro, Lojolo, Garza e relativo scolmatore. Gli affluenti in destra sono: Delmona, Canale Acque Alte, Riglio e Navarolo.

Il Corso presenta un orientamento prevalentemente da Nord verso Sud. Non è laminato da invasi naturali o artificiali.

Nel tratto prossimo all'area di intervento, l'alveo ha un andamento subrettilineo ed è caratterizzato da un elevato grado di artificializzazione che lo rende pressoché canalizzato e morfologicamente stabile¹. È interessato da vari attraversamenti quali principalmente la SS10, la linea ferroviaria Milano Venezia e l'autostrada A4.

Di seguito si riporta l'inquadramento del bacino Oglio e i suoi sottobacini.

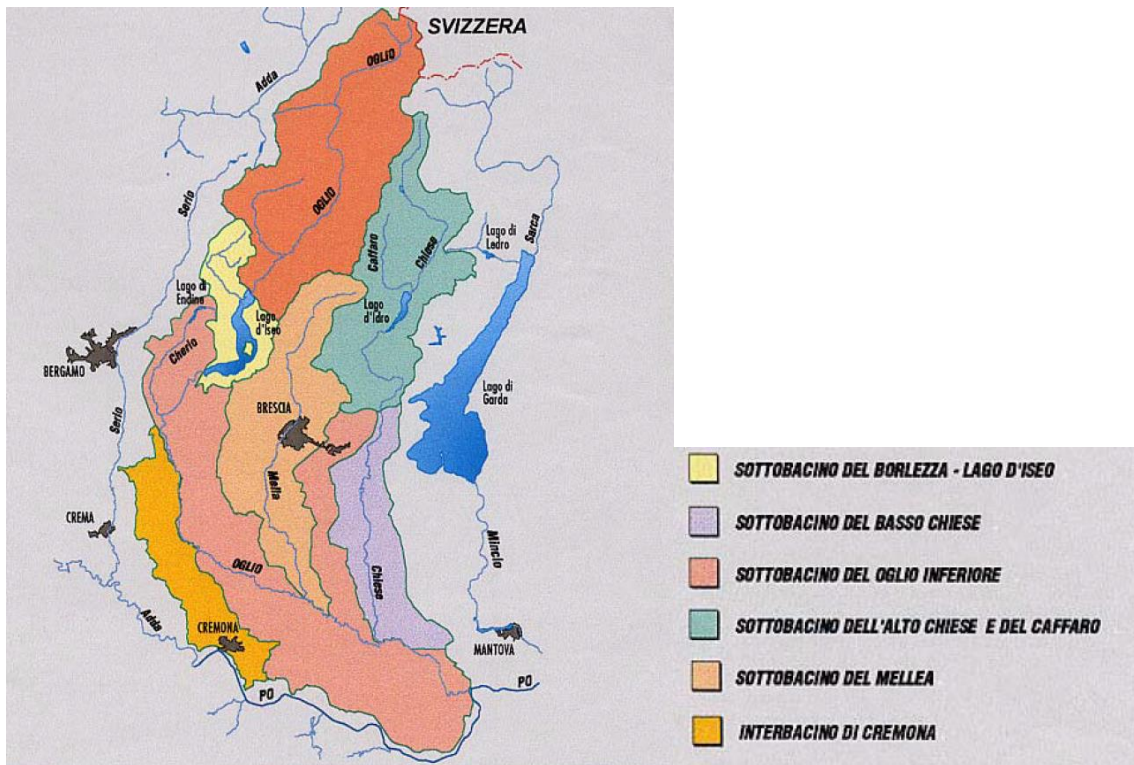


Figura 5 Inquadramento Bacino Oglio e sottobacino del Mella

¹ Fonte: Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico – AIPO -

Relazione idraulica e di compatibilità idraulica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	IN1M	11	D 26 RI	ID 00 0 2 001	B	11 DI 113

Di seguito una fotografia del Fiume Mella in prossimità del sito.



Figura 6 Fiume Mella

L'area di studio è situata in una zona pianeggiante fortemente urbanizzata all'interno di un territorio pedemontano a ridosso della pianura, in cui il Fiume Mella rappresenta il principale corso d'acqua.

L'area oggetto di intervento interessa l'area circoscritta nel Consorzio di Bonifica Oglio Mella, Comprensorio n° 6 della Regione Lombardia.

Gli interventi nella zona Brescia Scalo interferiscono con quattro aste di un sistema di rogge denominato Roggia Fiumicella, appartenente al reticolo comunale.

Per quanto riguarda invece la zona del Tronchino Indipendenza, il corso del reticolo idrico minore più prossimo è la Roggia Porcellaga, la quale scorre esternamente all'area di intervento.

Con la forte urbanizzazione dell'area le rogge hanno perso nel tempo l'originale funzione di canale irriguo, diventando di fatto un reticolo di canali destinato allo smaltimento delle acque meteoriche della zona. Il reticolo idrografico nell'area a monte della ferrovia è difatti costituito da un fitto reticolo di canali che più volte si biforcano e si ricongiungono attraversando la linea ferroviaria esistente in più punti.

Si riporta di seguito un estratto della Carta del reticolo idrico e delle relative fasce di rispetto del Comune di Brescia, dalla quale si evince la struttura del reticolo di drenaggio.

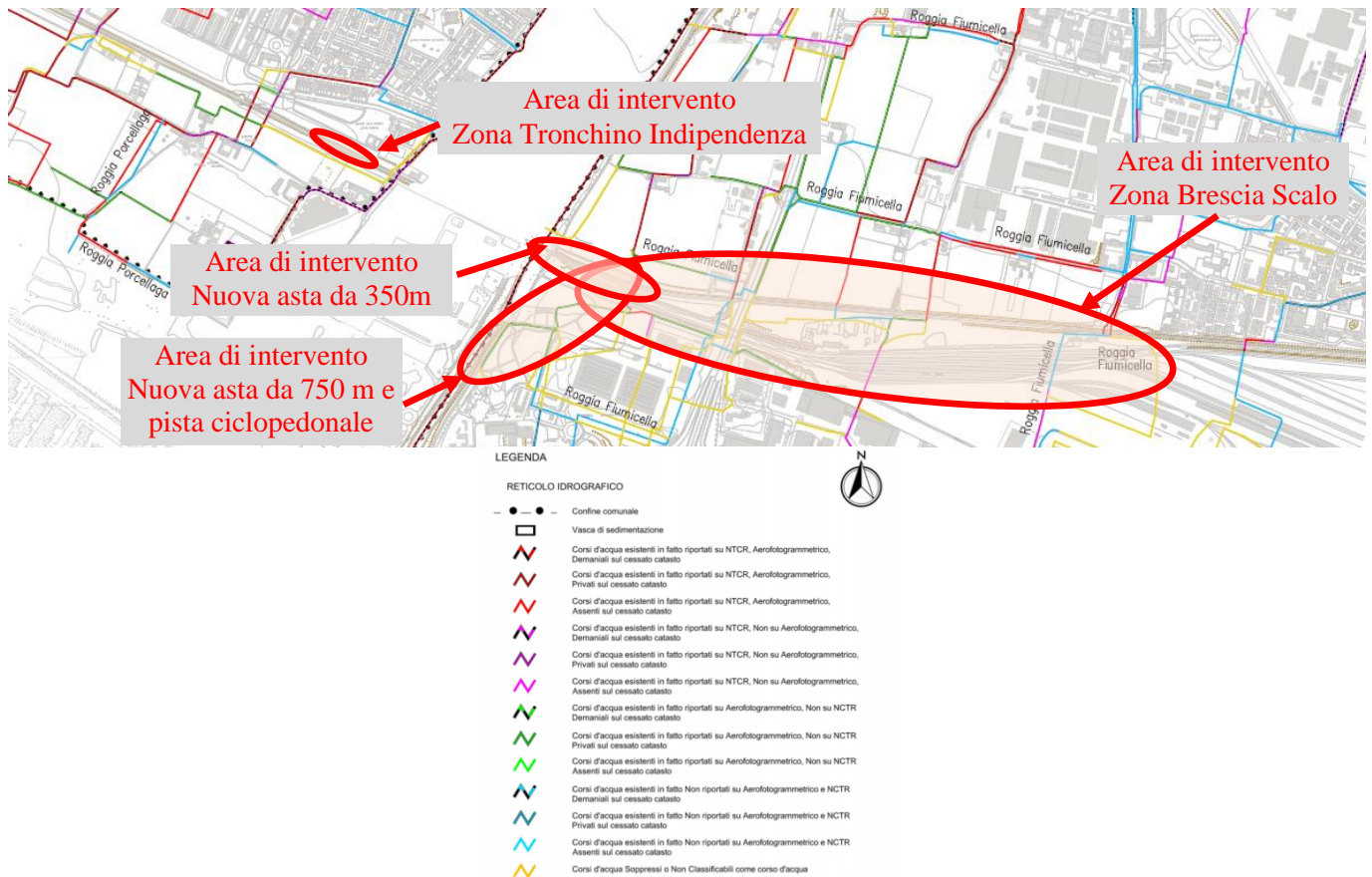


Figura 7 Estratto Carta del reticolo idrico del Comune di Brescia "Tav.2_Origine Centro_Rete_Idrografica" – Comune di Brescia

Per quanto riguarda le interferenze con la Roggia Fiumicella, il Comune di Brescia ha confermato, nel corso di un incontro tenutosi il 09/09/2020, che le rogge interferite hanno un funzionamento promiscuo di varia natura, poiché il loro funzionamento idraulico è il risultato dei seguenti fattori:

1. Oggetto di un progetto di sistemazione da parte del Ministero dell'Ambiente di "messa in sicurezza d'emergenza delle rogge ricomprese nel SIN di Brescia Caffaro";
2. Funzione di drenaggio delle aree urbane e sub urbane delimitate a nord dal derivatore del Fiume Grande (posto circa 5km a monte degli interventi in progetto), ad ovest dal Fiume Mella, ad est dal Fiume Grande e a sud dallo scalo ferroviario oggetto di intervento;
3. Funzione irrigua con immissione regolata delle portate (dal 15 aprile al 15 settembre);
4. Ricettore di scarichi industriali autorizzati dal comune;
5. Ricettore delle portate di troppo pieno della fogna comunale (A2A Brescia).

3.3 Inquadramento idrogeologico

Lungo la tratta oggetto di studio la successione stratigrafica rimane costante, con i depositi alluvionali, spessi circa 10 metri, che poggiano sui depositi fluvioglaciali, i quali si sviluppano in profondità oltre i 30 metri.

I depositi alluvionali, su cui si trova l'area di progetto, sono costituiti da materiali porosi a tessitura prevalentemente grossolana che ospitano falde libere più o meno protette.

Nell'area oggetto di studio sono state effettuate più indagini geognostiche. Nella presente relazione verranno considerati i sondaggi S1 e S2 eseguiti nella campagna del 2019, relativa al "Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica di seconda fase del Potenziamento Infrastrutturale dello Scalo di Brescia" e i sondaggi S1_PD_BS e S2_PD_BS della campagna del 2022, relativa al "Progetto definitivo del potenziamento infrastrutturale dello scalo di Brescia – Linea AV/AC Milano – Verona, nodo di Brescia".

Oltre alle indagini eseguite per conto di RFI, è stato eseguito un altro sondaggio relativo al PFTE per la "Tramvia del Comune di Brescia", denominato S2_Tram.

In tutti i sondaggi citati sono state effettuate le prove LeFranc.

La figura seguente mostra l'ubicazione dei sondaggi citati, mentre la Tabella 2 i valori di permeabilità ottenuti.

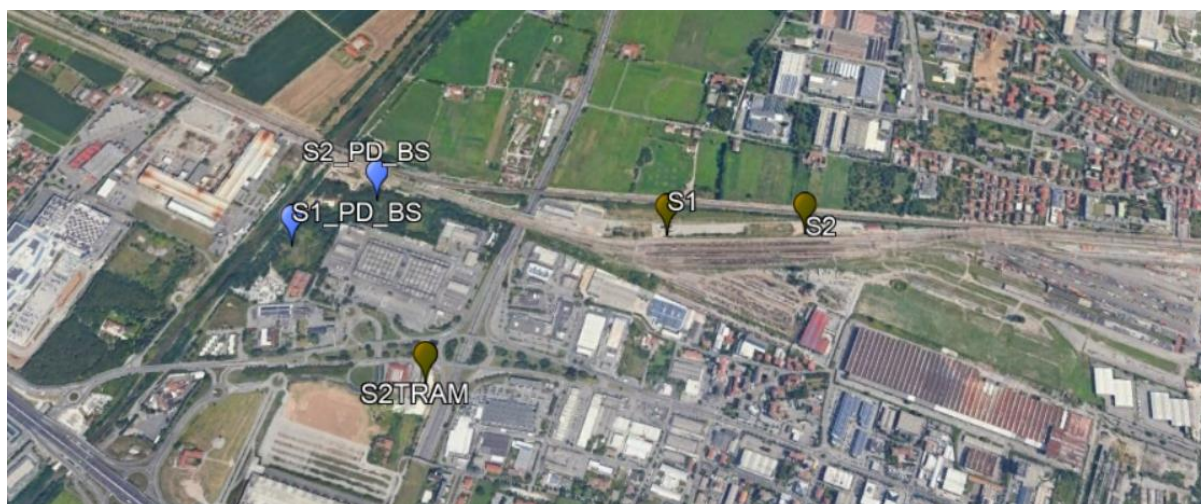


Figura 8 Ubicazione sondaggi

Tabella 2 Valori di permeabilità

Profondità (m)	S1_PD_BS (m/s)	S2_PD_BS (m/s)	S1 (m/s)	S2 (m/s)	S2TRAM (m/s)
1.5			4.03E-05		
2.0		3.49E-04			
3.5	2.34E-04				
6.0				8x10-05	
8.0		6.47x10-5			
8.6					4.29E-05
14.7					1.22E-05
20.0	2.06x10-5				

Per quanto concerne il livello della falda, è possibile ricostruirne l'andamento sia utilizzando la cartografia tematica del Piano di Governo del Territorio, sia utilizzando i dati bibliografici a disposizione. Seguendo l'andamento delle linee isofreatiche della carta idrogeologica del comune di Brescia queste aumentano da E a O lungo l'area di interesse (da circa 116 a circa 120m

s.l.m.). Si rimanda ai profili idrogeologici, redatti a corredo della relazione geologica, dai quali è possibile osservare il livello della superficie piezometrica, la quale rimane pressoché costante lungo tutta l'area di progetto. Tali quote sono coerenti con la lettura della falda eseguita a sondaggio finito, che ha mostrato un valore di soggiacenza di 12,45 m (sondaggio S1) e di 15,20 (sondaggio S2), ponendo quindi la quota della falda tra 120,21 m s.l.m. e 117,99 m s.l.m. Il valore minimo di soggiacenza era stato riscontrato nel sondaggio S2Tram, dove la falda era stata rinvenuta a una profondità da pc pari a 11 m.

Come è possibile notare dallo stralcio della tavola dei vincoli del PGT del Comune di Brescia, riportato nella Figura 10, l'area oggetto di intervento non ricade all'interno di zone di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile.

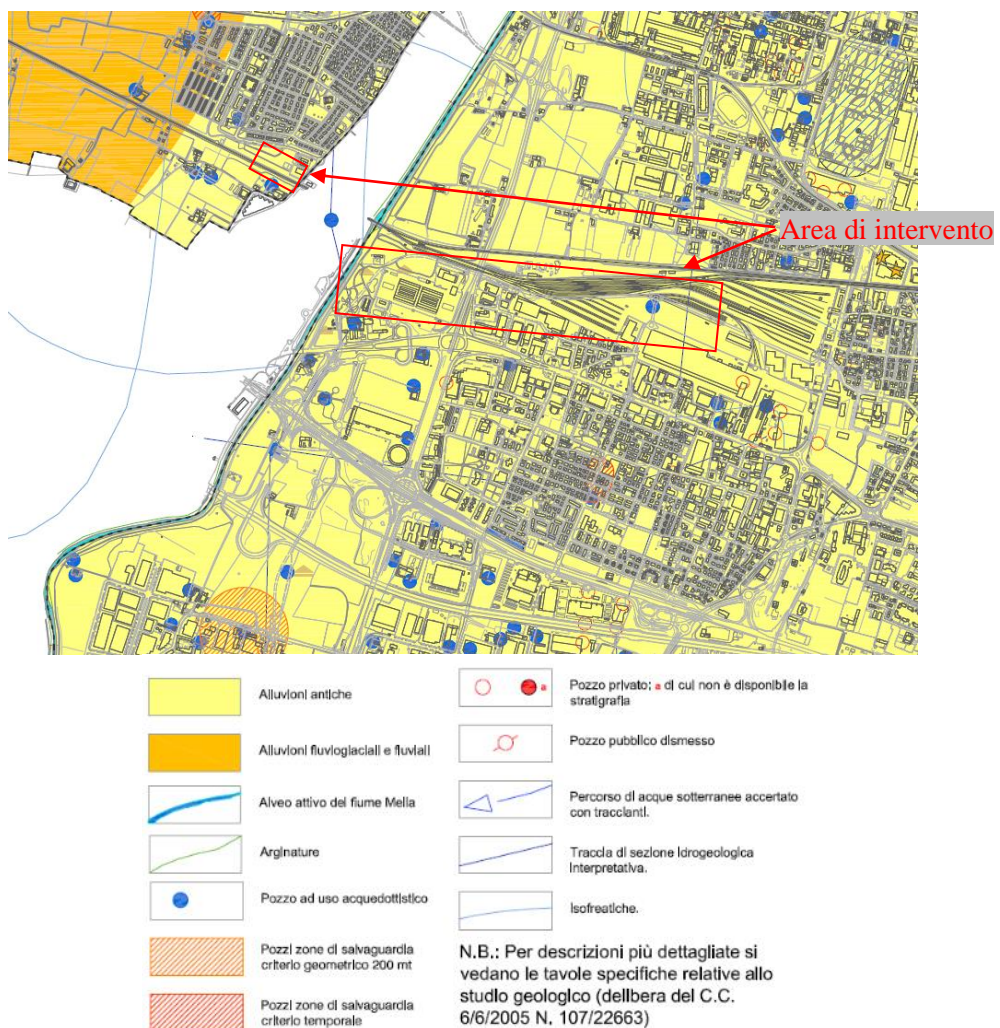
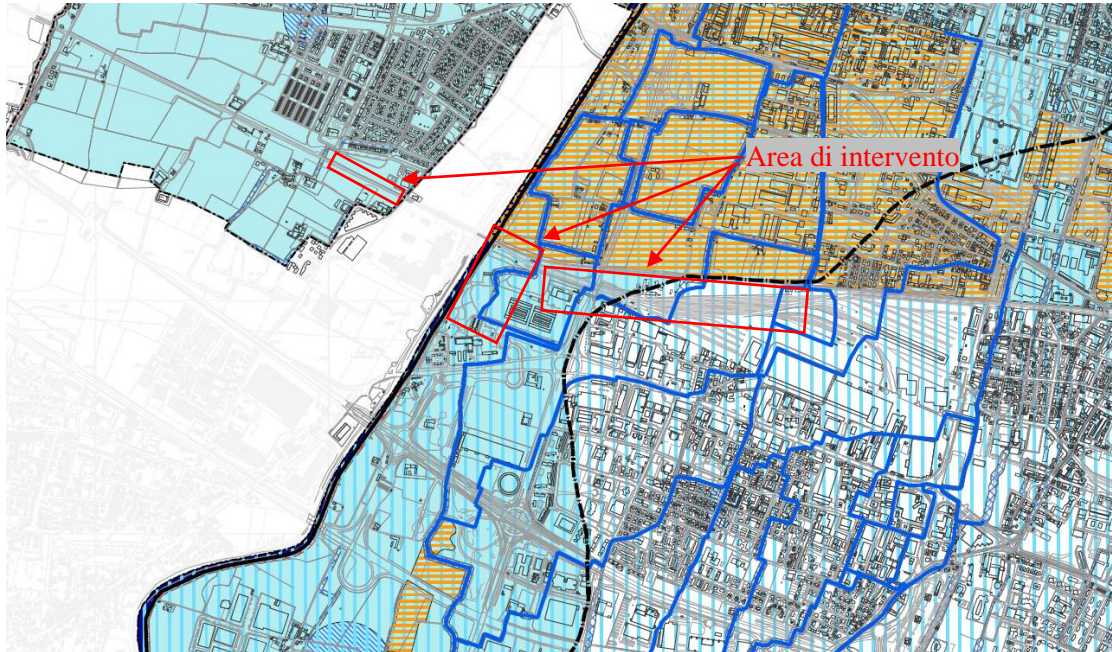




Figura 9 Stralcio Tavola ALall04d – Componente geologica – Idrogeologia – PGT Comune di Brescia



Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile

Pozzi

 Zona di tutela assoluta

 Zona di rispetto valutata con criterio geometrico e con criterio temporale

Sito Inquinato di Interesse Nazionale Brescia-Caffaro (D.M. 24/02/2003)

 SIN Terreni

 SIN Falda



 SIN Rogge

Figura 10 Stralcio Tavola n.PR06 – Tavola dei vincoli - Vincoli per la difesa del suolo – PGT Comune di Brescia

L'area oggetto del presente procedimento rientra nel perimetro del SIN (Sito di Interesse Nazionale) "Brescia-Caffaro", per quanto riguarda la falda, mentre ne è esclusa per quanto riguarda il suolo e sottosuolo.

Nonostante quanto emerge dallo stralcio soprariportato, sono stati cautelativamente evitati opere idrauliche disperdenti nella zona nord di Brescia Scalo, ovvero in prossimità dei fabbricati di nuova realizzazione. Tale scelta è stata supportata anche dagli esiti dei sondaggi effettuati in fase costruttiva nella stessa zona relativi al progetto "linea A.V. /A.C. Milano – Venezia tratta A.C. Milano – Verona ingresso urbano dell'interconnessione di Brescia ovest - RI38 - Rilevato dal km 14+767,86 al km 15+829,97".

	PROGETTO DEFINITIVO LINEA A.V./A.C. MILANO–VERONA NODO DI BRESCIA POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA					
	Relazione idraulica e di compatibilità idraulica	COMMESSA IN1M	LOTTO 11	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 00.0 2 001	REV B

4 INQUADRAMENTO NORMATIVO

Con le disposizioni del Testo Unico in materia ambientale (Decreto legislativo n. 152/2006) l'intero territorio italiano è stato successivamente ripartito in 8 distretti idrografici in ognuno dei quali è istituita l'Autorità di bacino distrettuale, definita giuridicamente come ente pubblico non economico.

Il 17 febbraio 2017 è entrato in vigore il decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare (MATTM) n. 294 del 25 ottobre 2016 (pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 27 del 2 febbraio 2017) che disciplina le modalità e i criteri per il passaggio di competenze dalle vecchie Autorità di bacino alle nuove Autorità di bacino distrettuali (alle quali il d.lgs 49/2010 demandava la redazione delle suddette mappature e del relativo piano di gestione (i.e. Piano di Gestione del Rischio Alluvioni – P.G.R.A.). Infatti, dall'entrata in vigore del D.M. 294/2016, risultano soppresse tutte le Autorità di bacino di cui alla legge 183/1989 e i relativi organi.


Gli interventi in progetto ricadono nel Distretto Padano, in cui vige il Piano di Gestione rischio Alluvione del Distretto.



Figura 11 Suddivisione territoriale in distretti

4.1 PAI

Il Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI), approvato con decreto del presidente del Consiglio dei ministri del 24 maggio 2001, ha la finalità di ridurre il rischio idrogeologico entro valori compatibili con gli usi del suolo in atto, in modo tale da salvaguardare l'incolumità delle persone e ridurre al minimo i danni ai beni esposti.

	PROGETTO DEFINITIVO LINEA A.V./A.C. MILANO–VERONA NODO DI BRESCIA POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA					
	Relazione idraulica e di compatibilità idraulica	COMMESSA IN1M	LOTTO 11	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 00 0 2 001	REV B

Il PAI contiene:

- La delimitazione delle fasce fluviali (Fascia A, Fascia B, Fascia B di progetto e Fascia C) dell'asta del Po e dei suoi principali affluenti (Elaborato 8)
- La delimitazione e classificazione, in base alla pericolosità, delle aree in dissesto per frana, valanga, esondazione torrentizia e conoide (Elaborato 2 - Allegato 4) che caratterizzano la parte montana del territorio regionale.
- La perimetrazione e la zonazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato in ambiente collinare e montano (zona 1 e zona 2) e sul reticolo idrografico principale e secondario nelle aree di pianura (zona I e zona BPr) (Elaborato 2 - Allegato 4.1)
- Le norme alle quali le sopraccitate aree a pericolosità di alluvioni sono assoggettate (Elaborato 7 - Norme di attuazione).

La documentazione completa del PAI, gli elaborati modificati a seguito delle varianti approvate successivamente al 2001 e le varianti in corso su tutto il bacino del Po, sono consultabili sul sito dell'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po (AdBPo).

Nell'ambito della redazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni del bacino del Po (PGRA), l'Autorità di Bacino del fiume Po ha condotto una specifica attività rivolta a verificare le esigenze di aggiornamento degli strumenti di pianificazione per l'assetto idrogeologico vigenti nel bacino padano, allo scopo di armonizzarli con il PGRA (approvato con d.p.c.m. del 27 ottobre 2016, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 30, Serie Generale, del 6 febbraio 2017).

Da questa attività è emersa la necessità di aggiornare ed integrare le Norme di Attuazione (NA) del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) per tener conto e recepire i nuovi quadri conoscitivi del PGRA, rappresentati dalle Mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni, al fine di ridurre le conseguenze negative delle alluvioni sulla vita umana e sui beni esposti.


La variante normativa al PAI, adottata dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po il 7 dicembre 2016, ha a sua volta determinato la necessità di emanare disposizioni concernenti l'attuazione della stessa e del PGRA nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza, come previsto dall'art. 65 del decreto legislativo n. 152 del 2006. Tali disposizioni sono state approvate con d.g.r. n. 6738 del 19 giugno 2017.

La variante normativa al PAI è stata approvata con decreto del presidente del Consiglio dei ministri del 22 febbraio 2018, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 120, Serie Generale, del 25 maggio 2018.

Di seguito si riporta un estratto delle norme di attuazione del PAI.

ART. 7 – Classificazione dei territori comunali in base al rischio idraulico e idrogeologico presente

1. Il Piano classifica i territori amministrativi dei comuni e le aree soggette a Dissesto [...] in funzione del rischio, valutato sulla base della pericolosità connessa ai fenomeni di dissesto idraulico e idrogeologico, della vulnerabilità e dei danni attesi. L'Atlante dei rischi è redatto sulla base delle conoscenze acquisite dall'Autorità di bacino al momento dell'adozione del presente atto [...]. Le Regioni e gli Enti locali interessati sono tenuti a comunicare all'Autorità di bacino i dati e le variazioni sia in relazione allo stato di realizzazione delle opere programmate sia in relazione al variare dei rischi del territorio.

	PROGETTO DEFINITIVO LINEA A.V./A.C. MILANO–VERONA NODO DI BRESCIA POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA					
	Relazione idraulica e di compatibilità idraulica	COMMESSA IN1M	LOTTO 11	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 00 0 2 001	REV B

2. Sono individuate le seguenti classi di rischio idraulico e idrogeologico:

- R1 – moderato, per il quale sono possibili danni sociali ed economici marginali;
- R2 – medio, per il quale sono possibili danni minori agli edifici e alle infrastrutture che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e lo svolgimento delle attività socioeconomiche;
- R3 – elevato, per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi e l'interruzione delle attività socioeconomiche, danni al patrimonio culturale;
- R4 – molto elevato, per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici e alle infrastrutture, danni al patrimonio culturale, la distruzione di attività socioeconomiche.

ART. 8 – Individuazione e delimitazione delle aree interessate da dissesto idraulico e idrogeologico

1. Il Piano individua, all'interno dell'ambito territoriale di riferimento, le aree interessate da fenomeni di dissesto idraulico e idrogeologico. Le aree sono distinte in relazione alle seguenti tipologie di fenomeni prevalenti:

- frane;
- esondazione e dissesti morfologici di carattere torrentizio lungo le aste dei corsi d'acqua (erosioni di sponda, sovraincisioni del thalweg, trasporto di massa);
- trasporto di massa sui conoidi;
- valanghe.

ART. 9 – Limitazioni alle attività di trasformazione e d'uso del suolo derivanti dalle condizioni di dissesto idraulico e idrogeologico

1. Le aree interessate da fenomeni di dissesto per la parte collinare e montana del bacino sono classificate come segue, in relazione alla specifica tipologia dei fenomeni idrogeologici [...]:

- esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio lungo le aste dei corsi d'acqua:
 - Ee, aree coinvolgibili dai fenomeni con pericolosità molto elevata;
 - Eb, aree coinvolgibili dai fenomeni con pericolosità elevata;
 - Em, aree coinvolgibili dai fenomeni con pericolosità media o moderata.

ART. 28 – Classificazione delle Fasce Fluviali

1. Apposito segno grafico, nelle tavole di cui all'art. 26, individua le fasce fluviali classificate come segue.

- Fascia di deflusso della piena (Fascia A), costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente del deflusso della corrente per la piena di riferimento, come definita nell'Allegato 3 "Metodo di delimitazione delle fasce fluviali" al Titolo II delle presenti Norme, ovvero che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena.

- Fascia di esondazione (Fascia B), esterna alla precedente, costituita dalla porzione di territorio interessata da inondazione al verificarsi della piena di riferimento come definita nell'Allegato 3 al Titolo II sopra richiamato. Il limite di tale fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena di riferimento, ovvero sino alle opere idrauliche esistenti o programmate di controllo delle inondazioni (argini o altre opere di contenimento). Il Piano indica con apposito segno grafico, denominato "limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C", le opere idrauliche programmate per la difesa del territorio. Allorché dette opere saranno realizzate, i confini della Fascia B si intenderanno definiti in conformità al tracciato dell'opera idraulica eseguita e la delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino di presa d'atto del collaudo dell'opera varrà come variante automatica del presente Piano per il tracciato di cui si tratta.

Relazione idraulica e di compatibilità idraulica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
		IN1M	11	D 26 RI	ID 00 0 2 001	B

- Area di inondazione per piena catastofica (Fascia C), costituita dalla porzione di territorio esterna alla precedente (Fascia B), che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quella di riferimento, come definita nell'Allegato 3 al Titolo II sopra richiamato.

Di seguito si riporta un estratto del Piano relativo alla classificazione in fasce fluviali, per le aree oggetto di intervento.

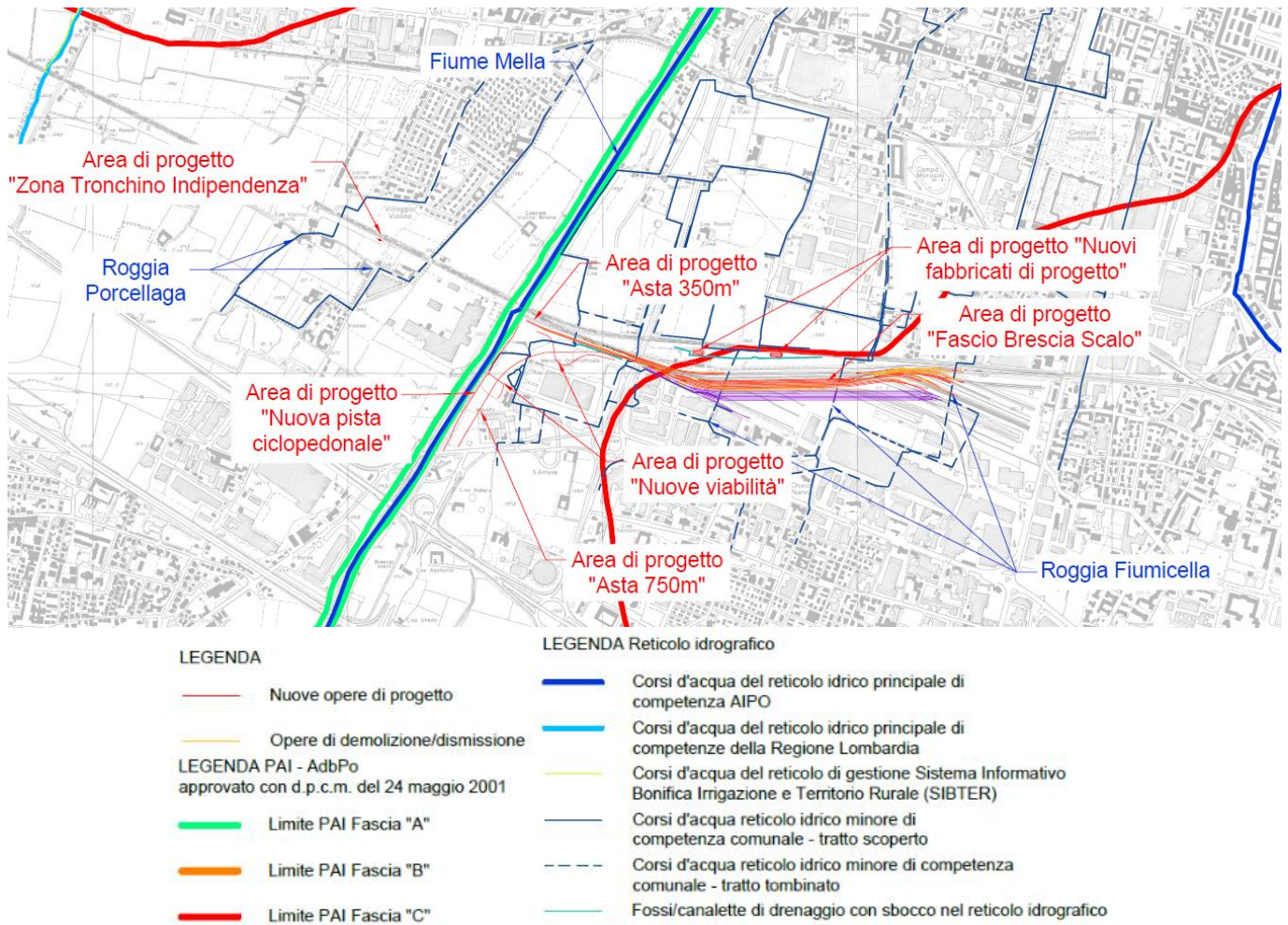



Figura 12 Inquadramento area intervento – PAI AdbPo

Come si evince dalla tavola del PAI del bacino del Fiume Po, gli interventi nella zona Tronchino Indipendenza, del fabbricato a ovest (FA01), di entrambe le viabilità, della pista ciclopedonale e delle aste di 350m e 750m ricadono all'interno della Fascia C, ovvero area di inondazione per piena catastofica; mentre la zona di Brescia Scalo est è esterna alle aree di pericolosità idraulica.

4.2 PGRA

Le norme comunitarie prevedono l'obbligo di predisporre per ogni distretto, a partire dal quadro della pericolosità e del rischio di alluvioni definito con l'attività di mappatura, uno o più Piani di Gestione del Rischio di Alluvioni (art. 7 D. Lgs. 49/2010 e art. 7 Dir. 2007/60/CE), contenenti le misure necessarie per raggiungere l'obiettivo di ridurre le conseguenze negative dei fenomeni alluvionali nei confronti della

	PROGETTO DEFINITIVO LINEA A.V./A.C. MILANO–VERONA NODO DI BRESCIA POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA					
	Relazione idraulica e di compatibilità idraulica	COMMESSA IN1M	LOTTO 11	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 00 0 2 001	REV B

salute umana, del territorio, dei beni, dell'ambiente, del patrimonio culturale e delle attività economiche e sociali.

Il PGRA adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po con delibera n. 4 del 17 dicembre 2015 e approvato con delibera n. 2 del 3 marzo 2016 è definitivamente approvato con d.p.c.m. del 27 ottobre 2016, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 30, serie Generale, del 6 febbraio 2017. Si specifica che sono state considerate le mappe di pericolosità e rischio idraulico del PGRA del bacino padano approvato nella seduta del comitato istituzionale permanente dell'Autorità di Bacino distrettuale del Po del 20 dicembre 2019.

In particolare, il PGRA dirige l'azione sulle aree a rischio più significativo, organizzate e gerarchizzate rispetto all'insieme di tutte le aree a rischio, e definisce gli obiettivi di sicurezza e le priorità di intervento a scala distrettuale, in modo concertato fra tutte le Amministrazioni e gli Enti gestori, con la partecipazione dei portatori di interesse e il coinvolgimento del pubblico in generale. A tal proposito, l'art. 6 della Direttiva 2007/60/CE identifica tre scenari su cui valutare la pericolosità idraulica:

- scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi (tempo di ritorno > 500 anni);
- alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno fra 100 e 200 anni (media probabilità di alluvione);
- alluvioni frequenti: tempo di ritorno tra 20 e 50 anni (elevata probabilità di alluvione).

Il Distretto idrografico Padano interessa le regioni Emilia-Romagna, Liguria, Lombardia, Piemonte, Veneto, la regione autonoma Valle d'Aosta e la provincia autonoma di Trento: la rilevante estensione del bacino del fiume Po e la peculiarità e diversità dei processi di alluvione sul suo reticolo idrografico hanno reso necessario effettuare la mappatura della pericolosità secondo approcci metodologici differenziati per i diversi ambiti territoriali, di seguito definiti:

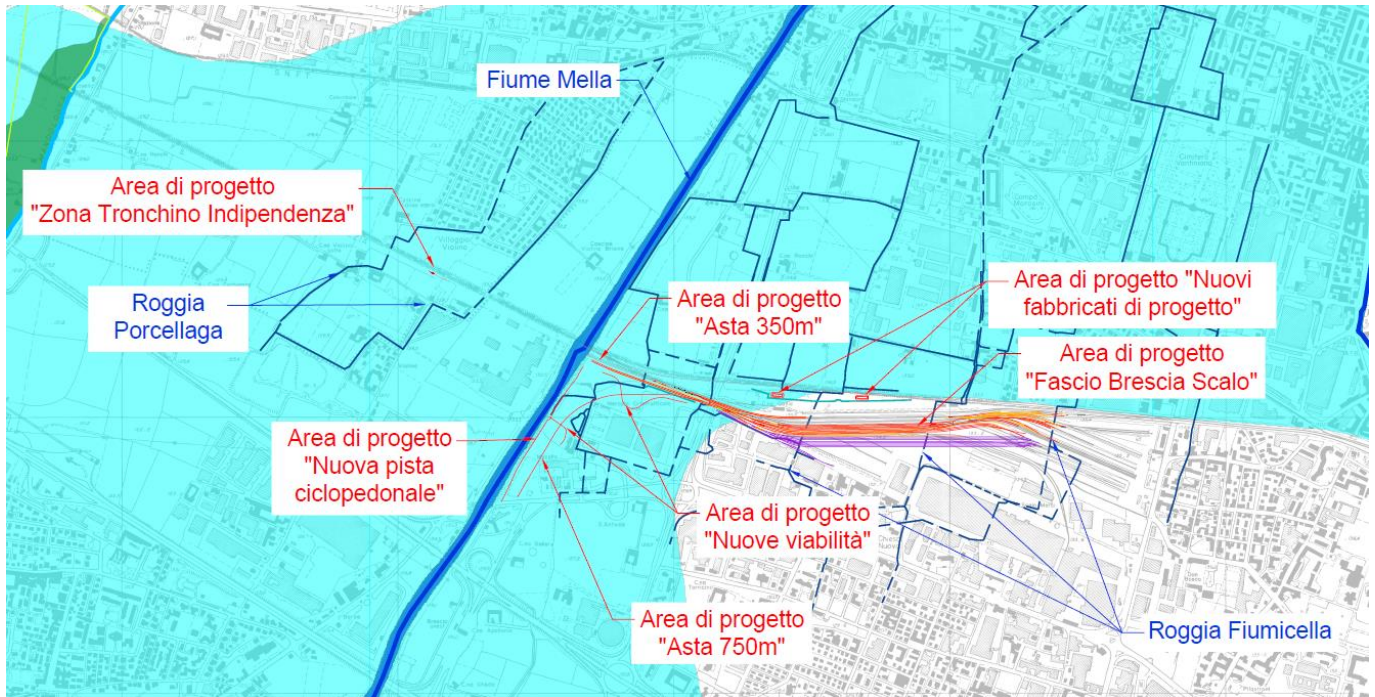
- Reticolo principale (RP);
- Reticolo secondario collinare e montano (RSCM);
- Reticolo secondario di pianura (RSP);
- Aree costiere marine (ACM);
- Aree costiere lacuali (ACL).

Le mappe delle aree allagabili rappresentano l'estensione massima degli allagamenti conseguenti al verificarsi degli scenari riconducibili ad eventi di elevata, media e scarsa probabilità di accadimento, come riportato di seguito.

Direttiva Alluvioni	Pericolosità	Tempo di ritorno individuato per ciascun ambito territoriale (anni)					
		TR (anni)	RP	RSCM (legenda PAI)	RSP	ACL	ACM
Elevata probabilità di alluvioni (H = high)	P3 elevata	20-50 (frequente)	10-20	Ee, Ca RME per conoide ed esondazione	Fino a 50 anni	15 anni	10 anni
Media probabilità di alluvioni (M = medium)	P2 media	100-200 (poco frequente)	100-200	Eb, Cp	50-200 anni	100 anni	100 anni
Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi (L = low)	P1 bassa	Maggiore di 500 anni, o massimo storico registrato (raro)	500	Em, Cn		Massimo storico registrato	>> 100 anni

Le condizioni di pericolosità per le aree oggetto di studio sono riportate nella figura seguente.

Relazione idraulica e di compatibilità idraulica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	IN1M	11	D 26 RI	ID 00 0 2 001	B	21 113



LEGENDA PGRA - Regione Lombardia
approvato con d.p.c.m. del 27 ottobre 2016 - Revisione 2020

- Ambito territoriale "RP":**
Reticolo idrografico principale interessato dalla fasce fluviali PAI
Soggetto realizzatore delle aree allagabili: AdbPo
- Aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti (aree P3/H)
 - Aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti (aree P2/M)
 - Aree potenzialmente interessate da alluvioni rare (aree P1/L)
- Ambito territoriale RSCM**
(Reticolo idrografico secondario collinare e montano e reticolo idrografico secondario non interessato dalla fasce fluviali PAI)
Soggetto realizzatore delle aree allagabili Regione Lombardia
- Aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti (aree P3/H)
 - Aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti (aree P2/M)
 - Aree potenzialmente interessate da alluvioni rare (aree P1/L)

LEGENDA

- Nuove opere di progetto
- Opere di demolizione/dismissione

LEGENDA Reticolo idrografico

- Corsi d'acqua del reticolo idrico principale di competenza AIPO
- Corsi d'acqua del reticolo idrico principale di competenze della Regione Lombardia
- Corsi d'acqua del reticolo di gestione Sistema Informativo Bonifica Irrigazione e Territorio Rurale (SIBTER)
- Corsi d'acqua reticolo idrico minore di competenza comunale - tratto scoperto
- Corsi d'acqua reticolo idrico minore di competenza comunale - tratto tombinato
- Fossi/canalette di drenaggio con sbocco nel reticolo idrografico

Figura 13 Inquadramento area intervento – PGRA Regione Lombardia - aree censite nelle mappe di pericolosità e rischio idraulico del PGRA del bacino padano, approvato nella seduta del comitato istituzionale permanente dell'Autorità di Bacino distrettuale del Po del 20 dicembre 2019

Dunque, in base alla tavola di perimetrazione delle aree a rischio esondazione del PGRA del Distretto idrografico Padano, gli interventi in progetto nella zona tronchino indipendenza, del fabbricato a ovest (FA01), delle aste di 350m e 750m, della pista ciclopedonale e di entrambe le viabilità ricadono in aree potenzialmente interessate da alluvioni rare (P1/L), mentre quelli nella zona scalo est sono esterne alle aree perimetrate dal PGRA (approvato nella seduta del comitato istituzionale permanente dell'Autorità di Bacino distrettuale del Po del 20 dicembre 2019).

4.3 Verifica compatibilità idraulica

Dall'analisi della normativa vigente in materia di aree di esondazione, emerge che le aree di intervento, ad esclusione della zona est del fascio binari, ricadono nella fascia C delimitata dal PAI e nella zona con probabilità di alluvione scarsa (P1) del reticolo principale (RP) per quanto riguarda la perimetrazione delle aree a rischio di esondazione del PGRA.

Relazione idraulica e di compatibilità idraulica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	IN1M	11	D 26 RI	ID 00 0 2 001	B	22 113

Sulla base della verifica di compatibilità effettuata, sono state previste le seguenti misure di mitigazione:

- I fabbricati di progetto sono rialzati di 80cm rispetto al pc;
- I sottovia non sono "a corda molle", non saranno previsti punti di minimo all'interno dei sottovia stessi.

Il titolo V dell'elaborato n. 7 del PAI del bacino del fiume Po, contenente "Norme in materia di coordinamento tra il PAI e il Piano di Gestione Rischi di Alluvioni (PGRA)" disciplina le attività consentite nelle aree di allagamento definendo i criteri base per l'analisi di compatibilità idraulica degli interventi in progetto. In particolare, il comma 2 dell'art. 58 riporta:

2. Nell'ambito delle disposizioni integrative di cui al comma precedente le Regioni individuano, ove necessario, eventuali ulteriori misure ad integrazione di quelle già assunte in sede di adeguamento dello strumento urbanistico al PAI. Dette misure, salva la possibilità di una loro migliore specificazione ed articolazione sulla base dei dati ed elementi a disposizione negli specifici casi, devono essere coerenti rispetto ai riferimenti normativi di seguito indicati:

[...]

a) Reticolo principale di pianura e di fondovalle (RP):

- nelle aree interessate da alluvioni frequenti (aree P3), alle limitazioni e prescrizioni previste per la Fascia A dalle norme del precedente Titolo II del presente Piano;
- nelle aree interessate da alluvioni poco frequenti (aree P2), alle limitazioni e prescrizioni previste per la Fascia B dalle norme del precedente Titolo II del presente Piano;
- nelle aree interessate da alluvioni rare (aree P1), alle disposizioni di cui al precedente art 31.

Richiamando l'articolo citato:

Art. 31. Area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C)

1. Nella Fascia C il Piano persegue l'obiettivo di integrare il livello di sicurezza alle popolazioni, mediante la predisposizione prioritaria da parte degli Enti competenti ai sensi della L. 24 febbraio 1992, n. 225 e quindi da parte delle Regioni o delle Province, di Programmi di previsione e prevenzione, tenuto conto delle ipotesi di rischio derivanti dalle indicazioni del presente Piano.
2. I Programmi di previsione e prevenzione e i Piani di emergenza per la difesa delle popolazioni e del loro territorio, investono anche i territori individuati come Fascia A e Fascia B.
3. In relazione all'art. 13 della L. 24 febbraio 1992, n. 225, è affidato alle Province, sulla base delle competenze ad esse attribuite dagli artt. 14 e 15 della L. 8 giugno 1990, n. 142, di assicurare lo svolgimento dei compiti relativi alla rilevazione, alla raccolta e alla elaborazione dei dati interessanti la protezione civile, nonché alla realizzazione dei Programmi di previsione e prevenzione sopra menzionati. Gli organi tecnici dell'Autorità di bacino e delle Regioni si pongono come struttura di servizio nell'ambito delle proprie competenze, a favore delle Province interessate per le finalità ora menzionate. Le Regioni e le Province, nell'ambito delle rispettive competenze, curano ogni opportuno raccordo con i Comuni interessati per territorio per la stesura dei piani comunali di protezione civile, con riferimento all'art. 15 della L. 24 febbraio 1992, n. 225.
4. Compete agli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti per i territori ricadenti in fascia C.
5. Nei territori della Fascia C, delimitati con segno grafico indicato come "limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C" nelle tavole grafiche, per i quali non siano in vigore misure di salvaguardia ai sensi dell'art. 17, comma 6, della L. 183/1989, i Comuni competenti, in sede di adeguamento degli strumenti urbanistici, entro il termine fissato dal suddetto art. 17, comma 6, ed anche sulla base degli indirizzi emanati dalle Regioni ai sensi del medesimo art. 17, comma 6, sono tenuti a valutare le condizioni di rischio e, al fine di minimizzare le stesse ad applicare anche parzialmente, fino alla avvenuta realizzazione delle opere, gli articoli delle presenti Norme relative alla Fascia B, nel rispetto di quanto previsto dall'art. 1, comma 1, let. b), del D.L. n. 279/2000 convertito, con modificazioni, in L. 365/2000.

Relazione idraulica e di compatibilità idraulica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	IN1M	11	D 26 RI	ID 00 0 2 001	B	23 DI 113

Le opere in progetto sono interventi di interesse pubblico, si rimanda quindi alle indicazioni fornite dall'art. 38 delle Norme di Attuazione del Piano stralcio per l'Assetto idrogeologico.


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

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

A valle delle indicazioni da normativa riportate si può affermare che gli interventi in oggetto:

- non costituiscono significativo ostacolo al deflusso;
- non pregiudicano la possibilità di sistemazione idraulica definitiva dell'area.

È possibile affermare che le opere in progetto risultano compatibili con le norme che disciplinano gli interventi ricadenti in aree interessate da inondazioni secondo gli strumenti normativi.

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA A.V./A.C. MILANO–VERONA NODO DI BRESCIA POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA					
	Relazione idraulica e di compatibilità idraulica	COMMESSA IN1M	LOTTO 11	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 00 0 2 001	REV B

5 IDROLOGIA

La scelta dei tempi di ritorno degli eventi meteorici per il calcolo delle portate necessarie al dimensionamento delle varie tipologie di opere è stata effettuata in conformità a quanto previsto dal Manuale di Progettazione ferroviaria RFI e dall'Aggiornamento delle Norme tecniche delle Costruzioni (D.M. 17 Gennaio 2018) e Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

La tabella seguente sintetizza la scelta del tempo di ritorno per tipologia di opere indicata nel Manuale di Progettazione cod. RFIDTCSICSMAIFS001E:

- Drenaggio della piattaforma (cunetta, tubazioni..):

	Tr [anni]
Linea ferroviaria	100
Deviazione stradali	25

- Fossi di guardia:

	Tr [anni]
Linea ferroviaria	100
Deviazione stradali	25

In accordo con la tabella sopraporta, il dimensionamento delle reti di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche è stato effettuato considerando i seguenti tempi di ritorno:

- Per il drenaggio della piattaforma ferroviaria: Tr 100 anni.
- Per il drenaggio della piattaforma stradale e della pista ciclopedonale: Tr 25 anni.
- Per il drenaggio dei piazzali e dei nuovi fabbricati: Tr 25 anni.
- Per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica è stato considerato un tempo di ritorno di 100anni quando queste sono a servizio dell'infrastruttura ferroviaria. Per gli altri casi tali opere sono state dimensionate con un tempo di ritorno di 50anni ed è stata effettuata una verifica con un tempo di ritorno di 100 anni, in ottemperanza della RR 7/2017. Si rimanda al paragrafo 8 per maggiori approfondimenti.
- Per il dimensionamento degli attraversamenti idraulici: Tr 200anni.

Di seguito si riepilogano i parametri della curva di possibilità pluviometrica di progetto per eventi meteorici con durate inferiori e superiori all'ora, estratti dalla relazione idrologica IN1M11D26RHID0001001B.

CELLA 1 (Fonte ARPA)					CELLA 1 (Fonte ARPA)				
t ≤ 1 ora					t > 1 ora				
Tr (anni)	25	50	100	200	Tr (anni)	25	50	100	200
a ₁	28.15				a ₁	28.15			
n	0.464				n	0.2778			
w _T	1.7684	1.9848	2.2033	2.4247	w _T	1.7684	1.9848	2.2033	2.4247

Figura 14 Curve di possibilità pluviometrica di progetto

Relazione idraulica e di compatibilità idraulica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
		IN1M	11	D 26 RI	ID 00 0 2 001	B

6 INTERFERENZE CON LA FOGNATURA MISTA - UNARETI

Dal censimento dei sottoservizi è emersa l'interferenza di un tratto della fognatura mista in gestione a Unareti con la realizzazione dell'asta di 750m. Il tratto in oggetto si trova in corrispondenza della progressiva Pk 0+350 alla Pk 0+050 con attraversamento alla PK 0+230 dello scalo di Brescia (cfr. Relazione di censimento dei sottoservizi interferiti IN1M10D53RGSIO000001A).

Di seguito si riporta uno stralcio della Planimetria dei sottoservizi IN0Y10F10P6IF0003001A con indicata in arancio la fognatura in oggetto.

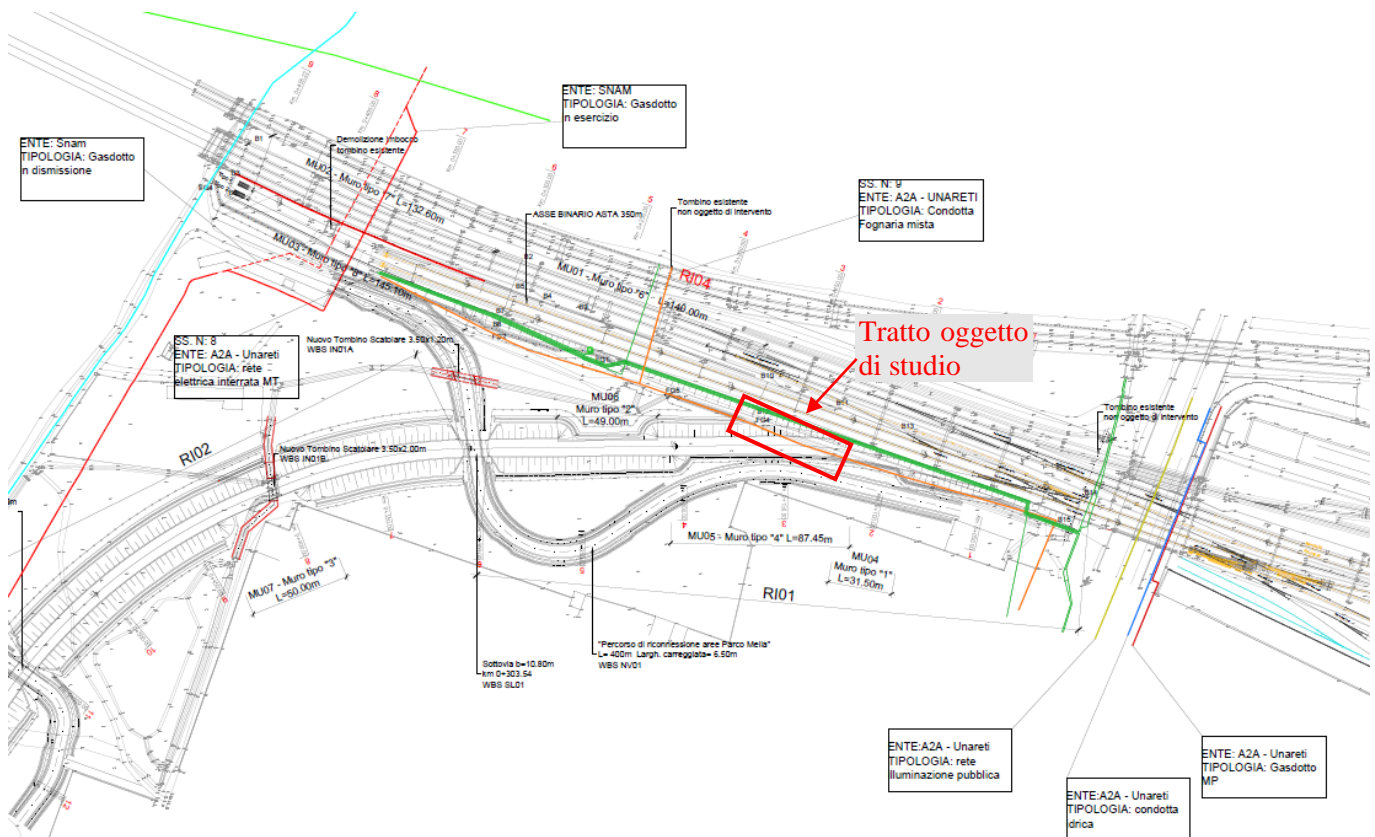


Figura 15 Stralcio planimetrico interferenza con la fognatura mista – in rosso il tratto oggetto di studio nel presente paragrafo

Dalle informazioni presenti nel dossier del censimento dei sottoservizi IN0Y10F53SHSI0000001A, emerge che la fognatura attraversa i binari esistenti con una sezione in cls di base 2.2m e altezza 1.39m. A valle dell'attraversamento le acque trasportate possono raggiungere tramite uno sfioratore in cls di diametro 1600mm il Fiume Mella oppure proseguire verso est e successivamente verso sud con una condotta in cls di diametro 600mm. Quest'ultimo tratto è stato oggetto di analisi, al fine di valutare la compatibilità delle opere infrastrutturali di progetto con il suo tracciato. Di seguito uno stralcio del dossier citato.

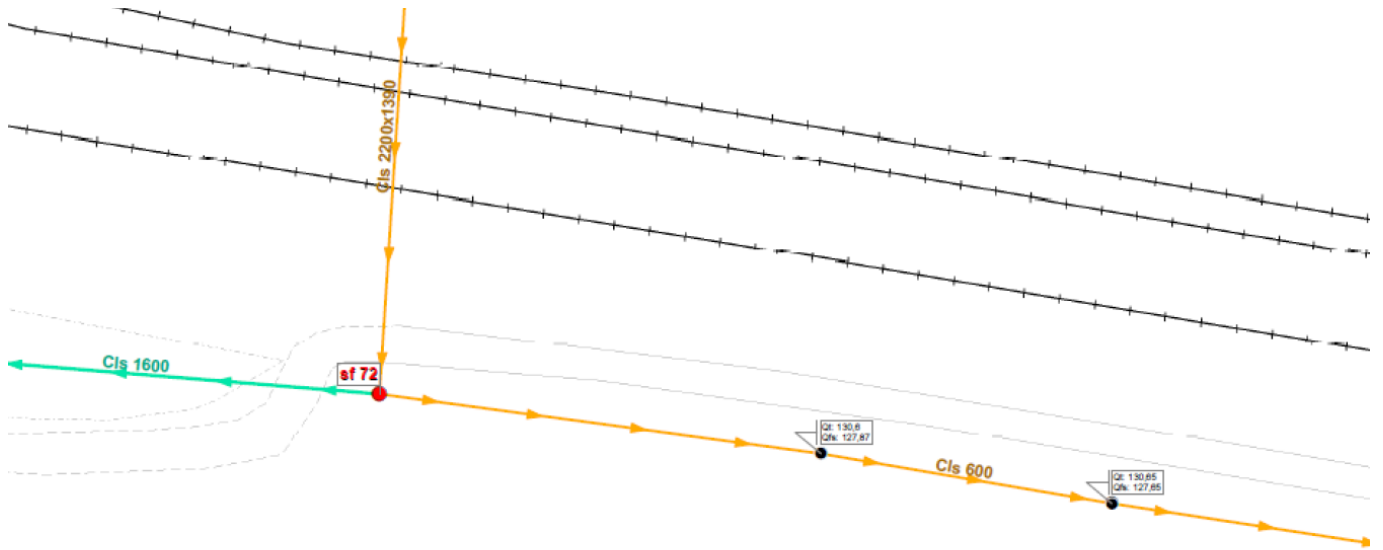


Figura 16 Stralcio Dossier Censimento dei Sottoservizi IN0Y10F53SHSI0000001A

Data l'elevata profondità della condotta rispetto al pc, approssimativamente di circa 3m, e che in quel tratto l'infrastruttura ferroviaria è in rilevato, è stato scelto di sostituire la tubazione esistente in corrispondenza dell'attraversamento di progetto con una tubazione sempre in cls di diametro 600mm ma di maggiori prestazioni statiche. Di seguito si riporta il particolare della tubazione di progetto in sostituzione di quella esistente, prevista con le medesime quote di scorrimento.

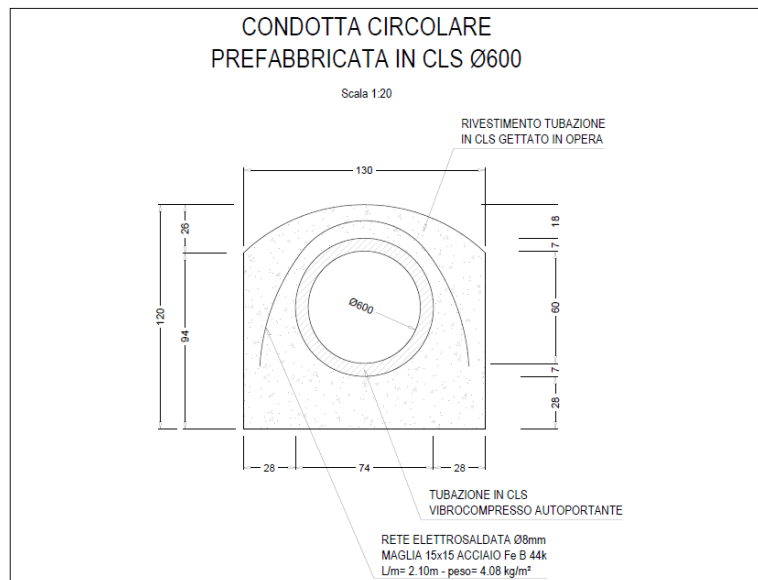


Figura 17 Particolare risoluzione interferenza con la fognatura mista

Relazione idraulica e di compatibilità idraulica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
		IN1M	11	D 26 RI	ID 00 0 2 001	B

7 INTERFERENZE CON LA ROGGIA FIUMICELLA

7.1 Inquadramento dell'area

Lungo il fascio di binari presente nella zona Brescia Scalo sono attualmente esistenti quattro attraversamenti della Roggia Fiumicella.

A valle del fascio binario, sono stati riscontrati ulteriori due attraversamenti uno con la viabilità NV01 (IN01A) e uno con la nuova asta di 750m (IN01B).

Di seguito si riporta uno stralcio della corografia IN1M10D26C6ID0002001B in cui è possibile individuare tali attraversamenti e le relative WBS assegnate.

Figura 18 Stralcio corografia IN1M10D26C6ID0002001B



LEGENDA

- Armamento di costruzione
- Armamento di demolizione
- Nuovi fabbricati di progetto
- Nuova pista ciclopedonale
- Viabilità di progetto
- Area di intervento progetto "TerAlp"
- Corsi d'acqua del reticolo idrico fuori terra
- Corsi d'acqua del reticolo idrico interrati
- Fossi/canalette di drenaggio

Figura 19 Ubicazione manufatti su ortofoto

RFI ha assegnato a tutti e quattro gli attraversamenti del fascio binari il seguente giudizio "opera è pienamente efficiente nei riguardi della sicurezza e della regolarità della circolazione dei treni".

Di seguito si riporta uno stralcio del documento con indicata la stabilità strutturale delle opere citate, evidenziate in azzurro.

Relazione idraulica e di compatibilità idraulica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IN1M	11	D 26 RI	ID 00 0 2 001	B	28 DI 113

Sede tecnica	Descrizione	km. inizio	km. Fine	Classe Oggetto	Tipologia Opera d'Arte	CdG	Avviso V1	Data Avviso	Stato Sistema
TR0806-SD-OA00-PT0-A83	Tombino circolare IN1A km 12,634	12,634	12,635	S30600	Ponticello/tombino/sifone/cunicolo	0010	91615562	25/05/2021	MECO
TR0806-SD-OA00-PT0-T58	Tombino circolare km 12,980	12,98	12,98	S30600	Ponticello/tombino/sifone/cunicolo	0010	91615563	25/05/2021	MECO
TR0806-SD-OA00-PT0-B16	SOTTOVIA VIII VIA COLOMBAIE KM 13+035	13,031	13,039	S30650	Ponte/Viadotto/Cavalcavia/Sottovia/Sottopasso	0010	91611470	14/05/2021	MECO ORAT
TR0806-SD-OA00-PT0-A85	PONTICELLO SCAT. 2X2 KM 13+054	13,053	13,055	S30600	Ponticello/tombino/sifone/cunicolo	0010	91609957	11/05/2021	MECO ORAT
TR0806-SD-OA00-PT0-A90	PONTICELLO SCAT. 2X2 KM 13+451	13,45	13,452	S30600	Ponticello/tombino/sifone/cunicolo	0010	91609960	11/05/2021	MECO ORAT
TR0806-SD-OA00-PT0-A89	PONTICELLO SCAT. 2X2 KM 13+499	13,498	13,5	S30600	Ponticello/tombino/sifone/cunicolo	0010	91609963	11/05/2021	MECO ORAT
TR0806-SD-OA00-PT0-T59	SOTTOVIA VI12 VIA VIOLINI KM 13+835	14,819	14,84	S30650	Ponte/Viadotto/Cavalcavia/Sottovia/Sottopasso	0010	91615568	25/05/2021	MECO ORAT
TR0806-SD-OA00-PT0-V03	VIADOTTO AV Fiume MELLA	14,191	14,266	S30650	Ponte/Viadotto/Cavalcavia/Sottovia/Sottopasso	0010	91611421	13/05/2021	MECO ORAT
TR0806-SD-OA00-PT0-P04	Ponte roggia km 14-473	14,471	14,475	S30650	Ponte/Viadotto/Cavalcavia/Sottovia/Sottopasso	0030	91611350	13/05/2021	MECO ORAT
TR0806-SD-OA00-PT0-T60	Tombino circolare km 14,715	14,715	14,715	S30600	Ponticello/tombino/sifone/cunicolo	0010	91612589	18/05/2021	MECO ORAT
TR0806-SD-OA00-PT0-B23	Travata met. km 14,751 tang. bs	14,736	14,767	S30650	Ponte/Viadotto/Cavalcavia/Sottovia/Sottopasso	0040	91629128	24/05/2021	MELA
TR0806-SD-OA00-PT0-B13	Sottovia 3 luci km 14,751 tang. bs	14,741	14,761	S30650	Ponte/Viadotto/Cavalcavia/Sottovia/Sottopasso	0040	91611338	13/05/2021	MECO ORAT
TR0806-SD-OA00-PT0-A91	PONTICELLO SCAT. 2X2 KM 15+511	15,111	15,111	S30600	Ponticello/tombino/sifone/cunicolo	0010	91609976	11/05/2021	MECO ORAT
TR0806-SD-OA00-PT0-A88	Ponticello ad arco in muratura km 15,552	15,551	15,553	S30600	Ponticello/tombino/sifone/cunicolo	0010	91611318	13/05/2021	MECO ORAT
TR0806-SD-OA00-PT0-T61	Tombino circolare km 15,665	15,665	15,665	S30600	Ponticello/tombino/sifone/cunicolo	0010	91615570	25/05/2021	MECO ORAT
TR0806-SD-OA00-PT0-T03	SIFONE ad Arco - km. 15-990	15,99	15,99	S30600	Ponticello/tombino/sifone/cunicolo	0030	91611228	14/05/2021	MECO ORAT
TR0806-SD-OA00-PT0-B11	Sottovia km 16-430 via dalim bs trav met	16,417	16,442	S30650	Ponte/Viadotto/Cavalcavia/Sottovia/Sottopasso	0020	91611090	13/05/2021	MECO ORAT
TR0806-SD-OA00-PT0-P03	Ponte km 16-504 (LL+AV)	16,501	16,506	S30650	Ponte/Viadotto/Cavalcavia/Sottovia/Sottopasso	0050	91610523	12/05/2021	MECO ORAT
TR0806-SD-OA00-PT0-P06	Ponte km 16-504 (sotto bin. unico)	16,501	16,506	S30650	Ponte/Viadotto/Cavalcavia/Sottovia/Sottopasso	0010	91610554	12/05/2021	MECO ORAT
TR0806-SD-OA00-PT0-T04	Tombino ad Arco - km. 16+610	16,61	16,61	S30600	Ponticello/tombino/sifone/cunicolo	-	91615572	25/05/2021	MAPE
TR0806-SD-OA00-PT0-T05	Tombino ad Arco - km. 16+650	16,65	16,65	S30600	Ponticello/tombino/sifone/cunicolo	-	91615575	25/05/2021	MAPE
TR0806-SD-OA00-PT0-P08	Ponte roggia garzetta km 16+665 (AV) imp	16,662	16,668	S30650	Ponte/Viadotto/Cavalcavia/Sottovia/Sottopasso	0040	91610151	11/05/2021	MECO ORAT
TR0806-SD-OA00-PT0-P02	Ponte roggia garzetta km 16+665 sciolto	16,663	16,668	S30650	Ponte/Viadotto/Cavalcavia/Sottovia/Sottopasso	0010	91610163	11/05/2021	MECO ORAT

Figura 20 Giudizio di dettaglio per gli attraversamenti idraulici

Di seguito si riporta il testo della dichiarazione prevista dalla Procedura per i vari giudizi di dettaglio.

Riferimento Istruzione	Testo dichiarazione previsto dalla Procedura	Giudizi di dettaglio
Punto II.5 a)	L'opera è pienamente efficiente nei riguardi della sicurezza e della regolarità della circolazione dei treni.	0010 tipologia ammaloramenti da codice 0010 0020 tipologia ammaloramenti da codice 0020 0030 tipologia ammaloramenti da codice 0030 0040 tipologia ammaloramenti da codice 0040 0050 tipologia ammaloramenti da codice 0050
Punto II.5 b)	L'opera è efficiente nei riguardi della sicurezza e della regolarità della circolazione dei treni, con le seguenti limitazioni e cautele finché non saranno portati a termine i provvedimenti proposti.	0060 tipologia ammaloramenti da codice 0060 0070 tipologia ammaloramenti da codice 0070 0080 tipologia ammaloramenti da codice 0080 0090 tipologia ammaloramenti da codice 0090 0100 tipologia ammaloramenti da codice 0100 0110 tipologia ammaloramenti da codice 0110
Punto II.5 c)	L'opera è efficiente nei riguardi della sicurezza e della regolarità della circolazione dei treni, con le seguenti limitazioni e cautele	0090 tipologia ammaloramenti da codice 0090 0100 tipologia ammaloramenti da codice 0100 0110 tipologia ammaloramenti da codice 0110

Figura 21 Testo della dichiarazione prevista dalla Procedura per i vari giudizi di dettaglio

Per quanto riguarda il fascio di binari nello scalo, il progetto prevede il mantenimento delle quote altimetriche delle linee attualmente esistenti. Data la compatibilità strutturale e il mantenimento delle medesime quote, non sono stati ritenuti necessari interventi sugli attraversamenti in tale zona.

Il progetto prevederà, invece, la risoluzione delle interferenze della Roggia con la nuova viabilità NV01 (IN01.A) e con la nuova asta 750m (IN01.B).

Il primo attraversamento da ovest verso est è stato identificato con la WBS IN01. In questo tratto la roggia presenta una sezione scatolare. Immediatamente a valle dell'attraversamento la roggia scorre verso sud con una canaletta trapezoidale fuori terra in cls di dimensioni 80x80cm. Allo sbocco è stata rilevata una sezione quadrata di circa 1m con quota di scorrimento di 129.93 m slm. Di seguito si riporta la sezione rilevata allo sbocco.

Relazione idraulica e di compatibilità idraulica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	IN1M	11	D 26 RI	ID 00 0 2 001	B	29 DI 113

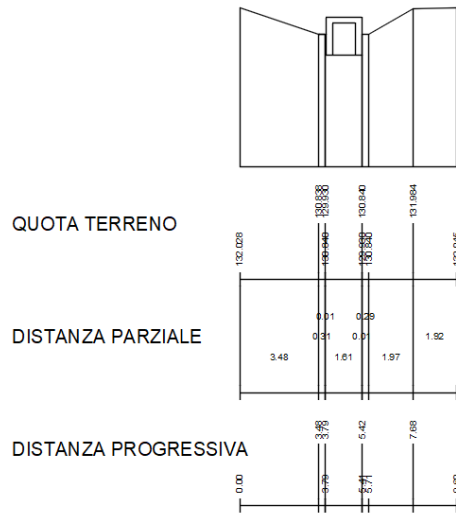
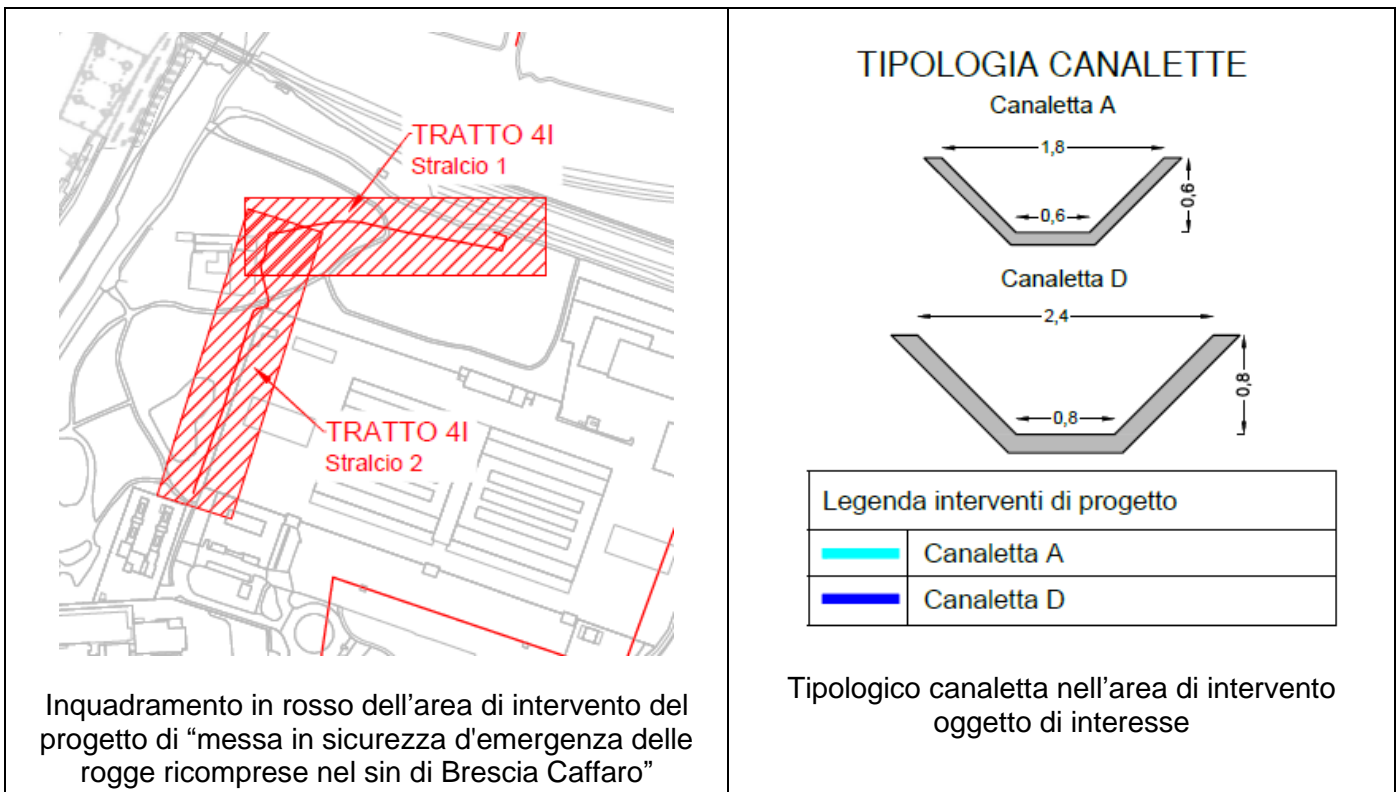
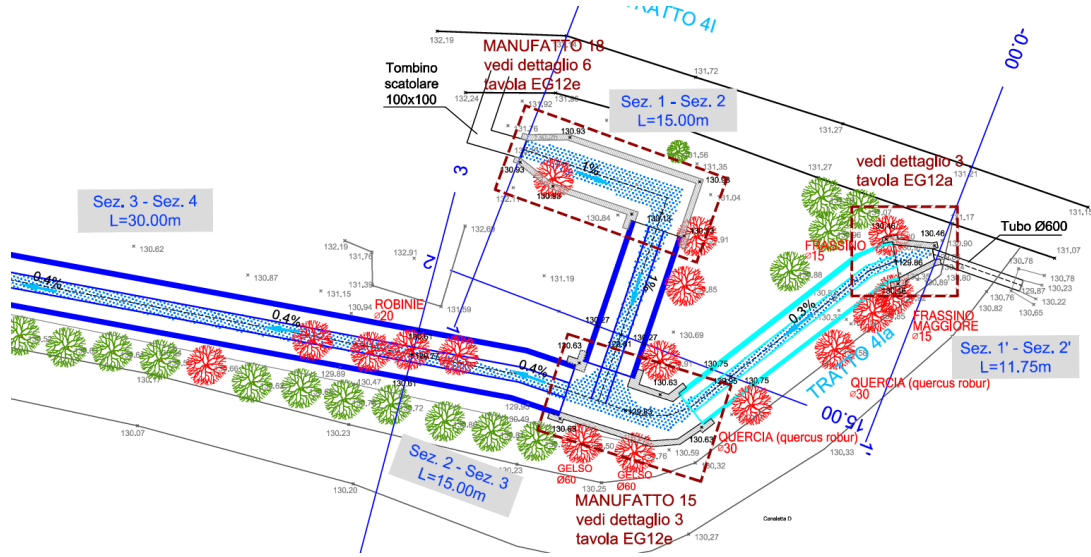


Figura 22 Rilievo sbocco IN01 immediatamente a valle dell'attraversamento ferroviario

Il tratto di roggia interferente con la realizzazione dell'asta di 750m e della nuova viabilità è stato recentemente oggetto di sistemazione prevista nel progetto "Messa in sicurezza d'emergenza delle rogge ricomprese nel SIN di Brescia Caffaro". Si riportano di seguito degli stralci del progetto citato.



Relazione idraulica e di compatibilità idraulica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
		IN1M	11	D 26 RI	ID 00 0 2 001	B



Area di intervento progetto di "messa in sicurezza d'emergenza delle rogge ricomprese nel sin di Brescia Caffaro" a valle dell'attraversamento ferroviario

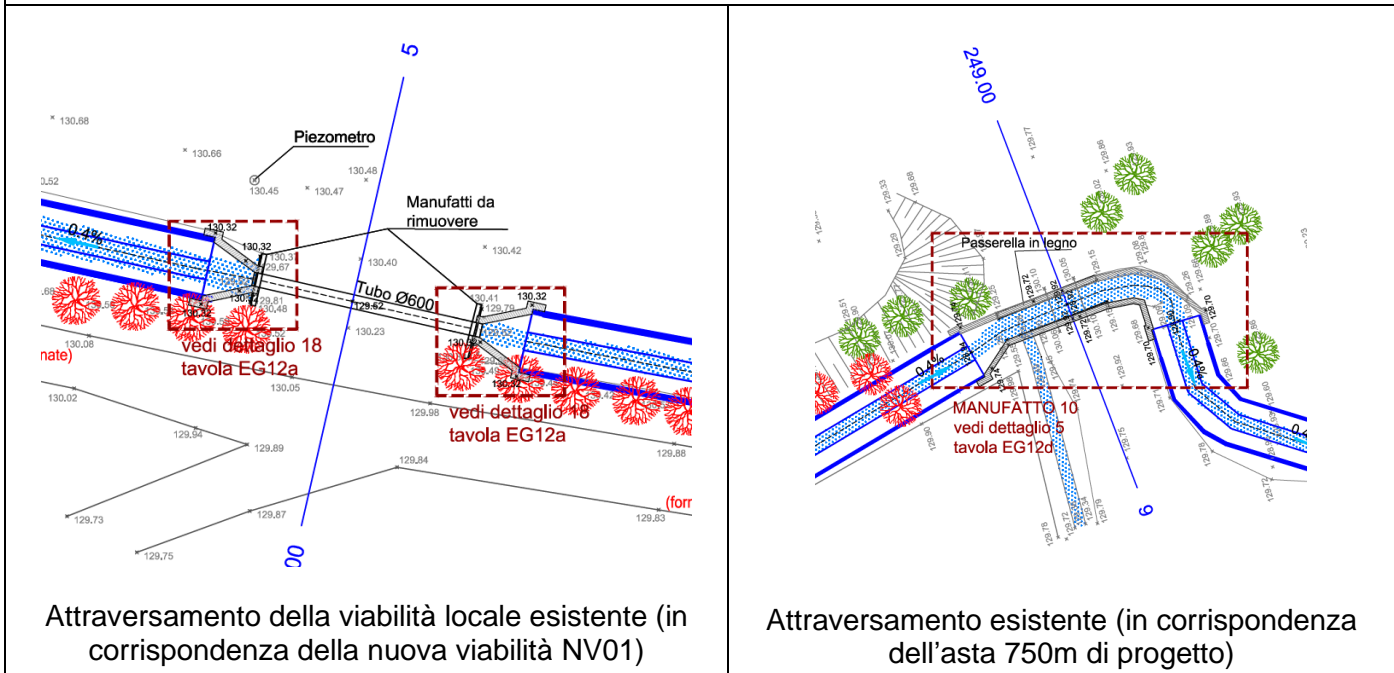


Figura 23 Estratto tavola LOM1603_PE_EG008h_2 "interventi di progetto planimetria tratto 4i" - Progetto messa in sicurezza d'emergenza delle rogge ricomprese nel SIN di Brescia Caffaro - Stralcio 1

Di seguito si riportano le sezioni trasversali dell'area oggetto di interesse, estratte dal progetto sopracitato.

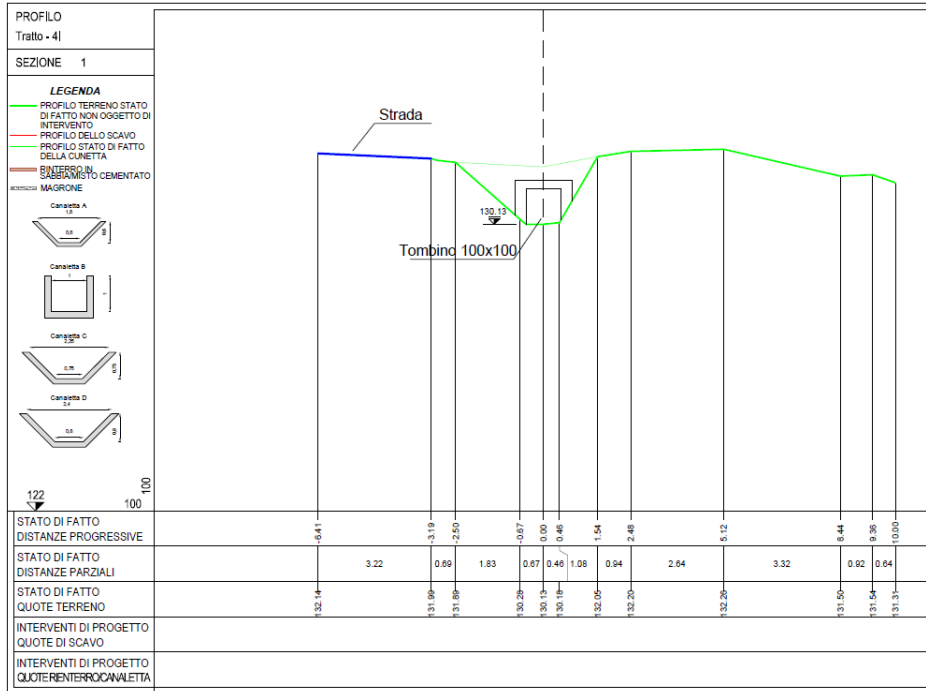


Figura 24 Sbocco della Roggia Fiumicella a valle dell'attraversamento ferroviario - Estratto tavola LOM1603_PE_EG010d_2 "interventi di progetto - sezioni trasversali tratti 4A1, 4B, 4B1, 4B3, 4D, 4F, 4G, 4G1, 4I" - Progetto messa in sicurezza d'emergenza delle rogge ricomprese nel SIN di Brescia Caffaro - Stralcio 1 Sezione 1

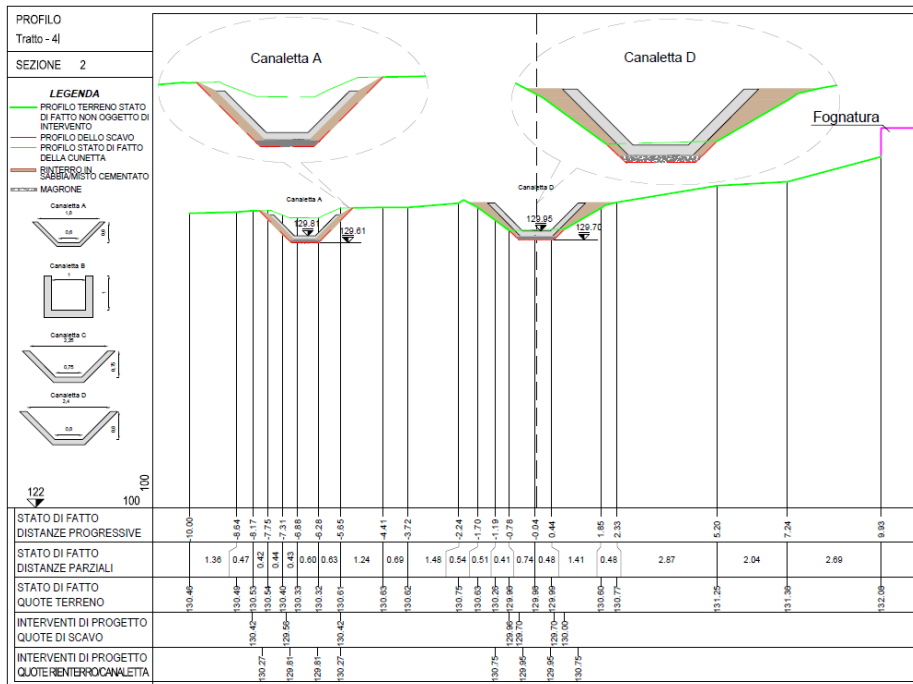


Figura 25 Confluenza del fosso di drenaggio a est nella Roggia Fiumicella - Estratto tavola LOM1603_PE_EG010d_2 "interventi di progetto - sezioni trasversali tratti 4A1, 4B, 4B1, 4B3, 4D, 4F, 4G, 4G1

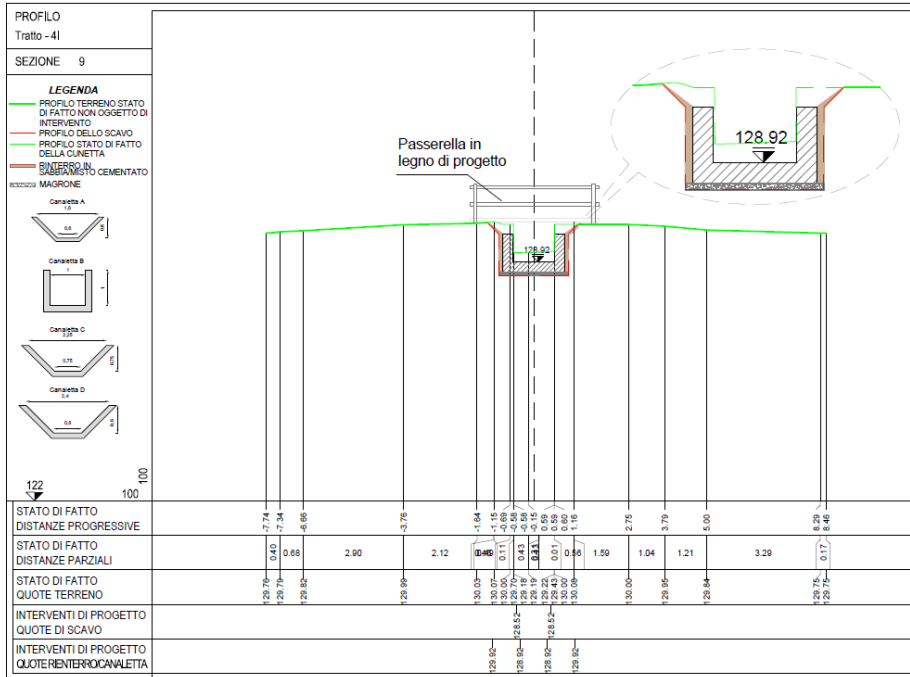


Figura 26 Sezione in corrispondenza del nuovo attraversamento ferroviario con l'asta 750m - Estratto tavola LOM1603_PE_EG010d_2 "interventi di progetto - sezioni trasversali tratti 4A1, 4B, 4B1, 4B3, 4D, 4F, 4G, 4G1

L'attraversamento IN02 risulta interrato sia a monte che a valle dell'attraversamento ferroviario. In tale ramo la Roggia scorre da nord verso sud con una sezione circolare DN1000mm in cls.

A monte dell'attraversamento identificato con la WBS IN03, la roggia scorre fuori terra con sezione trapezia in cls. Attraversa il fascio binari con sezione inizialmente scatolare di dimensioni 1.7x1.8m e successivamente ad arco con dimensioni 1.7x1.5m.

Il tratto della Roggia identificato con la WBS IN04 è stato oggetto di studio in altri due progetti. A monte del tratto è stato realizzato un condotto DN1500mm nell'ambito della "Linea A.V./A.C. Milano - Venezia tratta A.C. Milano - Verona ingresso urbano dell'interconnessione di Brescia Ovest". Si riporta di seguito uno stralcio delle sezioni immediatamente a monte dell'attraversamento ferroviario estratti dall'elaborato "IN3A - tombino ø 1500 dal km 15+551,86 al km 15+664,66" IN0101CZZBZIN3A00001D.

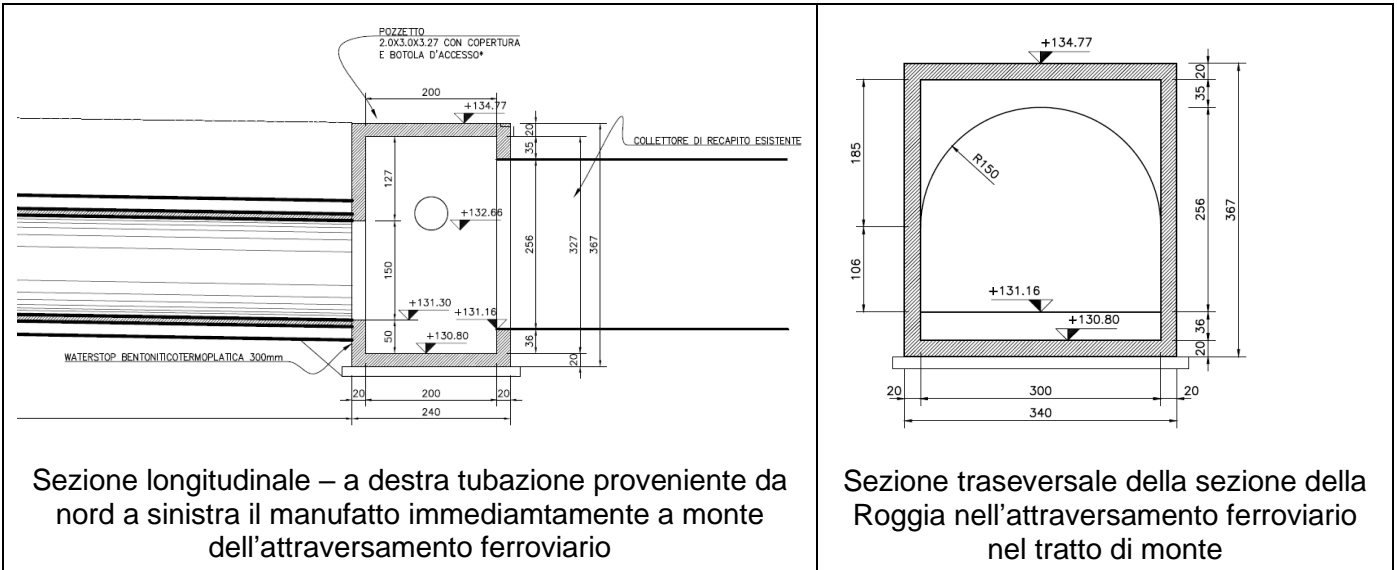


Figura 27 Sezioni a monte dell'attraversamento IN04 – Fonte: Linea A.V./A.C. Milano - Venezia tratta A.C. Milano - Verona ingresso urbano dell'interconnessione di Brescia Ovest

A valle dell'attraversamento la roggia scorre verso sud interessando l'area TerAlp. Nell'ambito del "progetto intermodale Brescia" commissionato da TerAlp, è stata effettuata una ricognizione dei vari tratti della roggia limitrofi alle zone oggetto di interesse. Secondo tali elaborati la roggia nel tratto oggetto di studio presenta una sezione iniziale ad arco di base 3m e altezza 2m, prosegue con una sezione scatolare 1.5x1.4m e in fine ha una sezione circolare DN1400mm.

Si riporta di seguito uno stralcio dell'elaborato redatto per conto di TerAlp con l'indicazione dello stato di fatto delle Rogge.

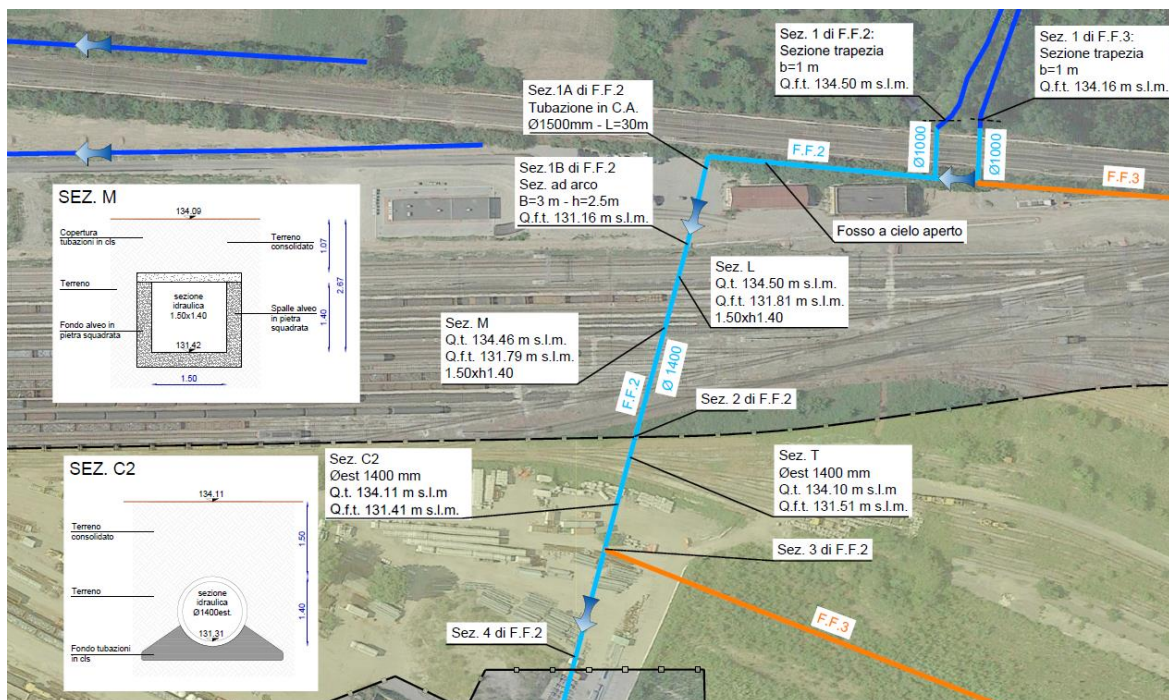


Figura 28 Stralcio "IBS-D059 - Planimetria Stato di fatto Rogge" Elaborato ricompreso nel "Progetto Intermodale Brescia" commissionato da TerAlp.

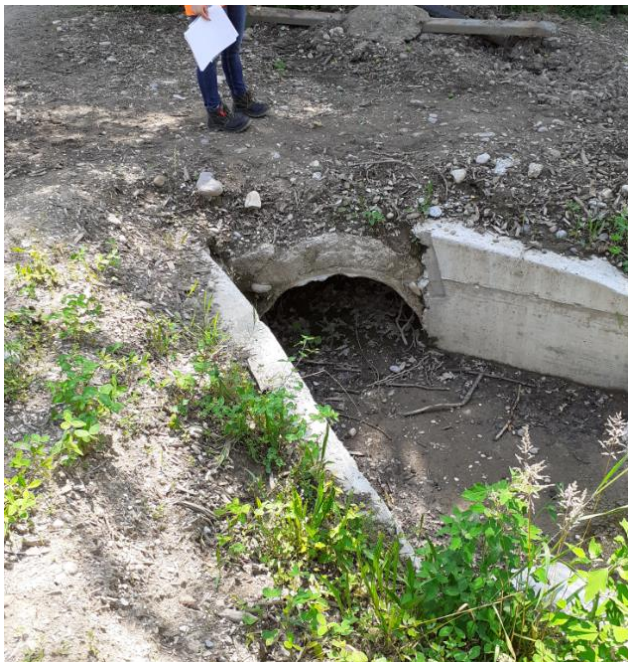
Infine, si riportano le fotografie scattate in corrispondenza delle opere citate nella zona Brescia Scalo, in occasione del sopralluogo del 10 Giugno 2021 e del 13 ottobre 2021.



IN01 – Tratto a valle dell'attraversamento ferroviario-vista verso monte



IN01 – Tratto a valle dell'attraversamento ferroviario – vista verso valle



IN01 – Tratto a valle dell'attraversamento ferroviario



IN01 – Tratto a valle dell'attraversamento ferroviario



IN03 – Tratto a monte dell'attraversamento ferroviario



IN03 – Vista da monte verso valle



IN04 – Manufatto a monte dell'attraversamento ferroviario



IN04 – Vista dall'alto del manufatto a monte dell'attraversamento ferroviario



IN04 – Manufatto a valle dell'attraversamento ferroviario



IN04 – Manufatto a valle dell'attraversamento ferroviario




IN04 – Vista dall'alto del manufatto a valle dell'attraversamento ferroviario – vista verso valle



IN04 – Vista dall'alto del manufatto a valle dell'attraversamento ferroviario – vista verso monte (verso l'attraversamento ferroviario)

Figura 29 Fotografie scattate durante i sopralluoghi effettuati.

	PROGETTO DEFINITIVO LINEA A.V./A.C. MILANO-VERONA NODO DI BRESCIA POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA					
	Relazione idraulica e di compatibilità idraulica	COMMESSA IN1M	LOTTO 11	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 00.0 2 001	REV B

7.2 Portate di piena

Le portate alla base delle verifiche idrauliche generate dagli eventi meteorologici sono state valutate con riferimento ad un tempo di ritorno pari a duecento anni a partire dai dati idrologici forniti dall'applicativo STRadar, sviluppato da ARPA Lombardia nell'ambito del progetto "Strategie di adattamento ai cambiamenti climatici per la gestione dei rischi naturali nel territorio transfrontaliero", come riportato nella relazione idrologica IN1M11D26RHID0001001B.

Oltre alla portata stimata dallo studio idrologico, sono state considerate i seguenti apporti:

- Apporto dovuto alla funzione irrigua della roggia;
- Scarichi industriali.

Per quanto riguarda la funzione di ricettore delle portate di troppo pieno della fogna comunale, ad oggi la società A2A di Brescia ha fornito l'ubicazione degli stessi senza ulteriori indicazioni in merito alle portate e tempi di ritorno. Tuttavia, dalle indicazioni fornite si evince che tali scaricatori sono posizionati lato valle rispetto alla linea esistente oggetto di intervento e pertanto non sono stati compresi nelle valutazioni di questa fase progettuale.

Il Consorzio di Bonifica Oglio Mella ha confermato, nel corso di un incontro tenutosi il 16/09/2020, che la funzione irrigua ad oggi è interdetta in esito ai provvedimenti legati alla istituzione del Progetto di Bonifica del S.I.N. Caffaro e non è definito un orizzonte temporale per la riattivazione del derivatore del fiume Grande, dal quale erano attinte le portate ad uso irriguo per un valore massimo stimato dal Consorzio in 400 l/s nel punto di derivazione, a valle del derivatore del fiume Grande la Roggia Fiumicella si divide in numerose aste, in particolare tra la linea ferroviaria Brescia-Iseo-Breno e lo scalo ferroviario di Brescia, in corrispondenza del quale si hanno cinque interferenze idrauliche di cui quattro ricadono in corrispondenza degli interventi in progetto. Al fine di tenere in conto di tale scenario di futura riattivazione, il valore massimo di 400l/s fornito dal Consorzio è stato diviso parimenti tra le quattro aste interferite dal progetto e sommato alla portata stimata dai calcoli idrologici.

In fine, riguardo agli scarichi industriali autorizzati, il comune ha informato i progettisti che *"la società che apporta scarichi significativi nella Roggia Fiumicella è la Società ORI MARTIN con insediamento in via Canovetti, 13: la Roggia attraversa la loro proprietà e riceve 3 scarichi di acque produttive e di processo depurate. Dalla relazione di compatibilità idraulica a firma di tecnico abilitato [...], è stata calcolata nel punto in cui la Fiumicella esce dalla tombinatura e dalla proprietà ORI MARTIN sito a circa 50m. a nord di Via Razziche, una portata massima complessiva (della portata proveniente da monte della Fiumicella sommata agli scarichi) di 2,20 mc/sec. Non vi sono scarichi puntuali significativi a valle di tale punto [...]"* Sono state svolte alcune considerazioni in merito a tali valori forniti. In particolare, poiché dai dati forniti non è possibile scindere la portata data da eventi meteorologici dal contributo dello scarico industriale né è fornito un tempo di ritorno di riferimento, si è scelto di tenere in conto tale informazione secondo le seguenti ipotesi: Il contributo dello scarico industriale è assunto pari al 50% del valore totale (idrologico +scarico) fornito e tale contributo è stato ripartito parimenti tra le interferenze IN01 e IN02 di pertinenza.

Al paragrafo "5.5 Portata di piena bacini imbriferi del tratto interferito della Roggia Fiumicella (IN01)" della relazione idrologica IN1M11D26RHID0001001B, viene riportata la stima della portata di picco per il tratto oggetto di studio. Sulla base delle considerazioni sopra riportate, i valori di picco stimati nello studio idrologico sono stati incrementati di un valore pari a 0.65 mc/s.

Di seguito si riportano i principali risultati ottenuti dallo studio idrologico e i valori di portata considerati nel dimensionamento idraulico.

Tabella 3 Stima portate di picco alla base dei dimensionamenti idraulici

	Bacino 1 (affidente a IN01)	Bacino 1 compresa l'area interclusa tra IN01 e IN01.B	Fosso di Immissione a IN01.B
a	68.256	68.256	68.256
n>1h	0.2778	0.2778	0.2778
n<1h	0.4640	0.4640	0.4640
Tempo di ritorno T_R (ANNI)	200	200	200
Superficie del bacino imbrifero (km ²)	1.70	1.71	0.00
Lunghezza dell'asta principale del bacino L (km)	5.58	5.71	0.16
Pendenza media del bacino i (m/m)	0.008	0.008	0.008
Tempo di corrivazione t _c (ore)	1.60	1.60	0.08
Altezza di pioggia h(t) mm	77.78	77.79	21.07
Coefficiente di deflusso c (-)	0.32	0.32	0.32
Portata di picco per eventi con tempo di ritorno di 200anni (mc/s)	7.39	7.44	0.07
Portata alla base della verifica idraulica (mc/s)	8.04	8.09	0.07

7.3 Criteri di calcolo

Come già introdotto nel paragrafo precedente, il progetto ha previsto la risoluzione della Roggia Fiumicella nei tratti interferenti con la nuova asta di 750m e la nuova viabilità NV01.

La verifica dei vari tratti è stata eseguita in ipotesi di moto permanente con l'utilizzo di HEC-RAS, sviluppato da U.S. Army Corps of Engineers (USACE).

Essendo l'intero tratto oggetto di studio sia nello stato di fatto che in quello di progetto realizzato mediante canalette in cls, è stato fissato un unico coefficiente di scabrezza di Manning pari a n=0.015 s/m^{1/3}, in accordo al manuale di progettazione RFI DTC SI CS MA IFS 001 E.

Di seguito si riportano i criteri di calcolo utilizzata alla base delle verifiche.

Per il tracciamento dei profili liquidi a moto permanente, HEC-RAS risolve l'equazione di conservazione dell'energia:

$$z_1 + y_1 + \alpha_1 \cdot \frac{U_1^2}{2g} = z_2 + y_2 + \alpha_2 \cdot \frac{U_2^2}{2g} + h_e$$

La perdita di carico totale tra due sezioni successive del corso d'acqua viene calcolata come somma delle perdite di carico per attrito lungo il contorno bagnato e delle perdite di carico per espansione o contrazione della corrente, secondo l'equazione:

$$h_e = S_f \cdot L + C \left| \alpha_2 \cdot \frac{U_2^2}{2g} - \alpha_1 \cdot \frac{U_1^2}{2g} \right|$$

Relazione idraulica e di compatibilità idraulica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	IN1M	11	D 26 RI	ID 00 0 2 001	B	39 DI 113

Di seguito la rappresentazione grafica dell'equazione sopra riportata:

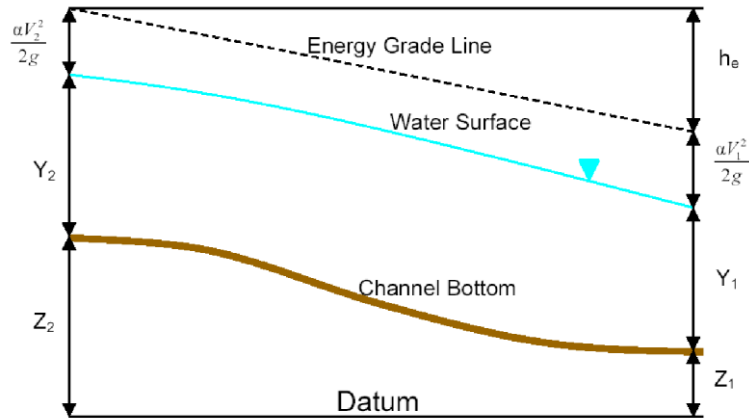


Figura 30 Equazione di conservazione dell'energia

Il significato dei vari termini presenti nelle equazioni precedenti è: z rappresenta la quota di fondo, y l'altezza liquida, U la velocità della corrente, g l'accelerazione di gravità, α il coefficiente correttivo dell'energia cinetica, Sf la pendenza della linea dell'energia, L lunghezza del tronco d'alveo tra le sezioni 1 e 2, C il coefficiente di perdita per contrazione/espansione della sezione liquida.

La lunghezza del tronco d'alveo tra le due sezioni, pesata rispetto alla portata, è espressa dalla formula:

$$L = \frac{L_{lob} \overline{Q_{lob}} + L_{ch} \overline{Q_{ch}} + L_{rob} \overline{Q_{rob}}}{\overline{Q_{lob}} + \overline{Q_{ch}} + \overline{Q_{rob}}}$$

dove:

Llob, Lch, Lrob: sono le lunghezze del tronco d'alveo rappresentative del canale e delle golene sinistra e destra;

Qlob, Qch, Qrob: sono le portate medie transitanti nel canale e nelle golene sinistra e destra.

Il metodo di soluzione adottato da HEC-RAS per l'equazione di continuità dell'energia applicata al moto permanente gradualmente vario richiede l'assunzione che la perdita di carico in una sezione sia la stessa che si avrebbe in moto uniforme a parità di sezione e velocità dell'acqua. HEC-RAS usa la formula del moto uniforme di Manning per valutare le perdite di carico distribuite, ossia la pendenza della linea piezometrica in alveo:

$$S_f = \left(\frac{Q}{K} \right)^2$$

dove K, fattore di trasporto, viene calcolato come:

$$K = \frac{1}{n} AR^{2/3}$$

in cui:

n è il coefficiente di scabrezza di Manning

Relazione idraulica e di compatibilità idraulica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	IN1M	11	D 26 RI	ID 00 0 2 001	B	40 DI 113

A è l'area della sezione
R è il raggio idraulico della sezione bagnata.

Il sistema delle due equazioni consente la determinazione del profilo idrico della corrente una volta note la geometria e la scabrezza dell'alveo e le condizioni del moto alla sezione dalla quale deve iniziare il calcolo del profilo.

Nel caso di passaggio della corrente per lo stato critico o attraverso confluenze, diversivi fluviali e deflusso in corrispondenza di ponti, il flusso perde il carattere gradualmente variato e l'equazione dell'energia non può essere applicata. In tal caso, si ricorre all'equazione di conservazione della quantità di moto:

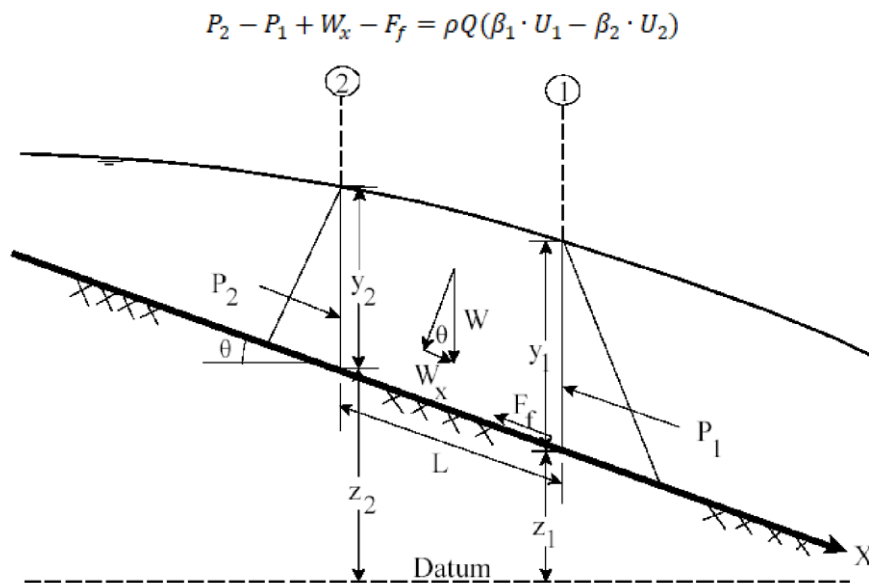



Figura 31 Equazione di conservazione della quantità di moto

Il significato dei vari termini presenti nelle equazioni precedenti è: z rappresenta la quota di fondo, y l'altezza liquida, U la velocità della corrente, g l'accelerazione di gravità, α e β i coefficienti correttivi rispettivamente dell'energia cinetica e della quantità di moto, P la risultante delle forze di pressione, W la risultante della forza peso, Ff la risultante delle forze di attrito, Sf la pendenza della linea dell'energia, L lunghezza del tronco d'alveo tra le sezioni 1 e 2, C il coefficiente di perdita per contrazione/espansione della sezione liquida, ρ la densità dell'acqua e Q la portata volumetrica.

Per la risoluzione dell'equazione di conservazione dell'energia (o in alternativa, dell'equazione della quantità di moto) in alvei a sezione variabile, HEC-RAS impiega un metodo noto come "standard step method". Secondo tale metodo, una volta specificate le condizioni al contorno, il programma procede nel calcolo iterativamente, determinando per approssimazioni l'altezza dell'acqua alla successiva sezione di calcolo, sulla base dell'altezza già calcolata alla sezione corrente.

Le principali ipotesi su cui si basa il modello matematico utilizzato si possono così sintetizzare:

- Assimilazione dell'onda di piena ad una corrente a pelo libero di tipo unidimensionale. Questa assunzione non si discosta molto dalla realtà se l'alveo ha un andamento regolare, con curve non troppo brusche e con le sezioni trasversali che variano gradualmente nel senso della corrente. Infatti, la presenza di una singolarità produce variazioni delle caratteristiche della

	PROGETTO DEFINITIVO LINEA A.V./A.C. MILANO-VERONA NODO DI BRESCIA POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA					
	Relazione idraulica e di compatibilità idraulica	COMMESSA IN1M	LOTTO 11	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 00 0 2 001	REV B

corrente, quali velocità e livello del pelo libero, non solo nella direzione longitudinale dell'asse, ma anche nella direzione ad esso perpendicolare.

- Calcolo delle perdite distribuite secondo la formula di Manning e caratterizzazione del coefficiente di scabrezza n . Quando sia possibile una buona stima di questo coefficiente, il modello matematico è in grado di calcolare la propagazione di un'onda di piena con una approssimazione accettabile ai fini pratici. In assenza di conoscenze dettagliate delle caratteristiche fisiche delle sezioni ed in considerazioni del basso valore di portata esaminato, risulta opportuna l'adozione di valori comunque cautelativi.
- Alveo a fondo fisso durante la propagazione della piena, senza risentire dell'azione modellatrice della corrente. Nella realtà, il passaggio di una piena sia naturale che artificiale altera inevitabilmente la morfologia della valle producendo dei mutamenti del tutto imprevedibili.

7.4 Stato di fatto

In corrispondenza della pk0+078.39 della viabilità NV01 è attualmente esistente un attraversamento della roggia Fiumicella con una tubazione di DN600mm.

La nuova asta di 750m interessa invece una passerella in corrispondenza della quale la roggia riceve le acque da un fosso di drenaggio di dimensioni 50x50cm in destra idrografica.

La sezione del canale è in cls e mantiene una forma costante trapezoidale con base minore 80cm e altezza 80cm. La pendenza delle sponde è 1H:1V.

Il tratto oggetto di studio si estende per circa 270 m con pendenza media 0.4%.

Di seguito si riporta l'ubicazione su ortofoto delle sezioni oggetto di studio estratte dalla simulazione in moto permanente dello stato di fatto eseguita in HEC-RAS.

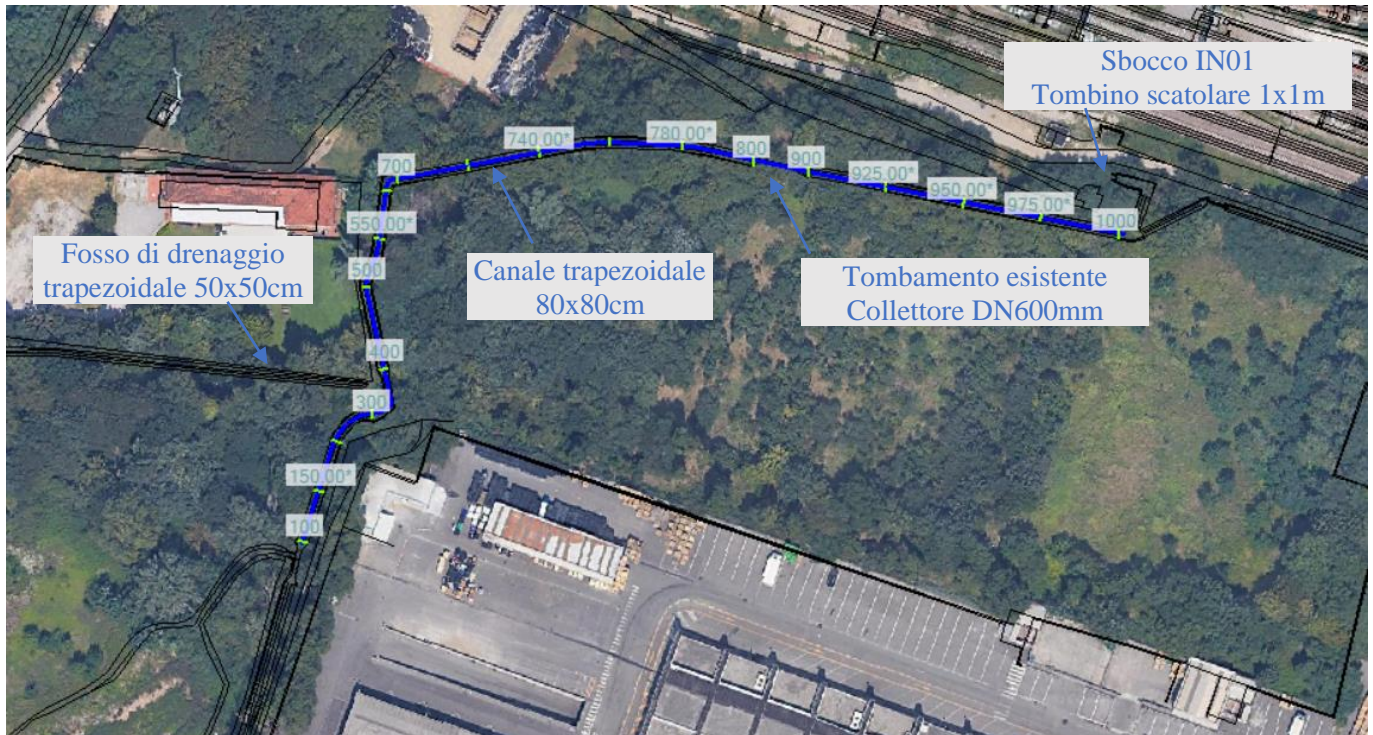


Figura 32 Tratto della Roggia Fiumicella oggetto di studio

La verifica idraulica ha considerato unicamente il tratto della roggia evidenziato in blu nell'immagine sopraportata.

Per quanto riguarda il fosso di drenaggio di immissione alla roggia, dai rilievi effettuati nella zona, emerge che la sua pendenza è approssimativamente 0.3% e la sua geometria trapezoidale con base minore e altezza pari a 50cm.

La verifica idraulica del fosso è stata effettuata in ipotesi di moto uniforme secondo la seguente equazione:

$$Q_{\max} = A_b K_s R_i^{2/3} i^{1/2}$$

dove:

Q_{\max} è la massima portata smaltibile dal collettore, in m^3/s

A_b è la sezione idrica, in m^2

i è la pendenza media del collettore, in m/m

R_i è il raggio idraulico, pari al rapporto tra sezione idrica e perimetro bagnato, in m

K_s è il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler.

Assumendo che sia realizzato in terra, è stato assegnato un valore di scabrezza di Strickler pari a $40 \text{ mm}^{1/3} \text{ s}^{-1}$. Considerando la portata di picco di 0.7 mc/s è stato ottenuto un livello del pelo libero con l'ipotesi di moto uniforme pari a 0.19m , corrispondente a livello di riempimento pari al 38%. La velocità ottenuta in tali ipotesi risulta pari a 0.55 m/s .

Di seguito si riporta la sezione così ottenuta per il fosso di drenaggio in oggetto, dove i valori nelle ascisse e ordinate sono in metri.

Relazione idraulica e di compatibilità idraulica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	IN1M	11	D 26 RI	ID 00 0 2 001	B	43 DI 113

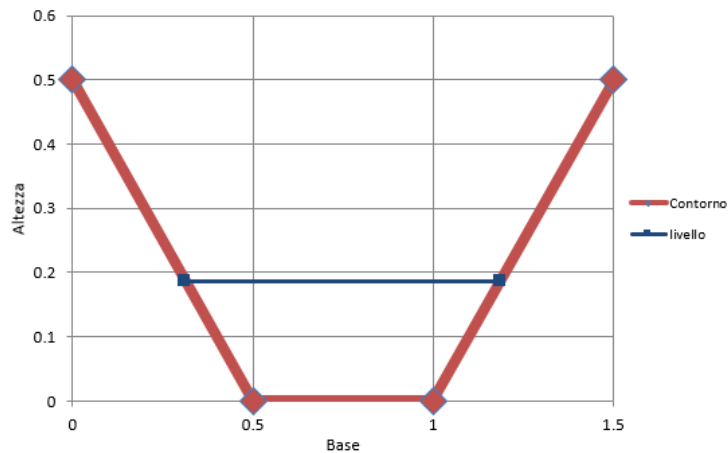


Figura 33 Sezione di verifica del fosso di drenaggio – Tr200anni – valori in metri

La verifica del tratto in oggetto è stata effettuata considerando una portata corrispondente al 70% di riempimento della canalina della roggia, anziché la portata di picco stimata nello studio idrologico, pari a 8.04 mc/s per eventi con tempo di ritorno di 200anni.

Secondo le medesime ipotesi di moto uniforme, assumendo un valore di scabrezza k_s pari a $67\text{mm}^{1/3}\text{ s}^{-1}$, una sezione trapezoidale 80x80cm con pendenza delle sponde 1:1 e una pendenza longitudinale di 0.4%, la portata corrispondente al 70% di riempimento è stata pari a 1.45 mc/s.

Di seguito la sezione in moto uniforme della roggia con una portata di 1.45mc/s.

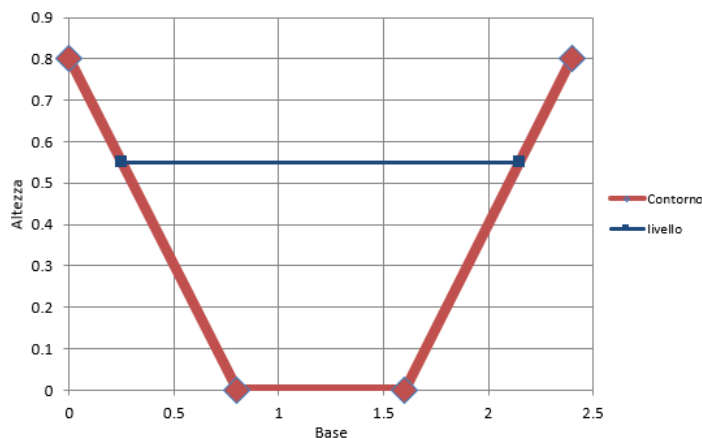


Figura 34 Sezione della Roggia Fiumicella con una portata corrispondente al 70% di riempimento, ovvero pari a 1.45mc/s - valori in metri

Le condizioni di contorno impostate alla base di calcolo sono state sia a valle che a monte l'altezza normale. L'altezza normale è stata stimata dal programma a partire dalla pendenza, fissata pari a 0.4%.

Per le sezioni trasversali sono state definite le condizioni di scabrezza facendo riferimento al coefficiente n di Manning. Essendo l'intero tratto oggetto di studio sia nello stato di fatto che in quello di progetto realizzato mediante canalette in cls, è stato fissato un unico coefficiente di scabrezza di Manning pari a $n=0.015\text{ s/m}^{1/3}$ (corrispondente a $k_s\ 67\text{ mm}^{1/3}\text{ s}^{-1}$), in accordo al manuale di progettazione RFI DTC SI CS MA IFS 001 E.

Di seguito si riportano i risultati ottenuti dall'analisi dello stato di fatto, dove:

- WS Max Ws: è il massimo livello idrico raggiunto
- Crit max WS: è il livello massimo dell'altezza critica raggiunto
- Lat Strut. è la struttura laterale inserita (gli sfioratori laterali)
- Qtotal (mc/s): è la portata afferente;
- Min Ch El (m) è la quota altimetrica del punto più basso della sezione;
- W.S Elev (m) è la quota del livello idrico;
- Crit. W. S. (m) è la quota dell'altezza idrica;
- E.G. Elev. (m) è la quota della linea dei carichi totale;
- E.G. slope (m/m) è la pendenza della linea dei carichi totali;
- Vel. Chnl (m/s) è la velocità della corrente nella sezione.
- Flow Area (mq) è l'area bagnata;
- Top Width (m) è larghezza massima della sezione occupata dall'acqua;
- Froude Chl (-) è il numero di Froude.

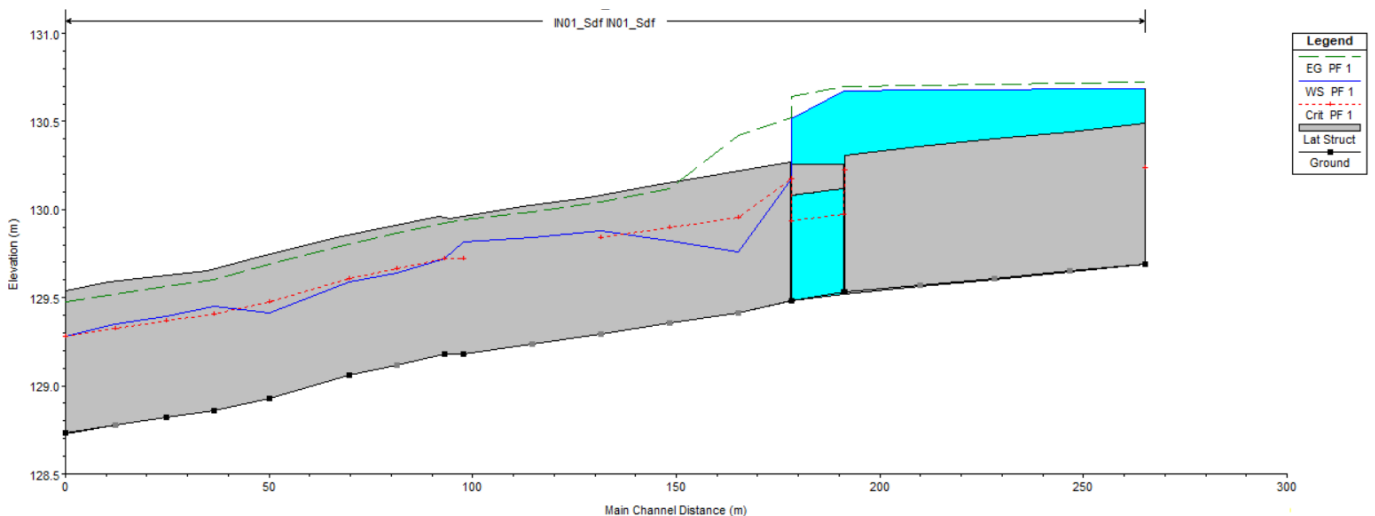


Figura 35 Profilo della Roggia Fiumicella con una portata corrispondente al 70% di riempimento, ovvero pari a 1.45mc/s.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
INO1_Sdf	1000	PF 1	1.45	129.69	130.69	130.24	130.72	0.000381	0.83	1.75	2.40	0.31
INO1_Sdf	999		Lat Struct									
INO1_Sdf	998		Lat Struct									
INO1_Sdf	975.00*	PF 1	1.45	129.65	130.68		130.71	0.000332	0.79	1.84	2.40	0.29
INO1_Sdf	950.00*	PF 1	1.45	129.61	130.68		130.71	0.000290	0.75	1.93	2.40	0.27
INO1_Sdf	925.00*	PF 1	1.45	129.57	130.68		130.70	0.000256	0.72	2.03	2.40	0.25
INO1_Sdf	900	PF 1	1.45	129.53	130.67	130.23	130.70	0.000226	0.68	2.12	2.40	0.23
INO1_Sdf	850		Culvert									
INO1_Sdf	800	PF 1	1.45	129.48	130.18	130.18	130.52	0.002481	2.61	0.56	2.21	1.00
INO1_Sdf	799		Lat Struct									
INO1_Sdf	798		Lat Struct									
INO1_Sdf	780.00*	PF 1	1.45	129.41	129.76	129.96	130.42	0.021241	3.59	0.40	1.51	2.22
INO1_Sdf	760.00*	PF 1	1.45	129.35	129.83	129.90	130.12	0.007034	2.40	0.60	1.76	1.31
INO1_Sdf	740.00*	PF 1	1.45	129.30	129.88	129.84	130.04	0.003079	1.77	0.82	2.00	0.88
INO1_Sdf	720.00*	PF 1	1.45	129.24	129.84		129.99	0.002693	1.68	0.86	2.05	0.83
INO1_Sdf	700	PF 1	1.45	129.18	129.82	129.72	129.94	0.002212	1.56	0.93	2.12	0.76
INO1_Sdf	600	PF 1	1.45	129.18	129.72	129.72	129.92	0.004066	1.96	0.74	1.92	1.01
INO1_Sdf	550.00*	PF 1	1.45	129.12	129.64	129.67	129.86	0.004830	2.09	0.69	1.86	1.09
INO1_Sdf	500	PF 1	1.45	129.06	129.59	129.61	129.80	0.004496	2.04	0.71	1.88	1.06
INO1_Sdf	400	PF 1	1.45	128.93	129.41	129.48	129.69	0.006536	2.34	0.62	1.77	1.26
INO1_Sdf	300	PF 1	1.45	128.86	129.45	129.40	129.60	0.002983	1.75	0.83	2.02	0.87
INO1_Sdf	200	PF 1	1.45	128.82	129.39	129.37	129.57	0.003455	1.85	0.78	1.94	0.93
INO1_Sdf	150.00*	PF 1	1.45	128.77	129.35	129.32	129.52	0.003454	1.85	0.78	1.94	0.93
INO1_Sdf	100	PF 1	1.45	128.73	129.28	129.28	129.48	0.004005	1.96	0.74	1.89	1.00

Figura 36 Risultati in ipotesi di moto permanente della Roggia Fiumicella con una portata pari a 1.45mc/s.

Dal profilo di pelo libero ottenuto è possibile notare che nelle sezioni di valle la portata risulta contenuta nel canale, mentre il tratto intubato comporta un'ostruzione al deflusso della portata e un rigurgito a monte dello stesso.

7.5 Stato di progetto

In corrispondenza della nuova viabilità NV01 alla pk0+078.39 Il progetto prevede la realizzazione di uno scatolare in cls di dimensioni interne 3.5x1.2m di lunghezza 12.90m e pendenza 0.4%.

Per quanto riguarda l'attraversamento ferroviario, alla pk 0+393.70 dell'asta di 750m è previsto uno scatolare di dimensioni interne di 3.5x2.0m di lunghezza 14.82m e pendenza 0.5%.

Al fine di integrare maggiormente la risoluzione delle interferenze proposta, ovvero in modo tale da non creare discontinuità nelle sezioni trasversali con ripercussioni sul profilo di pelo libero, è stata progettata una sezione scatolare che prevede al suo interno la realizzazione della canaletta trapezoidale di uguali dimensioni e quota di scorrimento del canale della roggia attuale.

Per maggiore chiarezza si riportano di seguito le sezioni tipologiche dei manufatti in oggetto.

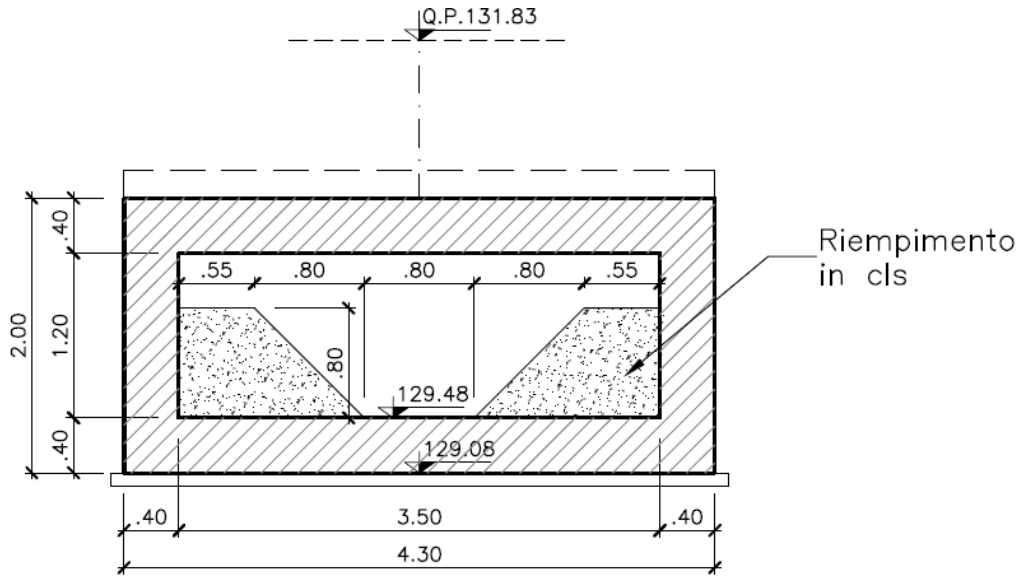


Figura 37 Sezione tipologica di IN01a - rif. IN1M11D26BAIN01A0001A

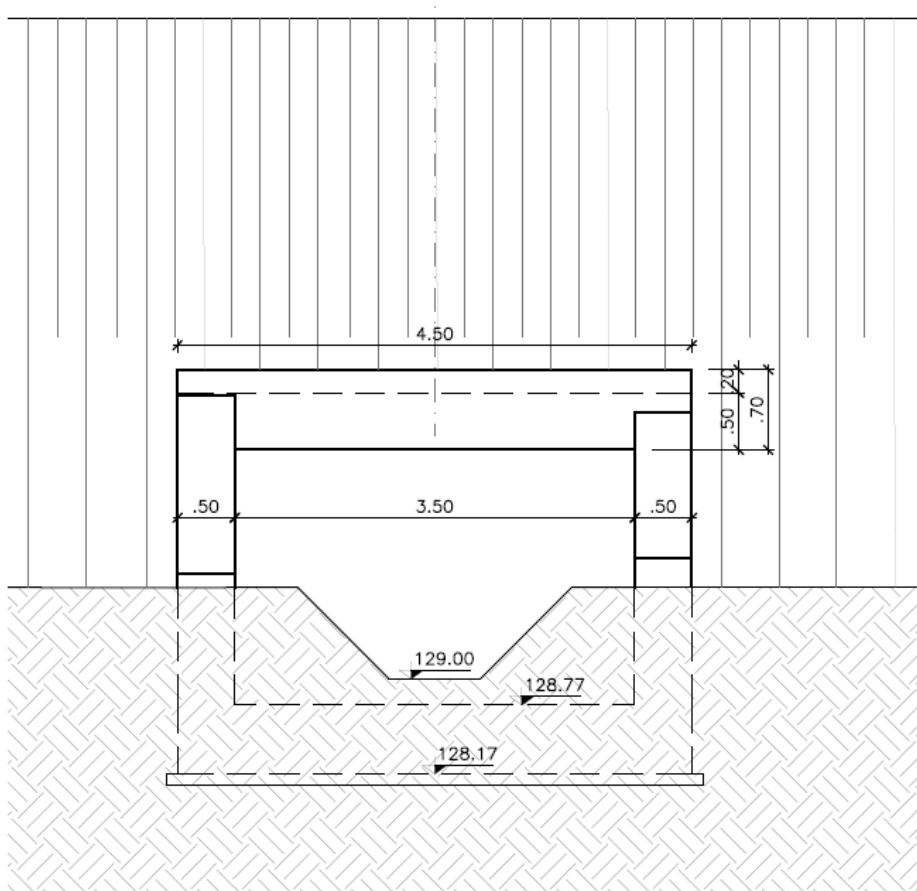


Figura 38 Sezione tipologica di IN01b - rif. IN1M11D26BAIN01B0001A

Nell'ambito della sistemazione inerente all'interferenza con l'asta 750m, oltre allo scatolare, è previsto anche l'adeguamento del tracciato della canaletta della roggia al fine di rendere l'attraversamento ammissibile con l'infrastruttura. Tale manufatto seguirà una direzione il più possibile perpendicolare all'asse del tracciato ferroviario, al fine di non compromettere la sicurezza statica della linea e del tombino stesso.

A tale scopo, sarà quindi adeguato il tratto della Roggia a monte e a valle del tombino di progetto, oltre che il fosso di drenaggio. Il fosso immissario verrà ripristinato con la medesima geometria e pendenza dello stato attuale a monte, ai piedi del rilevato ferroviario di progetto.

L'attraversamento dovrà presentare un'inclinazione compresa tra la normale e 23° rispetto alla normale dell'asse dell'asta di 750m. In questa fase è stata assunta un'inclinazione di 16° rispetto alla normale.

Di seguito si riporta uno stralcio planimetrico con riportati gli interventi sopra descritti.

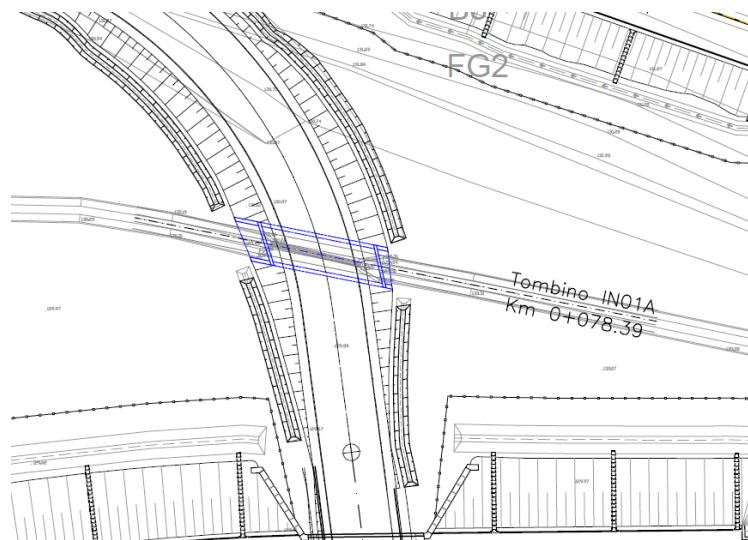


Figura 39 Stralcio planimetrico IN01a – Opere di progetto in blu

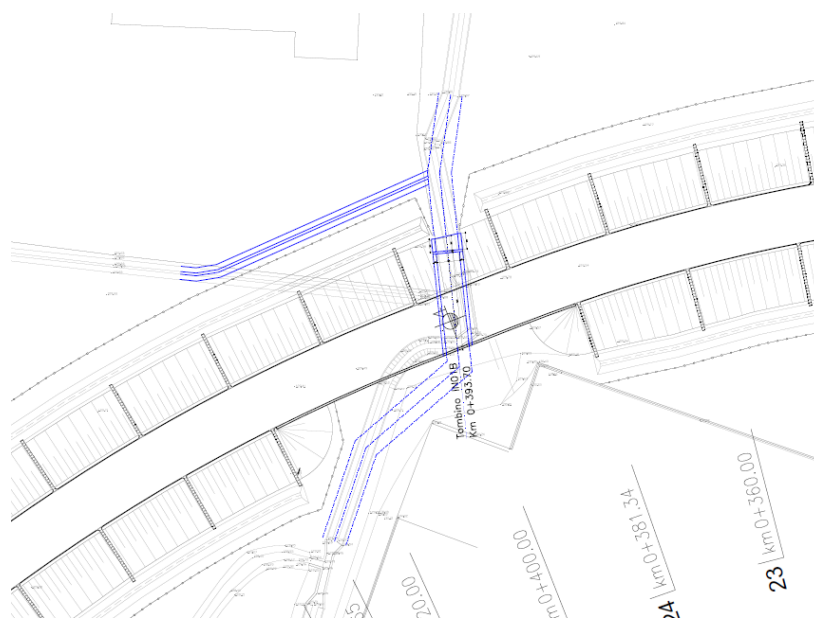


Figura 40 Stralcio planimetrico IN01b – Opere di progetto in blu

Per quanto riguarda le portate alla base della verifica, sono stati assunti i seguenti valori:

- Sezione a monte del tratto studiato (sez.1000): 8.04 mc/s, corrispondente alla portata di picco per eventi con tempo di ritorno 200 incidenti sul bacino imbrifero 1;
- Sezione a monte dell'area interclusa tra i due tombini di progetto (sez.780.00*): 8.09 mc/s, corrispondente alla portata di picco per eventi con tempo di ritorno 200 incidenti sul bacino imbrifero 1 e sull'area interclusa;
- Sezione a monte dell'attraversamento ferroviario (sez.400): 8.17 mc/s, valore dato dal contributo sia della portata di picco per eventi con tempo di ritorno 200 incidenti sul bacino imbrifero 1 e sull'area interclusa sia quella proveniente dal fosso di drenaggio in destra idrografica.

Si riporta di seguito uno stralcio dell'inquadramento del tracciato impostato in HEC-RAS su ortofoto, con segnata la numerazione delle sezioni verificate.

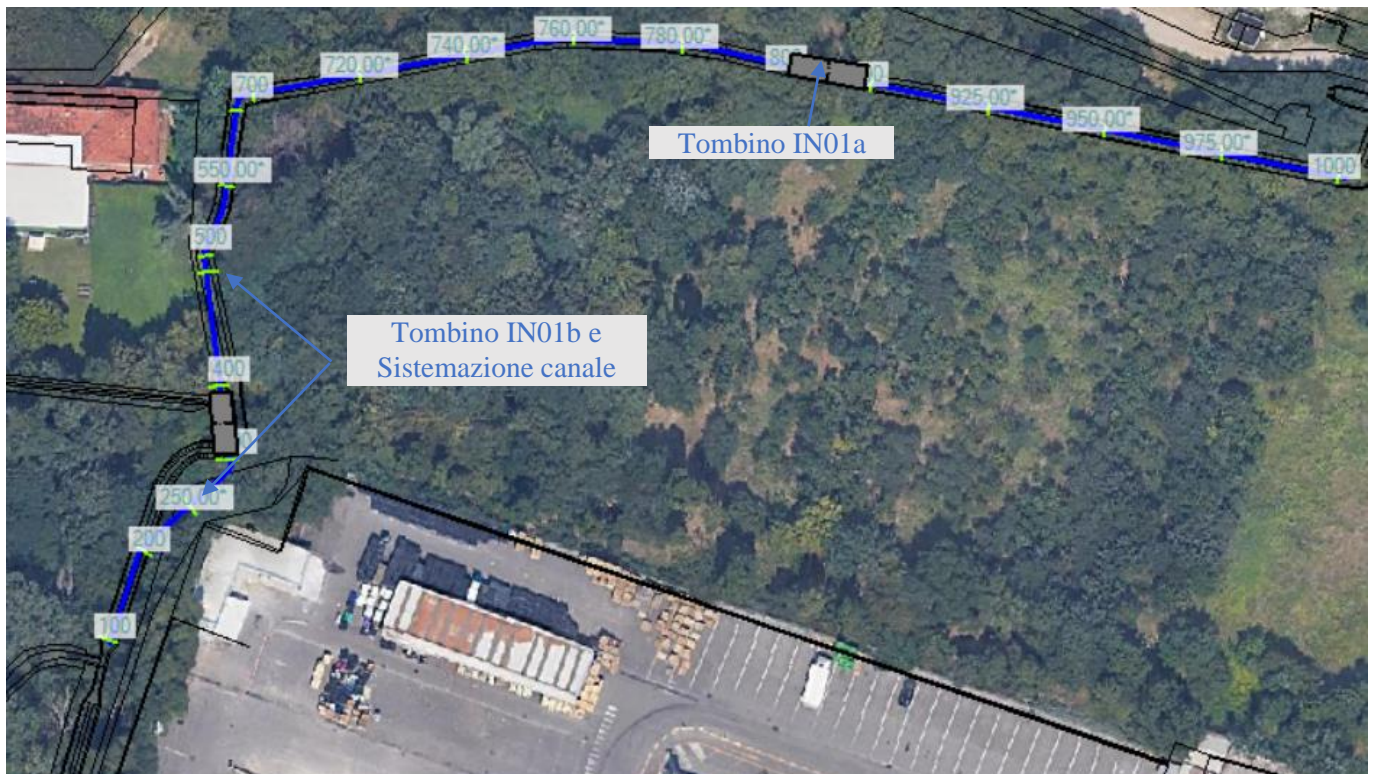


Figura 41 Inquadramento su ortofoto tratto di progetto

Di seguito si riportano i profili ottenuti in ipotesi di moto permanente.

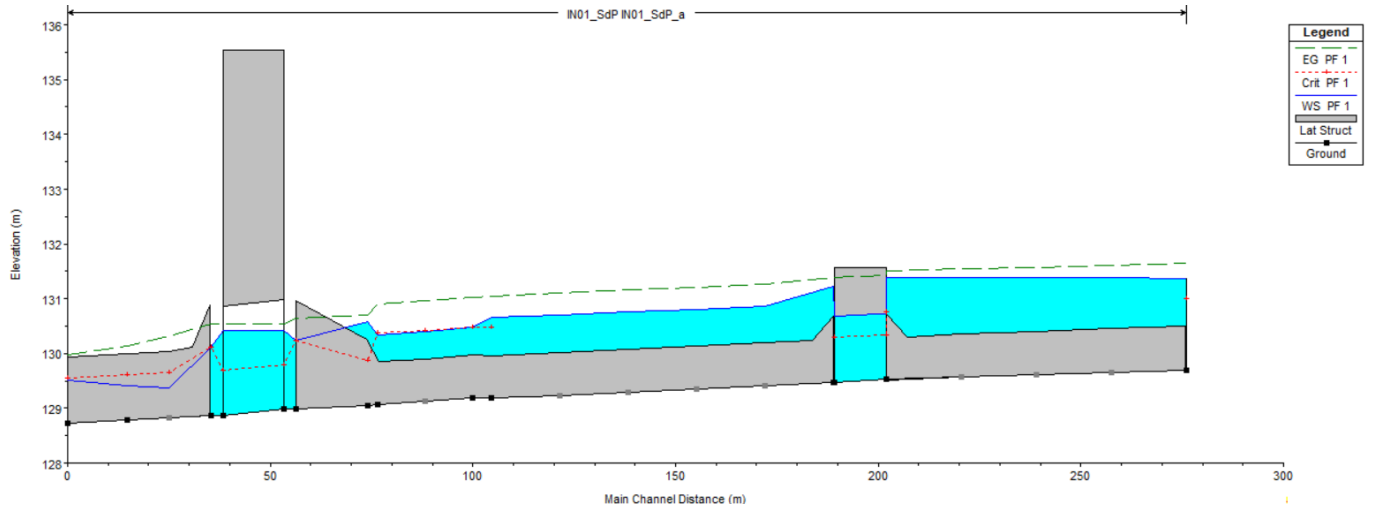


Figura 42 Profilo di moto permanente nello stato di progetto

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
IN01_SdP_a	1000	PF 1	8.04	129.69	131.37	131.00	131.65	0.002034	2.38	3.38	2.40	0.64
IN01_SdP_a	999	Lat Struct										
IN01_SdP_a	998	Lat Struct										
IN01_SdP_a	975.00*	PF 1	8.04	129.65	131.38		131.60	0.001510	2.12	3.80	2.68	0.57
IN01_SdP_a	950.00*	PF 1	8.04	129.61	131.38		131.57	0.001176	1.91	4.20	2.96	0.51
IN01_SdP_a	925.00*	PF 1	8.04	129.57	131.38		131.54	0.000951	1.75	4.60	3.23	0.47
IN01_SdP_a	900	PF 1	8.04	129.53	131.38	130.77	131.52	0.000791	1.61	5.00	3.51	0.43
IN01_SdP_a	850	Culvert										
IN01_SdP_a	800	PF 1	8.04	129.48	131.22		131.38	0.001009	1.76	4.57	3.51	0.49
IN01_SdP_a	799	Lat Struct										
IN01_SdP_a	798	Lat Struct										
IN01_SdP_a	780.00*	PF 1	8.09	129.41	130.86		131.27	0.003236	2.85	2.84	2.40	0.84
IN01_SdP_a	760.00*	PF 1	8.09	129.35	130.80		131.21	0.003188	2.83	2.86	2.40	0.83
IN01_SdP_a	740.00*	PF 1	8.09	129.30	130.75		131.16	0.003133	2.81	2.87	2.40	0.82
IN01_SdP_a	720.00*	PF 1	8.09	129.24	130.70		131.10	0.003064	2.79	2.90	2.40	0.81
IN01_SdP_a	700	PF 1	8.09	129.18	130.66	130.49	131.05	0.002981	2.76	2.93	2.40	0.80
IN01_SdP_a	600	PF 1	8.09	129.18	130.48	130.48	131.02	0.004489	3.23	2.51	2.40	1.01
IN01_SdP_a	550.00*	PF 1	8.09	129.12	130.40	130.43	130.96	0.004861	3.32	2.43	2.40	1.05
IN01_SdP_a	500	PF 1	8.09	129.06	130.34	130.37	130.90	0.004811	3.31	2.44	2.40	1.05
IN01_SdP_a	450	PF 1	8.09	129.05	130.58	129.86	130.70	0.000666	1.51	5.37	3.51	0.39
IN01_SdP_a	400	PF 1	8.17	128.98	130.23	130.23	130.65	0.003942	2.86	2.86	3.51	1.01
IN01_SdP_a	350	Culvert										
IN01_SdP_a	300	PF 1	8.17	128.87	130.12	130.12	130.54	0.003942	2.86	2.86	3.51	1.01
IN01_SdP_a	299	Lat Struct										
IN01_SdP_a	298	Lat Struct										
IN01_SdP_a	250.00*	PF 1	8.17	128.83	129.38	129.65	130.31	0.013296	4.29	1.91	3.50	1.85
IN01_SdP_a	200	PF 1	8.17	128.79	129.41	129.61	130.14	0.009203	3.79	2.16	3.50	1.54
IN01_SdP_a	100	PF 1	8.17	128.73	129.51	129.55	129.97	0.004554	2.99	2.73	3.50	1.08

Figura 43 Risultati della verifica di moto permanente nello stato di progetto

Dal profilo ottenuto emerge che le opere di progetto comportano una riduzione dell'effetto di ostruzione dovuta al tombamento in corrispondenza della viabilità. Infatti, nonostante la portata di verifica sia maggiore di circa 5.5 volte la portata corrispondente al 70% di riempimento delle canaline, non si verifica il sormonto del tombino.

L'idea progettuale consiste nel predisporre gli scatolari in grado di far defluire verso valle la portata di piena corrispondente a un evento di 200 anni, garantendo un livello di riempimento non superiore a 2/3 della sezione utile al deflusso, in ottemperanza della NTC2018. In tali ipotesi verranno estratti i

riempimenti interni agli scatolari a forma di canaletta trapezoidale, liberando la piena sezione rettangolare utile al deflusso.

Di seguito si riporta il profilo di moto permanente ottenuto nell'ipotesi che tutto il canale in oggetto abbia la sezione 3.5x1.2m.

Gli scatolari sono stati simulati in hec-ras con l'elemento "LID". Nello stato di progetto non si prevedono discontinuità tra monte e vale degli attraversamenti, in quanto sarà lo stesso manufatto in cls ad attraversare le varie infrastrutture.

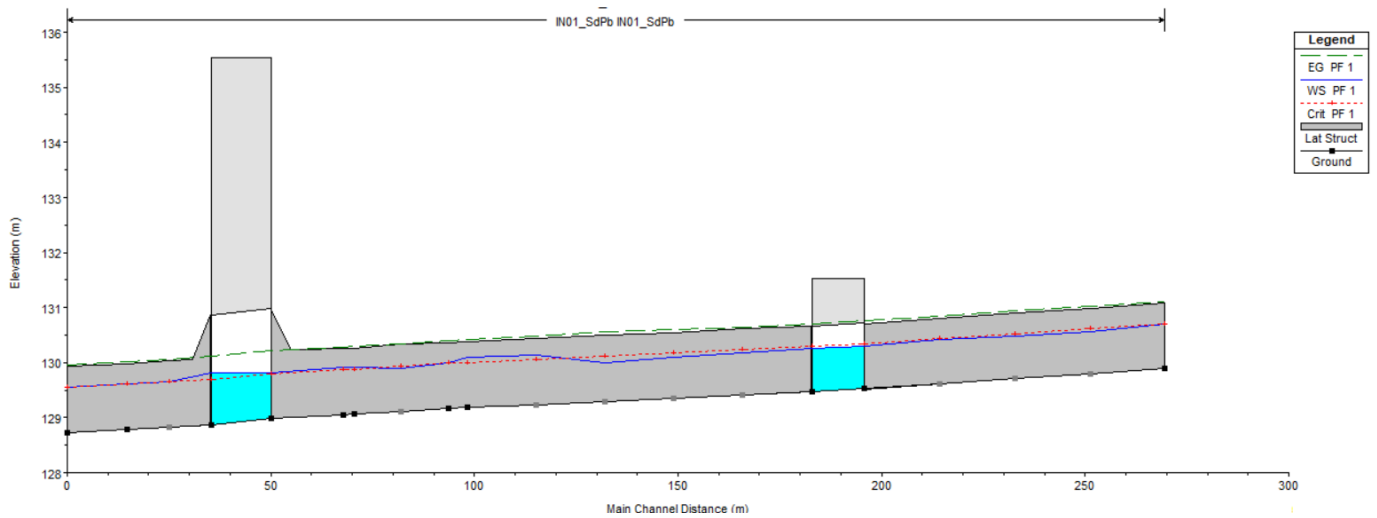


Figura 44 Profilo di moto permanente nello stato di progetto nell'ipotesi di sistemazione futura

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
IN01_SdPb	1000	PF 1	8.04	129.89	130.70	130.70	131.11	0.004002	2.84	2.83	3.50	1.01
IN01_SdPb	999	Lat Struct										
IN01_SdPb	998	Lat Struct										
IN01_SdPb	975.00*	PF 1	8.04	129.80	130.56	130.61	131.03	0.004744	3.01	2.67	3.50	1.10
IN01_SdPb	950.00*	PF 1	8.04	129.71	130.48	130.52	130.93	0.004574	2.98	2.70	3.50	1.08
IN01_SdPb	925.00*	PF 1	8.04	129.62	130.43	130.43	130.84	0.004007	2.84	2.83	3.50	1.01
IN01_SdPb	900	PF 1	8.04	129.53	130.31	130.34	130.75	0.004520	2.96	2.71	3.50	1.08
IN01_SdPb	800	PF 1	8.04	129.48	130.25	130.29	130.71	0.004665	3.00	2.68	3.50	1.09
IN01_SdPb	799	Lat Struct										
IN01_SdPb	798	Lat Struct										
IN01_SdPb	780.00*	PF 1	8.09	129.41	130.17	130.23	130.64	0.004839	3.04	2.66	3.50	1.11
IN01_SdPb	760.00*	PF 1	8.09	129.35	130.09	130.17	130.59	0.005314	3.14	2.58	3.50	1.17
IN01_SdPb	740.00*	PF 1	8.09	129.30	130.00	130.11	130.55	0.006047	3.28	2.47	3.50	1.25
IN01_SdPb	720.00*	PF 1	8.09	129.24	130.14	130.05	130.47	0.002976	2.57	3.15	3.51	0.87
IN01_SdPb	700	PF 1	8.09	129.18	130.09	130.00	130.42	0.002848	2.53	3.19	3.51	0.85
IN01_SdPb	600	PF 1	8.09	129.17	129.99	129.99	130.40	0.003960	2.84	2.85	3.50	1.01
IN01_SdPb	550.00*	PF 1	8.09	129.12	129.89	129.93	130.34	0.004548	2.98	2.72	3.50	1.08
IN01_SdPb	500	PF 1	8.09	129.06	129.91	129.87	130.29	0.003446	2.71	2.99	3.50	0.94
IN01_SdPb	450	PF 1	8.09	129.05	129.91	129.87	130.28	0.003429	2.70	2.99	3.50	0.93
IN01_SdPb	400	PF 1	8.17	128.98	129.81	129.80	130.21	0.003796	2.81	2.91	3.50	0.98
IN01_SdPb	300	PF 1	8.17	128.87	129.81	129.69	130.12	0.002706	2.50	3.27	3.50	0.82
IN01_SdPb	299	Lat Struct										
IN01_SdPb	298	Lat Struct										
IN01_SdPb	250.00*	PF 1	8.17	128.83	129.65	129.65	130.06	0.003920	2.84	2.88	3.50	1.00
IN01_SdPb	200	PF 1	8.17	128.79	129.61	129.61	130.02	0.003922	2.84	2.88	3.50	1.00
IN01_SdPb	100	PF 1	8.17	128.73	129.55	129.55	129.96	0.003954	2.85	2.87	3.50	1.00

Figura 45 Risultati della verifica di moto permanente nello stato di progetto nell'ipotesi di sistemazione futura

Relazione idraulica e di compatibilità idraulica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
		IN1M	11	D 26 RI	ID 00 0 2 001	B

L'attraversamento sulla viabilità IN01A si trova tra le sezioni 800 e 900, mentre quello ferroviario IN01B tra le sezioni 400 e 300.

Dai risultati sopra riportati emerge che per entrambi i tombini è rispettato il franco minimo da NTC2018, infatti il tirante massimo sul tombino IN01A risulta pari 0.78m, mentre su IN01B pari a 0.94m, inferiori al valore corrispondente ai 2/3 della sezione utile pari rispettivamente a 0.8m e 1.33m.

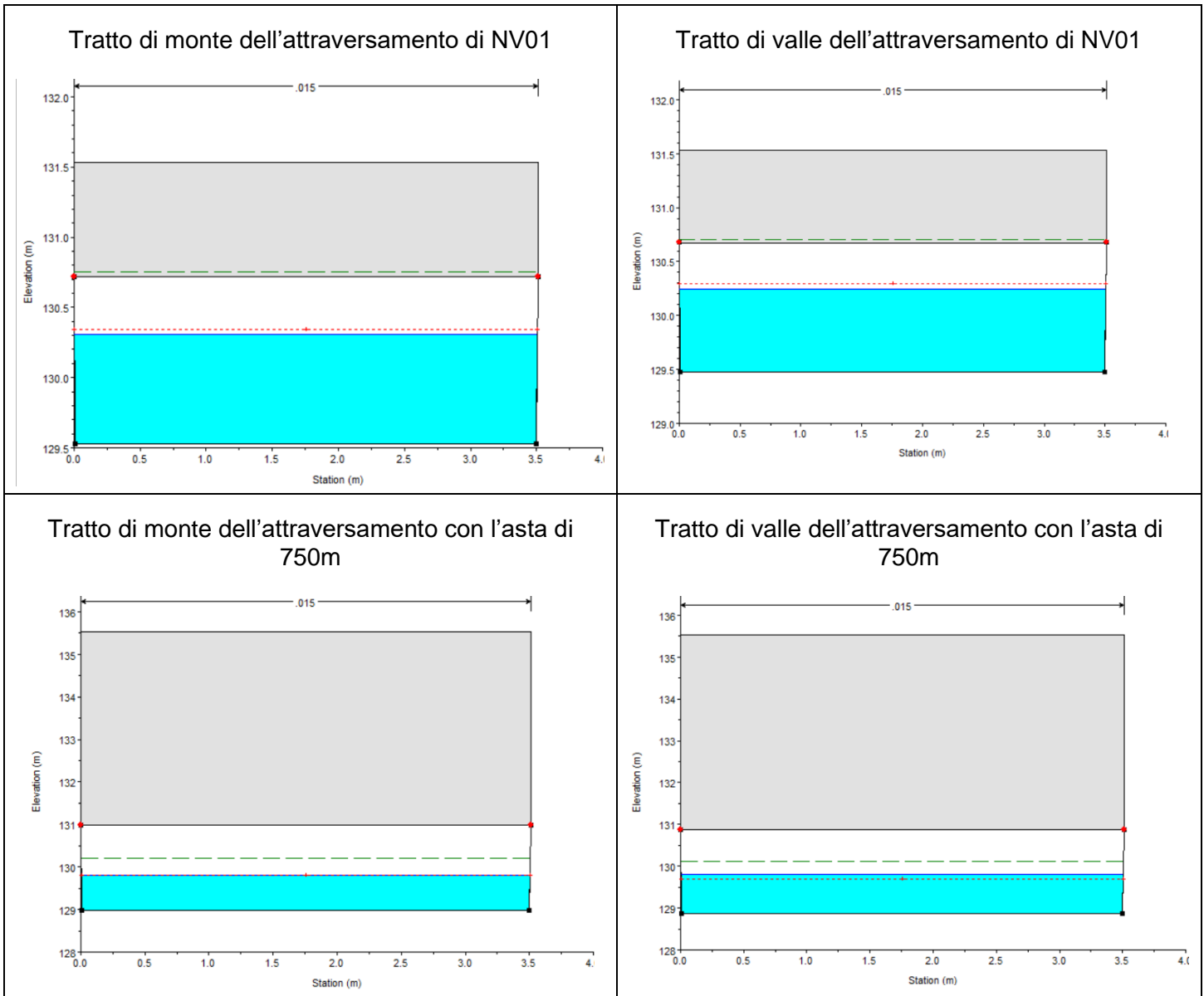



Figura 46 Sezioni trasversali in corrispondenza degli attraversamenti stradali e ferroviario ottenuti dalla verifica in moto permanente nello stato di progetto nell'ipotesi di sistemazione futura

	PROGETTO DEFINITIVO LINEA A.V./A.C. MILANO–VERONA NODO DI BRESCIA POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA					
	Relazione idraulica e di compatibilità idraulica	COMMESSA IN1M	LOTTO 11	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 00 0 2 001	REV B

8 INVARIANZA IDROLOGICA E IDRAULICA

Il Regolamento Regionale 23 Novembre 2017 – n.7 “*Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell’articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12*”, aggiornato con modifiche e integrazioni n.7/2018 e n.8/2019, tratta il tema dell’invarianza idraulica e idrologica all’interno della Regione Lombardia.

Il regolamento all’art.3 individua una serie di interventi tenuti al rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica di cui all’articolo 58 bis, comma 2, della L.R. 12/2005.

Gli interventi possono essere così riassunti:

- Nuova costruzione, compresi gli ampliamenti;
- Demolizione, totale o parziale fino al piano terra, e ricostruzione indipendentemente dalla modifica o dal mantenimento della superficie edificata preesistente;
- Ristrutturazione urbanistica comportanti un ampliamento della superficie edificata o una variazione della permeabilità rispetto alla condizione preesistente all’urbanizzazione.

Le attività di progetto sono quindi soggette al rispetto del RR 7/2017, in quanto prevedono nuove le costruzioni, nello specifico saranno analizzati gli interventi inerenti alla realizzazione:

- Dell’asta di 750m e 350m, per le quali è previsto l’utilizzo di sub-ballast;
- Delle due viabilità;
- Della pista ciclopedonale;
- Dei due fabbricati.

Per quanto riguarda la zona tronchino e il fascio dei binari nella zona Brescia scalo non sono previste impermeabilizzazioni rispetto allo stato attuale. Infatti, il marciapiede realizzato lungo il binario merci pericolose, a servizio dei vigili del fuoco, sarà composto da materiale stabilizzato granulare sp.20 cm.

All’art.9 il regolamento classifica gli interventi in funzione del grado di impermeabilizzazione e per le varie classi ne definisce le modalità di calcolo da adoperare per lo studio idraulico.

Le attività di progetto rientrano nella classe di intervento “impermeabilizzazione potenziale alta”, considerando una superficie complessivamente interessata dagli interventi sopra elencati di circa 3.33ha e un coefficiente di deflusso superiore di 0.4. Ai sensi dell’art.9 del R.R. 7/2017 la modalità di calcolo prevista corrisponde a quella di dettaglio, descritta nell’articolo 11 allagato G del medesimo regolamento.

Di seguito si riporta la tabella 1 dell’art.9 del R.R: 7/2017.

CLASSE DI INTERVENTO	SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO	
			AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
			Aree A, B	Aree C
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi ≤ 0,03 ha (≤ 300 mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 a ≤ 1.000 mq)	≤ 0,4	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
2	Impermeabilizzazione potenziale media da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 a ≤ 1.000 mq)	> 0,4	Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11 e allegato G)	Requisiti minimi articolo 12 comma 2
	da > 0,1 a ≤ 1 ha (da > 1.000 a ≤ 10.000 mq)	qualsiasi		
	da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	≤ 0,4		
3	Impermeabilizzazione potenziale alta da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	> 0,4	Procedura dettagliata (vedi articolo 11 e allegato G)	
	> 10 ha (> 100.000 mq)	qualsiasi		

Figura 47 Classificazione degli interventi richiedenti misure di invarianza idraulica e idrologica e modalità di calcolo, secondo il RR n.7 del 2017 – in rosso è segnato il caso in cui rientra il progetto in essere

Il territorio regionale è suddiviso in tre aree A, B e C in ordine decrescente della criticità idraulica. Il regolamento definisce per ogni area la portata massima ammissibile allo scarico e il conseguente volume minimo di laminazione necessario.

Il Comune di Brescia rientra nelle zone di tipo A, per il quale è fissato uno scarico massimo ammissibile pari a 10 l/s per ettaro impermeabile e un volume minimo di invaso pari a 800 mc per ettaro impermeabile, che può essere diminuito di un fattore pari a 0,8.

Lo studio idrologico di dettaglio è stato articolato nel seguente modo:

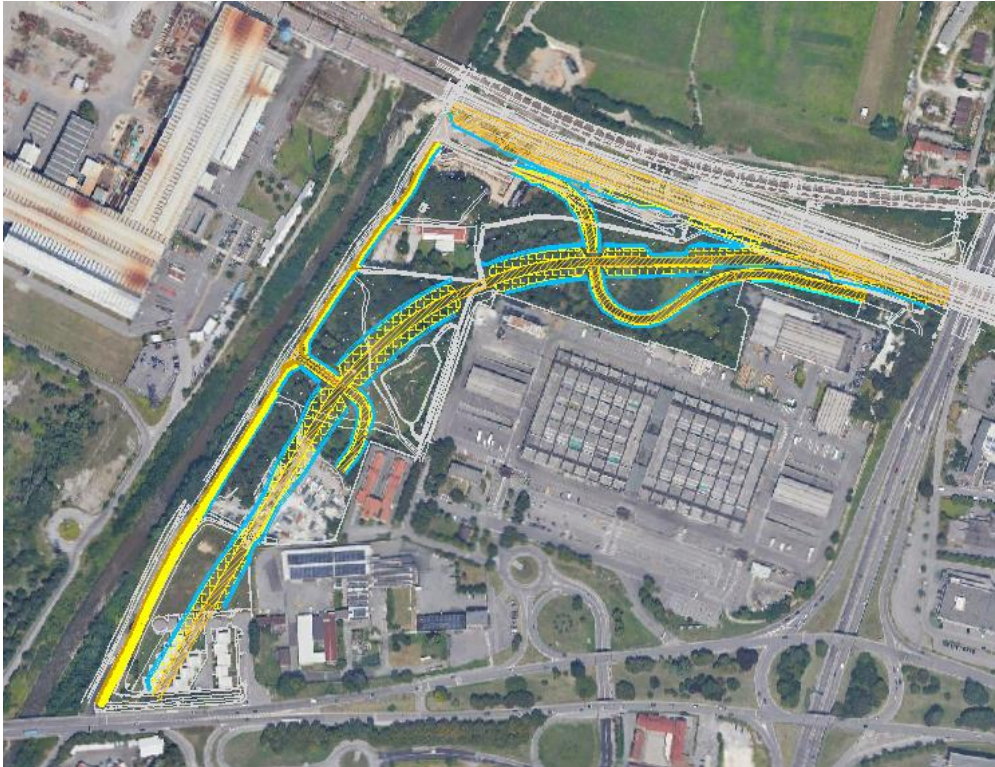
- Identificazione delle aree scolanti e dei coefficienti di deflusso;
- Definizione della curva di possibilità pluviometrica;
- Costruzione dello ietogramma di Chicago di progetto;
- Determinazione dello ietogramma netto di progetto;
- Trasformazione degli afflussi netti in deflussi tramite il metodo della corrivazione area-tempi lineare e simulazione del processo di laminazione.

8.1 Identificazione delle aree scolanti e coefficienti di deflusso medio ponderale

Per quanto riguarda le aree relative alle infrastrutture, la definizione delle superfici ha seguito il seguente criterio:

- Le aree di piattaforma ferroviarie, stradali e della pista ciclopedonali sono stati considerati impermeabili, è quindi stato fissato un coefficiente di deflusso pari a 0.9;
- Le scarpate, gli stradelli e le aree destinate all'infiltrazione delle acque (ovvero la trincea e i fossi disperdenti) sono stati considerati semipermeabili, per cui è stato assegnato un coefficiente di deflusso pari a 0.7.

Si riportano di seguito le aree scolanti individuate e distinte in funzione della permeabilità.






-  Area impermeabile piattaforma ferroviaria e stradale (coefficiente di deflusso 0.9)
-  Area semi-impermeabile scarpate rilevati ferroviari, stradali e piazzale fabbricati (coefficiente di deflusso 0.7)
-  Area semi-impermeabile area opere atte alla detenzione e infiltrazione delle acque meteoriche (coefficiente di deflusso 0.7)

Figura 48 Individuazione aree scolanti aree destinate alle infrastrutture ferroviarie e viari

Le varie aree così individuate sono elencate nella tabella seguente:

Tabella 4 Aree scolanti sulle infrastrutture – oggetto di valutazione di invarianza idraulica

	Asta 750 m	Asta 350m	Viabilità NV01	Viabilità NV02	Pista ciclopeditone
Superficie impermeabile (mq)	6530	5668	2549	910	1910
Coefficiente impermeabile (-)	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Superficie semi-impermeabile (mq)	11395	386	1809	660	1976
Coefficiente semi-impermeabile (-)	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
Superficie complessiva (mq)	17925	6054	3787	1603	3886
Coefficiente medio ponderato (-)	0.77	0.89	0.83	0.81	0.80


Per quanto riguarda i nuovi fabbricati, entrambi sono previsti in aree attualmente verdi.

La definizione delle superfici ha seguito il seguente criterio:

- L'area del fabbricato e del marciapiede sono considerati impermeabili, è stato quindi fissato un coefficiente pari a 1;

- Il piazzale sarà realizzato con betenolle permeabili, è stato quindi fissato un coefficiente pari a 0.7 per entrambe le superfici afferenti al piazzale e al rilevato.



 Area impermeabile
(coefficiente di deflusso 1)


 Area semi-impermeabile scarpate rilevato e piazzale
(coefficiente di deflusso 0.7)

Figura 8.49: Individuazione aree scolanti aree destinate ai nuovi fabbricati

Le varie aree così individuate possono come di seguito riassunte:

Tabella 5 Aree scolanti sui fabbricati- oggetto di valutazione di invarianza idraulica

	Fabbricato FA01	Fabbricato FA02
Superficie impermeabile (mq)	360	360
Coefficiente impermeabile (-)	1.00	1.00
Superficie semi-impermeabile (mq)	440	440
Coefficiente semi-impermeabile (-)	0.70	0.70
Superficie complessiva (mq)	800	800
Coefficiente medio ponderato (-)	0.84	0.84

8.2 Definizione della curva di possibilità pluviometrica

Il RR 7/2017 definisce il tempo di ritorno alla base del progetto di invarianza idraulica all'Art.11 comma 2) lettera a):

2. Nella redazione del progetto di invarianza idraulica e idrologica di cui all'articolo 10 devono essere rispettati i seguenti elementi:

a) tempi di ritorno di riferimento: considerato che l'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica contribuisce in modo fondamentale alle misure di prevenzione dell'erosione dei corsi d'acqua e delle reti di drenaggio urbano, il presente regolamento prevede che siano valutate le condizioni locali di rischio di allagamento residuo per eventi di tempo di ritorno alti, quelli cioè che determinano un superamento anche rilevante delle capacità di controllo assicurate dalle strutture fognarie; gli interventi di laminazione o anche infiltrazione delle acque pluviali sono conseguentemente dimensionati, assumendo i seguenti valori di tempi di ritorno:

Relazione idraulica e di compatibilità idraulica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	IN1M	11	D 26 RI	ID 00 0 2 001	B	56 DI 113

1. $T = 50$ anni: tempo di ritorno da adottare per il dimensionamento delle opere di laminazione o anche infiltrazione con un adeguato grado di sicurezza delle stesse, in considerazione dell'importanza ambientale ed economica degli insediamenti urbani;

2. $T = 100$ anni: tempo di ritorno da adottare per la verifica del grado sicurezza delle opere come sopra dimensionate. Tale verifica è mirata a valutare che, in presenza di un evento con $T 100$, non si determinino esondazioni che arrechino danni a persone o a cose, siano esse le opere stesse o le strutture presenti nell'intorno. Il medesimo tempo di ritorno è adottato anche per il dimensionamento e la verifica delle eventuali ulteriori misure locali anche non strutturali di protezione idraulica dei beni insediati, quali barriere e paratoie fisse o rimovibili a difesa di ambienti sotterranei, cunette di drenaggio verso recapiti non pericolosi;

I tempi di ritorno adottati sono stati differenziati in funzione della tipologia dell'opera in oggetto.

Per le infrastrutture ferroviarie il dimensionamento è stato considerato un tempo di ritorno di 100anni, in accordo al manuale di progettazione RFI DTC SI CS MA IFS 001 E.

Per quanto riguarda la viabilità, è stata fatta una differenziazione in funzione del recapito finale. Per la viabilità NV01 è previsto che le acque della viabilità e della ferroviaria siano recapitate nel medesimo fosso, per la non disponibilità di spazio sufficiente a prevedere due fossi distinti. In questo caso il dimensionamento è stato effettuato considerando un tempo di ritorno di 100 anni.

Nei casi di dimensionamento con $Tr100$ anni il franco di sicurezza adoperato sul massimo riempimento è stato pari al 30%. Ovvero si prevede che il massimo invaso non ecceda il 70% della capienza massima dell'opera.

Per le rimanenti casistiche relative alle viabilità e ai fabbricati è stato considerato un tempo di ritorno di 50 anni per il dimensionamento e di 100 anni per la verifica del grado di sicurezza.

Si esplicitano i coefficienti "a" ed "n" della linea segnaletica di possibilità pluviometrica (LSPP) ottenuta dall'analisi delle precipitazioni estreme riepilogate nel paragrafo "4.5 Valori adottati" della relazione idrologica IN1M11D26RHID0001001B.

Tempo di ritorno 50 anni:

a: 55.8710 mm/h

n: 0.2778 (per durate superiori a un'ora), 0.464 (per durate inferiori a un'ora)

Tempo di ritorno 100 anni:

a: 62.0220 mm/h

n: 0.2778 (per durate superiori a un'ora), 0.464 (per durate inferiori a un'ora)

8.3 Ietogramma di progetto e valutazione delle perdite idrologiche

La definizione dello ietogramma di progetto è avvenuta mediante la costruzione dello ietogramma di tipo Chicago.

Nel presente studio sono stati previsti tre ietogrammi, uno per i fabbricati, uno per la pista ciclopedonale e uno per le infrastrutture ferroviarie e stradali. Tale scelta è basata sul fatto che le acque meteoriche

Relazione idraulica e di compatibilità idraulica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	IN1M	11	D 26 RI	ID 00 0 2 001	B	57 DI 113

incidenti le varie aree destinate alle infrastrutture sono in alcuni casi comunicanti, ovvero i fossi disperdenti delle infrastrutture ferroviarie e stradali saranno in alcuni casi connessi tra di loro.

Gli ietogrammi di progetto di tipo Chicago hanno la posizione del picco a "r" 0.4, dove r=0 corrisponde all'inizio dello ietogramma e r=1 la fine. La durata critica dell'evento è stata fissata pari a 33 minuti per lo ietogramma relativo alle infrastrutture, 8h per quello relativo ai fabbricati e infine 34 minuti per quello relativo alla pista ciclopedonale.

L'andamento dello ietogramma è variabile nel tempo, in modo tale che l'intensità media della precipitazione per ogni durata sia congruente con quella definita dalla curva di possibilità pluviometrica.

A favore di sicurezza il fattore di riduzione areale ARF è stato assunto pari a 1.

Il volume di precipitazione che effettivamente contribuisce alla formazione di piena è stato stimato con il metodo percentuale, il quale assume che le perdite idriche siano costanti durante tutto l'evento piovoso.

Il metodo ipotizza che le perdite rappresentino una percentuale delle precipitazioni totali. Il rapporto tra la precipitazione netta e quella totale viene definito coefficiente di deflusso:

$$C = \frac{P_{netta}}{P}$$

Nel caso in esame il coefficiente è stato assunto pari a 0,81 per lo ietogramma relativo alle infrastrutture, 0.80 per la pista ciclopedonale e pari a 0.84 per quello relativo ai fabbricati. I coefficienti sono stati ottenuti dalla media ponderata dei valori riportati nel paragrafo 8.1.

8.4 Trasformazione degli afflussi netti in deflussi e simulazione del processo di laminazione

La trasformazione degli afflussi netti così ottenuti in deflussi alla base della stima del volume di invaso è stata condotta con l'ausilio dell'applicativo URBIS Pro (CSDU - Centro Studi di Idraulica Urbana), che applica al sistema un modello semplificato atto a rappresentare globalmente il bacino.

Per la stima della trasformazione è stato definito un'idrogramma unitario istantaneo, ovvero un modello lineare che prevede che per ogni istante di durata di pioggia un volume unitario (definita pioggia impulsiva) si trasformi in un'onda di piena impulsiva (IUH).


La convoluzione dello IUH moltiplicato per i volumi netti istantanei porta alla stima della portata di picco interessante l'intero sistema.

L'IUH di corrivazione adottato è dato dalla seguente formula che esprime la relazione curva area/tempi lineare rapportata alla superficie:

$$h(t) = ds(t)/Sdt$$

Il tempo di base definito per la curva h(t) è stato pari a quello di corrivazione, definito come il tempo che impiega la particella a raggiungere la sezione di chiusura del bacino percorrendo il percorso idraulicamente più distante. Il tempo di corrivazione è stato definito secondo la formulazione di Kirplich:

$$T_c = 0.000325 \cdot L^{0.77} \cdot S^{-0.385}$$

	PROGETTO DEFINITIVO LINEA A.V./A.C. MILANO–VERONA NODO DI BRESCIA POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA					
	Relazione idraulica e di compatibilità idraulica	COMMESSA IN1M	LOTTO 11	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 00 0 2 001	REV B

Con T_c tempo di corrivazione (S), L la lunghezza del percorso (m) e S la pendenza (m/m).

Il tempo di corrivazione è stato assunto pari a 10minuti.

Definito l'idrogramma in ingresso, è stato stimato il volume di invaso necessario a rispettare l'idrogramma in uscita dal sistema imposto dal RR7/2017.

Il processo di laminazione è regolato dal sistema composto dalle seguenti equazioni:

Equazioni differenziale di continuità

$$Q_e(t) - Q_u(t) = \frac{dW(t)}{dt}$$

Legge di deflusso, governata dalla opere di scarico

$$Q_u = Q_u[H(t)]$$

Curva d'invaso, data dal legame geometrico tra il volume invasato e l'altezza raggiunta nell'opera

$$W = W[H(t)]$$

Con $Q_e(t)$ si indica l'idrogramma in ingresso, $Q_u(t)$ quello in uscita dato sia dalle opere di scarico che da infiltrazioni e/o perdite idriche, $W(t)$ il volume invasato, $H(t)$ il battente idrico nell'invaso.

La massima portata in uscita è stato fissato come di seguito riportato:

- Il progetto prevede lo smaltimento delle acque meteoriche incidenti sulle superfici delle infrastrutture per infiltrazione nel terreno, la portata in uscita $Q_u(t)$ è quindi stata fissata pari alla somma delle portate infiltrate nel terreno. Tale valore ammonta a 176.55 l/s per quanto riguarda le infrastrutture ferroviarie e stradale e a 22.38 l/s per la pista ciclopedonale.
- Per quanto riguarda lo smaltimento delle acque incidenti sui fabbricati, è stato assunto il limite pari a 10 l/s per ettaro impermeabile, in quando il recapito finale sarà costituita la canaletta limitrofe. Tale valore ammonta a 0.67 l/s.

8.5 Volume di invaso e tempo di svuotamento

Nella tabella seguente si riportano la portata di picco sulla base delle considerazioni sopra riportate, la portata in uscita, il volume minimo di invaso imposto dal RR 7/2017, il volume di invaso ottenuto sia dai calcoli effettuati con la procedura di dettaglio sia con il metodo delle sole piogge e infine, il volume di invaso disponibile dalle varie opere idrauliche.

	Bacino scolante sulle infrastrutture ferroviarie e stradali	Bacino scolante sulla nuova pista ciclopedonale	Bacino scolante sul singolo fabbricato
Portata in uscita (l/s)	176.55	22.38	0.67
Portata di picco Tr50a (l/s)	1346.55	175.88	38.04
Portata di picco Tr100a (l/s)	1494.80	195.56	42.23
Volume minimo di invaso da RR 7/2017 (mc)	1516.11	198.54	42.75
Volume di invaso ottenuto con la procedura di dettaglio con Tr100anni (mc)	904.81	119.56	55.00
Volume di invaso ottenuto con la procedura di dettaglio con Tr50anni (mc)	785.48	103.80	47.70
Volume di invaso ottenuto con il metodo delle sole piogge con Tr100anni (mc)	894.88	118.65	54.64
Volume di invaso ottenuto con il metodo delle sole piogge con Tr50anni (mc)	774.39	102.68	47.29
Volume di invaso disponibile (mc)	2166.00	274.86	75
Sistema di laminazione	Fossi di detenzione e infiltrazione	Trincea disperdente e fossi di detenzione e infiltrazione	Vasca di laminazione in cls con scarico nel canale limitrofo tramite stazione di sollevamento atta a regolare la portata massima smaltibile

La verifica del volume minimo di invaso non è stata effettuata solo a livello globale, ma anche per i singoli sottobacini afferenti alle varie opere di laminazione/infiltrazione. Per tenere conto di possibili eventi meteorici ravvicinati, è stato verificato che il tempo di svuotamento dei volumi invasati per ciascuna opera di laminazione fosse inferiore alle 48 ore, in ottemperanza all'art. 11 lettera f) comma 2. Si rimanda ai paragrafi successivi per maggiori informazioni riguardo alle caratteristiche dei vari elementi atti al rispetto dell'invarianza idraulica, nonché le verifiche idrauliche degli stessi.

Di seguito si riportano gli ietogrammi e gli idrogrammi di progetto relativi alle infrastrutture ferroviarie e stradali, per completezza, stimati sia per un tempo di ritorno di 50 anni che 100 anni.

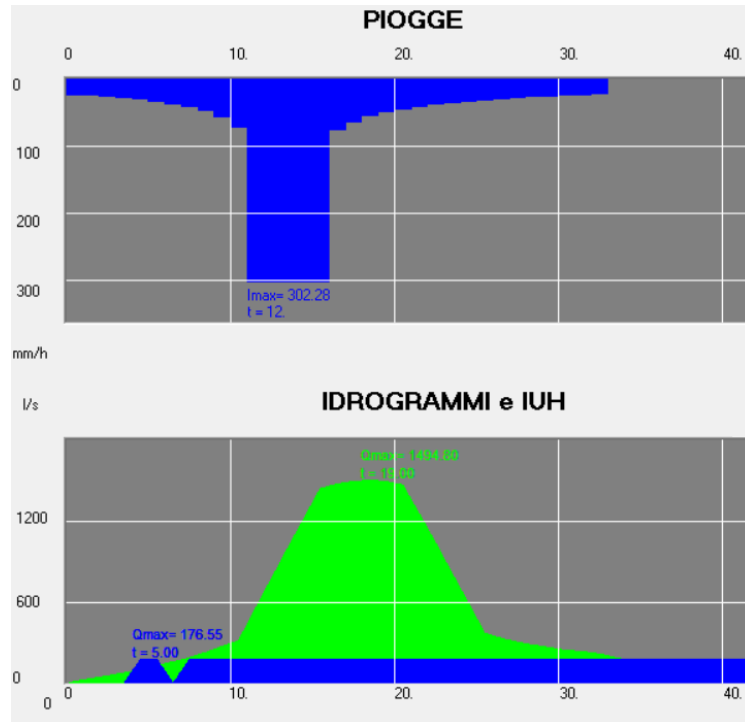


Figura 50 Ietogramma e idrogramma di progetto – Bacino affluente alle infrastrutture ferroviarie e stradali di progetto – Tr100 anni

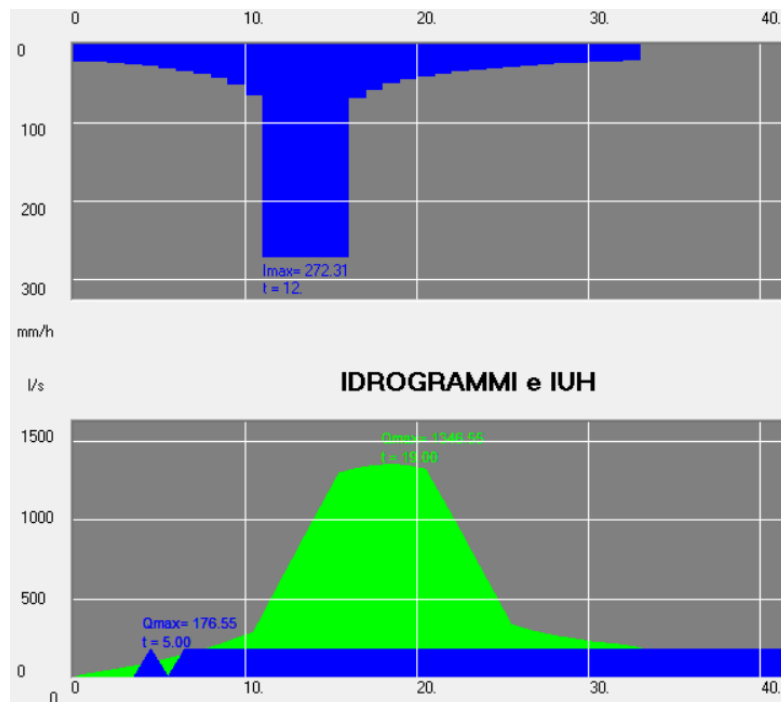


Figura 51 Ietogramma e idrogramma di progetto – Bacino affluente alle infrastrutture ferroviarie e stradali di progetto – Tr50 anni

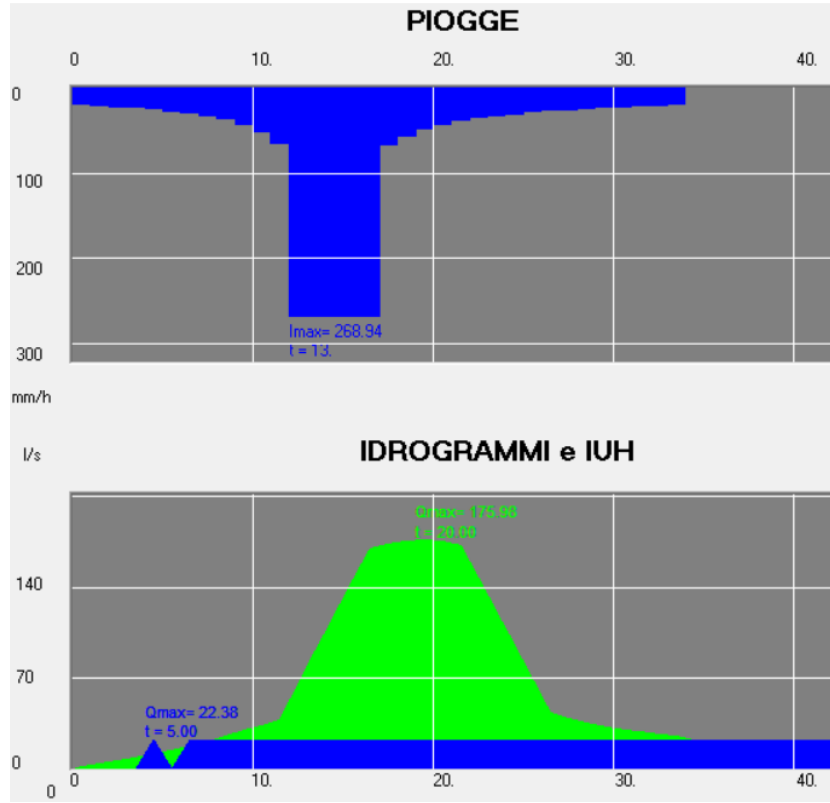


Figura 52 Ietogramma e idrogramma di progetto – Bacino afferente alla pista ciclopedonale – Tr50 anni

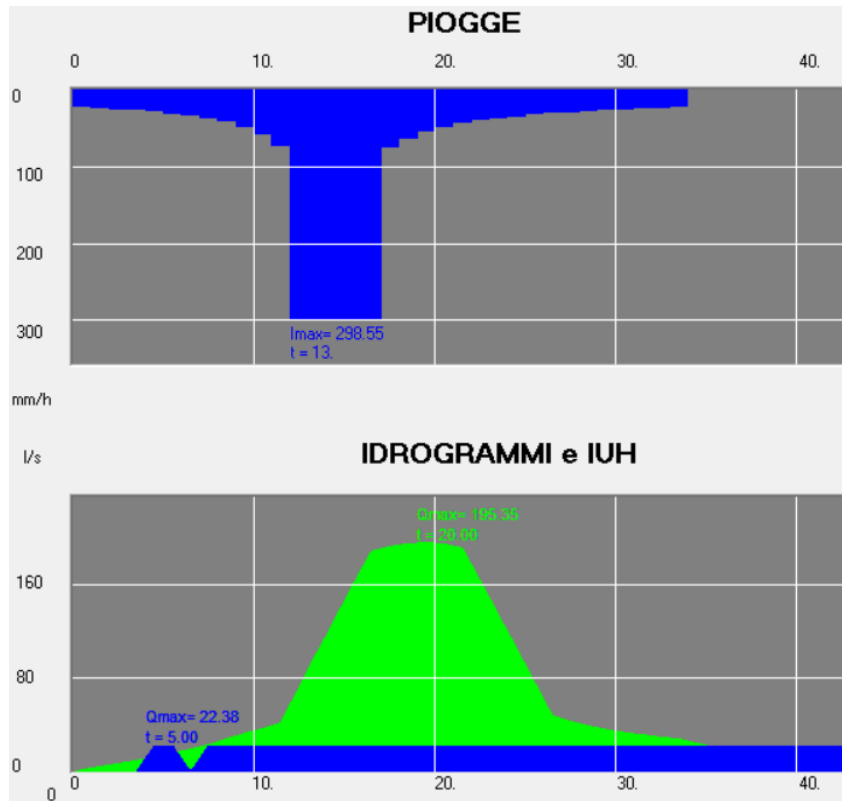


Figura 53 Ietogramma e idrogramma di progetto – Bacino afferente alla pista ciclopedonale – Tr100 anni

Relazione idraulica e di compatibilità idraulica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	IN1M	11	D 26 RI	ID 00 0 2 001	B	62 DI 113

Di seguito si riportano gli ietogrammi e gli idrogrammi di progetto relativo a un singolo fabbricato relativo a eventi meteorici con tempo di ritorno di 50 anni che 100 anni. Si evidenzia che entrambi i fabbricati avranno le stesse dimensioni.

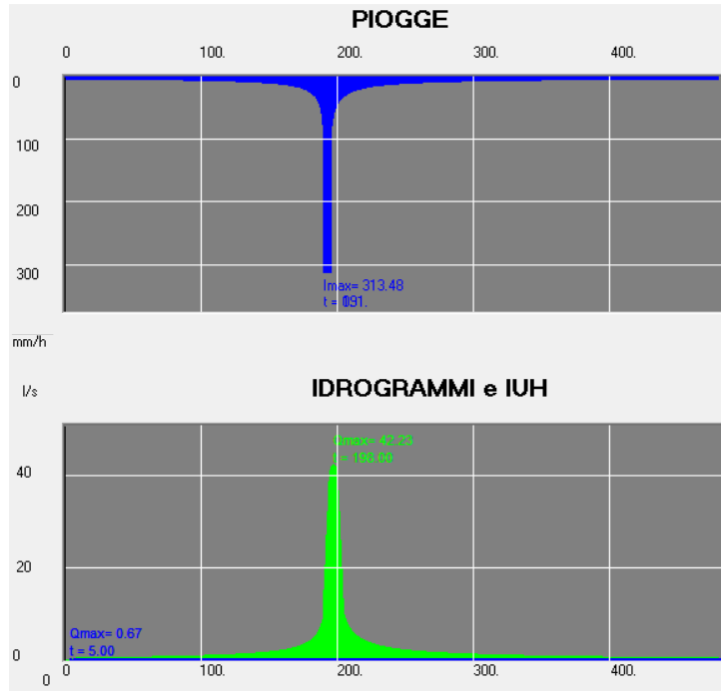


Figura 54 Ietogramma e idrogramma di progetto – Bacino afferente ai nuovi fabbricati – Tr100 anni

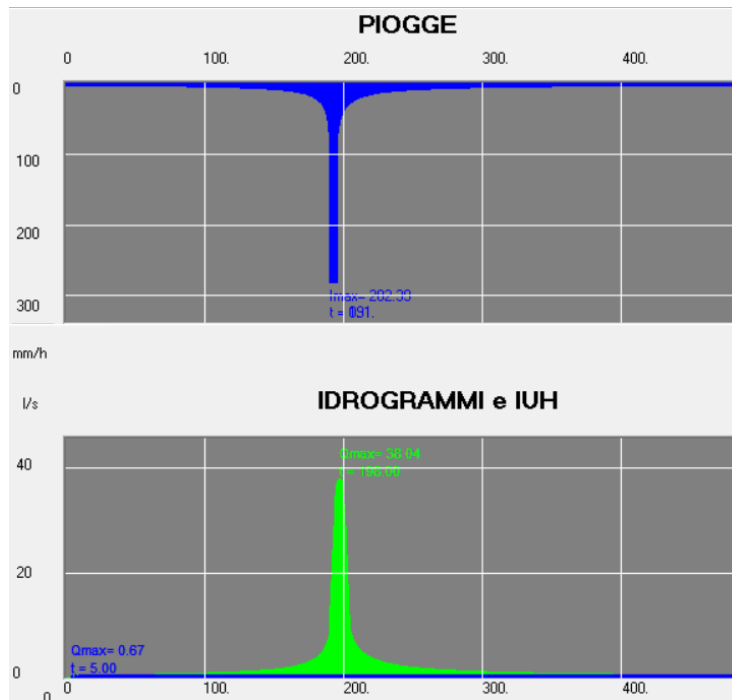


Figura 55 Ietogramma e idrogramma di progetto – Bacino afferente ai nuovi fabbricati – Tr50 anni

9 CRITERI DI PROGETTAZIONE RETE DI RACCOLTA E SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE

Nei prossimi paragrafi si espongono i criteri di calcolo generali seguiti per la progettazione delle opere preposte alla raccolta e smaltimento delle acque meteoriche di scorrimento superficiale.

9.1 Dimensionamenti rete acque meteoriche

L'impostazione idrologica ed i metodi di dimensionamento delle opere tengono conto delle prescrizioni del "Manuale di progettazione"; le relazioni proposte nel manuale di progettazione derivano dal **metodo dell'invaso** secondo l'impostazione data dal "Metodo italiano", nel quale si fa l'ipotesi che il funzionamento dei collettori sia autonomo e sincrono:

- **Autonomo:** significa che ogni condotto si riempie e si svuota per effetto delle caratteristiche idrologiche del bacino drenato trascurando quindi eventuali rigurgiti indotti dai rami che seguono a valle,
- **Sincrono:** significa che tutti i condotti si riempiono e si svuotano contemporaneamente.

Tali ipotesi di funzionamento non sono pienamente aderenti alla realtà nella quale invece si ha una propagazione dell'onda di piena da monte verso valle e quindi il volume W effettivamente invasato è minore di quello intero complessivo della rete.

Il calcolo delle portate è stato eseguito secondo il metodo del volume di invaso mediante la relazione:

$$u = 2520n \frac{(\varphi a)^{1/n}}{W^{n \frac{1}{n}-1}}$$

In cui:

- u coefficiente udometrico (l/s/ha)
- φ coefficiente di deflusso (-)
- W il volume specifico d'invaso (m)
- a, n coefficienti della curva di possibilità pluviometrica (con a espresso il m/hⁿ)

Il volume W è valutato secondo la seguente espressione:

$$W = \frac{0.005(A_p + A_s) + 0.003A_e + \sigma L}{A_p + A_r + A_e}$$

In cui:

- A_p denota l'area della piattaforma ferroviaria/stradale oppure del fabbricato (m²);
- A_s denota l'area della scarpata, del piazzale del fabbricato oppure dei fossi disperdenti (m²);
- A_e denota l'area esterna, ovvero l'area che per la morfologia del terreno si considera affluiscono al sistema di drenaggio di progetto (m²);
- L (m) e σ (m²), rispettivamente, rappresentano la lunghezza e la sezione idrica nel fosso/canaletta/tubazione per il grado di riempimento effettivo.

Relazione idraulica e di compatibilità idraulica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	IN1M	11	D 26 RI	ID 00 0 2 001	B	64 113

Per quanto attiene il coefficiente di deflusso, esso è stato assunto pari a 0.9 per le superfici di piattaforma, 1 per le superfici dei fabbricati, 0.7 per le superfici delle scarpate, dei fossi drenati e del piazzale dei fabbricati. Ricavato il coefficiente udometrico, la portata si ottiene come

$$Q = u(A_p + A_r + A_e)$$

Dove la superficie totale drenata $A = A_p + A_r + A_e$ è espressa in ettari e la portata Q in l/s.

La verifica dei fossi/canalette e tubazioni di progetto è stata eseguita nell'ipotesi di moto uniforme assumendo valida la legge di Gauckler-Stricker:

$$Q = A K_s R^{2/3} i^{1/2}$$

in cui si è indicato con

- Q la portata (m³/s)
- i la pendenza media dell'elemento di drenaggio (m/m);
- A la sezione idrica (m²);
- K_s il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler, assunto 67 m^{1/3}/s per gli elementi in cls, 85 m^{1/3}/s per le tubazioni in PVC e 40 m^{1/3}/s per gli elementi in terra (fossi);
- R il raggio idraulico pari al rapporto tra sezione idrica e perimetro bagnato (m).

In base alle relazioni di cui sopra, è possibile verificare le differenti opere idrauliche, tenendo conto dei seguenti vincoli di progetto:

- la velocità minima di moto uniforme non deve essere inferiore a 0.5 m/s, al fine di evitare il deposito di sedimenti sul fondo;
- la velocità massima non deve essere maggiore di 4 m/s, al fine di contenere i fenomeni di abrasione (Circolare n. 11633 del 07.01.1974 del Ministero dei Lavori Pubblici);
- il grado di riempimento, per le opere idrauliche connesse al drenaggio delle aree di progetto, deve essere non superiore al 70%, per evitare che la condotta possa andare in pressione; il grado di riempimento per le opere idrauliche deve essere non superiore al 50% per le condotte con DN minore di 500 mm.

9.2 Dimensionamenti opere disperdenti

Il dimensionamento dei fossi in terra a dispersione è stato eseguito confrontando le portate in arrivo al sistema con la capacità d'infiltrazione del terreno e con il volume di immagazzinamento disponibile. Tale confronto può essere espresso tramite l'equazione di continuità, che rappresenta il bilancio delle portate entranti e uscenti per il mezzo filtrante, di seguito riportata:

$$(Q_p - Q_f) \cdot \Delta t = \Delta W$$

In cui per semplicità viene trascurata l'evapotraspirazione e il deflusso in profondità.

I termini rappresentano:

- Q_p : portata influente [m³/s];

Relazione idraulica e di compatibilità idraulica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	IN1M	11	D 26 RI	ID 00 0 2 001	B	65 DI 113

- Q_f : portata infiltrata [m^3/s];
- Δt : intervallo di tempo;
- ΔW : variazione del volume invasato nel mezzo filtrante, nell'intervallo Δt .

Per le infrastrutture ferroviari il dimensionamento è stato considerato un tempo di ritorno di 100anni, in accordo al manuale di progettazione RFI DTC SI CS MA IFS 001 E.

Per quanto riguarda la viabilità, è stata fatta una differenziazione in funzione del recapito finale. Per la viabilità NV01 è previsto che le acque della viabilità e della ferroviaria siano recapitate nel medesimo fosso, per la non disponibilità di spazio sufficiente a prevedere due fossi distinti. In questo caso il dimensionamento è stato effettuato considerando un tempo di ritorno di 100 anni.

Nei casi di dimensionamento con Tr100anni il franco di sicurezza adoperato sul massimo riempimento è stato pari al 30%. Ovvero si prevede che il massimo invaso non ecceda il 70% della capienza massima dell'opera.

Non sono previsti elementi disperdenti a servizio dei fabbricati.

Definiti i parametri pluviometrici "a" e "n" sulla base dei tempi di ritorno di progetto (cfr. relazione idrologica IN1M11D26RHID0001001B paragrafo "4.5 Valori adottati"), è possibile stimare la portata influente secondo la seguente equazione:

$$Q_p = \varphi * h * S$$

Dove:

- φ è il coefficiente di afflusso
- h l'altezza di precipitazione (mm/h) corrispondente ad una durata della precipitazione pari al tempo di corrivazione t_c ;
- S la superficie del bacino drenato a monte del sistema di invaso.

Tale teoria è valida nel l'ipotesi semplificativa che inizi la dispersione contestualmente all'inizio dell'evento piovoso.

La capacità di infiltrazione può essere stimata in prima approssimazione con la legge di Darcy:

$$Q_f = K \cdot J \cdot A$$

con:

- Q_f : portata d'infiltrazione [m^3/s];
- K : coefficiente di permeabilità del suolo (conducibilità idraulica) [m/s];
- J : cadente piezometrica [m/m];

Relazione idraulica e di compatibilità idraulica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	IN1M	11	D 26 RI	ID 00 0 2 001	B	66 DI 113

- A: superficie di infiltrazione [m²].
- la cadente piezometrica J può essere posta pari a 1 qualora la superficie della falda sia convenientemente al di sotto del fondo disperdente.

Il valore della conducibilità idraulica è stato assunto pari a 0.00004 m/s. Tale valore è stato stimato sulla base dei sondaggi effettuati sul luogo (v. paragrafo 3.3). Al fine di tener conto della possibilità che gli strati del terreno si trovino in condizioni insature, è stato considerato opportuno ridurre del 50% il valore di permeabilità sopra riportato.

Relazione idraulica e di compatibilità idraulica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
		IN1M	11	D 26 RI	ID 00 0 2 001	B

10 RETE DI RACCOLTA E SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE ZONA TRONCHINO

10.1 Rete di raccolta e smaltimento dello stato di fatto

Le acque meteoriche intercettate alla progressiva 13+828km, rispetto alla tratta A.C. Milano – Verona, vengono convogliate tramite canalette in cls alle progressive 13+515km e 13+445km, dove tramite tubazioni interrate DE1280 scaricano nel fosso ID4.

La rete di drenaggio attraversa perpendicolarmente gli assi ferroviari nelle progressive 13+740km e 13+640km. In questi tratti le canalette sono in comunicazione tramite tubazioni interrate in PEAD.

La dispersione delle acque pluviali avviene mediante fossi in terra, coadiuvati da pozzi disperdenti, in quanto fossi di grandi dimensioni non erano compatibili con i vincoli connessi all'ampiezza degli espropri. Sul fondo dei fossi è anche previsto un ulteriore strato drenante di forma quadrata e di altezza 50cm.

I pozzi disperdenti consistono in pali in ghiaia con una profondità di 6 m e sono rivestiti da tubi in PEAD fessurati a doppia parete con funzione drenante.

Di seguito si riporta una schematizzazione del sistema disperdente.

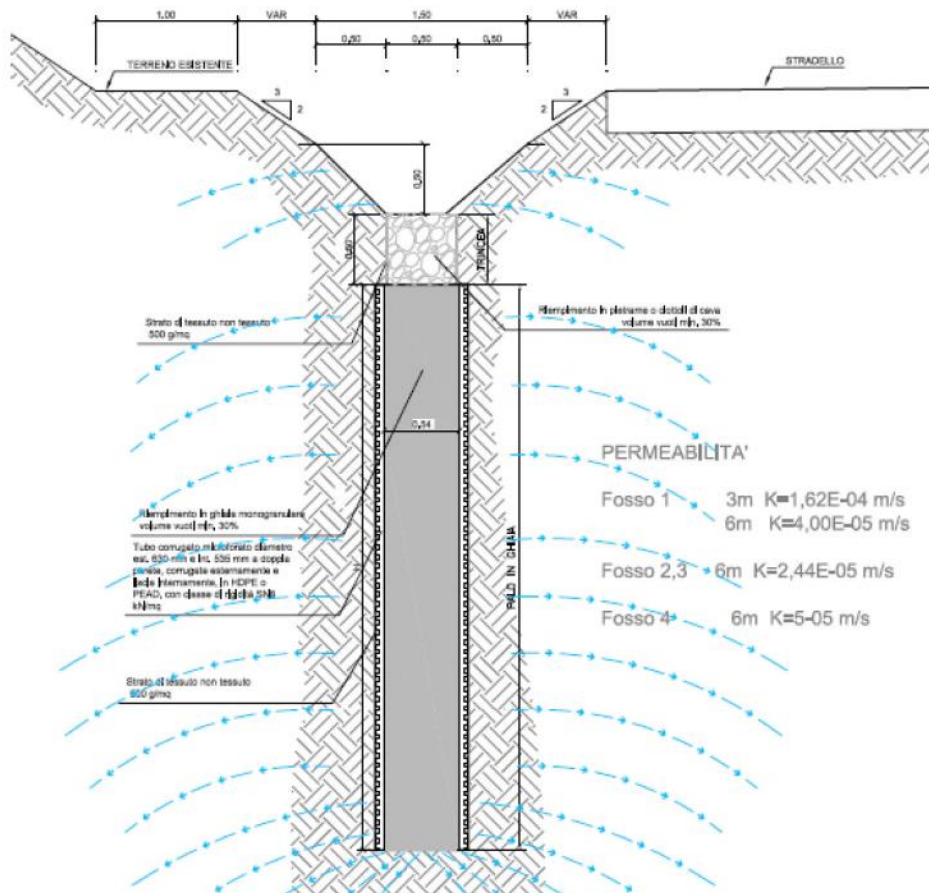


Figura 56 Tipologico sistema disperdente – Fonte: Variante idraulica Roncadelle – WBS RI35 – Dimensionamento del sistema disperdente IN0101VZZRIRI3503.001D

Relazione idraulica e di compatibilità idraulica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	IN1M	11	D 26 RI	ID 00 0 2 001	B	68 DI 113

La stima della portata infiltrata nel sottosuolo è stata effettuata sulla base dell'interpretazione delle carte geologiche e in seguito alle prove LeFranc.

Le prove sono state eseguite alla progressiva 13+120 e 13+360km.

Di seguito si riepilogano i valori di permeabilità ottenuti a due livelli di profondità:

Tabella 6 Valori di permeabilità – Fonte Relazione idraulica IN01.01.V.ZZ.RI.RI3503.001_D

Progressiva Pk (km)	Profondità dal pc (m)	K (m/s)
13+120	2.3	$1.62 \cdot 10^{-4}$
	5.2	$4.0 \cdot 10^{-5}$
13+360	1.5	$7.58 \cdot 10^{-7}$
	6.1	$2.44 \cdot 10^{-5}$

Il tratto oggetto di studio interessa il fosso 4, la cui permeabilità è stata stimata sulla base delle carte geologiche.

Di seguito si riporta uno stralcio della planimetria dello stato attuale, le principali caratteristiche geometriche del tratto interessato dalle modifiche e i particolari delle tubazioni di scarico verso il fosso di infiltrazione.

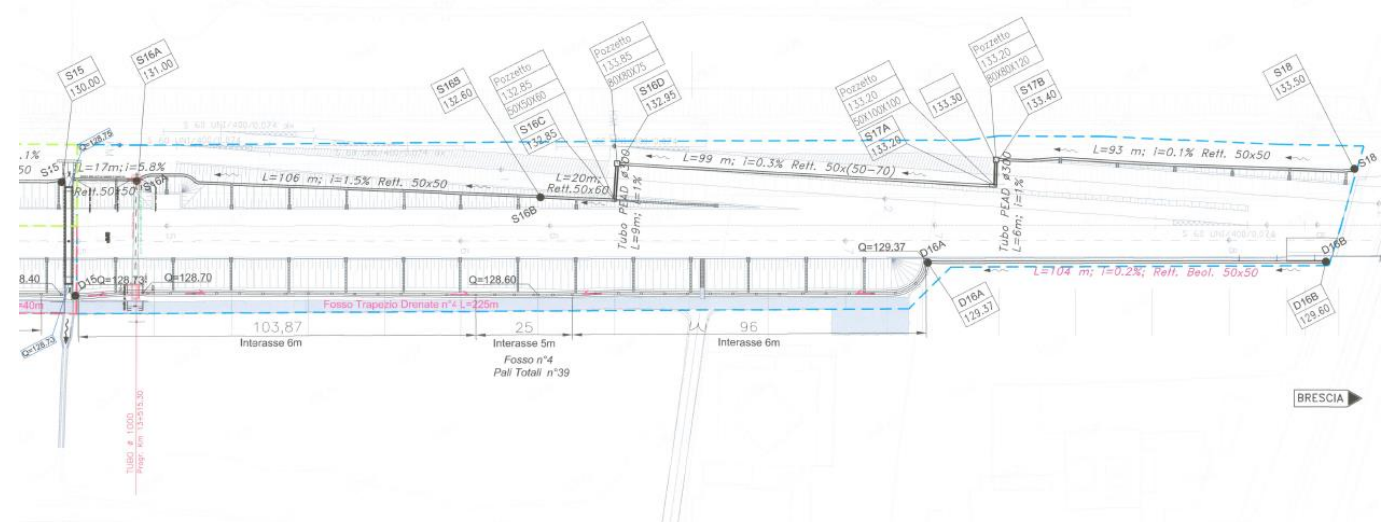


Figura 57 Stralcio sistema di drenaggio attuale – Fonte: Planimetria idraulica IN0101VZZP8RI3503001D

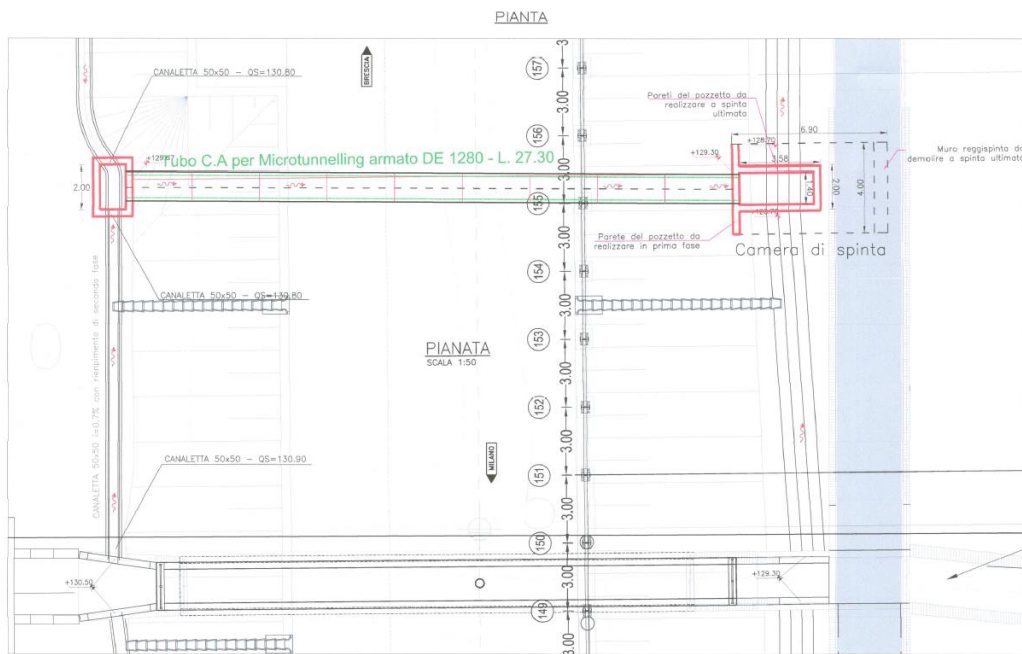
Tabella 7 Dati rete di drenaggio attuale – Fonte Allegato 1 Relazione idraulica IN0101CZZRIRI3503001A

Nodo iniz.	Nodo fin.	Q iniz. (m)	Q. fin. (m)	L (m)	i med (m/m)	Tip. Sez.	B (m)	H (m)	Q (l/s)
S18	S17B	133.5	133.4	93	0.001	Canaletta	0.5	0.5	48.81
S17B	S17A	133.3	133.2	6	0.017	Tubazione	0.15	0.3	48.81
S17A	S16D	133.2	132.95	99	0.003	Canaletta	0.5	0.5	74.21
S16D	S16C	132.95	132.85	9	0.011	Tubazione	0.15	0.3	74.21
S16C	S16B	132.85	132.6	20	0.013	Canaletta	0.5	0.6	87.35
S16B	S16A	132.6	131	106	0.015	Canaletta	0.5	0.5	186.37
S16A	S15	131	130	17	0.059	Canaletta	0.5	0.5	205.54

Tabella 8 Dati di dimensionamento del fosso F4 – Fonte relazione idraulica IN01.01.V.ZZ.RI.RI3503.001_D

PORTATE PER TPIOGGIA		ANDAMENTO NEL TEMPO DELLE PORTATE AFFERENTI E DI INFILTRAZIONE																
QAFFERENTE	Transitorio	VERIFICA RIEMPIMENTO NEL TRANSITORIO													COEFF. DI AFFLUSSO			
40,00	5,00	min	NON VERIFICA													0,75		
0,27		m3/s	H tirante,5mir 0,3277609 m															
		min																
TEMPO PIOGGIA	PORTATA AFFERENTE	VOLUME	VOL ENTRANTE	BASE FOSSE	LUNGHEZZA FOSSE	PERM.	PORTATA FILTRATA	VOLUME USCENTE	VOLUME TOTALE USCENTE	PORTATA INVASATA	VOLUME TOTALE VASCA	TIRANTE IDRICO						
t	QAFF	V	Ve	B	L	K	QF	V/u	V/tot,u	DQ	Wtot	h=W/BL						
min	m3/s	l/s	m3	m	m	m/s	m3/s	/s	mc	mc	m3/s	l/s	m3	m				
0	0,0000	0,00																
1	0,04114386	41,14	2,47	2,47	0,5	225	1,00E-05	0,000	0,00	0,000	0,000	0,041	41,14	2,469	0,02			
2	0,082	82,29	7,41	4,94	0,5	225	0,00001	0,000	0,00	0,000	0,000	0,082	82,29	7,406	0,07			
3	0,123	123,43	14,81	7,41	0,5	225	0,00001	0,000	0,00	0,000	0,000	0,123	123,43	14,812	0,13			
4	0,165	164,58	24,69	9,87	0,5	225	0,00001	0,000	0,00	0,000	0,000	0,165	164,58	24,686	0,22			
5	0,206	205,72	37,03	12,34	0,5	225	0,00001	0,003	2,61	0,782	0,782	0,203	203,11	36,873	0,33			
6	0,206	205,72	49,37	12,34	0,5	225	0,00001	0,006	5,94	2,140	2,922	0,200	199,78	48,860	0,43			

Di seguito si riportano stralci del collegamento del sistema di attraversamento con il fosso ID4.



PROGR. 13+515,30

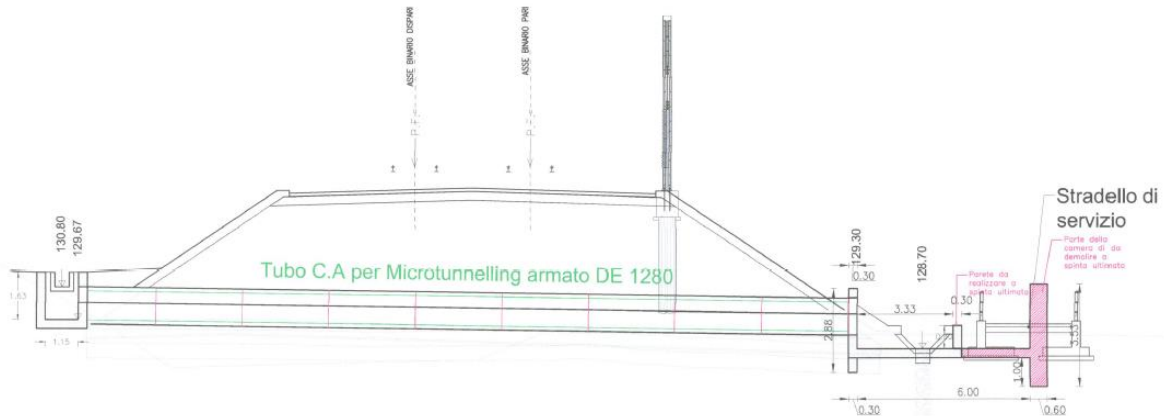
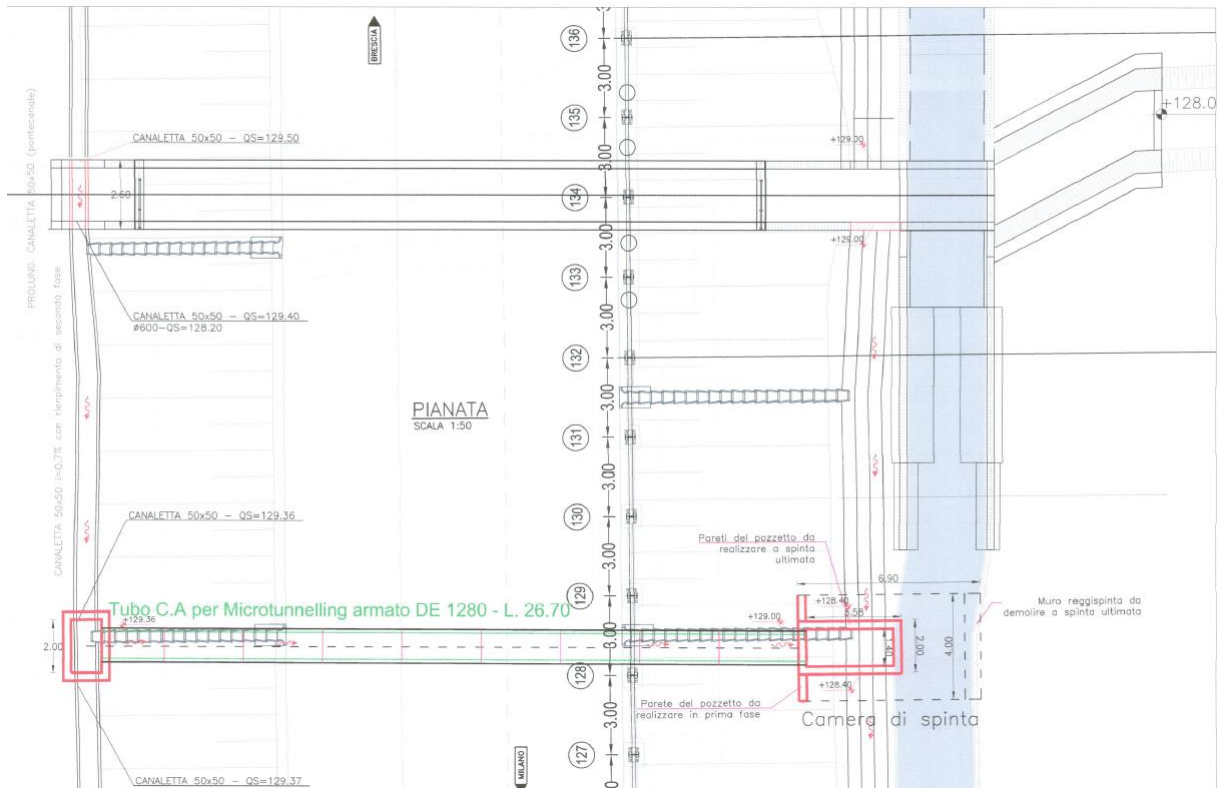


Figura 58 Stralcio sistema di drenaggio attuale – Particolare tubazione di scarico Progr.13+515,30 – Fonte IN01.0.1.V.ZZ.BA.RI.35.0.3.003_D



PROGR. 13+445,00

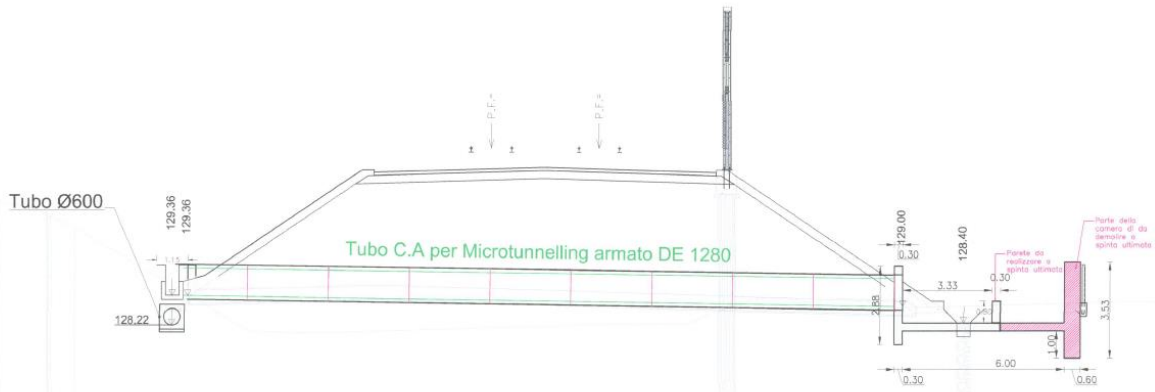


Figura 59 Stralcio sistema di drenaggio attuale – Particolare tubazione di scarico Progr.13+445,00 – Fonte IN01.0.1.V.ZZ.BA.RI.35.0.3.002_C

Si riportano a seguire le fotografie scattate in sede di sopralluogo nella zona Tronchino indipendenza.

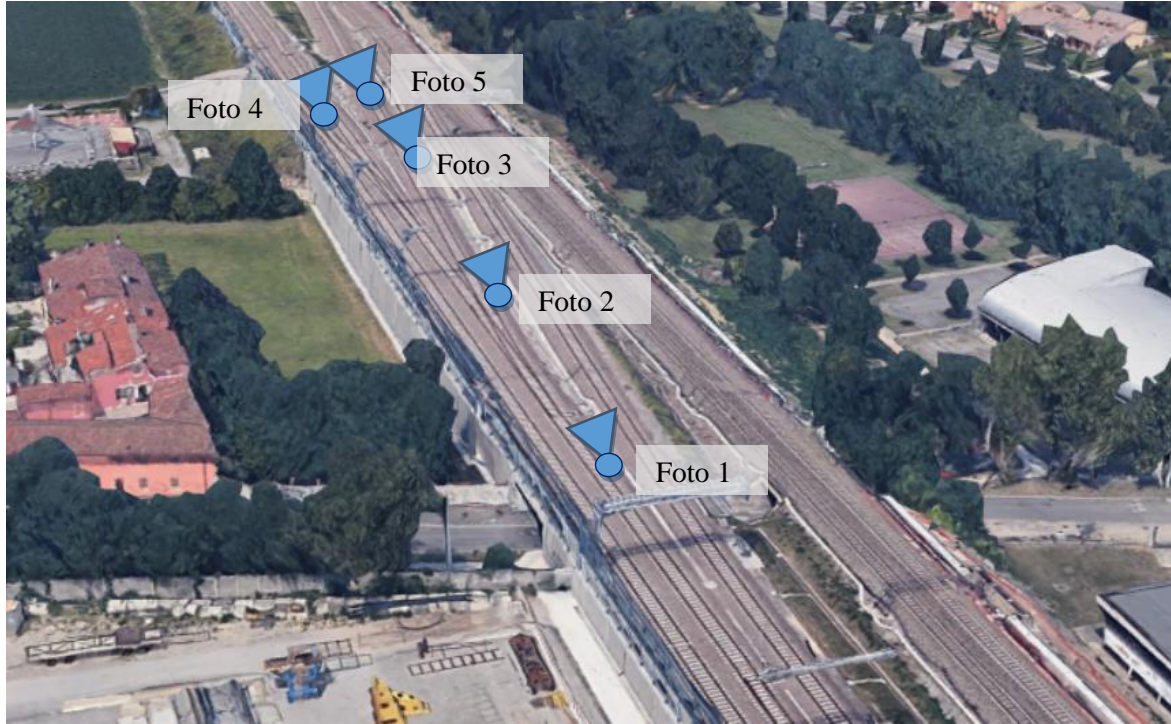


Figura 60 Coni visivi fotografie – Zona Tronchino



Figura 61 Fotografia 1 – Canalette di raccolta acque meteoriche



Figura 62 Fotografia 2 – Attraversamento canalette verso i fossi di guardia nel tratto esterno



Figura 63 Fotografia 3 – Canalette di raccolta acque meteoriche



Figura 64 Fotografia 4 – Embrici



Figura 65 Fotografia 5 – Canaletta di raccolta acque meteoriche

10.2 Rete di raccolta e smaltimento dello stato di progetto

Il progetto prevede l'adeguamento, in funzione delle opere di progetto, del sistema di drenaggio delle acque meteoriche afferenti alla sede ferroviaria per un tratto di circa 60 m nelle progressive A.C. Milano - Verona dal km 13+620 al km 13+680.

Il recapito finale del tratto oggetto di adeguamento è rappresentato dal fosso 4.

L'immagine seguente mostra l'area del bacino affluente alla rete di drenaggio oggetto di adeguamento, la quale si estende per circa 6000mq. Nella medesima immagine sono indicati il fosso ricettore (in verde) e il tratto oggetto di adeguamento (in blu).

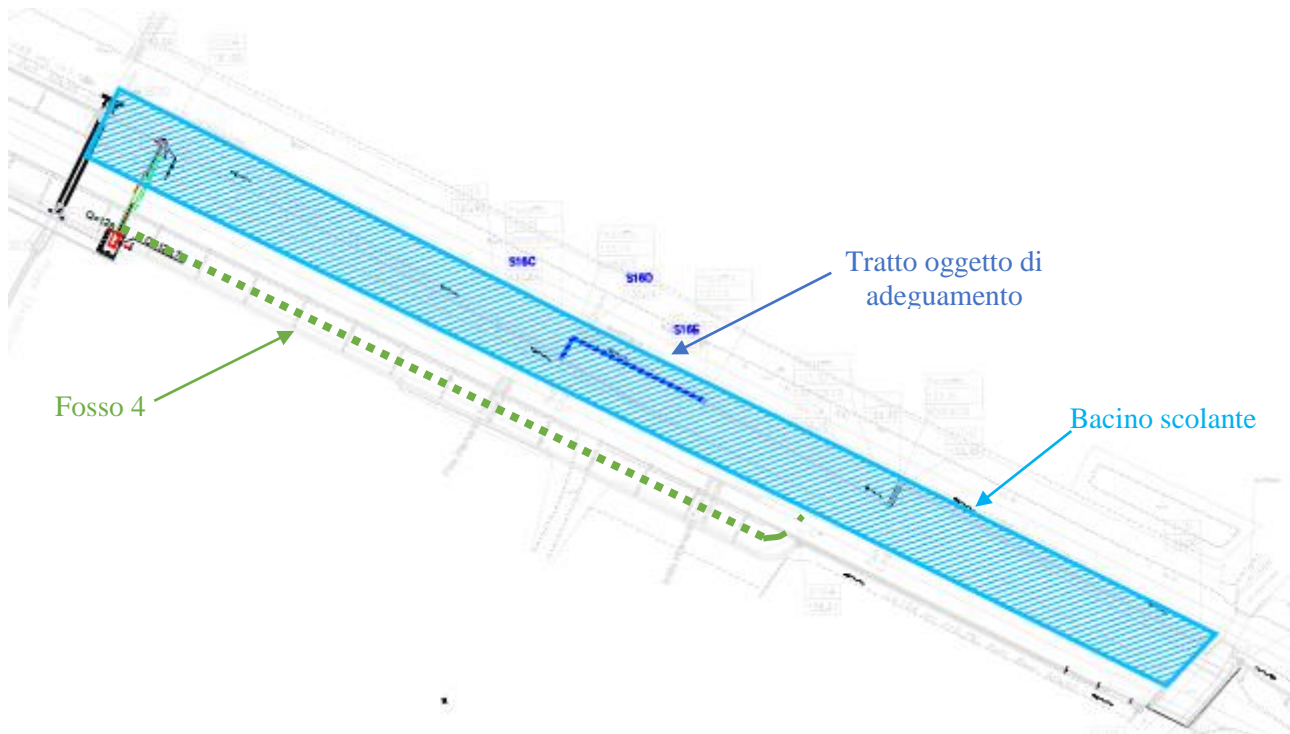


Figura 66 Bacino scolante alla rete di drenaggio oggetto di adeguamento

Gli interventi sul sistema di drenaggio consistono in:

- Adeguamento della pendenza del tratto di canaletta dalla progressiva 13+740km alla progressiva 16+680km. Si prevede un rialzo del fondo del pozzetto di 14cm.
- Inserimento di un pozzetto alla progressiva 13+680km. In corrispondenza del pozzetto di progetto le acque convogliate dalla canaletta saranno inviate verso lo scarico a valle tramite una tubazione SN8 in PVC De315mm con controtubo di protezione. Il controtubo sarà posato in opera, con uno spessore minimo di 15cm;
- Eliminazione dell'attuale pozzetto esistente nella progressiva 13+640km in quanto interferente con il tracciato del tronchino di progetto. Verrà, nella medesima progressiva, realizzato un pozzetto gettato in opera. L'opera consiste in un muro di sostegno del ballasta dal binario Mella in cui è incorporato il pozzetto. Dal pozzetto di progetto le acque saranno convogliate verso valle ad una tubazione in PVC SN8 De315mm con controtubo di protezione. Il controtubo sarà posato in opera, con uno spessore minimo di 15cm;
- Si prevede l'adeguamento delle canalette dalla progressiva 13+640km alla progressiva 13+620km. La quota di fondo del pozzetto S16C sarà 132.64m slm, con conseguente pendenza del tratto pari a 0.2%.

Relazione idraulica e di compatibilità idraulica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
		IN1M	11	D 26 RI	ID 00 0 2 001	B

Nell'immagine seguente si mostra in rosso l'ubicazione degli armamenti in costruzione e in blu le nuove opere della rete di drenaggio di progetto. Per maggiori dettagli si rimanda alla planimetria di progetto.

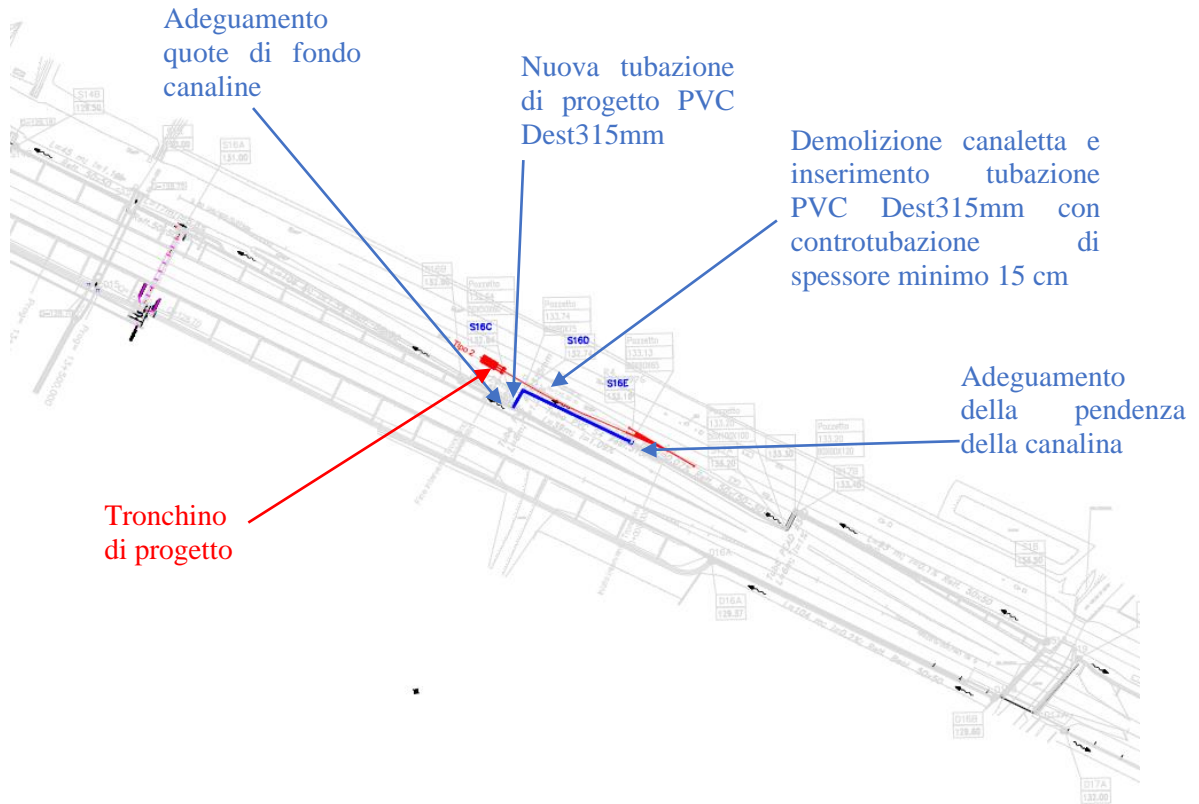


Figura 67 Ubicazione su planimetria del tratto della rete di drenaggio oggetto di adeguamento

A seguire alcune sezioni rappresentative delle opere interessate dall'adeguamento del sistema di drenaggio.

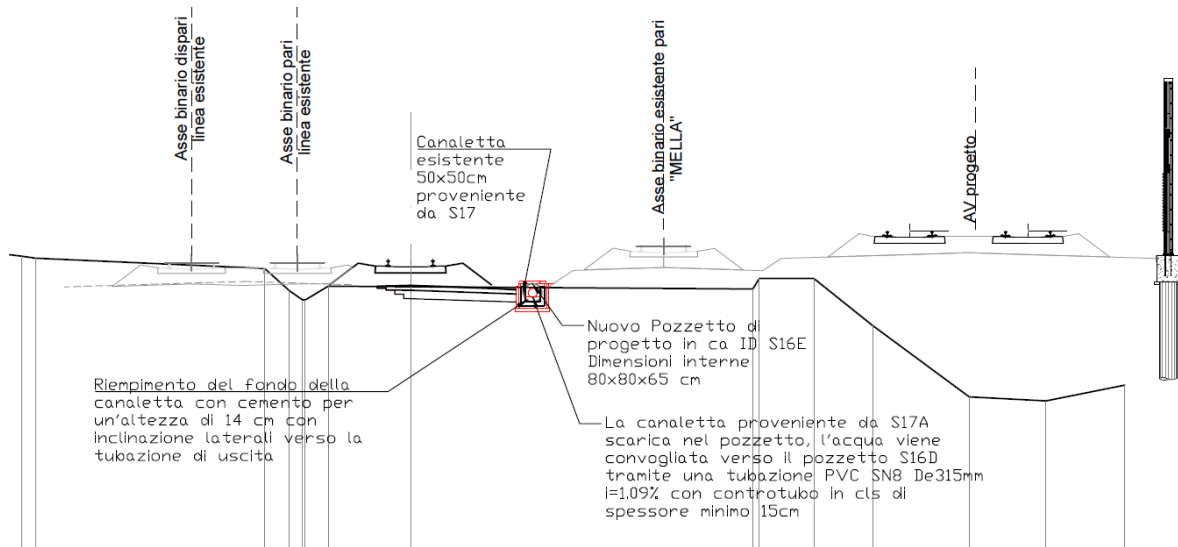


Figura 68 Stralcio sezioni nodo di calcolo tra punto di calcolo S16E

DIST.PROG.: 10,00
QT. PROGETTO: 134,313
DIST.PREC.: 10,00
DIST.SUCC.: 20,00

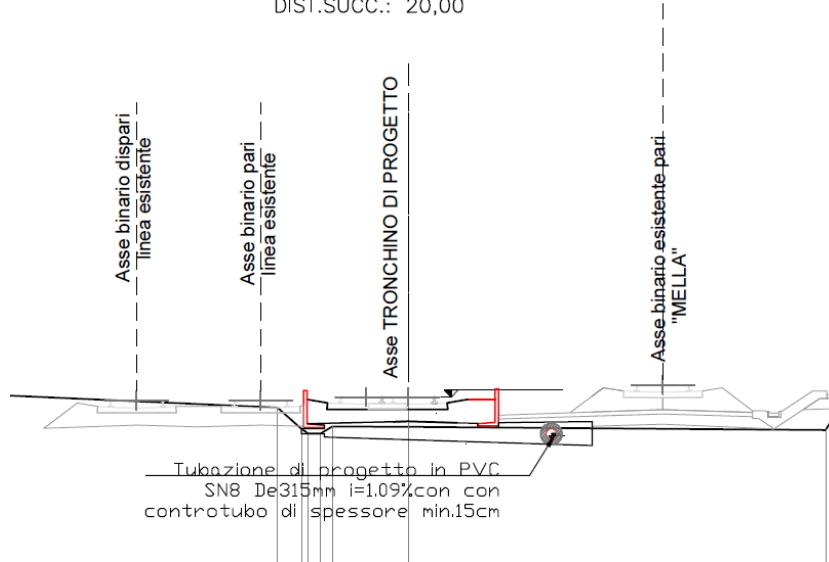


Figura 69 Stralcio sezioni nodo di calcolo tra punto di calcolo S16E e S16D

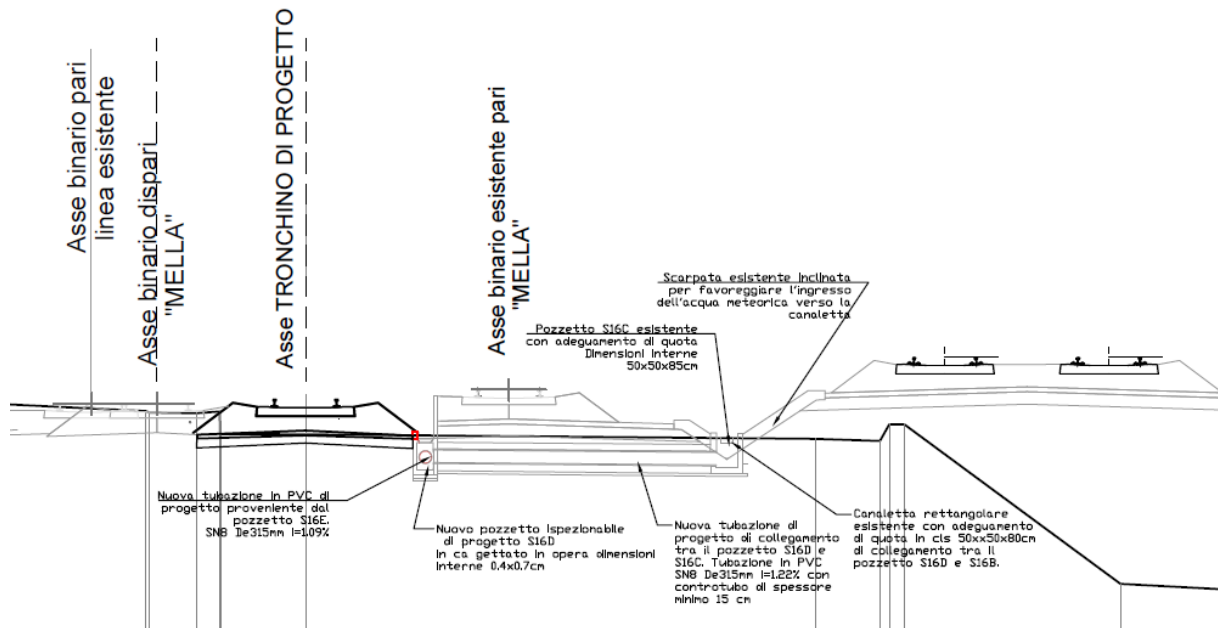


Figura 70 tralcio sezioni nodo di calcolo S16D e S16E

10.3 Verifica opere idrauliche

Il dimensionamento dei collettori è riportato nella tabella seguente, in cui sono presenti i seguenti parametri:

- Ni, Punto di calcolo monte
- Ni+1, Punto di calcolo di valle

Relazione idraulica e di compatibilità idraulica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	IN1M	11	D 26 RI	ID 00 0 2 001	B	76 DI 113

- Zfi, quota di fondo di monte (m slm)
- Zfi+1, quota di fondo di valle (m slm)
- L, lunghezza del tratto
- Imed, pendenza media (m/m)
- Tipologico: R_50 canaletta in cls di altezza 50 cm, PVC_SN8_315 tubazioni in PVC SN8 di diametro esterno 315mm;
- Ks, coefficiente di Strickler ($\text{mm}^{1/3}\text{s}^{-1}$)
- Diam/B, diametro interno in caso di tubazioni o base interna in caso di canalette (m)
- Diam/H, diametro interno in caso di tubazioni o altezza interna in caso di canalette (m)
- Ab, area bagnata (mq)
- Cb, contorno bagnato (m)
- Ri, raggio idraulico (m)
- Q, portata di transito nel ramo (l/s)
- Sp, superficie di piattariforma (mq)
- Ss, superficie di scarpata (mq)
- Se, superfici esterna (mq)
- Φ_p , coefficiente di deflusso fissato per le superfici di piattariforma (-)
- Φ_s , coefficiente di deflusso fissato per le superfici di scarpata (-)
- Φ_e , coefficiente di deflusso fissato per le superfici esterne (-)
- Φ , coefficiente di deflusso medio ponderale (-)
- Wp, volume invasato nelle superfici di piattariforma (mc)
- Ws, volume invasato nelle superfici di scarpate (mc)
- We, volume invasato nelle superfici esterne (mc)
- a, coefficiente della curva di possibilità pluviometrica (m/h^n)
- n, coefficiente della curva di possibilità pluviometrica (-)
- u, coefficiente udometrico ($\text{l}/\text{s}\cdot\text{ha}$)
- Qa, portata di pioggia meteorica affluente al tratto (l/s)
- G.R. grado di riempimento (%)
- V, velocità (m/s)
- Fr, numero di Freud

Di seguito le principali assunzioni progettuali:

- Riempimento massimo dei vari tratti pari a 70%
- La velocità minima di moto uniforme non inferiore a 0,5 m/s, al fine di evitare il deposito di sedimenti sul fondo;
- La velocità massima di moto uniforme non superiore di 4 m/s al fine di contenere i fenomeni di abrasione (Circolare n. 11633 del 07.01.1974 del Ministero dei Lavori Pubblici).

DATI RETE						COLLETTORE									
N _i	N _{i+1}	z _{fi}	z _{fi+1}	L	i _{med}	Tipologico	K _s	Diam/B	Diam/H	Tirante	A _b	C _b	L _b	R _i	Q
IDN	IDN	[m slm]	[m slm]	[m]	[m/m]		[mm ^{1/3} s ⁻¹]	[m]	[m]	[m]	[m ²]	[m]	[m]	[m]	[l/s]
S18	S17B	133.50	133.40	93	0.11%	R 50	67	0.500	0.500	0.198	0.099	0.897	0.500	0.111	50.189
S17B	S17A	133.30	133.20	6	1.67%	PVC SN8 315	85	0.2996	0.2996	0.125	0.028	0.421	0.296	0.066	50.190
S17A	S16E	133.20	133.16	60	0.07%	R 50	67	0.500	0.350	0.279	0.140	1.058	0.500	0.132	62.353
S16E	S16D	133.16	132.74	39	1.09%	PVC SN8 315	85	0.2996	0.2996	0.210	0.053	0.595	0.274	0.089	93.405
S16D	S16C	132.74	132.64	8	1.22%	PVC SN8 315	85	0.2996	0.2996	0.202	0.050	0.577	0.281	0.088	93.405
S16C	S16B	132.64	132.60	20	0.20%	R 50	67	0.500	0.500	0.298	0.149	1.097	0.500	0.136	118.198
S16B	S16A	132.60	131.00	106	1.51%	R 50	67	0.500	0.500	0.220	0.110	0.940	0.500	0.117	216.452
S16A	S15	131.00	130.00	17	5.88%	R 50	67	0.500	0.500	0.143	0.072	0.787	0.500	0.091	236.049

DATI RETE		SUPERFICI DRENATE							INVASO								VERIFICHE			
N _i	N _{i+1}	S _p	S _s	S _e	Φ _p	Φ _s	Φ _e	Φ	W _p	W _s	W _e	W _c	w	a	n	u	Q _a	G.R.	V	Fr
IDN	IDN	[m ²]	[m ²]	[m ²]					[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m]	[m/h'n]		[l/s'ha]	[l/s]	[%]	[m/s]	
S18	S17B	1153.2	279	0	0.9	0.9	0.4	0.900	5.766	1.395	0.000	9.221	0.011	0.062	0.464	350.43	50.19	40%	0.506	0.363
S17B	S17A	0.01	0	1	0.9	0.9	0.4	0.405	0.000	0.000	0.003	0.168	0.169	0.062	0.464	2.80	50.19	42%	1.797	1.867
S17A	S16E	613.8	0	1	0.9	0.9	0.4	0.900	3.069	0.000	0.002	8.438	0.019	0.062	0.464	198.00	62.35	56%	0.447	0.270
S16E	S16D	613.8	0	1	0.9	0.9	0.4	0.900	3.069	0.000	0.002	2.042	0.008	0.062	0.464	505.49	93.40	70%	1.765	1.283
S16D	S16C	0.01	0	1	0.9	0.9	0.4	0.405	0.000	0.000	0.003	0.414	0.413	0.062	0.464	1.00	93.41	67%	1.851	1.394
S16C	S16B	248	354	1	0.9	0.9	0.4	0.899	1.240	1.770	0.003	2.983	0.010	0.062	0.464	411.15	118.20	60%	0.792	0.463
S16B	S16A	1314.4	1060	1	0.9	0.9	0.4	0.900	6.572	5.300	0.003	11.653	0.010	0.062	0.464	413.63	216.45	44%	1.969	1.341
S16A	S15	210.8	170	0	0.9	0.9	0.4	0.900	1.054	0.850	0.000	1.219	0.008	0.062	0.464	514.61	236.05	29%	3.291	2.774

Figura 71 Verifiche sistema di drenaggio – in azzurro le variazioni rispetto allo stato attuale – Dati pluviometrici ARPA

11 RETE DI RACCOLTA E SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE ZONA BRESCIA SCALO

Nei prossimi paragrafi verranno esposte le soluzioni progettuali previste per la regimentazione delle acque meteoriche incidenti sulle aree di progetto destinate alle infrastrutture nella zona Brescia Scalo, ovvero inerenti alla realizzazione delle due viabilità e alle aste di 750 e 350m.

11.1 Rete di raccolta e smaltimento dello stato di fatto

Allo stato di fatto le acque incidenti le superfici destinate alla realizzazione della nuova asta di 750m e delle due viabilità non sono regimentate da un sistema di drenaggio individuato. Si assume che attualmente le acque, quindi, vengono infiltrate nel terreno oppure raggiungono la canaletta della Roggia Fiumicella.

Per quanto riguarda invece l'asta di 350m, è stata identificata l'attuale rete di drenaggio sulla base degli elaborati allegati al progetto "Linea A.V./A.C. Milano – Venezia tratta A.C. Milano – Verona ingresso urbano dell'interconnessione di Brescia Ovest". Di seguito l'elenco dei principali documenti analizzati:

- IN01-01-C-ZZ-P8-RI3703-001_B: RI37 - Rilevato dal km 14+265,45 al km 14+734,71 – Planimetria idraulica
- IN01-01-C-ZZ-RI-RI3703-001_A: RI37 - Rilevato dal km 14+265,45 al km 14+734,71 Relazione idraulica.

Lo schema di drenaggio è caratterizzato da una rete di canalette in cls, le quali raccolgono le acque incidenti sulle linee dell'AV e le inviano al fosso in terra. Il fosso indirizza le acque a un pozzetto, da cui vengono scaricate nel Fiume Mella tramite una tubazione DN600mm.

Rimandando alle planimetrie del progetto esecutivo di dettaglio per una visione più ampia e completa del sistema di drenaggio esistente, si riporta in questa sede un estratto planimetrico caratteristico del dato preso a base della progettazione.

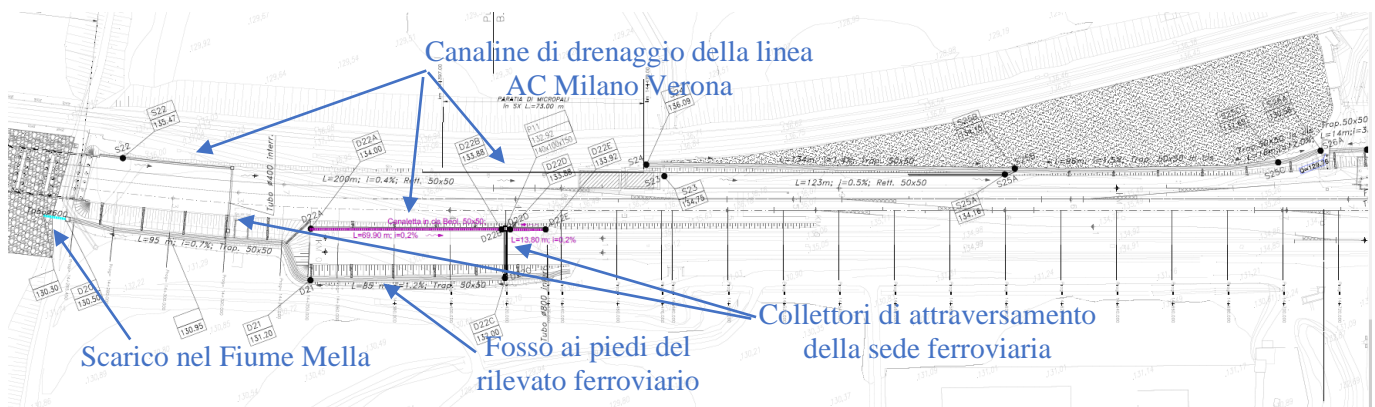


Figura 72 Sistema di drenaggio esistente Area Asta 350m – Fonte: IN01-01-C-ZZ-P8-RI3703-001_B: RI37 - Rilevato dal km 14+265,45 al km 14+734,71 – Planimetria idraulica

Di seguito alcune sezioni di maggior rilievo:

Nodo iniz.	Nodo fin.	L (m)	i med (m/m)	Tip. Sez.	B (m)	H (m)	Q (l/s)	L fosso (m)	Sup. Piatt. (mq)	Sup. Ril. (mq)	Sup. Est. (mq)	Wp piatt. (mc)	Wp ril. (mc)	Wp est. (mc)	Wp canaletta (mc)	W tot (mc)	w (m)	ϕ	a (m/h ² n)	n	u (l/s/ha)
S22	S23	200	0.004	R	0.5	0.5	86.17	200	2300	400	0	27.81	4.84	0.00	19.14132	51.78	0.01	0.90	0.059	0.48	319.1423
S23	S25A	123	0.005	R	0.5	0.5	127.59	123	1414.5	123	0	19.99	1.74	0.00	14.0449	35.78	0.01	0.90	0.059	0.48	269.4254
D22A	D22B	85	0.002	R	0.5	0.5	46.93	85	1232.5	0	0	12.66	0.00	0.00	6.49719	19.16	0.01	0.90	0.059	0.48	380.7584
D23A	D23B	84	0.001	C	0.25	0.5	50.79	84	1394.4	84	0	15.75	0.95	0.00	9.305507	26.00	0.01	0.90	0.059	0.48	343.5506
D22C	D21	85	0.012	T	0.5	0.5	190.74	85	1105	510	2550	8.35	3.85	19.27	15.74628	47.22	0.01	0.59	0.059	0.48	223.3372
D21	D20	95	0.007	T	0.5	0.5	260.83	95	779	760	2850	7.55	7.36	27.61	26.27577	68.80	0.01	0.58	0.059	0.48	159.7032

Figura 75 Verifiche idrauliche sistema di drenaggio interessato dall'asta di progetto – Fonte: estratto dall'allegato 1- verifica fossi e canalette della relazione idraulica IN01-01-C-ZZ-RI-RI3703-001_A - RI37 - Rilevato dal km 14+265,45 al km 14+734,71

Di seguito si riportano le fotografie scattate al sistema di drenaggio durante il sopralluogo del 10 giugno.

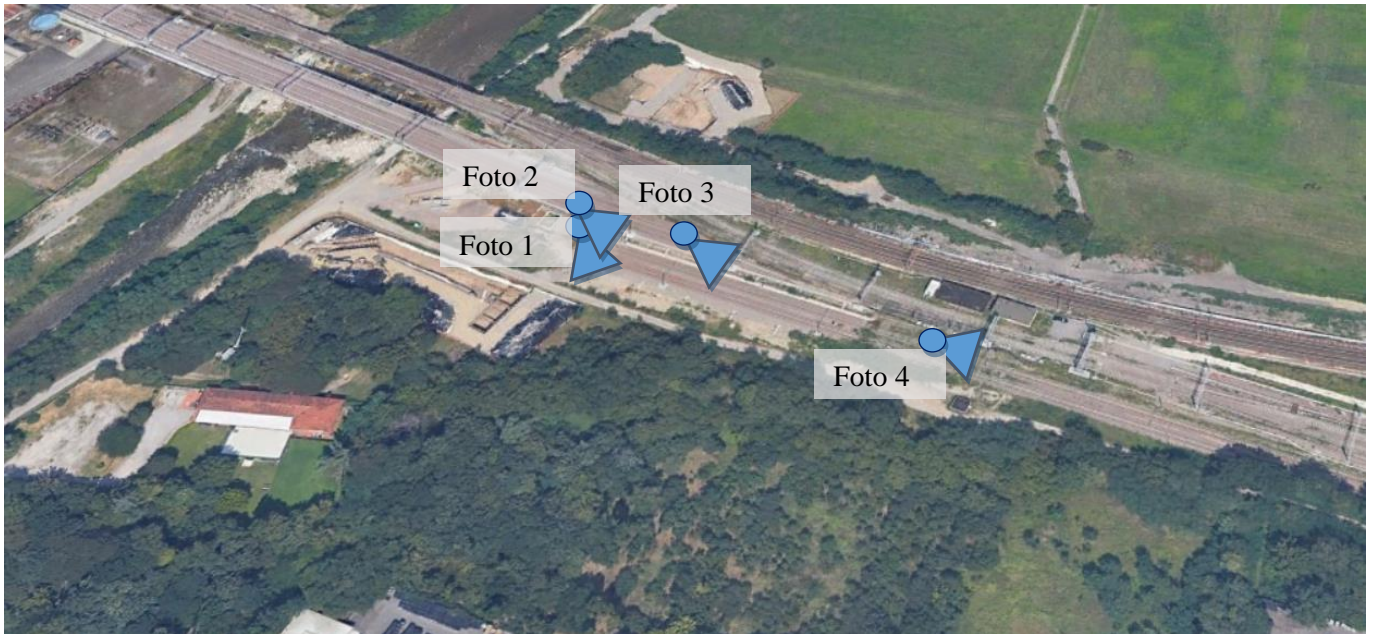


Figura 76 Coni visivi fotografie – Zona Brescia Scalo



Figura 77 Foto1 Embrice di scarico delle acque nel fosso di drenaggio ai piedi del rilievo



Figura 78 Foto 2 Canaletta di drenaggi a servizio della linea AV Milano - Venezia



Figura 79 Foto3 Embrice di scolo in una tubazione a u. La canaletta e la tubazione scaricano in un pozzetto e successivamente saranno scaricate nel fosso oltre le linee ferroviarie



Figura 80 Foto4 canaletta di drenaggio a servizio della linea AV Milano Venezia

11.2 Rete di raccolta e smaltimento dello stato di progetto

L'asta di 750m si sviluppa prevalentemente in rilevato. In alcuni tratti sono previsti muri di contenimento.

Nei tratti in rilevato, considerando il profilo della sede ferroviaria del tipo a "schiena d'asino", o considerando ad un'unica pendenza trasversale, è previsto un sistema di smaltimento per mezzo di embrici, ovunque siano presenti i fossi in terra. Nei tratti in cui la pendenza della sezione sia verso il muro di contenimento è prevista una canaletta la quale recapiterà le acque ai piedi del rilevato.

Di seguito alcune sezioni tipologiche del tratto in oggetto.

Relazione idraulica e di compatibilità idraulica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IN1M	11	D 26 RI	ID 00 0 2 001	B	82 113

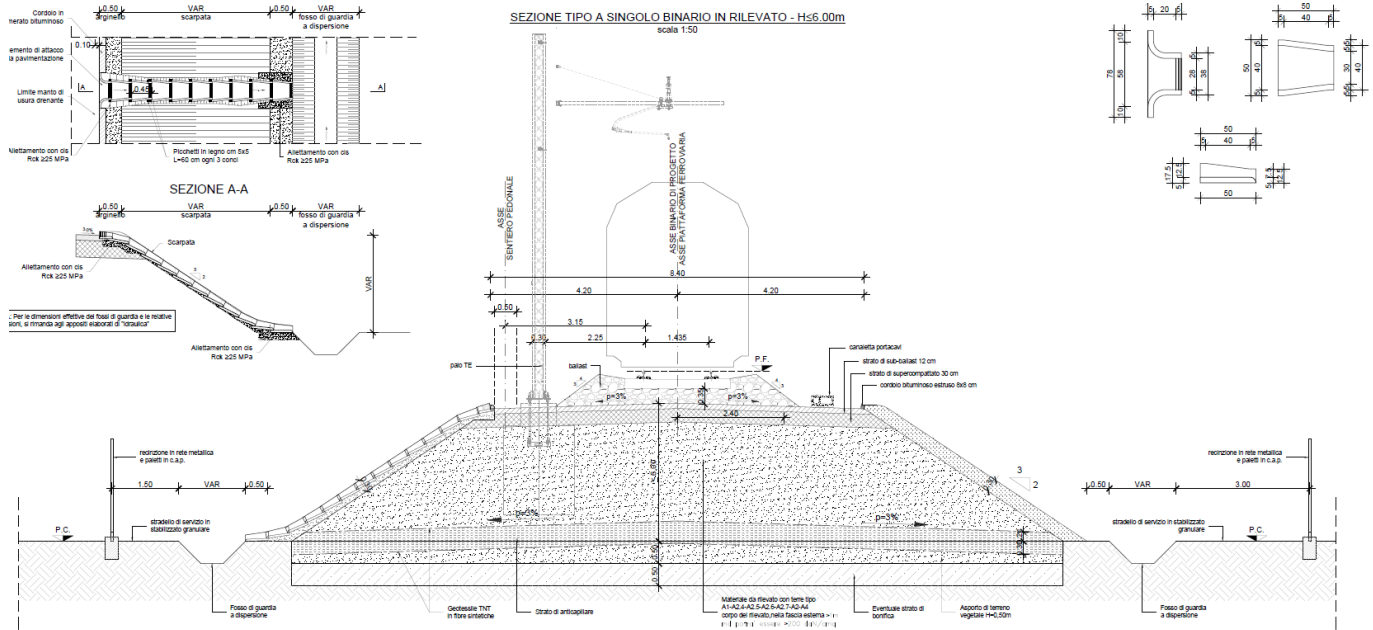


Figura 81 Sezione tipologica in rilevato asta di 750m – Stralcio elaborato Sezioni tipo ferroviarie Asta 750 m Tav1 IN1M10D26WBCS000001A

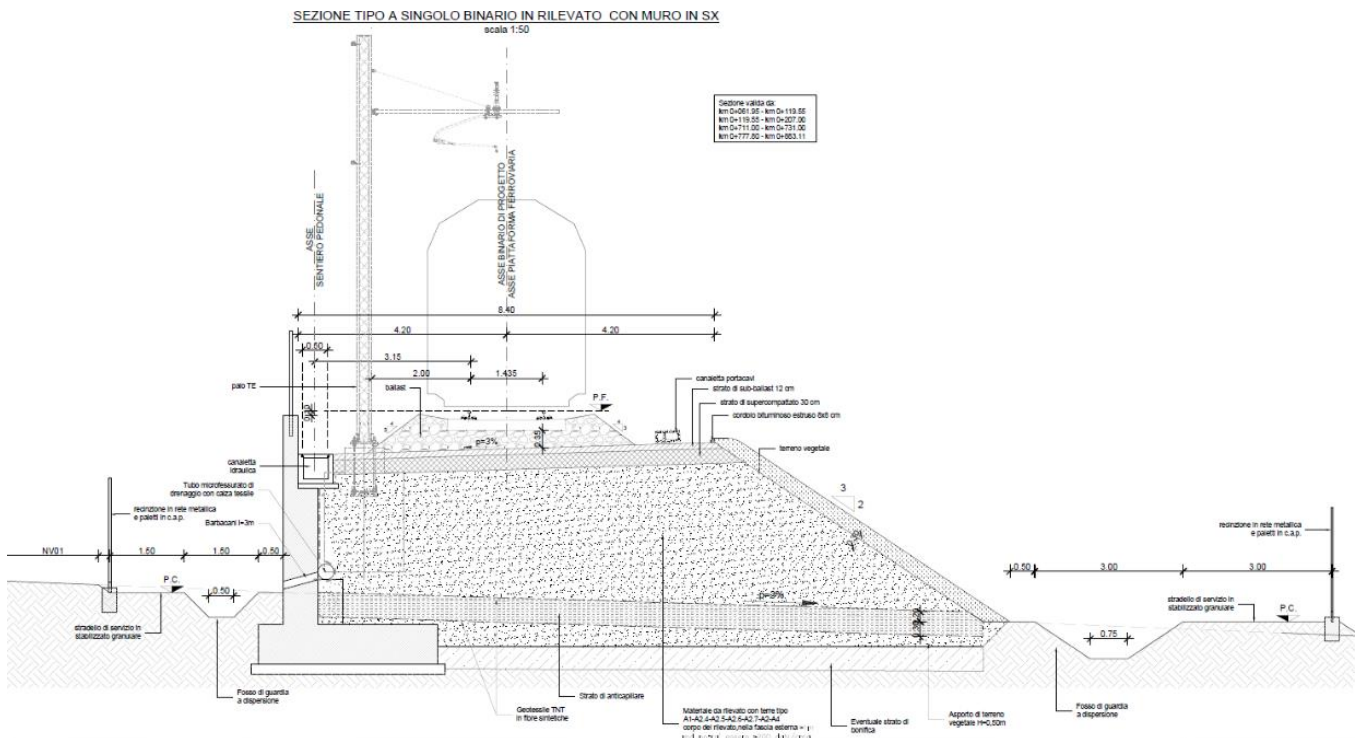


Figura 82 Sezione tipologica in rilevato asta di 750m – Stralcio elaborato Sezioni tipo ferroviarie Asta 750 m Tav2 IN1M10D26WBCS000002A

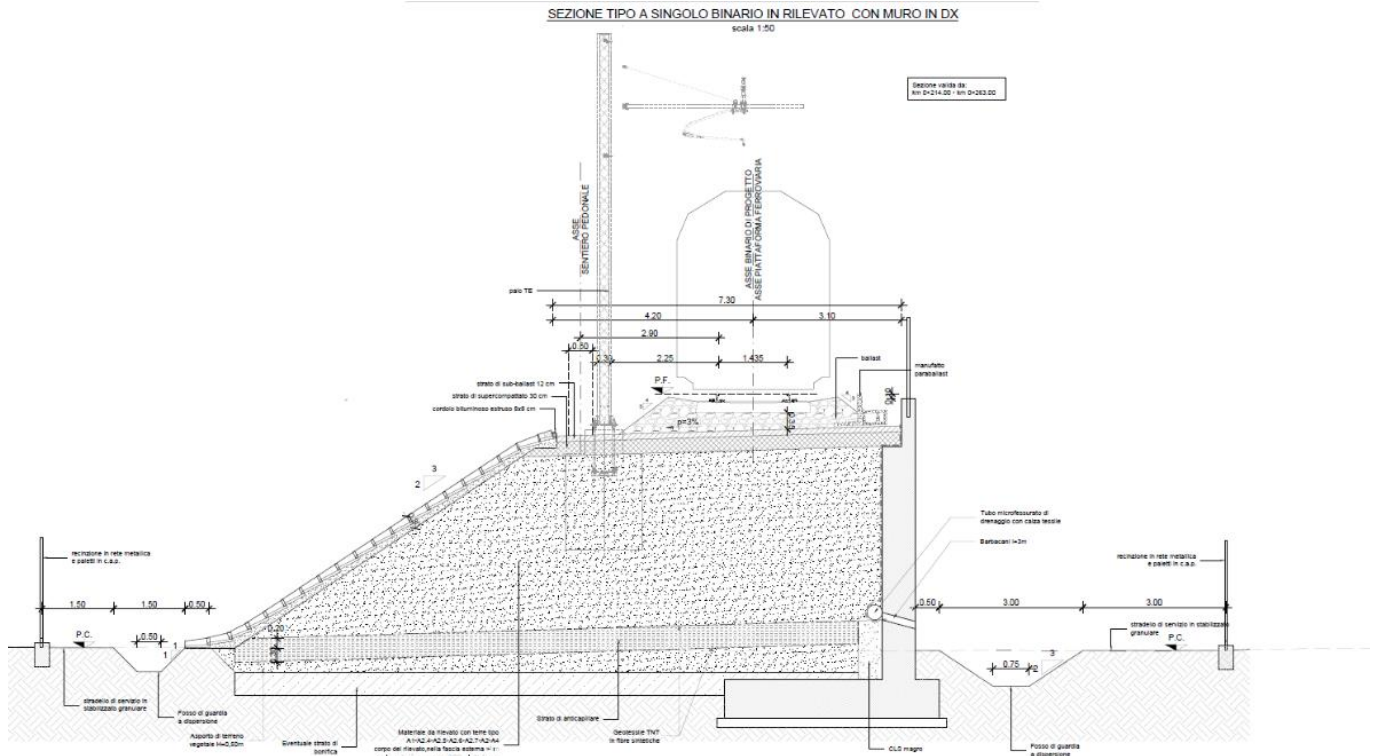


Figura 83 Sezione tipologica in rilevato asta di 750m – Stralcio elaborato Sezioni tipo ferroviarie Asta 750 m Tav3 IN1M10D26WBCS0000003A

Per quanto riguarda il prolungamento delle due aste di 350m, queste si svilupperanno per un tratto iniziale, da ovest verso est, confinate tra due muri, proseguendo successivamente in rilevato. La pendenza delle sezioni trasversali varia lungo il percorso, è prevalentemente a monofalda verso il lato esterno delle linee esistenti, ovvero verso l'area verde a sud. In prossimità dell'innesto dell'asta di 750m e del fascio binari in Brescia Scalo, la pendenza è a doppia falda.

Nel tratto di prolungamento delle aste di 350m tra due opere di sostegno, sono previsti tubi microfessurati di drenaggio in calza tessili e barbacani di 3m, al fine di permettere il drenaggio delle acque infiltrate nel materiale di rilevato tra i muri.

Il sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche ha consistito:

- Nella realizzazione di un fosso disperdente che si sviluppa longitudinalmente al tracciato delle nuove linee di progetto. Il fosso sarà realizzato in terra con la predisposizione di materiale drenante.
- Nel prolungare la canaletta esistente a servizio delle linee AV tra le progressive 14+265 e 14+320 della linea AV, in quanto interferente con il muro di sostegno di progetto;
- Nella realizzazione di due nuove canalette, una tra la nuova linea e l'av, e una tra la nuova linea e il muro di sostegno.
- Recapito delle tre canaline sopramenzionate nel fosso ai piedi dei muri di contenimento e del rilevato, mediante un collettore.
- Dalla progressiva 0+000 alla progressiva 0+300m riferite all'asta di progetto di 350m, sono previste canaline in cls tra le nuove linee e quelle dell'AV. Tutte le acque intercettate dalle canaline saranno indirizzate ai fossi disperdenti tramite collettori.

Di seguito una sezione tipologica dell'asta di 350m.

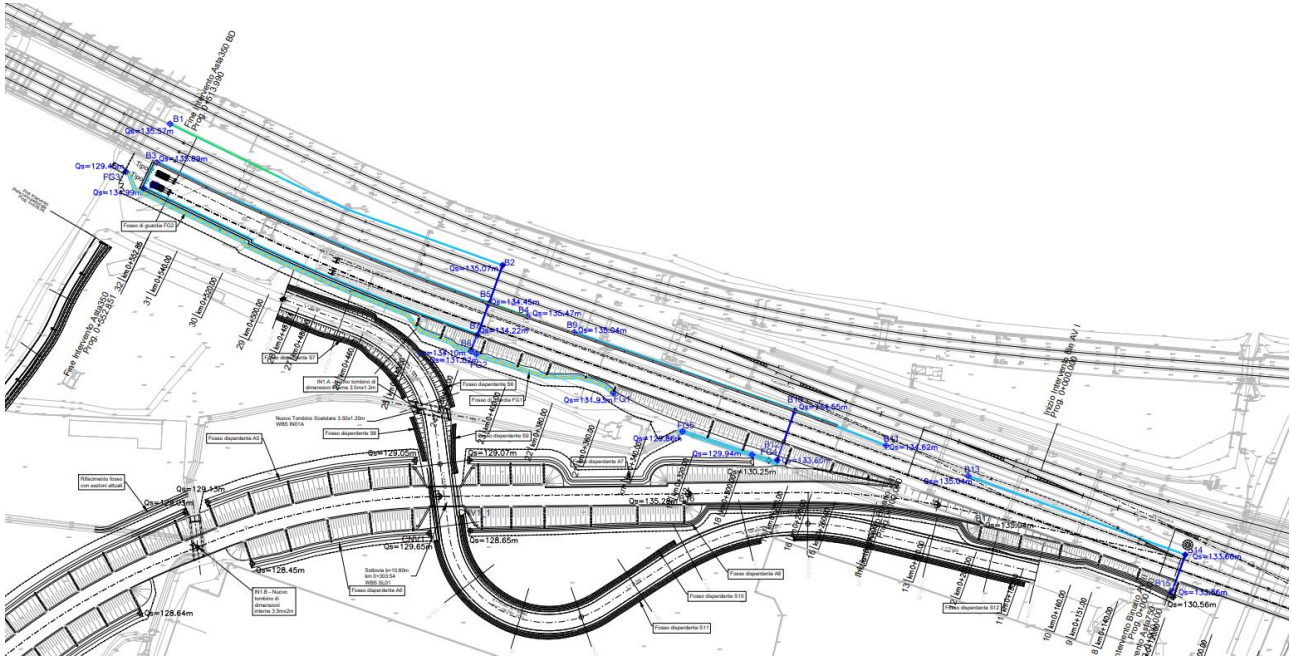


Figura 86 Stralcio planimetria di smaltimento idraulico – Stralcio elaborato IN1M10D26P7ID0002001A

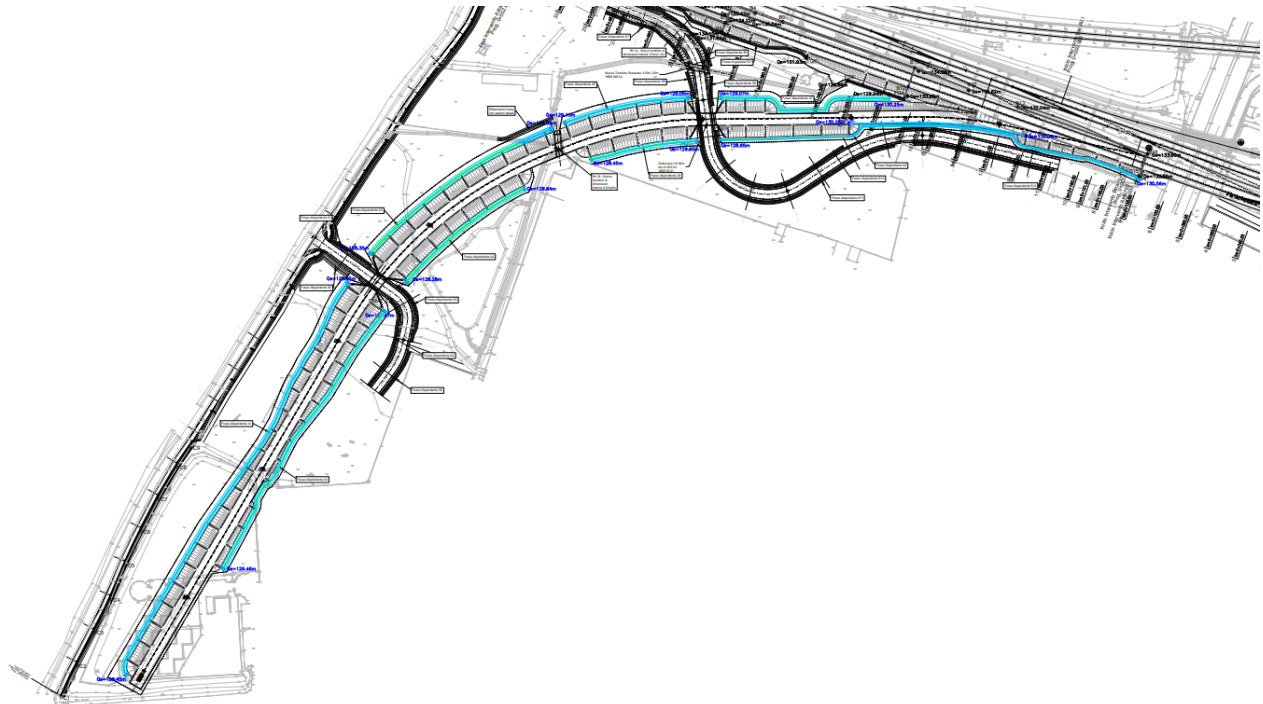


Figura 87 Stralcio planimetria di smaltimento idraulico – Stralcio elaborato IN1M10D26P7ID0002002A

11.3 Verifica Fossi in terra disperdenti

Il fosso di guardia a dispersione descritto avrà dimensioni variabili in funzione dell'estensione e dell'impermeabilizzazione dei bacini imbriferi.

Le opere sono dimensionate per garantire la laminazione temporanea e la dispersione dei volumi. Tale elemento disperdente non ha un recapito in un corpo idrico superficiale e di conseguenza è stato dimensionato in modo tale da garantire l'invaso temporaneo e la dispersione di tutto il volume in arrivo, considerando un adeguato margine di sicurezza. Gli unici fossi disperdenti che convogliano le acque verso un recapito sono il fosso FF1 e FF2. Entrambi i fossi FF1 e FF2 raccolgono le acque intercettate dalle canalette a servizio delle aste di 325-350m. Il fosso FF1 convoglia le acque presso lo scarico esistente nel Fiume Mella, mentre FF2 presso lo scarico esistente nella Roggia Fiumicella.

I fossi disperdenti saranno muniti di un bauletto drenante di base uguale a quella del fosso e altezza compresa tra 50 cm e 1m, ad eccezione del fosso A8 intercluso tra la viabilità NV01 e l'asta di 350m, unico fosso a servizio di entrambe le infrastrutture, per il quale è previsto un bauletto profondo 1.5m.

Per la sola viabilità saranno realizzati alcuni fossi senza bauletti drenanti, la dispersione sarà possibile mediante il fondo e le sponde formate con il terreno.

Per altezze dei fossi fino a 50 cm sono state assunte pendenze delle sponde 1H:1V, mentre per altezze di 75 cm pendenze delle sponde di 3H:2V.

I fossi sono stati dimensionati considerando un franco di sicurezza del 30% del massimo volume di invaso possibile.

Di seguito si riportano i tipologici e le dimensioni dei fossi di guardia disperdenti con e senza bauletto.

FOSSI DI GUARDIA IN TERRA
Scala 1:20

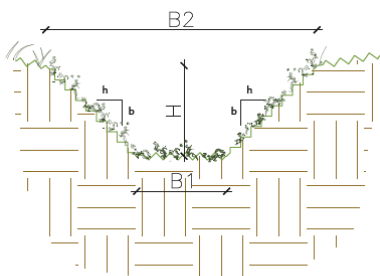
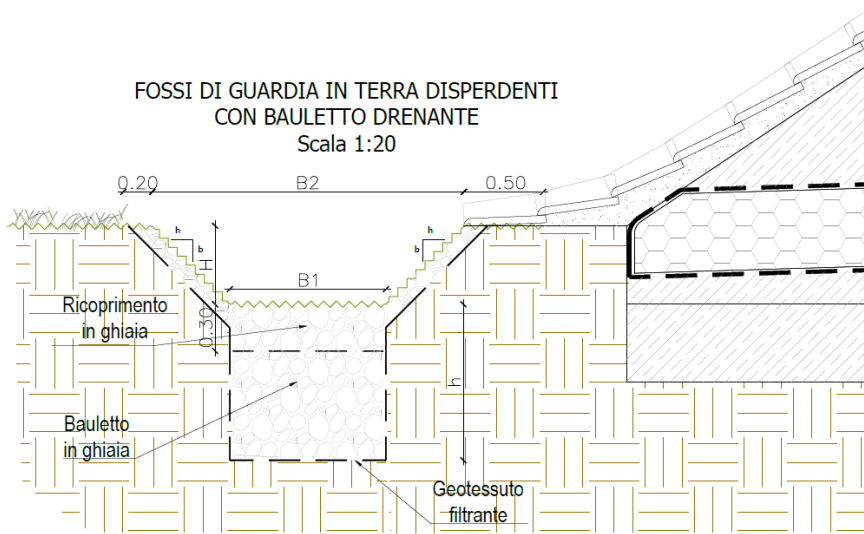


TABELLA DIMENSIONI
FOSSO DI GUARDIA DISPERDENTI SENZA BAULETTO DRENANTE
(fossi di drenaggio infrastrutture stradali)

ID Fosso	Lunghezza (m)	H (m)	b1(m)	b2(m)	b:h
S6	93	0,50	0,50	1,50	1:1
S7	70	0,50	0,50	1,50	1:1
S8	20	0,50	0,50	1,50	1:1
S9	20	0,50	0,50	1,50	1:1
S11	162	0,50	0,50	1,50	1:1

Figura 90 Dettagli fossi di guardia a dispersione – stralcio tavola "Tipologici idraulici sistema di raccolta e smaltimento acque meteoriche"
IN1M11D26PZID0002001B



ID Fosso	Lunghezza (m)	H (m)	b1(m)	b2(m)	b:h	h(m)
A1	308	0.75	0.75	3.00	1:1	0.50
A2	206	0.50	0.50	1.50	1:1	0.50
A3	149	0.75	0.75	3.00	3:2	0.50
A4	102	0.75	0.75	3.00	3:2	0.50
A5	85	0.75	0.75	3.00	1:1	1.00
A6	72	0.50	0.50	1.50	1:1	1.00
A7	128	0.75	0.75	3.00	1:1	1.00
A8	293	0.50	0.50	1.50	1:1	1.50
S1	30	0.50	0.50	1.50	1:1	0.50
S2	21	0.75	0.75	3.00	3:2	0.50
S3	44	0.50	0.50	1.50	1:1	0.50
S4	64	0.50	0.50	1.50	1:1	0.50
S5	34	0.50	0.50	1.50	1:1	0.50
S10	114	0.50	0.50	1.50	1:1	1.50
S12	95	0.50	0.50	1.50	1:1	0.50
FF1	220	0.50	0.50	1.50	1:1	0.50
FF2	36	0.50	0.50	1.50	1:1	0.50

Figura 91 Dettagli fossi di guardia a dispersione – stralcio tavola "Tipologici idraulici sistema di raccolta e smaltimento acque meteoriche"
IN1M11D26PZID0002001A

Sono stati identificati bacini scolanti esterni alla sede ferroviaria e stradale che, per effetto della morfologia del territorio, sono stati considerati portatori di una portata supplementare che ricade nei fossi di guardia posti lateralmente al tracciato.

Nella figura che segue vengono rappresentati perimetri in verdi i bacini suddetti, in blu i fossi disperdenti e la numerazione data ad ognuno di essi, in giallo le aree afferenti semipermeabili e in arancione le superfici impermeabili. La distinzione fatta nella nomenclatura tra "A" e "S" sta a differenziare i fossi a servizio dell'infrastruttura ferroviaria e stradali (A), da quelli a servizio della sola infrastruttura stradale (S).

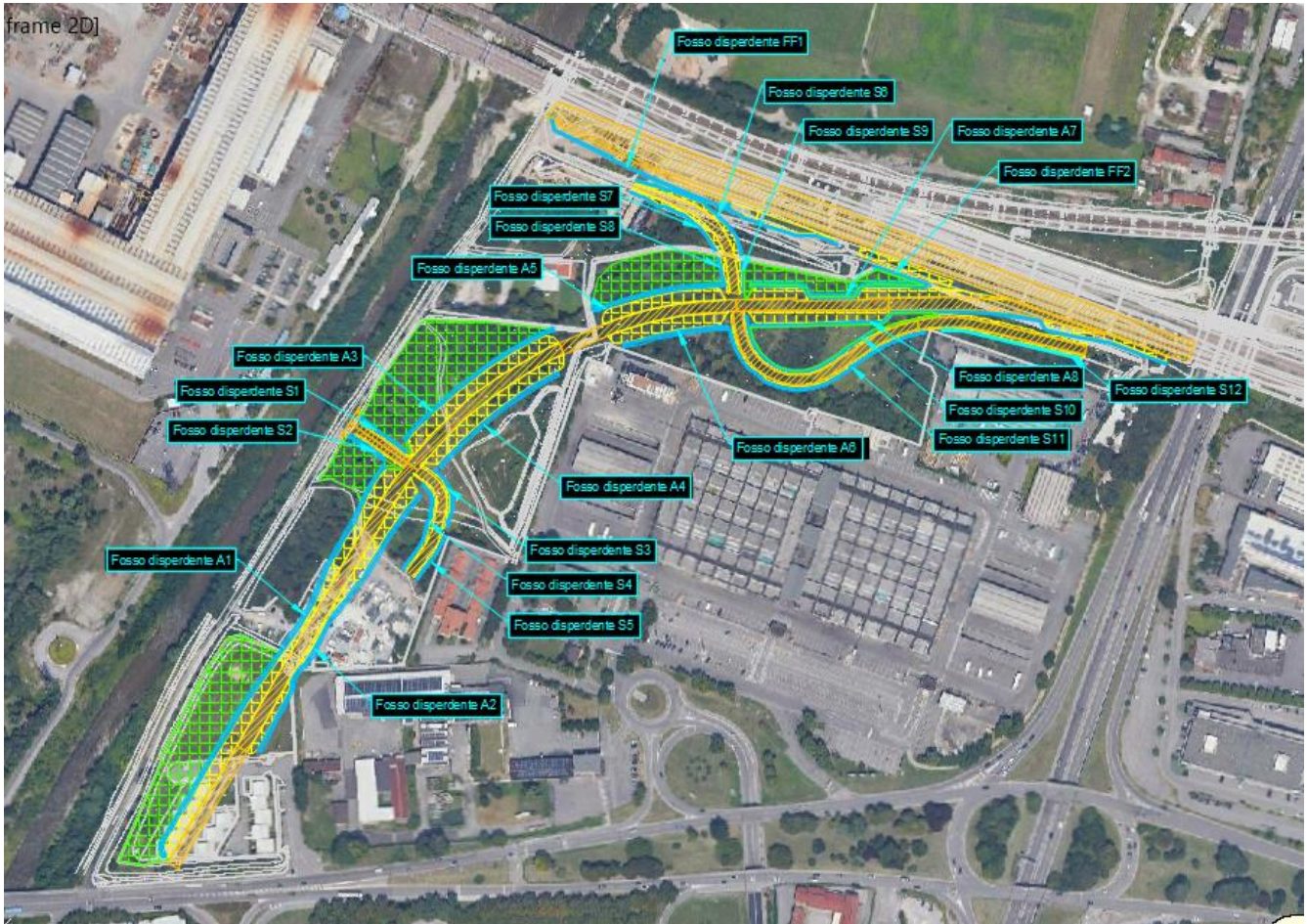


Figura 92 Aree afferenti ai fossi di drenaggio

Di seguito le superfici afferenti ai vari fossi disperdenti:

ID Fosso	Superficie sede (mq)	Superficie scarpata (mq)	Superficie bacino esterno (mq)	Coefficiente di deflusso [pav.piattaforma]	Coefficiente di deflusso medio [scarpata]	Coefficiente di deflusso [bacino esterno]	Superficie totale (mq)	Coefficiente di deflusso o ponderato
Fosso disperdente A1	2644	3024	5473	0.9	0.7	0.3	11140	0.55
Fosso disperdente A2	943	1292	503	0.9	0.7	0.3	2737	0.70
Fosso disperdente A3	995	1457	0	0.9	0.7	0.3	2452	0.78
Fosso disperdente A4	548	1365	0	0.9	0.7	0.3	1913	0.76
Fosso disperdente A5	563	956	2135	0.9	0.7	0.3	3654	0.50
Fosso disperdente A6	563	285	0	0.9	0.7	0.3	848	0.83
Fosso disperdente A7	1983	1239	1252	0.9	0.7	0.3	4474	0.68
Fosso disperdente A8+FF2	2313	1777	0	0.9	0.7	0.3	4090	0.81
Fosso disperdente FF1	1733	550	0	0.9	0.7	0.3	2283	0.85
Fosso disperdente S1	178	99	0	0.9	0.7	0.3	277	0.83
Fosso disperdente S2	191	113	412.5	0.9	0.7	0.3	716.5	0.52
Fosso disperdente S3	156	158	0	0.9	0.7	0.3	314	0.80
Fosso disperdente S4	261	207	0	0.9	0.7	0.3	468	0.81
Fosso disperdente S5	124	83	0	0.9	0.7	0.3	207	0.82

ID Fosso	Superficie sede (mq)	Superficie scarpata (mq)	Superficie bacino esterno (mq)	Coefficiente di deflusso [pav.piattaforma]	Coefficiente di deflusso medio [scarpata]	Coefficiente di deflusso [bacino esterno]	Superficie totale (mq)	Coefficiente di deflusso o ponderato
Fosso disperdente S6	240.5	171	0	0.9	0.7	0.3	411	0.82
Fosso disperdente S7	240.5	285	0	0.9	0.7	0.3	526	0.79
Fosso disperdente S8	89.5	85.4	0	0.9	0.7	0.3	175	0.80
Fosso disperdente S9	89.5	77.8	0	0.9	0.7	0.3	167	0.81
Fosso disperdente S10	566.5	429	1917	0.9	0.7	0.3	2913	0.48
Fosso disperdente S11	566.5	466	0	0.9	0.7	0.3	1033	0.81
Fosso disperdente S12	756	295.5	0	0.9	0.70	0.3	1052	0.84

Tabella 9 Superfici afferenti ai fossi disperdenti

Di seguito le principali caratteristiche geometriche. Nella stessa tabella si riporta il confronto tra il volume minimo di invaso richiesto dal RR 7/2017, ovvero dato dal prodotto tra il parametro $0.8 \cdot 600 \text{ mc/ha imp}$ e la superficie impermeabile, stimata in considerazione del coefficiente medio ponderato. In fine si verifica che il tempo di svuotamento dei vari invasi avvenga in meno di 48h. Si evidenzia che le superfici considerate sono state quelle che complessivamente afferiscono alle opere di progetto, quindi oltre alle nuove impermeabilizzazioni, considerate nel paragrafo 8, sono state indicate le superfici esistenti come quelle della linea AV che afferisce nella rete dell'asta di 350m.

ID Fosso	Lunghezza (m)	Larghezza alla base minore (m)	Larghezza base maggiore (m)	Altezza (m)	Altezza bauletto drenante (m)	Pendenza sponde H-V (-)	Volume invaso (mc)	Volume minimo di invaso (mc)	Portata infiltrata (mc/s)	Tempo di svuotamento (h)
Fosso disperdente A1	308.0	0.75	3.00	0.75	0.5	3:2	467.78	294.61	0.0274	3.38
Fosso disperdente A2	206.0	0.50	1.50	0.50	0.5	1:1	118.45	91.36	0.0120	2.08
Fosso disperdente A3	149.0	0.75	3.00	0.75	0.5	3:2	226.29	91.94	0.0133	2.00
Fosso disperdente A4	102.0	0.75	3.00	0.75	0.5	3:2	154.91	69.54	0.0091	2.25
Fosso disperdente A5	85.0	0.75	3.00	0.75	1.0	3:2	138.66	87.19	0.0093	3.04
Fosso disperdente A6	72.0	0.50	1.50	0.50	1.0	1:1	46.80	33.90	0.0056	1.69
Fosso disperdente A7	128.0	0.75	3.00	0.75	1.0	3:2	208.80	145.32	0.0140	3.50
Fosso disperdente A8+FF2	292.5	0.50	1.50	0.50	1.5	1:1	220.84	159.62	0.0287	1.65
Fosso disperdente FF1	224.00	0.50	1.50	0.50	0.5	1:1	128.80	93.34	0.0131	1.91
Fosso disperdente S1	30.0	0.50	1.50	0.50	0.5	1:1	17.25	11.02	0.0017	1.62
Fosso disperdente S2	21.0	0.75	3.00	0.75	0.0	3:2	29.53	17.99	0.0015	3.81
Fosso disperdente S3	44.0	0.50	1.50	0.50	0.5	1:1	25.30	12.05	0.0026	1.13
Fosso disperdente S4	64.0	0.50	1.50	0.50	0.5	1:1	36.80	18.23	0.0037	1.19
Fosso disperdente S5	34.0	0.50	1.50	0.50	0.5	1:1	19.55	8.15	0.0020	0.95
Fosso disperdente S6	92.5	0.50	1.50	0.50	0.0	1:1	46.25	16.13	0.0035	0.95
Fosso disperdente S7	70.0	0.50	1.50	0.50	0.0	1:1	35.00	19.97	0.0027	1.81
Fosso disperdente S8	20.0	0.50	1.50	0.50	0.0	1:1	10.00	6.74	0.0008	2.22
Fosso disperdente S9	20.0	0.50	1.50	0.50	0.0	1:1	10.00	6.48	0.0008	2.12
Fosso disperdente S10	114.0	0.50	1.50	0.50	1.5	1:1	82.65	66.49	0.0112	1.56
Fosso disperdente S11	162.0	0.50	1.50	0.50	0.0	1:1	81.00	40.13	0.0062	1.52
Fosso disperdente S12	95.0	0.50	1.50	0.50	1.0	1:1	61.75	42.59	0.0074	1.58

Tabella 10 Verifica fossi disperdenti

11.4 Verifica rete di drenaggio

Le canalette intercetteranno le acque meteoriche che, per effetto delle sezioni di progetto, non possono essere convogliate tramite embrici nei fossi di guardia.

Le canalette in cls beolate hanno dimensioni interne 50x50cm. In alcuni tratti è stato considerato necessario prevedere un riempimento con cls magro al fine di ottenere la pendenza necessaria a convogliare le acque verso il recapito finale.

Di seguito un tipologico della canaletta in oggetto.

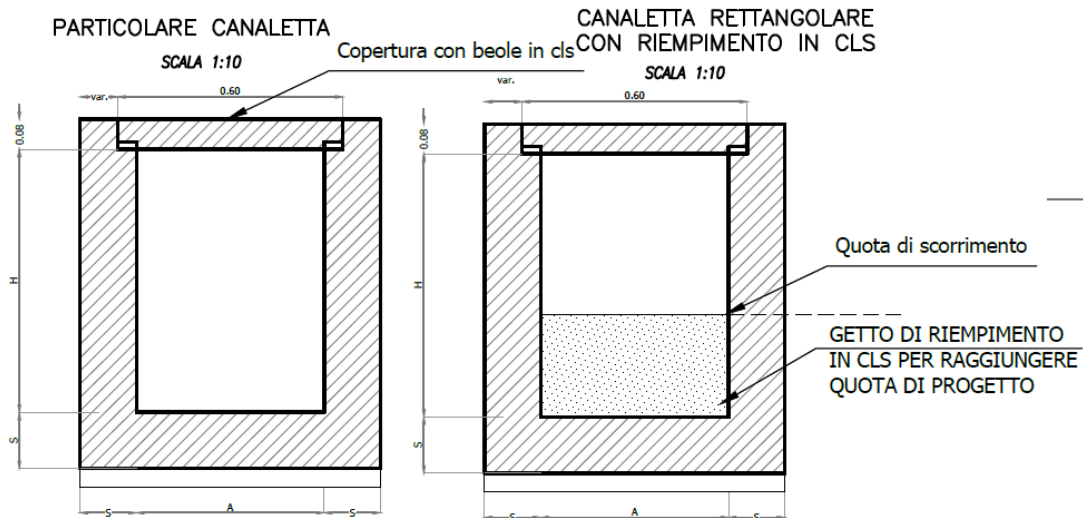


TABELLA DIMENSIONI (cm)			
TIPO	A	H	s
CN2	50	50	10

TRATTO CANALETTA	Lunghezza (m)	NOTE
B1-B2	144	Nessun riempimento
B3-B5	144	Nessun riempimento
B6-B7	144	Riempimento con cls per un'altezza di 10cm
B4-B5	14	Nessun riempimento
B9-B10	97	Nessun riempimento
B11-B10	36	Riempimento con cls per un'altezza di 10cm
B13-B14	92	Nessun riempimento
B16-B16a	30	Riempimento con cls per un'altezza di 24cm
B16a-B16b	30	Riempimento con cls per un'altezza di 18cm
B16b-B16c	30	Riempimento con cls per un'altezza di 12cm
B16c-B17	30	Riempimento con cls per un'altezza di 6cm

Figura 93 Caratteristiche geometriche canalette beolate

Il dimensionamento della rete è riportato nella tabella seguente, in cui sono presenti i seguenti parametri:

- Ni, Punto di calcolo monte

Relazione idraulica e di compatibilità idraulica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	IN1M	11	D 26 RI	ID 00 0 2 001	B	92 DI 113

- Ni+1, Punto di calcolo di valle
- Zfi, quota di fondo di monte (m slm)
- Zfi+1, quota di fondo di valle (m slm)
- L, lunghezza del tratto
- Imed, pendenza media (m/m)
- Tipologico: R_50 canaletta in cls di altezza 50 cm, cls_400 tubazioni in cls di diametro interno 400mm, T50 fosso in terra trapezoidale con base e altezza 50cm;
- Ks, coefficiente di Strickler ($\text{mm}^{1/3}\text{s}^{-1}$)
- Diam/B, diametro interno in caso di tubazioni o base interna in caso di canalette (m)
- Diam/H, diametro interno in caso di tubazioni o altezza interna in caso di canalette (m)
- Ab, area bagnata (mq)
- Cb, contorno bagnato (m)
- Ri, raggio idraulico (m)
- Q, portata di transito nel ramo (l/s)
- Sp, superficie di piattariforma (mq)
- Ss, superficie di scarpata (mq)
- Se, superfici esterna (mq)
- ϕ_p , coefficiente di deflusso fissato per le superfici di piattariforma (-)
- ϕ_s , coefficiente di deflusso fissato per le superfici di scarpata (-)
- ϕ_e , coefficiente di deflusso fissato per le superfici esterne (-)
- ϕ , coefficiente di deflusso medio ponderale (-)
- Wp, volume invasato nelle superfici di piattariforma (mc)
- Ws, volume invasato nelle superfici di scarpate (mc)
- We, volume invasato nelle superfici esterne (mc)
- a, coefficiente della curva di possibilità pluviometrica (m/h^n)
- n, coefficiente della curva di possibilità pluviometrica (-)
- u, coefficiente udometrico ($\text{l}/\text{s}\cdot\text{ha}$)
- Qa, portata di pioggia meteorica affluente al tratto (l/s)
- G.R. grado di riempimento (%)
- V, velocità (m/s)
- Fr, numero di Freud

Di seguito le principali assunzioni progettuali:

- Riempimento massimo dei vari tratti pari a 70%
- La velocità minima di moto uniforme non inferiore a 0,5 m/s, al fine di evitare il deposito di sedimenti sul fondo;
- La velocità massima di moto uniforme non superiore di 4 m/s al fine di contenere i fenomeni di abrasione (Circolare n. 11633 del 07.01.1974 del Ministero dei Lavori Pubblici).

DATI RETE						COLLETTORE											
Ni	Ni+1	zfi	zfi+1	L	imed	Tipologico	Sezione	Ks	Diam/B	Diam/H	Tirante	α	Ab	Cb	Lb	Ri	Q
IDN	IDN	[m slm]	[m slm]	[m]	[m/m]			[mm ^{1/3} s ⁻¹]	[m]	[m]	[m]		[m ²]	[m]	[m]	[m]	[l/s]
B1	B2	135.57	135.07	144	0.003	R_50	r_cls	67	0.500	0.500	0.205	2.776	0.102	0.909	0.500	0.113	94.003
B3	B5	135.89	135.27	144	0.004	R_50	r_cls	67	0.500	0.500	0.065	1.477	0.033	0.630	0.500	0.052	19.899
B2	B5	134.72	134.45	17	0.016	CLS_400	c_cls	67	0.400	0.400	0.178	2.921	0.054	0.584	0.398	0.092	94.003
B6	B7	134.99	134.69	144	0.002	R_50	r_cls	67	0.500	0.400	0.187	2.635	0.094	0.875	0.500	0.107	64.831
B5	B7	134.45	134.22	16	0.014	CLS_400	c_cls	67	0.400	0.400	0.209	3.232	0.066	0.646	0.400	0.103	117.090
B7	B8	134.22	134.10	6	0.020	CLS_400	c_cls	67	0.400	0.400	0.249	3.634	0.082	0.727	0.388	0.113	181.921
B4	B5	135.47	135.44	14	0.002	R_50	r_cls	67	0.500	0.500	0.026	0.919	0.013	0.552	0.500	0.023	3.188
FG1	FG2	132.02	131.87	62	0.002	T_50	t_terra	40	0.500	0.500	0.338	3.859	0.283	1.455	1.176	0.194	182.222
FG2	FG3	131.87	131.50	162	0.002	T_50	t_terra	40	0.500	0.500	0.340	3.882	0.286	1.463	1.181	0.196	184.892
B9	B10	135.04	134.55	97	0.005	R_50	r_cls	67	0.500	0.500	0.069	1.523	0.035	0.638	0.500	0.054	23.514
B11	B10	134.62	134.55	36	0.002	R_50	r_cls	67	0.500	0.400	0.081	1.652	0.040	0.661	0.500	0.061	18.674
B10	B12	133.72	133.60	18	0.007	CLS_400	c_cls	67	0.400	0.400	0.144	2.576	0.041	0.515	0.384	0.079	42.187
FG4	FG5	129.94	129.86	41	0.002	T_50	t_terra	40	0.500	0.500	0.203	2.761	0.142	1.073	0.905	0.133	66.273
B13	B14	135.04	133.60	92	0.005	R_50	r_cls	67	0.500	0.500	0.104	1.897	0.052	0.709	0.500	0.074	41.610
B14	B15	133.60	133.56	16	0.002	CLS_400	c_cls	67	0.400	0.400	0.203	3.172	0.064	0.634	0.400	0.101	41.611

SUPERFICI DRENATE									INVASO								VERIFICHE			
Ni	Ni+1	Sp	Ss	Se	Φ_p	Φ_s	Φ_e	Φ	Wp	Ws	We	Wc	w	a	n	u	Qa	G.R.	V	Fr
IDN	IDN	[m ²]	[m ²]	[m ²]					[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m]	[m/h ⁿ]		[l/(s*ha)]	[l/s]	[%]	[m/s]	
B1	B2	2300.0	400	0	0.9	0.6	0.4	0.856	11.500	2.000	0.000	14.758	0.010	0.062	0.464	348.16	94.00	41%	0.92	0.649
B3	B5	628.14	0	0	0.9	0.6	0.4	0.900	3.141	0.000	0.000	4.700	0.012	0.062	0.464	316.79	19.90	13%	0.61	0.765
B2	B5	0.01	0	0	0.9	0.6	0.4	0.900	0.000	0.000	0.000	0.891	89.152	0.062	0.464	0.01	94.00	44%	1.74	1.507
B6	B7	1944.0	0	0	0.9	0.6	0.4	0.900	9.720	0.000	0.000	13.491	0.012	0.062	0.464	333.49	64.83	37%	0.69	0.510
B5	B7	0.0	0	0	0.9	0.6	0.4	0.900	0.000	0.000	0.000	1.063	106.293	0.062	0.464	0.01	117.09	52%	1.76	1.380
B7	B8	0.0	0	0	0.9	0.6	0.4	0.900	0.000	0.000	0.000	0.493	49.288	0.062	0.464	0.02	181.92	62%	2.21	1.537
B4	B5	60.0	0	0	0.9	0.6	0.4	0.900	0.300	0.000	0.000	0.179	0.008	0.062	0.464	531.09	3.19	5%	0.25	0.487
FG1	FG2	0.0	214	0	0.9	0.6	0.4	0.600	0.000	1.070	0.000	17.285	0.086	0.062	0.464	14.27	182.23	70%	0.61	0.392
FG2	FG3	0.0	504	765	0.9	0.6	0.4	0.479	0.000	2.520	2.295	47.581	0.041	0.062	0.464	20.47	184.82	71%	0.61	0.392
B9	B10	608.2	0	0	0.9	0.6	0.4	0.900	3.041	0.000	0.000	3.348	0.011	0.062	0.464	386.62	23.51	14%	0.68	0.828
B11	B10	389.5	0	0	0.9	0.6	0.4	0.900	1.948	0.000	0.000	1.449	0.009	0.062	0.464	479.40	18.67	16%	0.46	0.522
B10	B12	0.0	0	0	0.9	0.6	0.4	0.900	0.000	0.000	0.000	0.751	75.090	0.062	0.464	0.01	42.19	36%	1.03	1.013
FG4	FG5	568.3	346	0	0.9	0.6	0.4	0.786	2.841	1.730	0.000	5.839	0.011	0.062	0.464	263.45	66.27	41%	0.47	0.375
B13	B14	995.4	0	0	0.9	0.6	0.4	0.900	4.977	0.000	0.000	4.797	0.010	0.062	0.464	418.01	41.61	21%	0.80	0.789
B14	B15	0.0	0	0	0.9	0.6	0.4	0.900	0.000	0.000	0.000	1.025	102.484	0.062	0.464	0.01	41.61	51%	0.65	0.518

Figura 94 Verifiche rete di drenaggio – Asta 350m – Tr100anni

DATI RETE						COLLETTORE											
Ni	Ni+1	zfi	zfi+1	L	imed	Tipologico	Sezione	Ks	Diam/B	Diam/H	Tirante	α	Ab	Cb	Lb	Ri	Q
IDN	IDN	[m slm]	[m slm]	[m]	[m/m]			[mm ^{1/3} s ⁻¹]	[m]	[m]	[m]		[m ²]	[m]	[m]	[m]	[l/s]
B16	B16.a	135.28	135.22	30	0.002	R_30	r_cls	67	0.500	0.260	0.061	1.426	0.030	0.622	0.500	0.049	12.224
B16.a	B16.b	135.22	135.16	30	0.002	R_30	r_cls	67	0.500	0.320	0.090	1.754	0.045	0.680	0.500	0.066	22.111
B16.b	B16.c	135.16	135.10	30	0.002	R_30	r_cls	67	0.500	0.380	0.113	1.978	0.056	0.725	0.500	0.078	30.704
B16.c	B17	135.10	135.04	30	0.002	R_30	r_cls	67	0.500	0.440	0.131	2.154	0.066	0.763	0.500	0.086	38.434

DATI RETE					SUPERFICI DRENATE				INVASO								VERIFICHE		
Ni	Ni+1	Sp	Ss	Se	Φ_p	Φ_s	Φ_e	Wp	Ws	We	Wc	w	a	n	u	Qa	G.R.	V	Fr
IDN	IDN	[m ²]	[m ²]	[m ²]				[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m]	[m/h ⁿ]		[l/(s*ha)]	[l/s]	[%]	[m/s]	
B16	B16.a	251.9	0	0	0.9	0.7	0.4	1.259	0.000	0.000	0.914	0.009	0.062	0.464	485.30	12.22	12%	0.40	0.519
B16.a	B16.b	251.9	0	0	0.9	0.7	0.4	1.259	0.000	0.000	1.352	0.010	0.062	0.464	392.55	22.11	18%	0.49	0.522
B16.b	B16.c	251.9	0	0	0.9	0.7	0.4	1.259	0.000	0.000	1.689	0.012	0.062	0.464	341.19	30.70	23%	0.55	0.519
B16.c	B17	251.87	0	0	0.9	0.7	0.4	1.259	0.000	0.000	1.972	0.013	0.062	0.464	306.88	38.43	26%	0.58	0.515

Figura 95 Verifiche rete di drenaggio – Asta 750m – Tr100anni

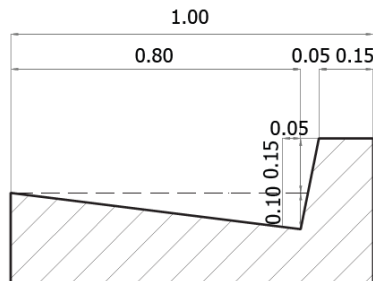
I punti di calcolo da FG1 a FG3 ricadono nel fosso FF1, mentre FG4 e FG5 nel fosso FF2. Si rimanda alla planimetria di smaltimento idraulico per indicazioni sull'ubicazione dei vari punti di calcolo.

11.5 Verifica cunetta alla francese

In corrispondenza dei sottovia saranno previste le cunette alla francese come da tipologico di seguito riportato.

DETTAGLIO CUNETTA "FRANCESE"
(drenaggio sottovia)

SCALA 1:10



ID Canaletta	Lunghezza (m)
CNV1_1	17.0
CNV1_2	29.1
CNV2_1	23.0
CNV2_2	25.3

Figura 96 Particolare cunetta alla francese – Drenaggio sottovia

La stima della portata di transito nella cunetta trinagolare è stata effettuata nell'ipotesi di moto uniforme secondo la formula di Gauckler-Strickler:

$$Q_{cunetta} = K_s * A * R^{\frac{2}{3}} * \sqrt{i}$$

Dove:

- K_s è la scabrezza di Gauckler-Strickler, assunto pari a $67 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$
- A è l'area utile al deflusso (mq)
- R è il raggio idraulico (m)
- I è la pendenza (m/m)

La portata meteorica generata sulla superficie afferente ogni cunetta è stata stimata sulla base della seguente formula:

$$Q = \varphi * I * A$$

Dove:

φ = Coefficiente di deflusso posto pari a 0.9;

I = intensità di pioggia, calcolata assumendo un tempo di corrivazione ottenuto con la formula di Kiplich e un'altezza di pioggia data dalla curva di possibilità pluviometrica con tempo di ritorno 25 anni indicata nel paragrafo 5: $h = 49.78 t^{0.464}$

A = Area intercettata dalla cunetta.

Di seguito i riportano le portate di picco così ottenute

Tratto	Coeff. Di deflusso	Area totale	Tempo di corrivazione	Intensità di pioggia	Portata di picco
	(-)	(ha)	(min)	(mm/hr)	(l/s)
CNV1_1	0.90	0.0060	5.00	188.58	2.81
CNV1_2	0.90	0.0102	5.00	188.58	4.80
CNV2_1	0.90	0.0081	5.00	188.58	3.80
CNV2_2	0.90	0.0089	5.00	188.58	4.17

Figura 97- Portate meteoriche alla base della verifica Tr25 anni

La pendenza longitudinale del sottovia nella viabilità più a nord (NV01) è pari a 0.45%, mentre la pendenza sul secondo sottovia nella viabilità a sud (NV02) è pari a 1.9%.

La tabella seguente mostra i parametri di dimensionamento della cunetta, a favore di sicurezza, nell'ipotesi di pendenza longitudinali di 0.001 m/m.

b	0.80	m	larghezza
y	0.10	m	altezza utile cunetta
J	0.125	m/m	pendenza trasversale
P	0.91	m	contorno bagnato
A	0.04	mq	Area bagnata
Rh	0.044	m	raggio idraulico
i	0.001	m/m	pendenza longitudinale
Ks	67	m ^{1/3} /s	
Q	10.58	l/s	portata
V	0.26	m/s	velocità

Figura 98 Verifica cunetta

Dal confronto tra le due tabelle soprariportate, emerge che tutte le portate di picco stimate sono inferiori a quella che la canaletta di progetto è in grado di convogliare pari a 10,58 l/s.

11.6 Verifica embrici

Nei tratti in cui la piattaforma ferroviaria si trova in rilevato rispetto al piano campagna si prevede la posa di embrici in cls per assicurare lo scarico delle acque meteoriche nei fossi di guardia di forma trapezoidale, previsti al piede del rilevato.

Per il calcolo della portata massima transitante a bordo strada/sede ferroviaria si è utilizzata la formula di Gauckler Strickler, ponendo come parametro di Strickler il valore di $K_s=60 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$. Assumendo quindi il deflusso in una sezione triangolare, definita i_t la pendenza trasversale, l'area e il perimetro bagnato possono essere calcolati rispettivamente come:

$$A_b = \frac{(B_b^2 * i_t)}{2}; C_b = B_b * \left(i_t + \frac{1}{(\cos(\arctan(i_t)))} \right)$$

Sulla base di queste formule e indicando con i la pendenza longitudinale della strada, si può esprimere la portata che transita in banchina come:

Relazione idraulica e di compatibilità idraulica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	IN1M	11	D 26 RI	ID 00 0 2 001	B	96 DI 113

$$Q_b = K_s \cdot A_b^{\frac{5}{3}} \cdot C_b^{-\frac{2}{3}} \cdot i^{0.5}$$

La portata transitante in banchina deve essere poi confrontata con quella scaricabile dal singolo embrice. Tale portata risulta dal calcolo della portata defluente da uno sfioro in parete grossa:

$$Q_{emb} = C_q \cdot Lh \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

in cui il coefficiente di deflusso C_q per gli stramazzi in parete grossa si approssima a 0.385, la lunghezza della soglia sfiorante $L=60 \text{ cm}$ coincide con il collo dell'embrice e il carico idraulico h risulta pari al tirante presente sul ciglio della piattaforma ferroviaria/stradale.

Sulla base delle relazioni appena definite l'interasse massimo di calcolo per gli embrici di scarico si esprime come il minimo i rapporti tra le portate convogliate/scaricate e la portata di pioggia unitaria e imponente un massimo valore di 15m.

Nella seguente figura si riporta la tipologia di embrice utilizzato.

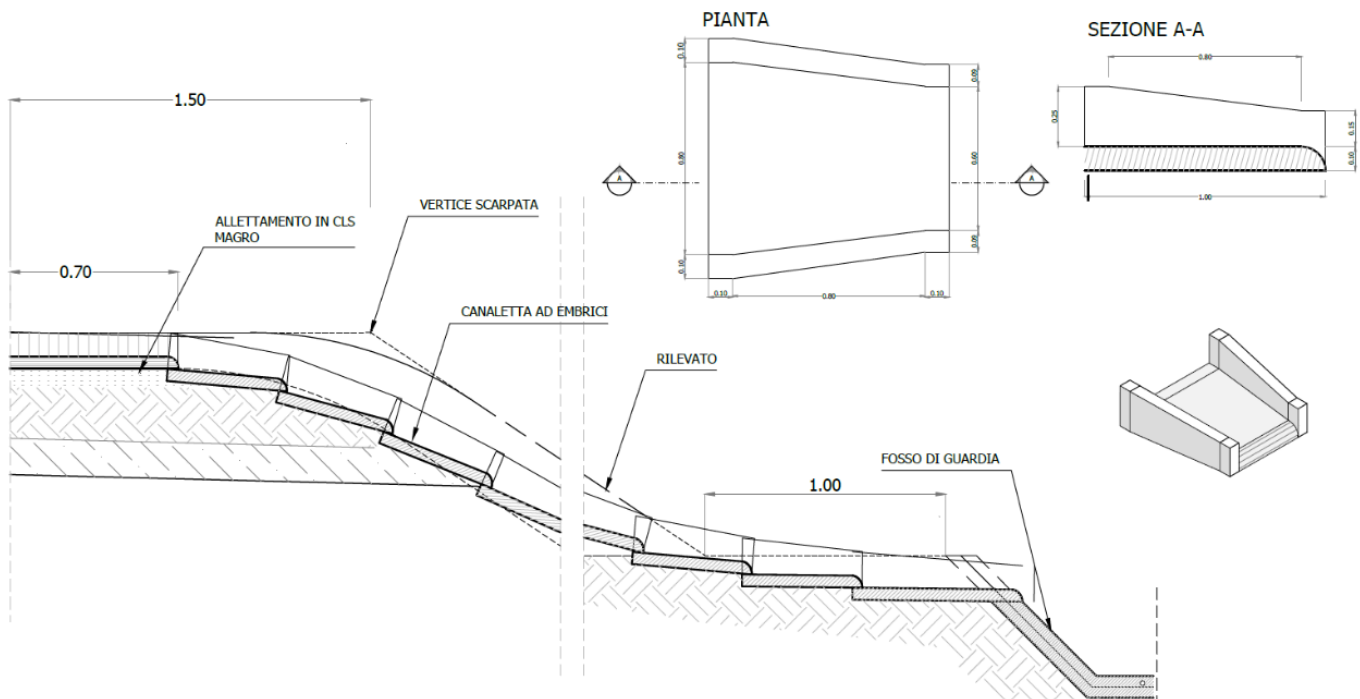


Figura 99 Dettaglio embrice

Sulla base dei criteri soprariportati, risulta verificato un interasse di 15m, infatti la portata critica per tempo di ritorno di 100anni, pari a 6l/s, è inferiore alla portata transitabile nella soglia sfiorante, pari a 11l/s. Si riportano i risultati ottenuti nella tabella sotto.

Base soglia	Altezza soglia	Portata (soglia sfiorante)	Area afferente	Tempo di corrivazione tc	Altezza di pioggia h(t)	Portata critica Qcr
(m)	(m)	(mc/s)	(mq)	(h)	(mm)	(mc/s)
0.600	0.05	0.011	75	0.05	44.96	0.006

Figura 100 Verifica embrice Tr100 anni

11.7 Verifica scarichi finali

Le acque incidenti le nuove superfici impermeabili date dalla realizzazione delle aste di 325-350m, sono smaltite tramite infiltrazione nel terreno grazie ai fossi disperdenti FF1 e FF2, quest'ultimo connesso con il fosso A8.

Questi fossi oltre a raccogliere le acque incidenti la nuova piattaforma, ricevono anche le acque che attualmente defluiscono dalla linea AV ai recettori finali. Tali recettori sono due, uno corrisponde al Fiume Mella e uno alla Roggia Fiumicella.

Le acque provenienti dalla AV continueranno a defluire nella Roggia Fiumicella tramite il ripristino del fosso esistente, di cui si riporta di seguito uno stralcio del rilievo effettuato.

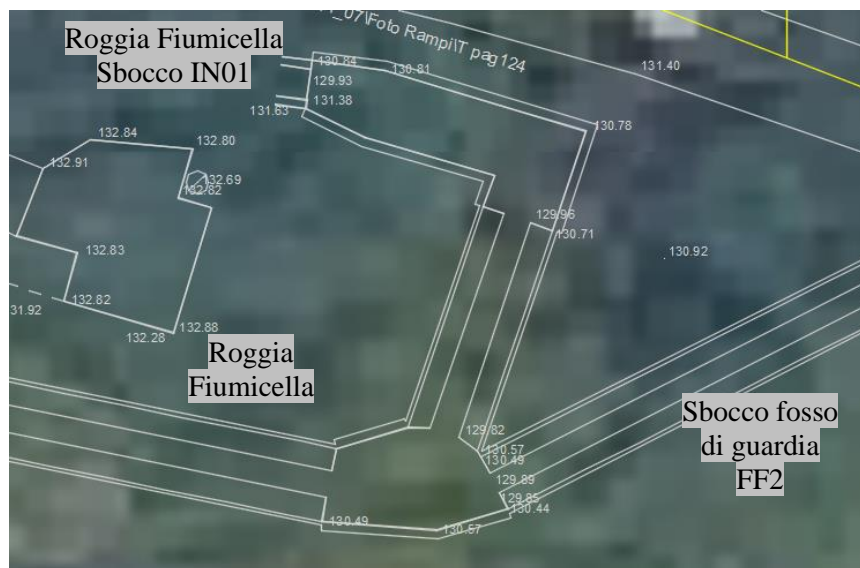


Tabella 11 Scarico nella Roggia Fiumicella

Attualmente lo scarico nel Fiume Mella avviene tramite una tubazione di diametro 600mm, lunghezza 8m, con pendenza 2.5%. Il progetto prevede il ricollegamento del nuovo fosso FF1 al pozzetto esistente, da cui diparte la tubazione di scarico DN600.

Di seguito uno stralcio dello scarico esistente.



Figura 101 Stralcio Planimetria idraulica Fonte: RI37 - Rilevato dal km 14+265,45 al km 14+734,71 – Planimetria idraulica IN01-01-C-ZZ-P8-RI3703-001_B

Secondo le portate allo scarico ottenute dalla verifica della rete di drenaggio (cfr. paragrafo 11.4), la portata allo scarico nel Fiume Mella è pari a 185 l/s.

Di seguito si riporta la verifica in ipotesi di moto uniforme della tubazione di scarico, da cui emerge che la tubazione è in grado di scaricare le acque meteoriche che riceve dal fosso FF1 e scaricarle nel Fiume Mella.

Diametro (mm)	Lunghezza (m)	Pendenza (m/m)	Scabrezza di Strickler Ks (mm ^{1/3} s ⁻¹)	Tirante (m)	Area bagnata (mq)	Raggio idraulico (m)	Portata (mc/s)	Velocità (m/s)	Grado di riempimento (%)
600	8	0.025	67	0.19	0.0772	0.11	0.185	2.39	32%

Tabella 12 Verifica scarico finale Tr100 anni

12 RETE DI RACCOLTA E SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE NUOVI FABBRICATI

Di seguito verranno riportati i criteri progettuali seguiti per il dimensionamento della rete di drenaggio dei due nuovi fabbricati, nonché la risoluzione delle interferenze con le canalette di drenaggio esistenti a servizio di fabbricati realizzati nella zona limitrofa.

Non sono previsti servizi igienici all'interno dei fabbricati tecnologici.

12.1 Rete di raccolta e smaltimento dello stato di fatto

Allo stato attuale l'area adibita alla realizzazione dei due fabbricati è un'area verde interclusa tra linee ferroviarie. Nell'ambito del progetto "Linea A.V./A.C. Milano – Venezia tratta A.C. Milano – Verona ingresso urbano dell'interconnessione di Brescia Ovest" erano stati realizzati altri fabbricati con le relative reti di drenaggio. Lo scarico di tali reti avviene nella Roggia Fiumicella, nel ramo identificato con la WBS IN03.

Di seguito l'elenco dei principali documenti del progetto citato analizzati per l'identificazione della rete esistente:

- IN01-01-C-ZZ-RI-RI3803-001_A: RI38 - Rilevato dal km 14+767,86 al km 15+829,97 – Relazione idraulica
- IN01_0_1_C_ZZ_P8_RI_38_0_3_003_E: RI38 - Rilevato dal km 14+767,86 al km 15+829,97 – Planimetria di idraulica

La rete consiste in due rami di canaletta in cls di sezione trapezoidale di base minore 70cm e altezza 70cm che sfociano una a destra e una a sinistra idrografica nella Roggia Fiumicella.

Di seguito uno stralcio planimetrico della rete in oggetto:

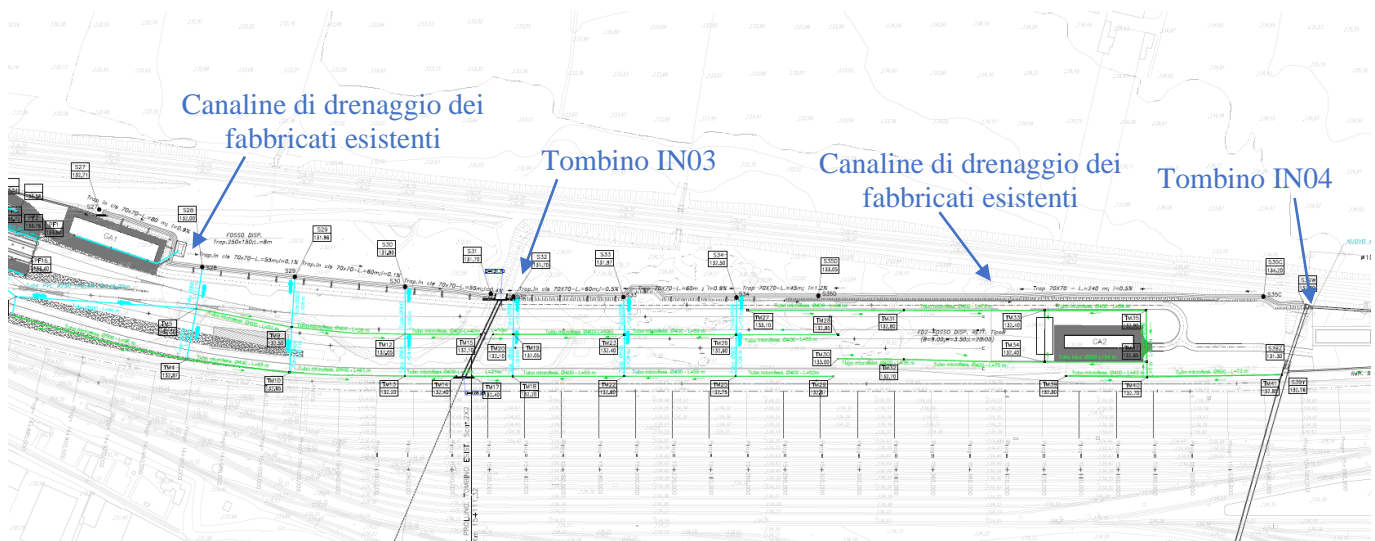


Figura 102 Sistema di drenaggio esistente Area Fabbricati – Fonte: IN01_0_1_C_ZZ_P8_RI_38_0_3_003_E: RI38 - Rilevato dal km 14+767,86 al km 15+829,97 – Planimetria di idraulica

Si riportano di seguito le principali caratteristiche geometriche delle opere esistenti interessate nel presente progetto.

Nodo iniz.	Nodo fin.	Q. iniz. (m)	Q. fin. (m)	L (m)	I med (m/m)	Ks	% riemp.	Tip. Sez.	B (m)	H (m)	Sup. Platt. (mq)	Sup. Ril. (mq)	Sup. Est. (mq)	Wp. platt. (mc)	Wp. ril. (mc)	Wp. est. (mc)	Wp. canaletta. (mc)	W tot. (mc)	w (m)	q1	q2	g	a (m/h ² n)	n	u (l/s/ha)	Q (l/s)
S27	S28	132.71	132	80	0.009	66	0.11917	T	0.7	0.7	320	160	2625	1.60	0.80	13.11	5.228176	20.73	0.00	0.9	0.4	0.48	0.059	0.48	221.9047	68.90
S28	S29	132	131.96	55	0.001	66	0.374637	T	0.7	0.7	220	110	2150	1.95	0.97	19.05	13.87897	35.86	0.01	0.9	0.4	0.47	0.059	0.48	113.6497	140.54
S29	S30	131.96	131.9	60	0.001	66	0.519519	T	0.7	0.7	240	120	2580	2.67	1.34	28.74	23.2089	55.96	0.01	0.9	0.4	0.46	0.059	0.48	86.62582	297.57
S30	S31	131.9	131.7	55	0.004	66	0.387025	T	0.7	0.7	220	110	2639	1.78	0.89	21.38	14.46713	38.50	0.01	0.9	0.4	0.46	0.059	0.48	119.3105	332.99
S35A	S35B	135.05	134.5	40	0.014	66	0.078187	R	0.5	0.5	180	120	0	1.37	0.91	0.00	0.781872	3.06	0.01	0.9	0.4	0.90	0.059	0.48	527.2151	15.82
S35B	S35C	134.5	134.2	60	0.005	66	0.182406	R	0.5	0.5	270	240	0	2.80	2.49	0.00	2.736085	8.02	0.01	0.9	0.4	0.90	0.059	0.48	377.0461	35.05
S35C	S35D	134.2	133.05	240	0.005	66	0.187312	T	0.7	0.7	960	480	3267	8.80	4.40	29.95	26.15398	69.31	0.01	0.9	0.4	0.55	0.059	0.48	156.0957	108.52
S35D	S34	133.05	132.5	45	0.012	66	0.164068	T	0.7	0.7	180	90	1320	1.08	0.54	7.90	4.211261	13.73	0.01	0.9	0.4	0.48	0.059	0.48	188.3493	138.47

Figura 103 Verifiche idrauliche sistema di drenaggio interessato dalla realizzazione dei fabbricati di progetto – Fonte: estratto dall'allegato 1- verifica fossi e canalette della relazione idraulica IN01-01-C-ZZ-RI-RI3803-001_A- RI38 - Rilevato dal km 14+767,86 al km 15+829,97

Si riportano a seguire le fotografie scattate in sede di sopralluogo effettuato il 10 Giugno.



Figura 104 Coni visivi fotografati area Brescia Scalo



Figura 105 Foto 1 Canalina di drenaggio dei fabbricati realizzati nell'ambito del progetto "Linea A.V./A.C. Milano - Venezia tratta A.C. Milano - Verona ingresso urbano dell'interconnessione di Brescia Ovest"



Figura 106 Foto 2 Tubazione di scarico realizzata nell'ambito del progetto "Linea A.V./A.C. Milano - Venezia tratta A.C. Milano - Verona ingresso urbano dell'interconnessione di Brescia Ovest"



Figura 107 Foto 3 Scarico delle canalette di drenaggio dei fabbricati nel tombino IN03



Figura 108 Foto 4 sbocco di una tubazione nella canalina di drenaggio che scarica in IN03

12.2 Rete di raccolta e smaltimento dello stato di progetto

Lo stato di progetto prevede per entrambi i fabbricati di progetto due rami di canalette perimetrali all'edificio di dimensioni interne 35x31cm, le quali recapitano le acque in un pozzetto in cls di dimensioni 60x60cm. Dal pozzetto le acque sono indirizzate prima in un dissabbiatore di 2x2x2m, e successivamente a una vasca di laminazione in cls. La vasca avrà dimensioni interne 5x10x1.5m.

Lo scarico delle acque incidenti le aree di progetto saranno inviate al fosso trapezoidale esistente di dimensioni 70x70cm. In ottemperanza al RR7/2017 lo scarico nel fosso avverrà considerando il limite allo scarico di 10l/s per ettaro impermeabile, ovvero pari a 0.67 l/s. Al fine di garantire il non superamento di tale valore di portata le vasche sono datate di un sistema di sollevamento composto da due elettropompe, una con la funzione di riserva in caso di guasto della principale.

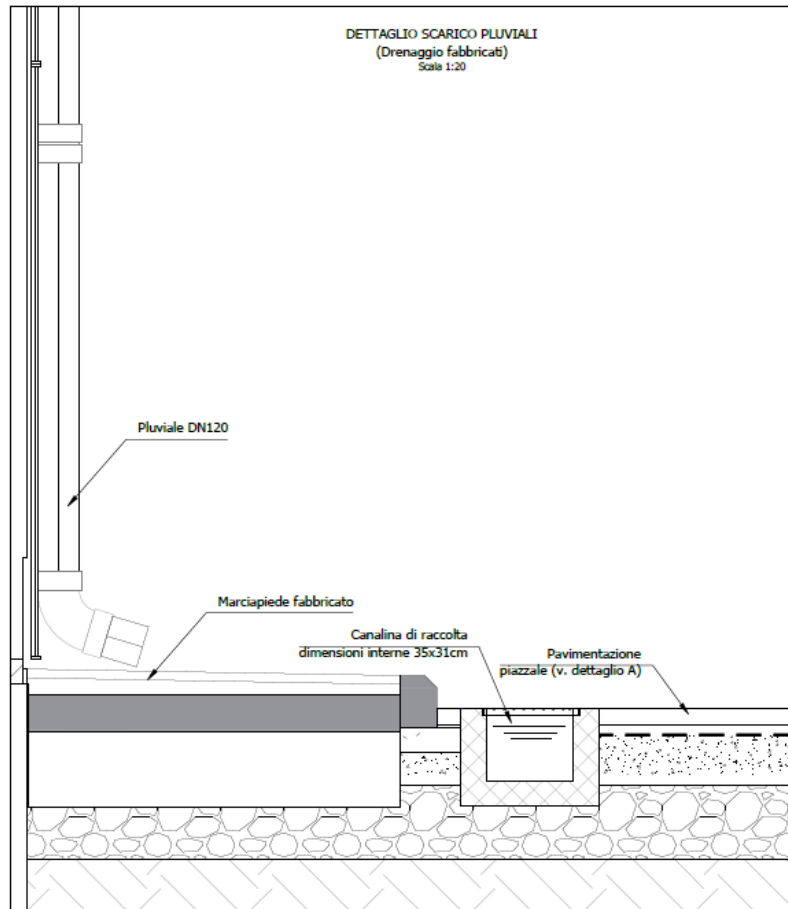


Figura 109 Tipologico scarico dei pluviali IN1M11D26PZID0002001B

12.3 Risoluzione interferenze con il canale di drenaggio esistente

L'accesso ai fabbricati avviene dalla via Vergnano. Ai piedi della via citata è esistente un fosso in cls trapezoidale di dimensioni 70x70cm. Lo stato di progetto prevede due tipologie di risoluzione delle interferenze:

- Per il fabbricato FA1 è prevista la deviazione lato nord del fabbricato, tra i punti D1 e D2. Sarà realizzata una disconnessione tra i punti D2 e D3. Da D3 a C1 il fosso non sarà modificato rispetto lo stato attuale. Tra C1 e C2 sarà installato un collettore in cls secondo la pendenza attuale.
- Per il secondo fabbricato sarà previsto il solo collettore C3-C4.

Di seguito le quote e le verifiche delle opere in oggetto considerando un tempo di ritorno di 100anni.

DATI RETE							COLLETTORE											
Ramo	N _i	N _{i+1}	z _{fi}	z _{fi+1}	L	i _{med}	Tipologico	Sezione	K _s	Diam/B	Diam/H	Tirante	α	A _b	C _b	L _b	R _i	Q
ID _r	IDN	IDN	[m slm]	[m slm]	[m]	[m/m]			[mm ^{1/3 s⁻¹]}	[m]	[m]	[m]		[m ²]	[m]	[m]	[m]	[l/s]
FA01	D1	D2	132.09	131.91	91	0.002	T_70	t_cls	67	0.700	0.700	0.119	1.701	0.098	1.037	0.938	0.094	60.473
FA01	D3	C1	132.00	131.90	51	0.002	T_70	t_cls	67	0.700	0.700	0.114	1.660	0.093	1.022	0.928	0.091	56.010
FA01	C1	C2	131.90	131.88	9	0.002	CLS_500	c_cls	67	0.500	0.500	0.301	3.555	0.124	0.889	0.489	0.139	99.461
FA02	D35C (Rif.Prog. AV RI38)	D35D (Rif.Prog. AV RI38)	134.20	133.05	240	0.005	T_70	t_cls	67	0.700	0.700	0.128	1.766	0.106	1.061	0.955	0.100	107.660
FA02	D35D (Rif.Prog. AV RI38)	C3	133.05	132.62	35	0.012	T_70	t_cls	67	0.700	0.700	0.116	1.674	0.094	1.027	0.931	0.092	140.791
FA02	C3	C4	132.62	132.50	10	0.012	CLS_500	c_cls	67	0.500	0.500	0.218	2.884	0.082	0.721	0.496	0.114	141.813

DATI RETE			SUPERFICI DRENATE							INVASO							VERIFICHE				
Ramo	N _i	N _{i+1}	S _p	S _s	S _e	φ _p	φ _s	φ _e	φ	W _p	W _s	W _e	W _c	w	a	n	u	Q _a	G.R.	V	Fr
ID _r	IDN	IDN	[m ²]	[m ²]	[m ²]					[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m]	[m/h ² n]		[l/(s*ha)]	[l/s]	[%]	[m/s]	
FA01	D1	D2	320.0	316	2625	0.9	0.7	0.4	0.478	1.600	1.580	7.875	8.829	0.006	0.062	0.464	185.44	60.47	17%	0.62	0.614
FA01	D3	C1	220.0	230	2150	0.9	0.7	0.4	0.469	1.100	1.150	6.450	4.724	0.005	0.062	0.464	215.42	56.01	16%	0.60	0.611
FA01	C1	C2	1.0	1	1	0.9	0.7	0.4	0.667	0.005	0.005	0.003	1.113	0.375	0.062	0.464	3.26	99.46	60%	0.80	0.511
FA02	D35C (Rif.Prog. AV RI38)	D35D (Rif.Prog. AV RI38)	1410.0	930	3267	0.9	0.7	0.4	0.575	7.050	4.650	9.801	25.377	0.008	0.062	0.464	192.01	107.66	18%	1.02	0.977
FA02	D35D (Rif.Prog. AV RI38)	C3	180.0	90	1320	0.9	0.7	0.4	0.474	0.900	0.450	3.960	3.299	0.005	0.062	0.464	208.38	140.79	17%	1.49	1.499
FA02	C3	C4	1.0	72	1	0.9	0.7	0.4	0.699	0.005	0.362	0.003	0.822	0.016	0.062	0.464	137.44	141.81	44%	1.73	1.353

Figura 110 Risoluzione interferenza con il canale trapezoidale 70x70cm – Tr100anni

In conseguenza alla carpenteria delle vasche di laminazione, all'interno dei pozzetti dissabbiatori è previsto un salto di fondo delle tubazioni al fine di permettere l'invio delle acque nella vasca:

- FA01 quota di scorrimento della tubazione in ingresso alla vasca 131.77 m slm;
- FA02 quota di scorrimento della tubazione in ingresso alla vasca 132.07 m slm.

Di seguito uno stralcio planimetrico dove con riportata sia la rete di progetto che quella attuale.

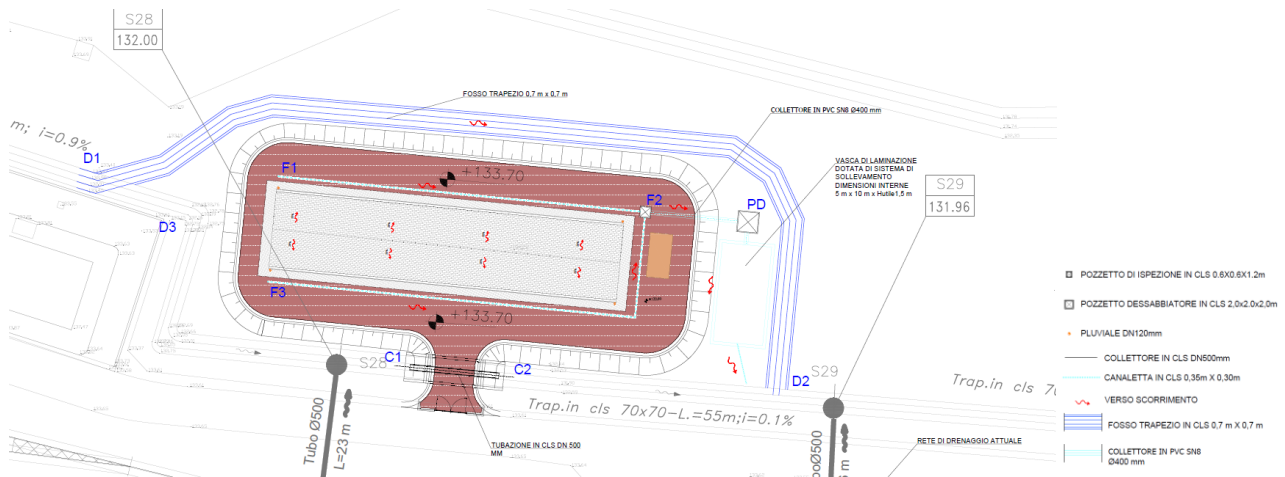


Figura 111 Planimetria di smaltimento acque meteoriche – Fabbricato FA01 – Stralcio elaborato IN1M10D26PZFA0100001B

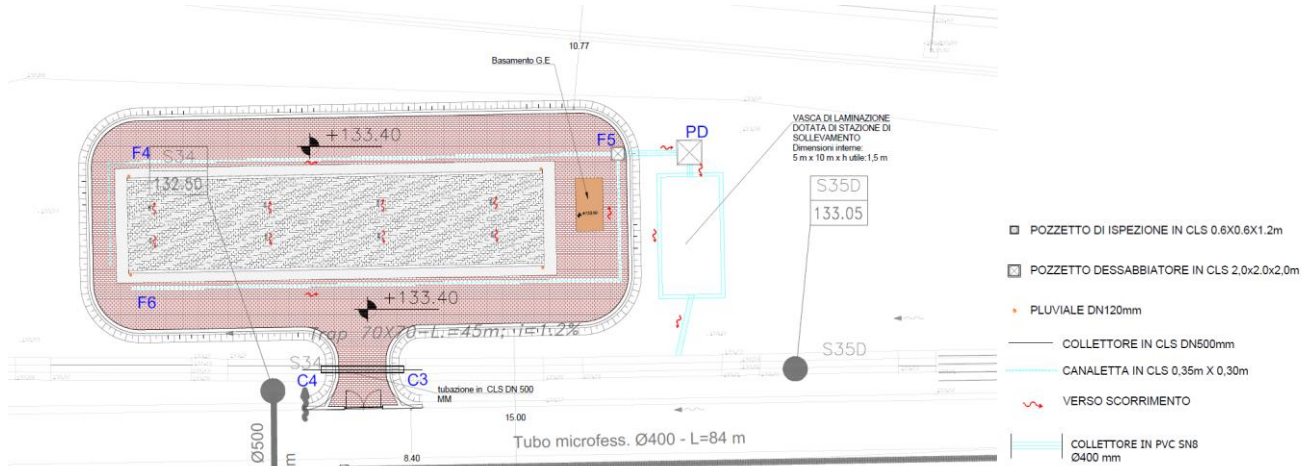


Figura 112 Planimetrica di smaltimento acque meteoriche – Fabbricato FA02 - Stralcio elaborato IN1M10D26PZFA0200001B

12.4 Verifica rete di drenaggio

Le canalette di progetto in cls avranno una dimensione interna di 35cmx0.30cm. Essendo il piazzale dei fabbricati senza pendenza, è stato previsto un riempimento all'interno delle canalette fino a 10 cm di riempimento in cls per raggiungere la quota di scorrimento necessaria.

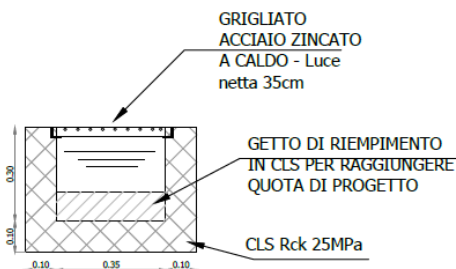


Figura 113 particolare della canaletta di drenaggio

Il dimensionamento della rete è riportato nella tabella seguente, in cui sono presenti i seguenti parametri:

- Ni, Punto di calcolo monte
- Ni+1, Punto di calcolo di valle
- Zfi, quota di fondo di monte (m slm)
- Zfi+1, quota di fondo di valle (m slm)
- L, lunghezza del tratto
- lmed, pendenza media (m/m)
- Tipologico: R_50 canaletta in cls di altezza 50 cm, cls_400 tubazioni in cls di diametro interno 400mm, T50 fosso in terra trapezoidale con base e altezza 50cm;
- Ks, coefficiente di Strickler ($\text{mm}^{1/3}\text{s}^{-1}$)
- Diam/B, diametro interno in caso di tubazioni o base interna in caso di canalette (m)
- Diam/H, diametro interno in caso di tubazioni o altezza interna in caso di canalette (m)
- Ab, area bagnata (mq)
- Cb, contorno bagnato (m)
- Ri, raggio idraulico (m)
- Q, portata di transito nel ramo (l/s)
- Sp, superficie di piattariforma (mq)
- Ss, superficie di scarpata (mq)

- Se, superfici esterna (mq)
- ϕ_p , coefficiente di deflusso fissato per le superfici di piattaforma (-)
- ϕ_s , coefficiente di deflusso fissato per le superfici di scarpata (-)
- ϕ_e , coefficiente di deflusso fissato per le superfici esterne (-)
- ϕ , coefficiente di deflusso medio ponderale (-)
- W_p , volume invasato nelle superfici di piattaforma (mc)
- W_s , volume invasato nelle superfici di scarpate (mc)
- W_e , volume invasato nelle superfici esterne (mc)
- a, coefficiente della curva di possibilità pluviometrica (m/hⁿ)
- n, coefficiente della curva di possibilità pluviometrica (-)
- u, coefficiente udometrico (l/s·ha)
- Q_a , portata di pioggia meteorica affluente al tratto (l/s)
- G.R. grado di riempimento (%)
- V, velocità (m/s)
- Fr, numero di Freud

DATI RETE							COLLETTORE											
Fabbricato	Ni	Ni+1	zfi	zfi+1	L	imed	Tipologico	Sezione	Ks	Diam/B	Diam/H	Tirante	α	Ab	Cb	Lb	Ri	Q
	IDN	IDN	[m slm]	[m slm]	[m]	[m/m]			[mm ^{-1/3} s ⁻¹]	[m]	[m]	[m]		[m ²]	[m]	[m]	[m]	[l/s]
FA01	F1	F2	133.51	133.44	37.00	0.002	R_30	r_cls	67	0.19	0.19	0.131	3.916	0.025	0.452	0.190	0.055	10.780
FA01	F3	F2	133.51	133.41	50.00	0.002	R_30	r_cls	67	0.19	0.19	0.132	3.933	0.025	0.453	0.190	0.055	10.861
FA01	F2	PD	132.90	132.88	8.75	0.002	PVC SN8 400	c_pvc	85	0.38	0.38	0.128	2.484	0.033	0.468	0.356	0.071	21.641
FA02	F4	F5	133.11	133.11	41.00	0.002	R_30	r_cls	67	0.19	0.19	0.132	3.933	0.025	0.453	0.190	0.055	10.861
FA02	F6	F5	133.11	133.11	51.60	0.002	R_30	r_cls	67	0.19	0.19	0.132	3.933	0.025	0.453	0.190	0.055	10.861
FA02	F5	PD	132.61	132.60	4.55	0.002	PVC SN8 400	c_pvc	85	0.38	0.38	0.132	2.533	0.035	0.477	0.359	0.073	21.722

DATI RETE			SUPERFICI DRENATE							INVASO							VERIFICHE				
Fabbricato	Ni	Ni+1	Sp	Ss	Se	Φ_D	Φ_s	Φ_e	Φ	Wp	Ws	We	Wc	w	a	n	u	Qa	G.R.	V	Fr
	IDN	IDN	[m ²]	[m ²]	[m ²]	[-]	[-]	[-]	[-]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m]	[m/h ⁿ]		[l/(s*ha)]	[l/s]	[%]	[m/s]	
FA01	F1	F2	181.0	213	0	1.0	0.7	0.4	0.788	0.905	1.065	0.000	0.920	0.007	0.050	0.464	273.60	10.78	69%	0.43	0.383
FA01	F3	F2	181.0	213	0	1.0	0.7	0.4	0.838	0.905	1.065	0.000	1.250	0.008	0.050	0.464	275.66	10.86	69%	0.43	0.382
FA01	F2	PD	0.01	0	0	1.0	0.7	0.4	0.850	0.000	0.000	0.000	0.291	14.533	0.050	0.464	0.05	21.64	34%	0.65	0.682
FA02	F4	F5	181.00	213	0	1.0	0.7	0.4	0.838	0.905	1.065	0.000	1.250	0.008	0.050	0.464	275.66	10.86	69%	0.43	0.382
FA02	F6	F5	181.00	213	0	1.0	0.7	0.4	0.838	0.905	1.065	0.000	1.250	0.008	0.050	0.464	275.66	10.86	69%	0.43	0.382
FA02	F5	PD	0.01	0	0	1.0	0.7	0.4	0.850	0.000	0.000	0.000	0.122	6.093	0.050	0.464	0.14	21.72	35%	0.62	0.641

Figura 114 Verifiche rete di drenaggio fabbricati – Tr25anni

12.5 Verifica pluviali

I due fabbricati di progetto presentano la stessa geometria. La copertura del singolo fabbricato si estende per circa 285 mq ed è a doppia falda. Sono previsti 4 pluviali DN120 disposti sul lato lungo del fabbricato.

Per il calcolo dei canali di gronda e dei pluviali è stato fatto riferimento alla norma UNI EN 12056 "Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici -Impianti per acque reflue progettazione e calcolo". Facendo riferimento a questa normativa si ottiene:

Capacità della bocca di efflusso:

$$Q_0 = K_0 D^2 h_0.5/15000 \text{ (l/s)}$$

Dove:

$$Q_0 = \text{capacità (l/s)}$$

D= diametro efficace bocca di efflusso (mm)

Ko = coefficiente di scarico (1 per scarico libero, 0.5 in presenza di filtri)

h = carico alla bocca di efflusso (mm)

$$h = W * F_h \text{ (mm)}$$

W = altezza dell'acqua,

F_h = coefficiente di carico alla bocca (pari a 0.47 se $S/T = 1$)

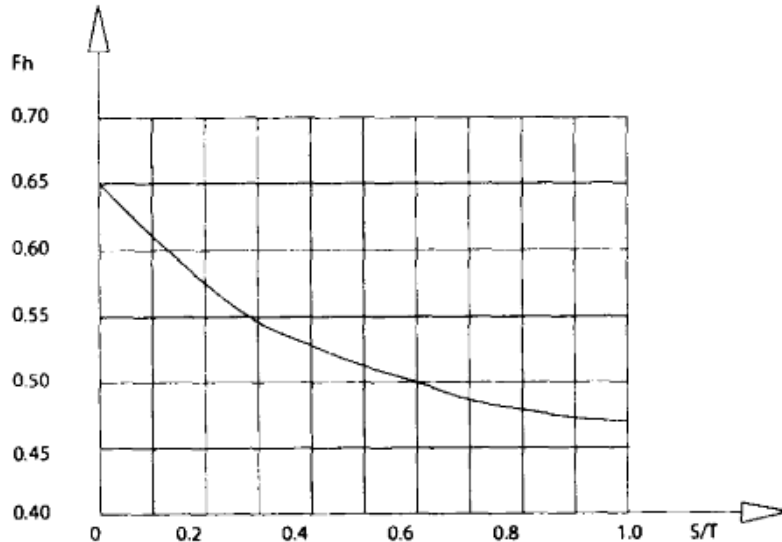


Figura 115 Dimensionamento pluviali

F_h = coefficiente di carico alla bocca, si calcola mediante il grafico riportato sopra
 F_h dipende dal rapporto S/T del canale di gronda.

Si riporta di seguito la verifica effettuata, considerando, quindi, una superficie affluente di 285 mq e nr.4 pluviali:

Dalle formulazioni precedenti si può quindi effettuare la seguente verifica:

a (coeff. Curva possib. Climatica $Tr=25$ anni)		49.78	mm/h
n (esponente Curva possib. Climatica $Tr=25$ anni)		0.464	
T_c (tempo di corrivazione)		3	min
I_c (intensità di pioggia critica)		247.97	
f_c (coeff. deflusso)		1	
Area copertura in mq	s	285	m^2
Numero di pluviali	n	4	
Area afferente un pluviale	S_p	71.25	m^2
Portata pluviale	Q	4.91	l/s
Diametro nominale DN	F	0.1	m
Altezza dell'acqua	W	0.09	m
Coefficiente di carico alla bocca	F_h	0.4700	
Carico alla bocca di efflusso	h	0.0423	m
Coefficiente di scarico (1 per scarico libero, 0.5 in presenza di filtri)	K_o	1	
Capacità pluviale	Q₀	43.36	l/s

Tabella 13 Verifica pluviali

Dalla tabella soprariportata emerge che la portata affluente a ogni pluviale è pari a 4.91 l/s, risultando inferiore alla capacità degli stessi, che si approssima a circa 43 l/s.

13 RETE DI RACCOLTA E SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE PISTA CICLOPEDONALE

Nei prossimi paragrafi verranno esposte le soluzioni progettuali previste per la regimentazione delle acque meteoriche incidenti sulla nuova pista ciclopedonale di progetto. Tali opere sono state dimensionate considerando anche l'afflusso proveniente dalla viabilità parallela.

13.1 Rete di raccolta e smaltimento dello stato di fatto

Allo stato di fatto l'area dedicata alla nuova pista ciclopedonale è un'area verde. Parallelamente alla pista di progetto scorre la Via Girelli, lungo la quale non è stata rivenuta una rete di drenaggio. Lo smaltimento quindi delle acque meteoriche avviene sfruttando le aree verdi laterali. Oltre la viabilità, lato ovest, scorre il Fiume Mella. Di seguito si riportano delle fotografie della viabilità in oggetto.

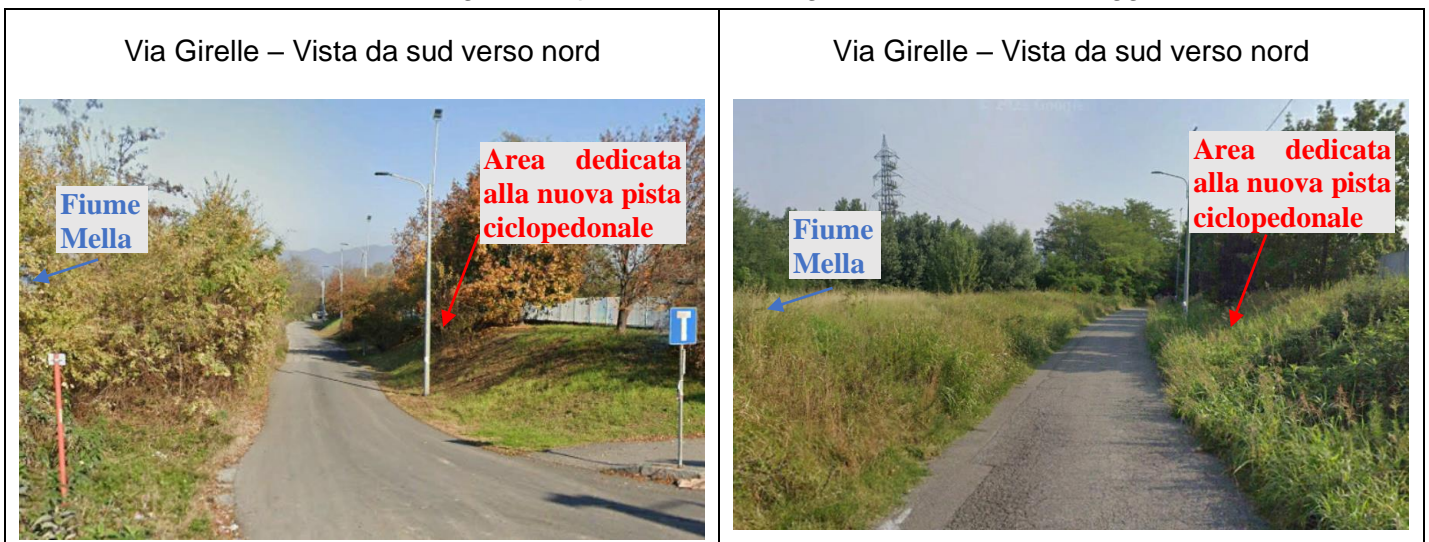


Figura 116 Fotografie stato di fatto Via Girelli

Dal rilievo celerimetrico è stato individuato un fosso di drenaggio di dimensioni 50x50cm. Il fosso attraversa una viabilità locale con una tubazione DN500mm per poi sfociare nella Roggia Fiumicella (cfr. paragrafo 7). Di seguito si riporta l'ubicazione del fosso su ortofoto.



Figura 117 Ubicazione fosso di drenaggio 50x50cm

Relazione idraulica e di compatibilità idraulica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	IN1M	11	D 26 RI	ID 00 0 2 001	B	108 DI 113

13.2 Rete di raccolta e smaltimento dello stato di progetto

Lo smaltimento delle acque meteoriche incidenti la pista ciclopedonale avverrà mediante dispersione.

La pista viene realizzata a livello della strada esistente risultando prevalentemente "a mezza costa", per i primi circa 317m lato est è in trincea e successivamente in rilevato.

Nel primo tratto, quello in cui il lato est è in trincea, è prevista una tubazione in PVC SN8 DN315mm e pendenza 0.2%, la quale invia le acque in un cassonetto disperdente di base 2.4m, altezza 1.2m e lunghezza 125m. Oltre alla raccolta delle acque incidenti la pista ciclopedonale e la strada parallela, il progetto prevede l'installazione di una canalina di dimensioni 50x50cm in testa al muro di contenimento, al fine di intercettare le acque meteoriche e inviare sempre al cassonetto drenante, senza che questi interessino il muro.

Nel secondo tratto lo smaltimento delle acque meteoriche avviene tramite fossi di dispersione trapezoidali in terra con base minore e altezza utile 0.5m con pendenza delle sponde 1H:1V. Lungo tutta la rete saranno presenti pozzetti in cls di dimensioni 60x60cm e dotati di griglia in ghisa sferoidale con classe di resistenza D400. Dalla progressiva 0+195m in corrispondenza dei vari pozzetti sono previste tubazioni in PVC SN8 DN200, le quali invitano l'acqua verso la trincea disperdente oppure i fossi in terra. Tutte le tubazioni hanno un ricoprimento non inferiore a 30cm. L'altezza utile degli elementi disperdenti è valutata a partire delle quote delle tubazioni in ingresso, qualora il livello del terreno allo stato attuale e quello del fondo fosse fosse maggiore di 75cm, la pendenza delle sponde sarà pari a 3H:2V.

Essendo la pista prevista lungo l'attuale sistema di drenaggio della via Girelli, il progetto prevede che le opere di smaltimento della pista siano a servizio anche della strada. Sono quindi stati previste aperture del cordolo di delimitazione tra la pista ciclopedonale e la strada ogni 25m, ovvero in corrispondenza dei pozzetti di ispezione.

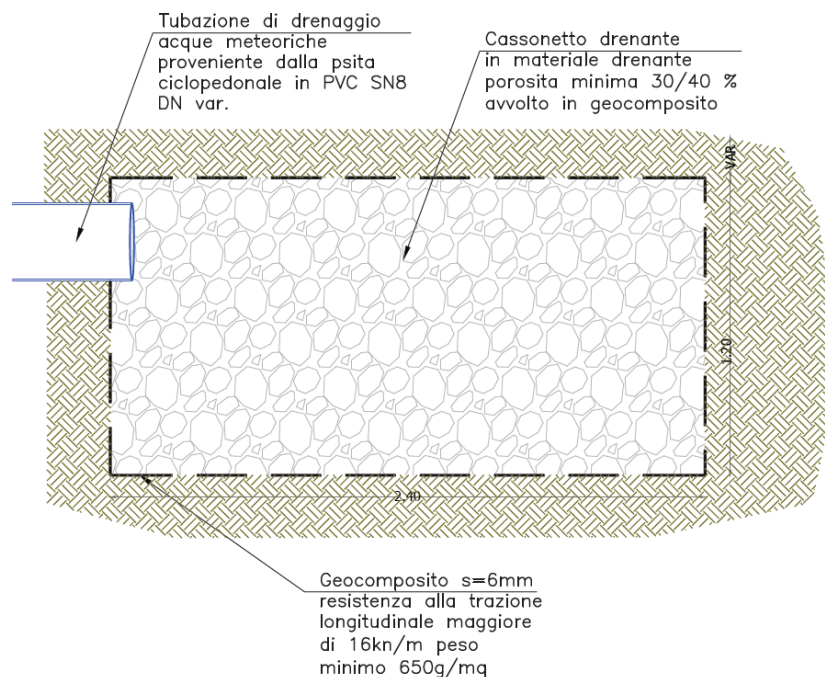


Figura 118 Tipologico Cassonetto drenante

Relazione idraulica e di compatibilità idraulica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
		IN1M	11	D 26 RI	ID 00 0 2 001	B



Figura 119 Tipologico Apertura di cordolo

Per maggiori dettagli si rimanda alle sezioni presenti nell'elaborato IN1M11D26WZNV0400001A.

Per quanto riguarda il fosso di drenaggio rilevato, è prevista la realizzazione di un nuovo fosso disperdente ai piedi della pista di progetto. L'attraversamento con la tubazione DN500m locale viene demolito in quanto la viabilità viene dismessa per la realizzazione dell'asta di 750m.

Nella figura che segue vengono rappresentati le varie opere della rete di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche di progetto.

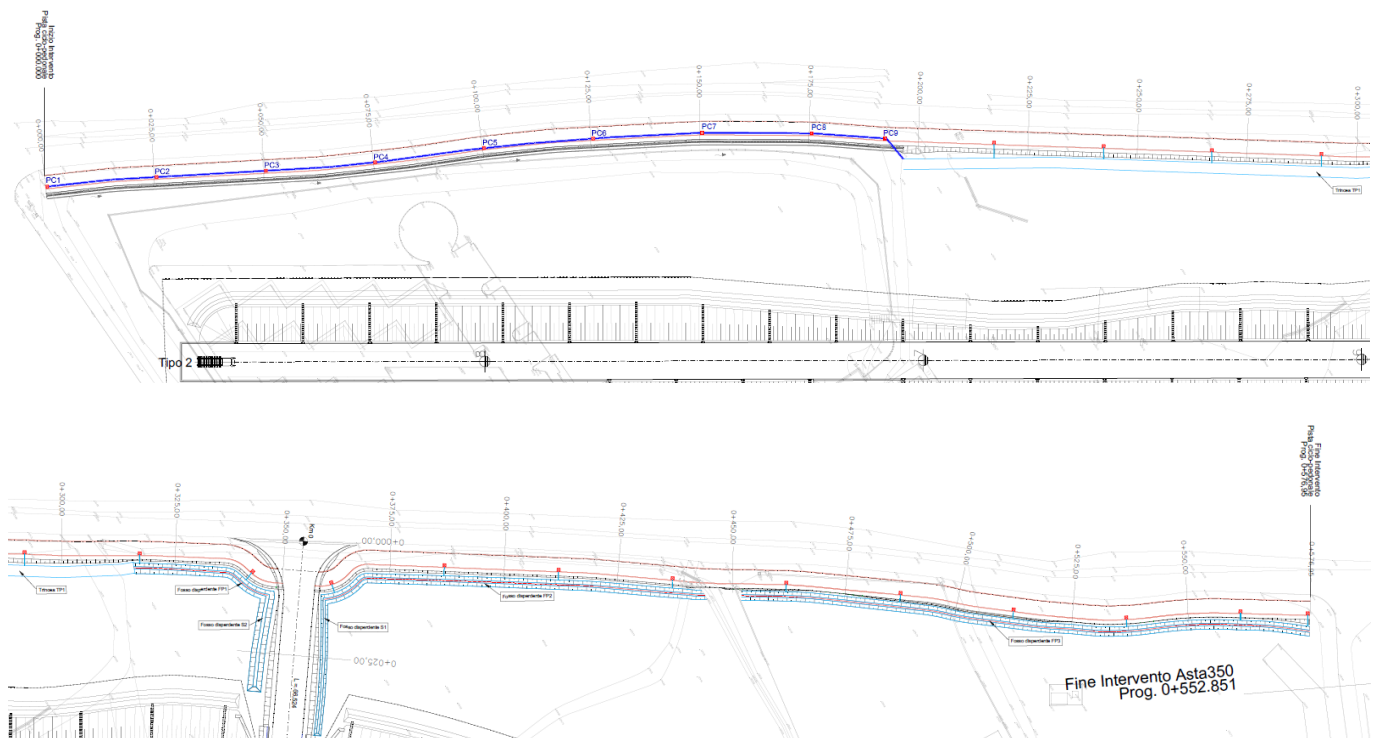


Figura 120 Stralcio rete meteorica di progetto pista ciclopeditone IN1M11D26P8NV0400002A

13.3 Verifica fossi in terra disperdenti e trincea disperdente

Di seguito si riportano le principali caratteristiche geometriche dei fossi e della trincea disperdente. Nella stessa tabella si riporta il confronto tra il volume minimo di invaso richiesto dal RR 7/2017, ovvero dato dal prodotto tra il parametro $0.8 \cdot 600 \text{ mc/ha imp}$ e la superficie impermeabile, stimata in considerazione del coefficiente medio ponderato. In fine si verifica che il tempo di svuotamento dei vari invasi avvenga in meno di 48h. Si evidenzia che le superfici considerate sono state quelle che complessivamente

afferiscono alle opere di progetto, quindi oltre alle nuove impermeabilizzazioni, considerate nel paragrafo 8, sono state indicate le superfici che afferiscono nella rete dalla viabilità esistente.

Di seguito le superfici afferenti ai vari fossi disperdenti:

ID Fosso	Superficie sede (mq)	Superficie scarpata (mq)	Coefficiente di deflusso [pav. impermeabile] (-)	Coefficiente di deflusso medio [scarpata] (-)	Superficie totale (mq)	Coefficiente di deflusso ponderato (-)
Trincea TP1	1886	1190	0.9	0.7	3076 (*)	0.82
Fosso FP1	241	225	0.9	0.7	466	0.80
Fosso FP2	508	225	0.9	0.7	733	0.84
Fosso FP3	731	337	0.9	0.7	1067	0.84

(*) La trincea è stata dimensionata per raccogliere anche le acque provenienti dalla canalina in testa al muro di contenimento, la quale intercetta le acque Interessanti una superficie esterna di circa 663 mq, ovvero dell'area verde interclusa tra il muro di contenimento della pista e la recinzione esistente.

Tabella 14 Superfici afferenti ai fossi disperdenti

ID Fosso	Lunghezza (m)	Larghezza alla base minore (m)	Larghezza base maggiore (m)	Altezza (m)	Altezza bauletto drenante (m)	Pendenza sponde H-V (-)	Volume invasato (mc)	Volume minimo di invaso	Portata infiltrata (mc/s)	Tempo di svuotamento (h)
Trincea TP1	125	2.40	2.40	1.20		0H:0V	164.06	121.47	0.01200	4.32
Fosso FP1	28	0.50	1.50	0.50	1	1H:1V	18.20	17.96	0.00219	1.65
Fosso FP2	83	0.50	1.50	0.50	0	1H:1V	41.50	29.49	0.00318	2.37
Fosso FP3	131	0.50	1.50	0.50	0	1H:1V	65.50	42.88	0.00502	2.15

Tabella 15 Verifica fossi disperdenti

13.4 Verifica rete di drenaggio

In questo paragrafo si riporta il dimensionamento della rete di drenaggio e dell'interasse delle caditoie in ghisa sferoidale, affinché siano sufficienti a intercettare le acque meteoriche generate dall'evento di pioggia estrema in progetto, senza che si creino veli idrici tali da comportare problemi di sicurezza sulla sede. Le verifiche sono state condotte considerando eventi estremi con tempo di ritorno di 25anni.

I modi di defluire delle portate catturate da una caditoia sono due: a stramazzo o a battente.

Le formule per il calcolo della portata intercettata Q sono rispettivamente:

- Stramazzo

$$Q = 0,385 \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H^{3/2}} = 1,705 \cdot b \cdot H^{3/2}$$

- A battente

$$Q = \mu S \sqrt{2gh}$$

Dove:

- H è il carico della luce a stramazzo, assunto pari all'altezza idrica all'imbocco pari a 4 cm in corrispondenza dell'apertura del cordolo e di 5 cm della caditoia grigliata;
- b è la larghezza della soglia sfiorante, assunta pari a 50cm.
- μ coefficiente di contrazione, assunto pari a 0.6 (-)

- S è la superficie dell'apertura.

La verifica è stata effettuata considerando un interasse tra le caditoie di 25 m e una larghezza della sezione trasversale media di 5 m per quanto riguarda l'apertura del cordolo e di 8 m per quanto riguarda la caditoia sulla pista ciclopedonale. La larghezza di 8 m è stata ipotizzata sommando 3m della pista ciclopedonali alla sezione stradale pari a 5m. Ai fini cautelativi è stata considerata tutta la superficie stradale anche se in alcuni tratti la stessa presenta una pendenza a doppia falda.

La portata afferente è stata stimata con la formula:

$$Q = \phi * I * A$$

Dove:

- ϕ = Coefficiente di deflusso posto pari a 0.9;
- I = intensità di pioggia, calcolata assumendo un tempo di corrivazione pari a 5 minuti e un'altezza di pioggia data dalla curva di possibilità pluviometrica con tempo di ritorno 25 anni indicata nel paragrafo 5: $h = 49.78 t^{0.464}$
- A = Area intercettata dalla caditoia.

La tabella seguente sintetizza i risultati ottenuti, da cui è possibile affermare che sia nel caso la luce a stramazzo che a battente la portata che le varie opere sono in grado di intercettare è superiore a quelle afferenti.

Portata afferente all'apertura del cordolo							
Pendenza tratto	Lunghezza tratto	Larghezza sezione	Area totale	Tempo di corrivazione	Intensità di pioggia	Coeff. Di deflusso	Portata di picco
(m/m)	(m)	(m)	(ha)	(min)	(mm/hr)	C	(m ³ /s)
0.002	25	5	0.01	5.0	188.58	0.90	0.006
Verifica interasse apertura di cordolo							
Base apertura	Altezza apertura	Area apertura	Coefficiente stramazzo	Coefficiente battente	Portata (battente)	Portata (stramazzo)	Portata di picco
(m)	(m)	(mq)	(-)	(-)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)
0.5	0.04	0.02	0.385	0.600	0.011	0.007	0.006
Portata afferente alla caditoia grigliata							
Pendenza tratto	Lunghezza tratto	Larghezza sezione	Area totale	Tempo di corrivazione	Intensità di pioggia	Coeff. Di deflusso	Portata di picco
(m/m)	(m)	(m)	(ha)	(min)	(mm/hr)	C	(m ³ /s)
0.002	25	8	0.02	5.0	188.58	0.90	0.009
Verifica interasse caditoia grigliata							
Base apertura	Altezza apertura	Area apertura	Coefficiente stramazzo	Coefficiente battente	Portata (battente)	Portata (stramazzo)	Portata di picco
(m)	(m)	(mq)	(-)	(-)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)
0.5	0.05	0.025	0.385	0.600	0.015	0.010	0.009

Tabella 16 Verifica interasse aperture di cordolo e caditoie grigliate

Di seguito si riporta la verifica delle tubazioni in PVC DN200mm che ogni 25m invano le acque intercettate nelle opere di dispersione. La verifica è stata effettuata in ipotesi di moto uniforme secondo le formulazioni descritte nel paragrafo 9.1.

Tempo di ritorno	Coefficiente pluviometrico a	Coefficiente pluviometrico n	Superficie intercettata	Tempo di corrivazione	Altezza di pioggia	Coefficiente di deflusso	Portata di picco
[anni]	[mm/h]	[-]	[mq]	[min]	[mm]	[-]	[l/s]
25	49.78	0.464	200.00	5	15.72	0.9	9.43
Parametro di scabrezza Ks	Diametro interno	Pendenza	Tirante	Area bagnata	Contorno bagnato	Raggio idraulico	Velocità
[mm ^{1/3} s ⁻¹]	[mm]	[m/m]	[m]	[m ²]	[m]	[m]	[m/s]
80	188.2	0.002	0.115067	0.017822	0.337913	0.052742	0.503164

Tabella 17 Verifica interasse tubazioni trasversali ogni 25m

Il dimensionamento della rete è riportato nella tabella seguente, in cui sono presenti i seguenti parametri:

- Ni, Punto di calcolo monte
- Ni+1, Punto di calcolo di valle
- Zfi, quota di fondo di monte (m slm)
- Zfi+1, quota di fondo di valle (m slm)
- L, lunghezza del tratto
- lmed, pendenza media (m/m)
- Tipologico: R_50 canaletta in cls di altezza 50 cm, cls_400 tubazioni in cls di diametro interno 400mm, T50 fosso in terra trapezoidale con base e altezza 50cm;
- Ks, coefficiente di Strickler (mm^{1/3}s⁻¹)
- Diam/B, diametro interno in caso di tubazioni o base interna in caso di canalette (m)
- Diam/H, diametro interno in caso di tubazioni o altezza interna in caso di canalette (m)
- Ab, area bagnata (mq)
- Cb, contorno bagnato (m)
- Ri, raggio idraulico (m)
- Q, portata di transito nel ramo (l/s)
- Sp, superficie di piattariforma (mq)
- Ss, superficie di scarpata (mq)
- Se, superfici esterna (mq)
- φp, coefficiente di deflusso fissato per le superfici di piattariforma (-)
- φs, coefficiente di deflusso fissato per le superfici di scarpata (-)
- φe, coefficiente di deflusso fissato per le superfici esterne (-)
- φ, coefficiente di deflusso medio ponderale (-)
- Wp, volume invasato nelle superfici di piattariforma (mc)
- Ws, volume invasato nelle superfici di scarpate (mc)
- We, volume invasato nelle superfici esterne (mc)
- a, coefficiente della curva di possibilità pluviometrica (m/hⁿ)
- n, coefficiente della curva di possibilità pluviometrica (-)
- u, coefficiente udometrico (l/s·ha)
- Qa, portata di pioggia meteorica affluente al tratto (l/s)
- G.R. grado di riempimento (%)
- V, velocità (m/s)
- Fr, numero di Freud

Relazione idraulica e di compatibilità idraulica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IN1M	11	D 26 RI	ID 00 0 2 001	B	113 DI 113

DATI RETE						COLLETTORE												
N _i	N _{i+1}	z _{fi}	z _{fi+1}	L	i _{med}	Tipologico	Sezione	Ks	Diam/B	Diam/H	Tirante	α	A _b	C _b	L _b	R _i	Q	
IDN	IDN	[m slm]	[m slm]	[m]	[m/m]			[mm ^{2/3} s ⁻¹]	[m]	[m]	[m]		[m ²]	[m]	[m]	[m]	[l/s]	
PC1	PC2	128.78	128.73	25	0.002	PVC SN8 DN315	c_pvc	80	0.30	0.30	0.098	2.436	0.020	0.365	0.281	0.055	10.379	
PC2	PC3	128.73	128.68	25	0.002	PVC SN8 DN315	c_pvc	80	0.30	0.30	0.126	2.821	0.028	0.423	0.296	0.067	16.516	
PC3	PC4	128.68	128.63	25	0.002	PVC SN8 DN315	c_pvc	80	0.30	0.30	0.148	3.121	0.035	0.468	0.300	0.074	22.024	
PC4	PC5	128.63	128.58	25	0.002	PVC SN8 DN315	c_pvc	80	0.30	0.30	0.168	3.385	0.041	0.507	0.297	0.080	27.072	
PC5	PC6	128.58	128.53	25	0.002	PVC SN8 DN315	c_pvc	80	0.30	0.30	0.186	3.633	0.046	0.544	0.291	0.085	31.756	
PC6	PC7	128.53	128.48	25	0.002	PVC SN8 DN315	c_pvc	80	0.30	0.30	0.204	3.881	0.051	0.581	0.279	0.088	36.143	
PC7	PC8	128.48	128.43	25	0.002	PVC SN8 DN315	c_pvc	80	0.30	0.30	0.222	4.146	0.056	0.621	0.263	0.090	40.272	
PC8	PC9	128.43	128.40	17	0.002	PVC SN8 DN315	c_pvc	80	0.30	0.30	0.235	4.354	0.059	0.652	0.246	0.091	42.970	
PC9	TP1	128.40	128.38	6	0.002	PVC SN8 DN315	c_pvc	80	0.30	0.30	0.240	4.438	0.061	0.665	0.239	0.091	43.909	
Canalina testa muro		131.36	130.96	200	0.002	R_50	r_cls	67	0.50	0.50	0.147	2.289	0.073	0.793	0.500	0.092	44.924	

DATI RETE			SUPERFICI DRENATE							INVASO								VERIFICHE	
N _i	N _{i+1}	S _p	S _s	S _e	Φ _p	Φ _s	Φ _e	Φ	W _p	W _s	W _e	W _c	w	a	n	u	Q _a	G.R.	V
IDN	IDN	[m ²]	[m ²]	[m ²]	(-)	(-)	(-)	(-)	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m]	[m/h ⁴ n]		[l/(s*ha)]	[l/s]	[%]	[m/s]
PC1	PC2	265	0	0	0.9	0.6	0.4	0.9	1.325	0.00	0.00	0.502	0.007	0.050	0.464	391.67	10.38	33%	0.52
PC2	PC3	200	0	0	0.9	0.6	0.4	0.9	1.000	0.00	0.00	0.703	0.009	0.050	0.464	306.85	16.52	42%	0.59
PC3	PC4	200	0	0	0.9	0.6	0.4	0.9	1.000	0.00	0.00	0.870	0.009	0.050	0.464	275.42	22.02	49%	0.63
PC4	PC5	200	0	0	0.9	0.6	0.4	0.9	1.000	0.00	0.00	1.017	0.010	0.050	0.464	252.35	27.07	56%	0.67
PC5	PC6	200	0	0	0.9	0.6	0.4	0.9	1.000	0.00	0.00	1.151	0.011	0.050	0.464	234.24	31.76	62%	0.69
PC6	PC7	200	0	0	0.9	0.6	0.4	0.9	1.000	0.00	0.00	1.277	0.011	0.050	0.464	219.31	36.14	68%	0.71
PC7	PC8	200	0	0	0.9	0.6	0.4	0.9	1.000	0.00	0.00	1.400	0.012	0.050	0.464	206.46	40.27	74%	0.72
PC8	PC9	136	0	0	0.9	0.6	0.4	0.9	0.680	0.00	0.00	1.009	0.012	0.050	0.464	198.39	42.97	78%	0.72
PC9	TP1	48	0	0	0.9	0.6	0.4	0.9	0.240	0.00	0.00	0.364	0.013	0.050	0.464	195.57	43.91	80%	0.72
Canalina testa muro		0	0	663	0.9	0.6	0.4	0.4	0.000	0.00	1.99	14.667	0.025	0.050	0.464	15.31	44.92	29%	0.61

Figura 121 Verifiche rete di drenaggio fabbricati – Tr25anni