COMUNE DI GENOVA

OPERE DI PROLUNGAMENTO DELLA METROPOLITANA
TRATTA CANEPARI RIVAROLO
SERVIZI DI AGGIORNAMENTO E
INTEGRAZIONE DEL PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA

PROGETTO FATTIBILITÀ TECNICO - ECONOMICA RAFFORZATO

Il Progettista:

Ing. Mario Bordi
Ordine Ing. Genova n.5723

Firmato digitalmente
da: MARIO BORDI
Luogo: Genova
Data: 30/01/2026
16:39:23

Il Responsabile dell'Integrazione tra levarie discipline specialistiche:

Ing. Mario Bordi
Ordine Ing. Genova n.5723

Firmato digitalmente
da: MARIO BORDI
Luogo: Genova
Data: 30/01/2026
16:39:24

Il Project Engineering Manager:

Ing. Marco Marchesini
Ordine Ing. Roma n. 39603

Il Coordinatore per la sicurezza in fase di Progettazione:

Geom. Bruno Bucari
Ordine geom. Genova n.3004

Il Geologo:

Dott. Geol. Roberto Pedone
Ordine Geologi della Liguria n 183

Il Reponsabile Unico del Progetto
Dirigente Grandi Infrastrutture di Trasporto - Area Project Management Office

Ing. Manuela Sciutto
Ordine Ing. Genova n. 8953

STUDI E INDAGINI

IDROLOGIA E IDRAULICA

Relazione idrologica e idraulica

CODICE PROGETTO	NOME FILE	REVISIONE	SCALA:
PROGETTO: P0044365 / LIV. PROG.: P / ANNO: 25	P0_SIID_IDR_R_001_3		
	CODICE ELAB.: P0 SIID IDR R 001	3	-

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
3	INTEGRAZIONE A SEGUITO PARERI CDS	30/01/2026	BALLARINO/CANEPA	M. MARCHESINI	M. BORDI
2	TERZA EMISSIONE	27/11/2025	BALLARINO/CANEPA	M. MARCHESINI	M. BORDI
1	SECONDA EMISSIONE	15/05/2025	BALLARINO/CANEPA	M. MARCHESINI	M. BORDI
0	PRIMA EMISSIONE	01/04/2025	BALLARINO/CANEPA	M. MARCHESINI	M. BORDI

Comune di Genova
Genova, Italia

Metropolitana di Genova Tratta Canepari – Rivarolo

P0_SIID_IDR_R_001_3

Doc. No. P0_SIID_IDR_R_001_3

Rev.	Descrizione	Preparato da	Controllato da	Approvato da	Data
0	Prima Emissione	Ballarino/Canepa	Marchesini	Bordi	01/04/2025
1	Seconda Emissione	Ballarino/Canepa	Marchesini	Bordi	15/05/2025
2	Terza Emissione	Ballarino/Canepa	Marchesini	Bordi	27/11/2025
3	Quarta Emissione	Ballarino/Canepa	Marchesini	Bordi	30/01/2026


RINA
MM
EXENET
Your Expert Network
P.ENGINEERING

INDICE

			Pag.
LISTA DELLE TABELLE			**2**
LISTA DELLE FIGURE			**2**
PREMESSA			**4**
1	**DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO**		**5**
2	**INQUADRAMENTO TERRITORIALE**		**7**
3	**RIFERIMENTI NORMATIVI**		**9**
4	**ANALISI DEI VICOLI NORMATIVI E DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA**		**10**
	4.1	CARTA DEL RETICOLO REGIONALE DGR 507/2019	10
	4.2	PIANO DI BACINO DEL POLCEVERA	11
	4.3	ASSETTO SISTEMATORIO PER IL TRATTO TERMINALE T.TORBELLA NELL'AMBITO DEL PIANO DI BACINO	12
5	**IDROLOGIA**		**16**
	5.1	LINEE SEGNALATRICI DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA	16
6	**IDRAULICA DI PIATTAFORMA**		**18**
	6.1	DESCRIZIONE GENERALE DELLA RETE DI SMALTIMENTO	18
	6.2	APPROCCIO NORMATIVO E METODOLOGIA DI CALCOLO	22
	6.3	DIMENSIONAMENTO SISTEMA DI RITENZIONE/LAMINAZIONE	23
	6.4	VERIFICA COLLETTORI	36
	6.5	VERIFICA CADITOIE	37
	6.6	VERIFICA FOGNOLI LATERALI	41
	6.7	VERIFICA FOGNOLO CENTRALE	42
	6.8	VERIFICA DEGLI INVITI DI SCOLO IN CLS	43
7	**IDRAULICA STAZIONE**		**44**
	7.1	VERIFICA PLUVIALI E CANALI DI GRONDA	45

LISTA DELLE TABELLE

Pag.

Tabella 1: Caratteristiche delle stazioni pluviometriche considerate 16
Tabella 2: Valori dei parametri delle LSPP per le stazioni di interesse 17
Tabella 3: Coefficienti di afflusso da “Manuale per la verifica della permeabilità dei suoli e il dimensionamento dei sistemi di laminazione delle acque meteoriche” 23
Tabella 4: Parametri di pioggia 36
Tabella 5: Risultati verifica collettori 36
Tabella 6: Portata idrologica afferente alla caditoia 60x60 cm 38
Tabella 7: Verifica Caditoia 60x60 cm 39
Tabella 8: Portata idrologica afferente alla caditoia 20x30 cm 39
Tabella 9: Verifica Caditoia 20x30 cm 40
Tabella 10: Scala di deflusso fognolo laterale DN160 41
Tabella 11: Capacità idraulica pluviale 42
Tabella 12: Verifica inviti di scolo laterali 43
Tabella 13: Verifica inviti di scolo centrali 43
Tabella 14: Capacità idraulica pluviale 45
Tabella 15: Suddivisione areale copertura 46
Tabella 16: Verifica FALDA 1 46
Tabella 17: Verifica FALDA 2 46
Tabella 18: Verifica FALDA 3 46
Tabella 19: Verifica FALDA 4 47
Tabella 20: Scala di deflusso canale di gronda 47

LISTA DELLE FIGURE

Pag.

Figura 1.1: Planimetria generale opere di progetto 6
Figura 2.1: Tracciato indicativo del collettore posto al di sotto di via Pallavicini - via Rossini recapitante in Polcevera 7
Figura 2.2: Zona del punto di sbocco in T. Torbella del collettore di via Rossini 8
Figura 2.3: Stralcio cartografico fuori scala dalla Carta del reticolo idrografico del vigente Piano di Bacino stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico del Torrente Polcevera nella zona di confluenza del T. Torbella 8
Figura 4.1: Stralcio cartografico fuori scala dalla Carta del Reticolo Idrografico Regionale di cui alla D.G.R. 507 del 21.06.19 con indicazione dell’area in esame 10
Figura 4.2: Stralcio cartografico fuori scala dalla Carta delle Fasce di Inondabilità del vigente Piano di Bacino stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico del Torrente Polcevera nella zona di confluenza del T. Torbella. 11
Figura 4.3: Piano di Bacino del Torrente Polcevera: carta delle fasce di inondabilità focalizzata sulla zona oggetto di intervento e sul tratto terminale del Torrente Torbella 12
Figura 4.4: Piano di Bacino del Torrente Polcevera - Stralcio Carta degli interventi focalizzata sul tratto terminale del Torrente Torbella 13
Figura 4.5: Percorso schematico opere di adeguamento (in rosso: tratto tombato Rio Maltempo; in giallo: nuova galleria scolmatrice) 13

Figura 4.6: PGRA: mappa della pericolosità idraulica focalizzata sulla zona oggetto di intervento e sul tratto terminale del Torrente Torbella – Approvata con Regolamento Regionale del 17/07/2025 15
Figura 6.1: Planimetria di progetto 19
Figura 6.2: Sezione tipo: drenaggio tra muri 20
Figura 6.3: Sezione tipo: drenaggio in viadotto 21
Figura 6.4: Calcolo volume di laminazione da pk 0+000.00 a pk 0+020.00 25
Figura 6.5: Calcolo volume di laminazione da pk 0+020.00 a pk 0+124.58 27
Figura 6.6: Calcolo volume di laminazione da pk 0+124.58a pk 0+225.26 29
Figura 6.7: Calcolo volume di laminazione da pk 0+124.58 alla 0+218.43 31
Figura 6.8: Calcolo volume di laminazione da pk 0+225.26 a pk 0+287.04 33
Figura 6.9: Calcolo volume di laminazione da pk 0+281.54 a pk 0+419.63 35
Figura 6.10: Drenaggio su tubazione DN1100 37
Figura 6.11: Dettaglio caditoia 60x60 cm 37
Figura 6.12: Abaco per il dimensionamento della caditoia 60x60 cm 38
Figura 6.13: Dettaglio caditoia 20x30 cm 39
Figura 6.14: Abaco per il dimensionamento della caditoia 20x30 cm 40

PREMESSA

Questa relazione illustra il Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica, Nuovo Codice, per il prolungamento della metropolitana di Genova lungo la tratta Canepari-Rivarolo.

La soluzione adottata, sviluppata e approvata dal Comune di Genova, è quella "a raso", selezionata tra le diverse alternative di tracciato analizzate nella prima fase dello studio di fattibilità.

Il percorso, che si estende per circa 420 metri, si collega al tronchino di inversione della tratta Brin-Canepari attualmente in corso di realizzazione, proseguendo verso nord sul rilevato ferroviario esistente, in direzione parallela alla linea ferroviaria bivio Succursale/Campasso. Il tracciato si sviluppa lungo il sedime di un binario ferroviario dismesso.

Nell'area di convergenza tra le linee ferroviarie Campasso e Fegino/Bersaglio è prevista la stazione Rivarolo, unica della tratta, accessibile sia da ovest (via alla Stazione di Rivarolo-via Rossini), per l'interscambio con l'omonima stazione FS, sia da est (parcheggio di interscambio di via Pisoni).

A valle della stazione Rivarolo, che andrà costituire il nuovo capolinea, è prevista un tronchino di inversione a doppio binario, anch'esso confinato tra le linee ferroviarie Campasso e Fegino/Bersaglio. La tratta termina in corrispondenza dello slargo di via Duria poco prima del sedime ferroviario esistente di Rivarolo.

Secondo quanto sviluppato nel citato studio di fattibilità, il progetto risulta compatibile con un'eventuale futura estensione della linea metropolitana verso la Vapolcevera.

In particolare, l'eventuale prolungamento prevederà una significativa modifica della livelletta a valle della stazione Rivarolo (da ponte Rossini in poi), per realizzare il sottoattraversamento dei binari ferroviari correnti lungo la sponda sinistra del Polcevera.

1 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Il tracciato si sviluppa per circa 420 metri e si innesta alla progr. Km 0+749.007 BP della tratta Brin-Canepari, proseguendo verso nord, a raso, lungo il rilevato ferroviario esistente. La linea si estende parallelamente alla ferrovia bivio Succursale/Campasso.

L'interasse tra i binari, con il binario pari situato a est e il dispari a ovest, è stato mantenuto a 2,90 m, in conformità con la configurazione attuale della linea in esercizio per la tratta precedente.

Da sud verso nord, oltre alla stazione di Rivarolo sono previste le seguenti opere d'arte principali: scavalco torrente Torbella, scavalco via Pisoni, scavalco via Rossini.

Il viadotto Torbella è costituito da un impalcato metallico a via inferiore a singola campata. L'impalcato scavalca l'alveo del torrente Torbella e le 2 viabilità locali poste sui 2 argini. L'opera viene realizzata in seguito al nuovo ponte della linea ferroviaria Campasso, che prevede la demolizione dell'intera struttura esistente, per cui l'impatto sarà soltanto con una ridotta parte di rilevato di nuova realizzazione. Da questo punto, il tracciato prosegue su opere di sostegno e affronta un'ampia curva verso sinistra, lungo la quale è collocata la stazione Rivarolo, situata tra le linee ferroviarie Campasso e Fegino/Bersaglio.

La stazione Rivarolo, nuovo capolinea, ha una configurazione a banchine laterali, ubicate a quota rilevato, quindi a cielo aperto. A causa dei notevoli vincoli costituiti dalle ferrovie adiacenti, la via di corsa in banchina è in curva di raggio 500m. Le banchine sono coperte da una pensilina metallica e sono accessibili tramite un atrio posto a quota strada (via Rossini / via Pisoni), realizzato mediante scavo di svuotamento del rilevato ferroviario. Il volume di scavo è a sua volta confinato da paratie perimetrali costituite da pali di grande diametro. Alla stessa quota dell'atrio sono inoltre ubicati i locali tecnici a servizio della metropolitana, ricompresi nel medesimo volume di scavo. L'accessibilità all'atrio e ai locali tecnici è assicurata attraverso opportuni sottoattraversamenti della realizzanda linea ferroviaria Fegino-Campasso sul lato ovest e della linea Fegino-Bersaglio in esercizio sul lato est.

Procedendo verso nord, il tracciato continua la sua curva e sovrappassa in successione via Pisoni (con impalcato a sezione mista) e via Rossini tramite un cavalcavia a via inferiore in acciaio, che comporterà la demolizione della struttura esistente.

In questa zona e fino a fine tratta, la linea è delimitata da opere di sostegno, in particolare verso ovest, dove i binari della linea Campasso si trovano a una quota superiore di alcuni metri.

In corrispondenza del ponte Rossini il tracciato ospita una comunicazione pari-dispari necessaria all'inversione di marcia dei treni. Questa comunicazione, ubicata in retrostazione sul tronchino di inversione, si somma alle 2 comunicazioni configurate a cappello di prete già previste nella tratta precedente (attuale tronchino di inversione in retrostazione a Canepari).

Nella tratta terminale del tronchino a nord del ponte Rossini, la linea affronta una nuova curva verso sinistra per mantenere una distanza adeguata dalle linee Campasso e Fegino/Bersaglio, che in questo punto iniziano a divergere. Il tronchino di manovra termina in corrispondenza dell'area di parcheggio via Duria, poco prima del sedime ferroviario esistente di Rivarolo.

A causa dei vincoli legati al tracciato e alla funzionalità della stazione, nella parte iniziale della tratta è stato necessario ampliare la piattaforma metropolitana verso est rispetto all'attuale area ferroviaria, occupando alcune zone attualmente destinate a cortili condominiali. Nella parte terminale, in corrispondenza della biforcazione delle linee Campasso e Fegino/Bersaglio, il tracciato si mantiene tra le due, uscendo dal rilevato esistente e occupando parzialmente lo slargo di via Duria, che nel precedente PFTE risultava interrotto. Nel nuovo progetto, il tracciato è stato ridotto per garantire la continuità di via Duria, almeno fino all'eventuale futuro prolungamento della linea metropolitana.

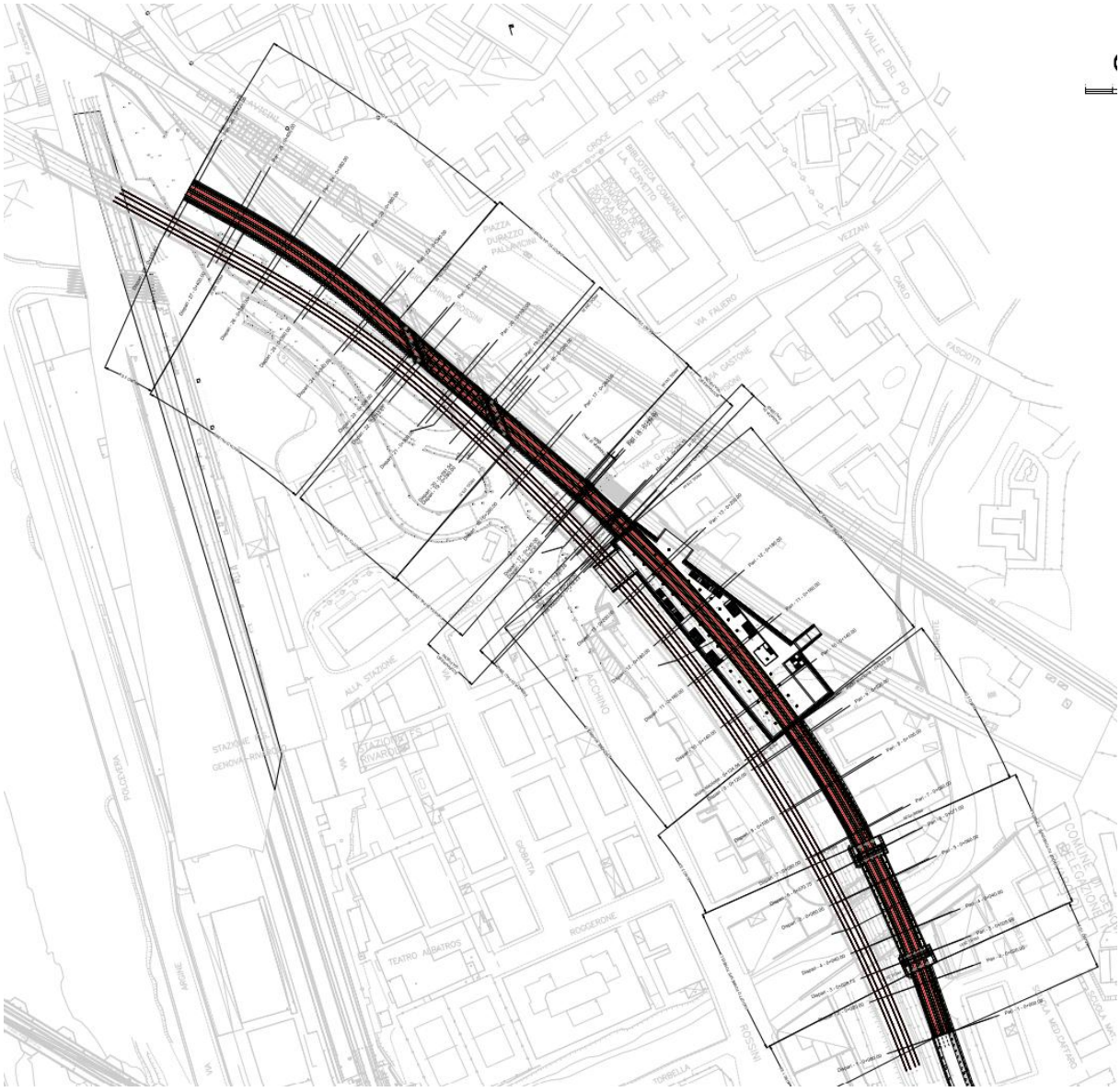


Figura 1.1: Planimetria generale opere di progetto

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il tracciato di prolungamento si pone a cavallo del bacino del Torrente Torbella, che, tra gli affluenti del Polcevera interessati dalla realizzazione della nuova infrastruttura, è il più importante per estensione del bacino, lunghezza dell'asta, portata ed è anche quello con bacino maggiormente urbanizzato. L'asta principale del corso d'acqua presenta brusche curvature in parte indotte da interventi artificiali di canalizzazione.

Nel tratto terminale il T. Torbella scorre a cielo aperto fino alla confluenza nel T. Polcevera ed è superato dal rilevato ferroviario interessato dall'opera in progetto con un ponte ad arco affiancato, su entrambe le sponde, da sottopassi stradali.

Gli altri rivi sono tombinati sotto gli assi stradali e i loro percorsi sono stati spesso deviati per rispettare i confini tra diverse proprietà.

A questi si aggiungono le "rogge", antichi canali in pietra e mattoni che corrono in genere parallelamente all'asta del Polcevera. Anticamente erano usati a fini irrigui o per deviare le acque a servizio degli insediamenti lungo le sponde; in seguito, sono diventati anch'essi canali di drenaggio urbano o tratti fognari. Nell'ambito della presente analisi quello più rilevante, oltre che potenzialmente collegato a situazioni di allagamento verificatisi che potrebbero avere rilevanza anche ai fini del prolungamento della nuova infrastruttura, è quello posizionato in corrispondenza di via T. Durazzo Pallavicini e che procedendo verso Sud, dopo aver attraversato gli esistenti viadotti ferroviari, si colloca al di sotto di via Gioachino Rossini. Nel tratto terminale le dimensioni di tale canale risultano, secondo documentazione storica, superiori a 2 m di altezza e di 1.5 m ca. di larghezza.



Figura 2.1: Tracciato indicativo del collettore posto al di sotto di via Pallavicini - via Rossini recapitante in Polcevera



Figura 2.2: Zona del punto di sbocco in T. Torbella del collettore di via Rossini

Ai margini nord dell'intervento è altresì presente un rivo "senza nome" proveniente da Begato / Ospedale Celesia, tombinato sotto via Carnia e recapitante in sinistra Polcevera. Tale rivo non è riportato nella Carta del reticolo idrografico del vigente Piano di Bacino (Figura 2.3), ma viene invece indicato nella Carta del Reticolo Idrografico Regionale di cui alla D.G.R. 507 del 21.06.19 di cui al successivo paragrafo (Figura 4.1).

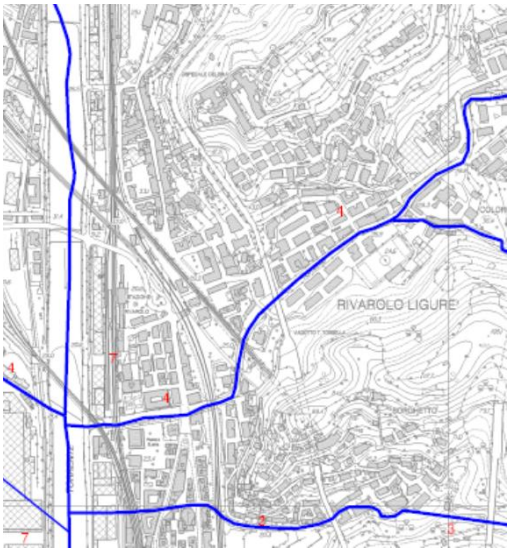


Figura 2.3: Stralcio cartografico fuori scala dalla Carta del reticolo idrografico del vigente Piano di Bacino stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico del Torrente Polcevera nella zona di confluenza del T. Torbella

L'unico bacino del reticolo principale interferente con la nuova infrastruttura è quindi rappresentato dal Torrente Torbella, affluente di sinistra del Polcevera, caratterizzato da una portata di piena duecentennale stimata da Piano in 145 mc/s.

Sulla base di quanto riportato da cartografia di Piano, nonché della Carta del Reticolo Idrografico Regionale di cui alla D.G.R. 507 del 21.06.19 di cui al successivo paragrafo, non risultano altre interferenze per l'infrastruttura in progetto correlate al reticolo idraulico principale o secondario.

Dal punto di vista del drenaggio della piattaforma metropolitana in progetto, al capitolo 5 si riportano le verifiche e i dimensionamenti degli elementi che compongono il sistema di drenaggio, in relazione sia alle valutazioni idrologiche per la stima delle portate complessive drenate dalla piattaforma, sia agli elementi di raccolta, convogliamento e recapito che compongono il sistema.

3 RIFERIMENTI NORMATIVI

Dal punto di vista dell'analisi idrologica ed idraulica i principali riferimenti normativi sono costituiti da:

- D.G.R. n. 507 del 21.06.2019: adozione nuovo reticolo idrografico regionale;
- Piano di Bacino stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico del Torrente Polcevera, approvato con DCP n.14 del 02/04/2003, comprese le successive modifiche fino all'attuale vigenza;
- UNI EN 12056 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici.

4 ANALISI DEI VICOLI NORMATIVI E DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA

Nel presente paragrafo viene illustrato l'inquadramento dell'area di intervento rispetto agli strumenti di pianificazione territoriale che trattano della pericolosità idraulica del territorio, che ne evidenziano le criticità e che, di conseguenza, impongono vincoli di cui occorre tenere conto nel corso dell'iter progettuale.

4.1 CARTA DEL RETICOLO REGIONALE DGR 507/2019

La carta del Reticolo Idrografico Regionale riportata a stralcio in Figura 4.1, mostra che il tratto di prolungamento della linea metropolitana in esame corre in sponda sinistra del T. Polcevera all'altezza della confluenza nella piana del T. Torbella, che scorre a cielo aperto nel suo alveo.

Al termine settentrionale del tracciato proposto, inoltre, come in precedenza anticipato, si innesta nel Polcevera un altro rivo laterale/canale di drenaggio urbano, tombinato sotto Via Carnia e proveniente dalla zona di Begato.

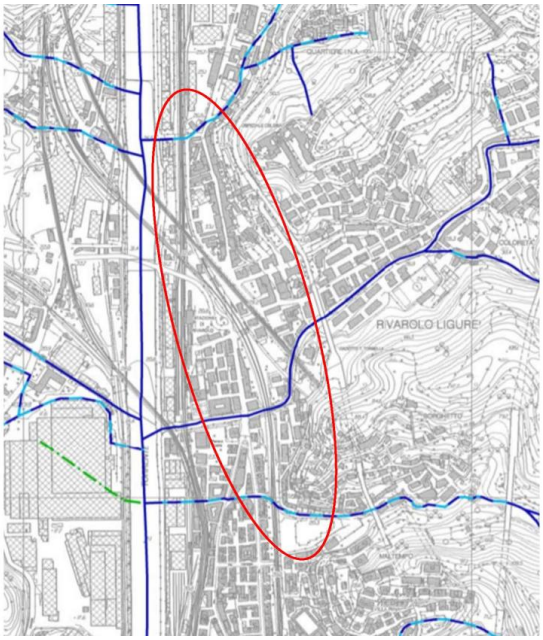


Figura 4.1: Stralcio cartografico fuori scala dalla Carta del Reticolo Idrografico Regionale di cui alla D.G.R. 507 del 21.06.19 con indicazione dell'area in esame

4.2 PIANO DI BACINO DEL POLCEVERA

L'intervento in esame ricade nel territorio di competenza del Piano di Bacino stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico del Torrente Polcevera, approvato con DCP n. 14 del 02.04.2003.

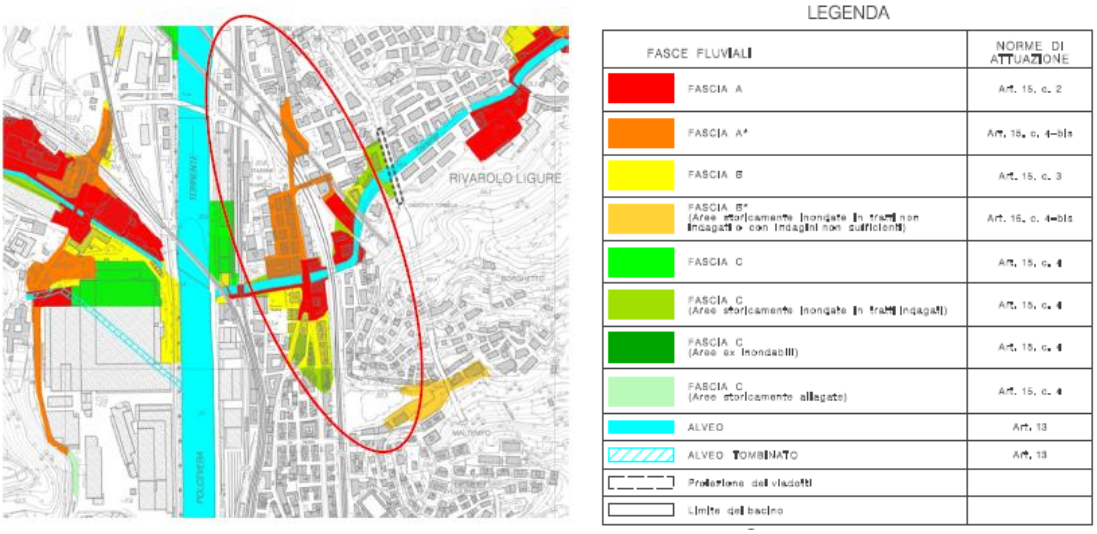


Figura 4.2: Stralcio cartografico fuori scala dalla Carta delle Fasce di Inondabilità del vigente Piano di Bacino stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico del Torrente Polcevera nella zona di confluenza del T. Torbella.

Con riferimento all'art. 12 delle Norme di Attuazione (approvate con D.C.M. n° 26 del 25/06/2015), nell'ambito del Piano vengono individuate le seguenti categorie di aree relative alle fasce di inondabilità (Aree AIN), riportate nella carta delle fasce di inondabilità ed articolate nel modo seguente:

1. Fascia A – pericolosità idraulica molto elevata (Pi3): aree perifluviali inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno T = 50 anni;

2. Fascia B – pericolosità idraulica media (Pi2): aree perifluviali, esterne alle precedenti, inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno T = 200 anni;

3. Fascia C – pericolosità idraulica bassa (Pi1): aree perifluviali, esterne alle precedenti, inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno T = 500 anni, o aree storicamente inondate ove più ampie, laddove non si siano verificate modifiche definitive del territorio tali da escludere il ripetersi dell'evento;

4. Fascia B* (ovvero A*): aree storicamente inondate, per le quali non siano avvenute modifiche definitive del territorio tali da escludere il ripetersi dell'evento, ovvero aree individuate come a rischio di inondazione sulla base di considerazioni geomorfologiche o di altre evidenze di criticità, in corrispondenza delle quali non siano state effettuate nell'ambito del Piano le adeguate verifiche idrauliche finalizzate all'individuazione delle fasce di inondabilità.

Nella Figura 4.2 viene riportato lo stralcio della vigente Carta delle Fasce di Inondabilità del Piano di Bacino del Torrente Polcevera, dalla quale si evince che:

- Nell'area di intervento, all'altezza del Torrente Torbella, sono mappate aree classificate in Fascia A, quindi inondabili per eventi con tempo di ritorno di 50 anni;
- In destra del T. Torbella in prossimità dell'area interessata dal tracciato in esame, è mappata una estesa area classificata come A* corrispondente ad aree storicamente inondate per le quali non siano avvenute modifiche definitive del territorio tali da escludere il ripetersi dell'evento, ovvero aree individuate come a rischio di inondazione sulla base di considerazioni geomorfologiche o di altre evidenze di criticità, in corrispondenza delle quali non siano state effettuate nell'ambito del Piano le adeguate verifiche idrauliche finalizzate all'individuazione delle fasce di inondabilità". Tali esondazioni, come in precedenza accennato, potrebbero essere correlate anche a situazioni di insufficienza del collettore di drenaggio al di sotto di via

T. Durazzo Pallavicini che, dopo aver sottopassato gli esistenti viadotti ferroviari e procedendo verso Sud, si colloca al di sotto di via Gioachino Rossini, per confluire infine nel T. Torbella stesso.

4.3 ASSETTO SISTEMATORIO PER IL TRATTO TERMINALE T.TORBELLA NELL'AMBITO DEL PIANO DI BACINO

Come in precedenza indicato il tratto terminale del T. Torbella, interessato dalla realizzazione degli interventi infrastrutturali in oggetto, è attualmente caratterizzato da un elevato livello di criticità idraulica.

Gli interventi strutturali previsti dal Piano vigente per la risoluzione di tale criticità sono essenzialmente costituiti da quelli indicati in Figura 4.4:

- Demolizione della passerella pedonale situata nei pressi della confluenza con il torrente Polcevera (intervento denominato TOR-IDR-11);
- Adeguamento in quota della difesa spondale di contenimento in sinistra ed in destra orografica nel tratto compreso tra i ponti di via Canepari e la foce (TOR-IDR-10);
- Adeguamento del manufatto di attraversamento di via Canepari (TOR-IDR-9);
- Difesa spondale in sponda destra a valle del ponte ferroviario di monte (TOR-IDR-8).

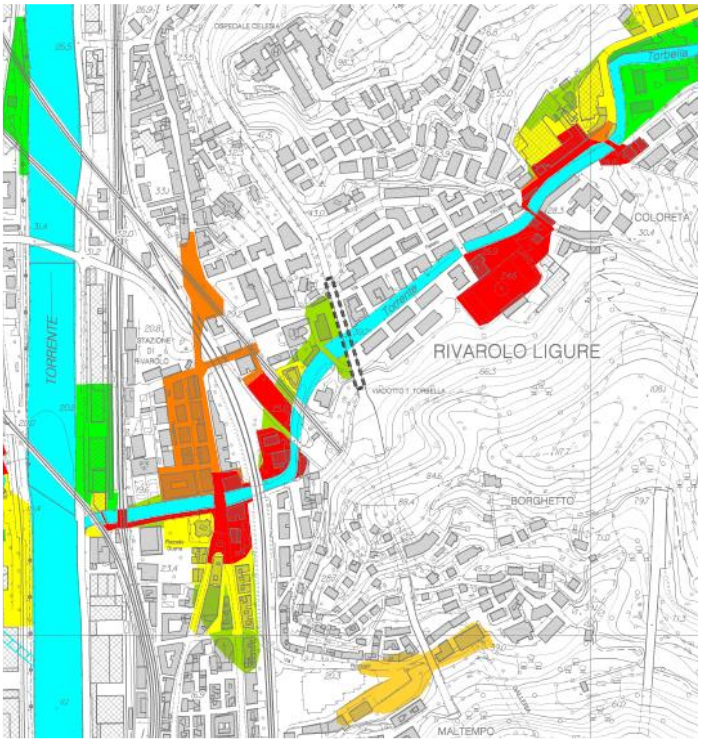


Figura 4.3: Piano di Bacino del Torrente Polcevera: carta delle fasce di inondabilità focalizzata sulla zona oggetto di intervento e sul tratto terminale del Torrente Torbella

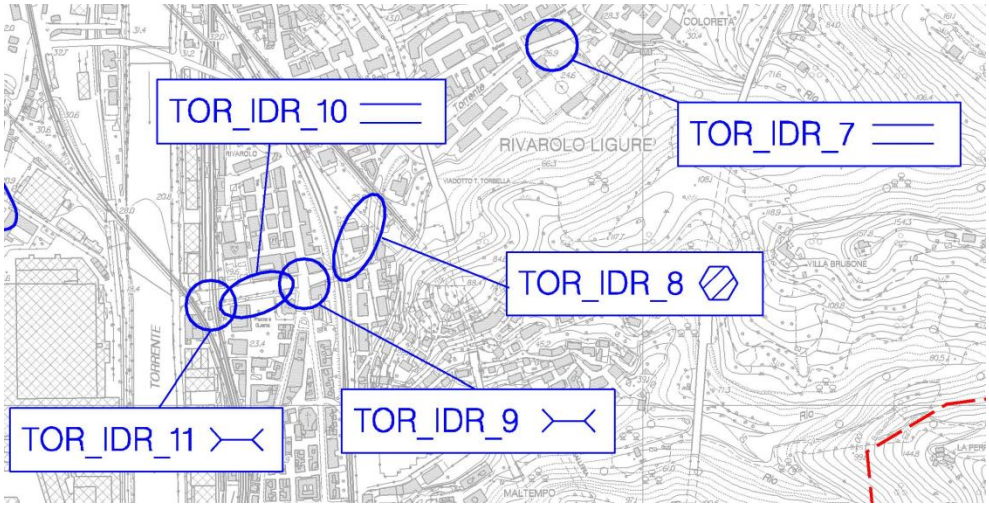


Figura 4.4: Piano di Bacino del Torrente Polcevera - Stralcio Carta degli interventi focalizzata sul tratto terminale del Torrente Torbella

Nonostante ciò, si sottolinea che nelle successive fasi progettuali, come indicato dal cliente, si farà riferimento all'istanza di riperimetrazione attualmente in corso e andranno considerate le mappe di rischio e pericolosità idraulica aggiornate a seguito della realizzazione delle opere di adeguamento idraulico del tratto tombinato di valle del Rio Maltempo, affluente del Torrente Polcevera. In particolare tali mappe evidenzieranno un miglioramento globale dell'assetto idraulico dell'area.

In particolare la soluzione progettuale individuata nel progetto delle "Opere di adeguamento idraulico del tratto tombinato di valle del Rio Maltempo, affluente del Torrente Polcevera – Città Metropolitana di Genova – Gennaio 2025" prevede la realizzazione di un'opera di presa (1), un pozzo di dissipazione del salto (2), una galleria scolmatrice (3) dotata di pozzo/i di aerazione, l'opera di confluenza nel T. Torbella (4) e la risistemazione idraulica del tratto terminale del rio fino alla confluenza con il Polcevera (5).

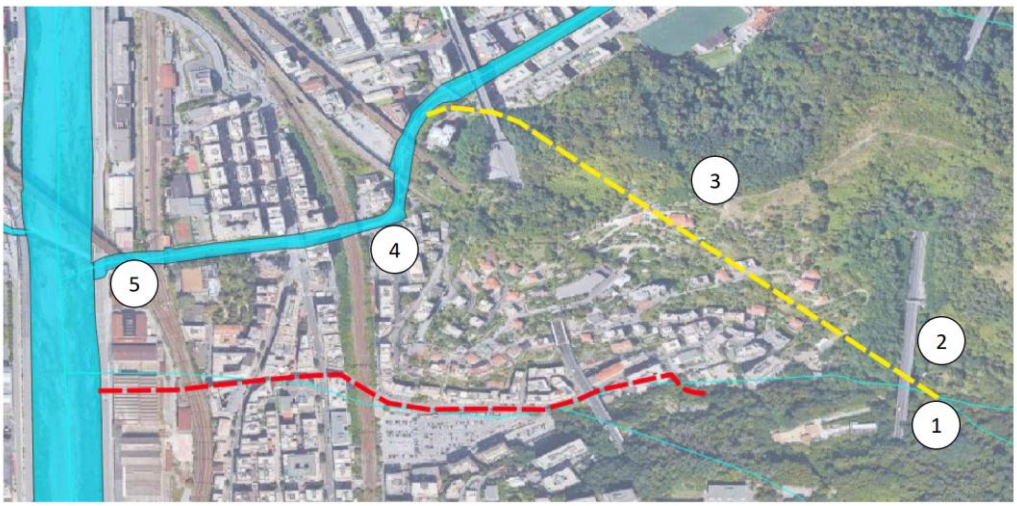


Figura 4.5: Percorso schematico opere di adeguamento (in rosso: tratto tombato Rio Maltempo; in giallo: nuova galleria scolmatrice)

La sistemazione idraulica del t. Torbella prevede:

- N. 3 scivoli di raccordo del profilo longitudinale del corso d'acqua, definiti in modo tale da distribuire lungo il tratto il dislivello ottenuto dalla rimozione del salto di fondo presente allo stato attuale a valle della passerella privata e, allo stesso tempo, garantire la pendenza di equilibrio dell'1.1%;
- Immissione dello scolmatore del rio Maltempo a valle del primo scivolo di raccordo del profilo a partire da monte, circa 20 m a valle dell'inizio dell'intervento;
- Rivestimento con massi non legati di 2° categoria dell'intero tratto oggetto di intervento, allo scopo di evitare nei tratti con velocità più elevate l'erosione del fondo e garantire maggiore stabilità al piede delle opere spondali a seguito dello scavo dell'alveo. Per garantire la tenuta del rivestimento, la taglia dei massi è stata opportunamente scelta per resistere allo sforzo al fondo massimo della corrente e questo strato viene realizzato con un sottofondo in ghiaia di 0.2 m;
- Demolizione e adeguamento idraulico mediante intervento di ricostruzione del ponte di via Canepari, che verrà realizzato a campata unica;
- Riprofilatura attorno alla pila del ponte ferroviario n. 4 a partire da monte (Linea "Genova – Busalla") costituita da un muro a "U" in c.a., in modo da proteggere la pila e le spalle dell'opera di attraversamento esistente;
- Interventi mirati di sottomurazione di alcuni tratti dei muri di sponda, nei casi in cui le indagini hanno mostrato che le quote delle fondazioni non raggiungono una sufficiente profondità in relazione allo scavo previsto in progetto. Tali interventi sono stati modulati caso per caso in funzione delle caratteristiche dei tratti spondali; si rimanda agli elaborati progettuali per i dettagli. Nel modello idraulico sono state riportate le geometrie delle opere sviluppate a seguito delle verifiche di carattere strutturale e geotecnico eseguite in Progetto Esecutivo.

Nel caso in cui le tempistiche di autorizzazione delle opere di adeguamento idraulico del tratto tombinato di valle del Rio Maltempo non fossero compatibili con quelle del progetto, e di conseguenza non si potrà far riferimento all'istanza di riperimetrazione attualmente in corso, dovranno essere messe in atto le seguenti misure di salvaguardia:

- Ingressi stazione: proteggere gli accessi con opere di presidio atte a garantire una quota altimetrica compatibile con i tiranti idraulici presenti nella zona. A titolo di esempio si potrebbero adottare paratoie mobili su tutti gli ingressi lato Pisoni;
- Area di cantiere: prevedere lo sgombero delle aree che insistono in zone mappate a pericolosità idraulica in accordo all'indicazione dei piani di protezione civile e alle allerte meteo emanate.

Si evidenzia inoltre che le modifiche alla mappa di pericolosità idraulica adottate con il nuovo Regolamento Regionale del 17/07/2025 non interessano l'area di intervento e pertanto rimangono valide le considerazioni espresse nel presente paragrafo. Si riporta comunque nella seguente figura la sovrapposizione tra le aree a pericolosità idraulica aggiornate e l'intervento a progetto.

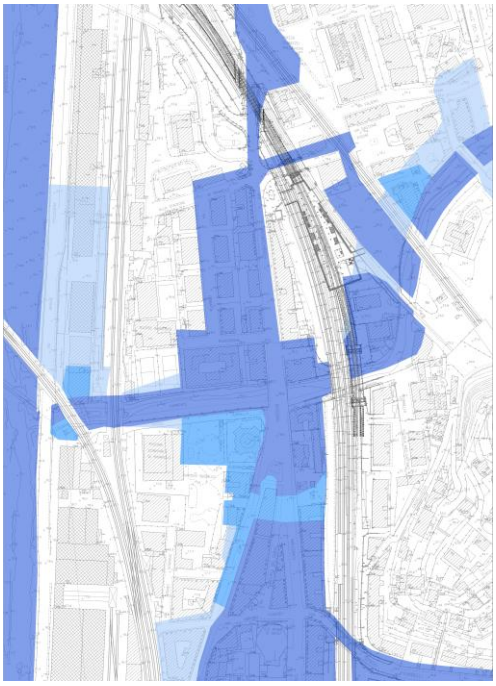


Figura 4.6: PGRA: mappa della pericolosità idraulica focalizzata sulla zona oggetto di intervento e sul tratto terminale del Torrente Torbella – Approvata con Regolamento Regionale del 17/07/2025

5 IDROLOGIA

5.1 LINEE SEGNALATRICI DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA

Per stimare le portate idrologiche sono stati utilizzati modelli di trasformazione afflussi-deflussi che, a partire da precipitazioni puntuali note, forniscono il corrispondente andamento nel tempo delle portate.

L'applicazione di tali modelli necessita quindi della conoscenza del regime delle precipitazioni di forte intensità nel territorio di interesse. Come è noto tale regime si sintetizza nelle cosiddette Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica (LSPP) che esprimono il legame esistente tra l'altezza di pioggia h e la sua durata d, per assegnato tempo di ritorno T, attraverso l'espressione:

$$h = a_T \cdot d^n$$

dove a_T ed n sono parametri che vengono stimati a partire dalle elaborazioni di serie storiche dei valori massimi annuali delle altezze di precipitazione di durata assegnata.

Di seguito viene riportata la metodologia statistica utilizzata nel presente lavoro per la definizione delle LSPP puntuali per le stazioni pluviometriche più prossime all'area di interesse; in particolare si sono considerate le stazioni di Genova Università, Genova Servizio Idrografico e Genova Castellaccio di cui la Tabella 1 riassume alcune caratteristiche principali.

Tabella 1: Caratteristiche delle stazioni pluviometriche considerate

Stazione	Bacino	Tipo strumento	Quota [m s.l.m.]	Anno inizio osservazioni	Numerosità del campione
Genova Università	tra Polcevera e Bisagno	pluviometro registratore	21	1833	56
Genova Sezione Idrografica	Bisagno	pluviometro registratore	2	1951	27
Genova Castellaccio	tra Polcevera e Bisagno	pluviometro registratore	379	1914	24

La metodologia impiegata utilizza come informazione idrologica di base i massimi annuali delle precipitazioni di diversa durata, pertanto il primo passo per la determinazione delle LSPP è stato il reperimento delle serie storiche delle massime altezze annue di pioggia di assegnata durata (d=1, 3, 6, 12, 24 ore) pubblicate sugli Annali Idrologici per le tre stazioni pluviometriche considerate. Si evidenzia che in considerazione dei tempi di risposta dei bacini sarebbero stati utili dati di pioggia di durata inferiori all'ora, che tuttavia non risultano disponibili nel caso in esame.

Le serie dei massimi annuali in assegnata durata così ottenute si possono considerare come campioni di dimensione N (con N pari al numero di anni di osservazione) di una variabile casuale e pertanto, attraverso le tecniche delle inferenze statistiche, si può ricercare la funzione di probabilità più adatta ad interpretarli e stimarne i parametri. Per il caso in esame è stata utilizzata la distribuzione di probabilità di Gumbel che interpreta in maniera soddisfacente le osservazioni campionarie.

Per il calcolo dei coefficienti a_T ed n si utilizzata quindi la seguente procedura:

1. Calcolo della media (μ_d) e dello scarto quadratico medio (σ_d) della serie storica:
   Per ogni durata di pioggia vengono calcolate le statistiche delle serie storiche; tali grandezze risultano necessarie per la stima dei due parametri della distribuzione.
2. Calcolo dei parametri caratteristici della distribuzione di Gumbel:
   Tra i parametri che definiscono la distribuzione di probabilità di Gumbel e i parametri statistici relativi alla serie storica (μ_d e σ_d), sussistono le seguenti relazioni:

$$\alpha_d = \frac{1.283}{\sigma_d}$$
$$u_d = \mu_d - 0.45 \cdot \sigma_d$$

3. Calcolo dell'altezza di pioggia $h_d(T)$:
   Nel caso in cui si ipotizzi che la distribuzione di probabilità delle altezze di pioggia h sia, per tutte le

durate, quella di Gumbel, come accade nel caso in esame, è possibile scrivere una relazione diretta che esprima h in funzione della durata e del tempo di ritorno. Secondo tale legge l'altezza di precipitazione $h_d(T)$ di durata d è legata al tempo di ritorno T dalla relazione:

$$h_d(T) = u_d - \frac{1}{\alpha_d} \cdot ln\left[\ln\left(\frac{T}{T-1}\right)\right]$$

4. Determinazione della curva di possibilità climatica:

Come si è detto in precedenza, la curva di possibilità climatica lega l'altezza h, la durata d della pioggia e il tempo di ritorno T tramite l'espressione:

$$h_d(T) = a_T \cdot d^n$$

o equivalentemente:

$$\log h_d(T) = \log a_T \cdot n \log d$$

con $h_d(T)$ altezza di precipitazione espressa in mm, corrispondente alla durata d (ore) e al tempo di ritorno T (anni). Considerando quindi, per ogni tempo di ritorno, le 5 coppie di valori [d, hd] per d = 1, 3, 6, 12, 24 ore si calcolano le corrispondenti coppie [log d, log hd] e con il metodo dei minimi quadrati si individua la retta interpolante i punti sperimentali; tale retta ha per coefficiente angolare il parametro n e ordinata all'origine log a, da cui si ricava il valore del parametro a.

Tabella 2 riporta i valori dei parametri delle LSPP calcolati con la metodologia esposta per le stazioni pluviometriche di Genova Università, Genova Servizio Idrografico e Genova Castellaccio per i tempi di ritorno di interesse della pratica idrologica:

Tabella 2: Valori dei parametri delle LSPP per le stazioni di interesse

Stazione	Valori di a per I diversi periodi di ritorno T[anni]									n
	2	5	10	20	30	50	100	200	500	
Ge.Uni	45.21	65.72	79.3	92.33	99.82	109.19	121.82	134.41	151.02	0.334
Ge.Sez.Idr	42.07	59.77	71.50	82.74	89.21	97.30	108.20	119.07	133.41	0.344
Ge.Cast	43.45	63.96	77.54	90.57	98.07	107.44	120.07	132.66	149.27	0.341
Media	43.58	63.15	76.11	88.55	95.70	104.64	116.70	128.71	144.57	0.340

Il drenaggio di piattaforma è stato verificato considerando i parametri delle Linee Segnalatrici di Probabilità Pluviometrica (LSPP), facendo riferimento alla stazione pluviometrica dell'Genova Università. È stato considerato un evento meteorico con tempo di ritorno pari a 50 anni e con durata di pioggia pari a 15 minuti. Dai parametri di pioggia disponibili in letteratura l'altezza di pioggia risulta pari a 69.85 mm.

6 IDRAULICA DI PIATTAFORMA

6.1 DESCRIZIONE GENERALE DELLA RETE DI SMALTIMENTO

Il tempo di ritorno assunto per il progetto delle reti di smaltimento delle acque meteoriche è pari a 50 anni e la durata della pioggia critica è pari a 15 minuti.

La rete di smaltimento delle acque meteoriche a progetto è dimensionata per:

- ✓ garantire un immediato smaltimento delle acque meteoriche evitando il formarsi di ristagni sulle superfici scolanti: questo si ottiene assegnando alla piattaforma un'idonea pendenza trasversale e predisponendo un adeguato sistema di raccolta integrato;
- ✓ convogliare, ove necessario, tutte le acque raccolte dalla rete ai punti di recapito.

Il sistema di drenaggio sarà quindi funzionale all'allontanamento delle acque meteoriche dalle superfici scolanti ed al trasferimento dei deflussi verso i punti di recapito finali.

Il sistema di drenaggio sarà strutturato secondo tre parti fondamentali:

- ✓ elementi di raccolta: costituiscono il sistema primario, possono essere elementi continui o discontinui, ad interassi dimensionati in modo da limitare i tiranti idrici garantendo la sicurezza degli utenti. Rientrano negli elementi di raccolta le canalette e le caditoie;
- ✓ elementi di convogliamento: rappresentano un sistema secondario, a valle degli elementi di raccolta. Gli elementi del sistema primario scaricano nel sistema secondario, garantendo così la capacità del sistema primario ed evitando rigurgiti a garanzia della sicurezza delle infrastrutture. Gli elementi di convogliamento, costituiti nel caso in esame da collettori, provvedono al trasferimento delle acque raccolte verso i recapiti;
- ✓ elementi di recapito: i recapiti sono costituiti da rami di qualunque ordine della rete idrografica naturale o artificiale e dagli invasi naturali o artificiali.

La rete verrà progettata in accordo alle disposizioni normative vigenti in materia di invarianza idraulica e ove necessario verranno adottati i necessari dispositivi compensativi per far fronte alle modifiche dell'attuale assetto idraulico dell'area, conseguente alla variazione delle destinazioni d'uso dei suoli.

Le reti a progetto sono costituite da:

- ✓ caditoie grigliate che raccolgono le acque di ruscellamento e le convogliano nei collettori di progetto;
- ✓ pozzetti con chiusino di innesto e cambio direzione;
- ✓ pozzetti di ispezione lungo tutte le reti.

Inoltre, il sistema di drenaggio, a seconda della pendenza trasversale della piattaforma, si può schematizzare in:

- ✓ drenaggio centrale, nei tratti in cui la raccolta delle acque avviene al centro dei binari;
- ✓ drenaggio laterale, nei tratti in cui la raccolta delle acque avviene lateralmente.

Nella fase progettuale di PFTE, la raccolta delle acque meteoriche del tratto di metropolitana in progetto può essere decritta facendo riferimento a:

- **Tratti in rilevato tra muri e tratto presso la stazione con banchine.** La raccolta avviene, lungo lo sviluppo dell'infrastruttura, mediante 2 caditoie grigliate laterali aventi dimensioni 600X600 mm e una caditoia centrale di dimensioni 300x200 mm, con passo di 25 m. L'acqua così collettata, scarica nella tubazione in PEAD DN1100 sottostante, che terminerà in un pozzetto con limitatore di portata da cui avverrà lo scarico nella rete acque meteoriche esistente o nel Rio Torbella;
- **Tratti in viadotto** (Viadotto su Torrente Torbella e Viadotto Rossini) e **tratto in sovrappasso** (su Via Pisoni) l'acqua viene convogliata mediante 3 inviti (due laterali e uno centrale) in cls lungo che si sviluppano per tutta la lunghezza del tracciato in oggetto. L'acqua raccolta per gravità viene condotta, mediante caditoie, alle tubazioni in PEAD aventi DN1100 dei tratti in rilevato.

Lo smaltimento avviene per gravità lungo tutta la rete e vengono individuati 4 punti di scarico: i primi due costituiti dal Torrente Torbella, mentre gli altri tre costituiti dalla rete di fognatura bianca esistente.

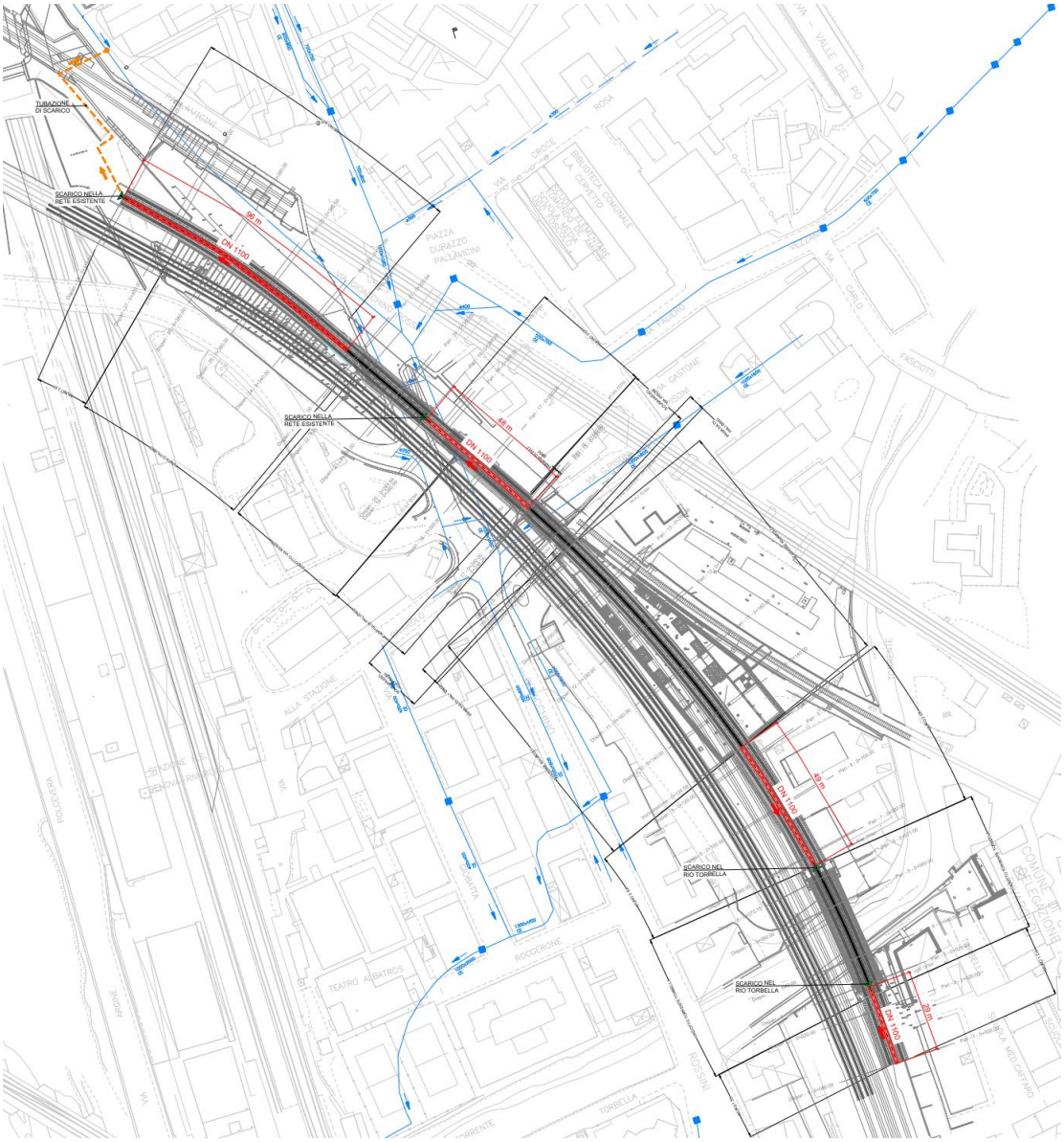


Figura 6.1: Planimetria di progetto

Di conseguenza la rete può essere suddivisa nelle seguenti parti:

- Il tratto dalla progressiva 0+000.00 alla progressiva 0+020.00 è in rilevato tra muri, con scarico nel torrente Torbella;
- Dalla progressiva 0+020.00 alla progressiva 0+075.75 il tratto è su viadotto (Viadotto Torrente Torbella), con scarico nella tubazione in PEAD DN1100 presente nel tratto 0+075.75-0+124.58;
- Tratto dalla progressiva 0+075.75 alla progressiva 0+124.58 è un tratto in rilevato, il cui scarico avviene contropendenza nel Torrente Torbella;

- Dalla progressiva 0+124.58 alla 0+218.43 (tratto in stazione) il drenaggio avviene attraverso i due inviti laterali e uno centrale in cls, con scarico nella rete esistente;
- Dalla progressiva 0+225.26 alla progressiva 0+238.26 il tratto è in sovrappasso (sovrappasso in Via Pisoni) con scarico nella tubazione in PEAD DN1300 presente nel tratto dalla progressiva 0+238.26 a 0+287.04;
- Tratto dalla progressiva 0+238.26 a 0+281.54 è un tratto in rilevato tra muri il cui scarico nella rete di fognatura bianca esistente avviene prima del Viadotto Rossini;
- Dalla progressiva 0+281.54 alla progressiva 0+313.60 il tratto è su viadotto (Viadotto Rossini), con scarico nella tubazione in PEAD DN1100 presente nel tratto 0+313.60 -0+419.63;
- Il tratto dalla progressiva 0+313.60 alla progressiva 0+419.63 è in rilevato tra muri, con scarico nella rete esistente.

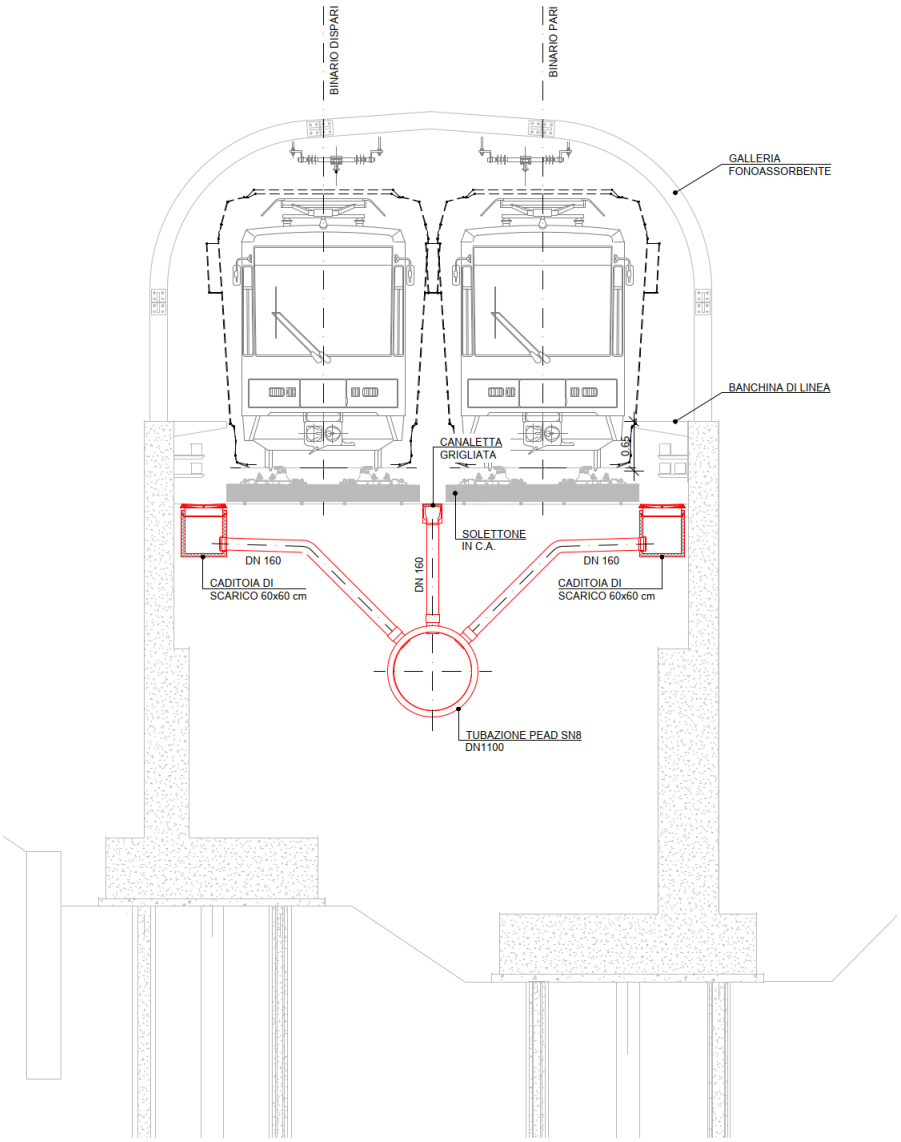


Figura 6.2: Sezione tipo: drenaggio tra muri

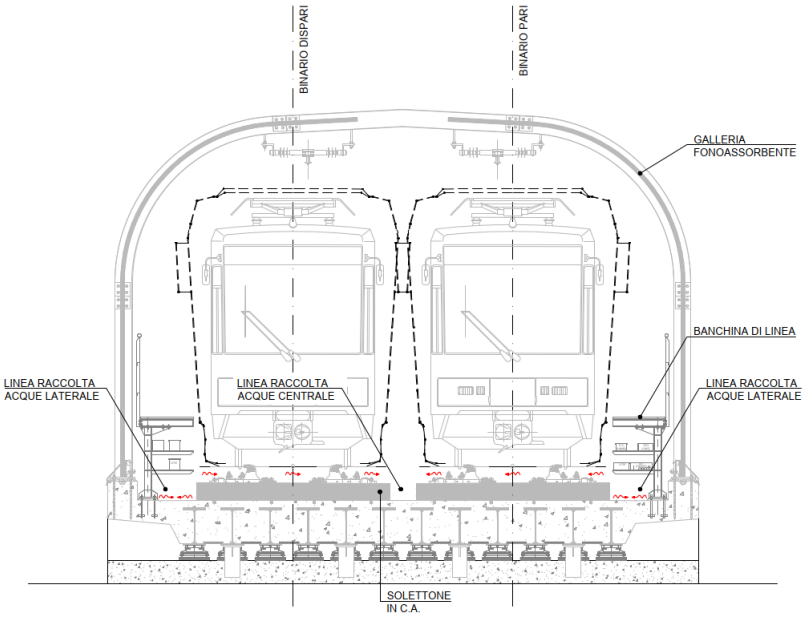


Figura 6.3: Sezione tipo: drenaggio in viadotto

6.2 APPROCCIO NORMATIVO E METODOLOGIA DI CALCOLO

Ai fini del dimensionamento del sistema di ritenzione temporanea delle acque meteoriche, occorre fare riferimento all'art. 14 comma 5 delle norme generali del PUC del Comune di Genova.

La realizzazione di interventi che comportano una modifica alla permeabilità del suolo deve tendere a minimizzare l'impermeabilizzazione attraverso l'uso più esteso possibile di materiali che permettano l'infiltrazione, la ritenzione e la detenzione temporanea delle acque nel terreno.

I nuovi interventi edilizi devono pertanto garantire il mantenimento e/o il miglioramento dell'efficienza idraulica attraverso la messa in atto di misure di mitigazione tali da non aumentare, nell'area di influenza considerata, l'entità delle acque di deflusso superficiale e sotterraneo rispetto alle condizioni precedenti all'intervento stesso. Pertanto gli interventi vengono subordinati all'esecuzione di specifici accorgimenti tecnici e modalità costruttive che favoriscono, in via preferenziale, l'infiltrazione delle acque meteoriche nel terreno e qualora necessario prevedono l'immagazzinamento temporaneo delle acque e il lento rilascio dei deflussi nei corpi ricettori.

L'efficienza idraulica delle aree viene valutata attraverso il Rapporto di Permeabilità (Rp), calcolato come rapporto tra la Superficie permeabile equivalente (Spe), calcolata sommando i contributi di ciascuna tipologia di superficie permeabile considerata, e la Superficie di riferimento (Sr) pari alla superficie del lotto di intervento.

Per il miglioramento dell'efficienza idraulica deve essere garantito un Rp uguale a quello "ante operam"; il valore di Rp da rispettare a progetto varia a seconda del valore di Rp nella situazione attuale delle aree (situazione ex ante) ovvero:

- $Rp = Rp_{\text{ex ante}}$ se $Rp_{\text{ex ante}}$ maggiore o uguale al 70%

- $Rp = 70\%$ se $Rp_{\text{ex ante}}$ minore del 70%

Il mantenimento o il miglioramento dell'efficienza idraulica viene valutato dal confronto del Rp nella situazione di progetto (situazione ex post) che deve sempre risultare maggiore o uguale al valore del Rp prima definito. Il raggiungimento del Rp può essere ottenuto anche mediante l'adozione di sistemi di ritenzione temporanea delle acque meteoriche (vasche di compensazione) ai quali possono essere recapitati i deflussi delle superfici impermeabili o parzialmente permeabili (Spe) previsti a progetto.

Qualora necessaria, la vasca di laminazione viene dimensionata per contenere per 30 minuti una pioggia avente intensità pari a 60 mm in 30 minuti, cui corrisponde un deflusso istantaneo pari a 333,33 l/s per ettaro e la portata dello scarico di fondo non deve essere superiore a 20 l/s per ettaro di superficie addotta alla vasca.

6.3 DIMENSIONAMENTO SISTEMA DI RITENZIONE/LAMINAZIONE

Ai fini della valutazione circa la necessità di installare sistemi di laminazione e ritenzione temporanea di acque meteoriche, devono essere esaminate le condizioni di permeabilità del suolo nelle due diverse situazioni, ovvero nello stato attuale dei luoghi e nello stato di progetto a seguito degli interventi infrastrutturali.

All'interno del "Manuale per la verifica della permeabilità dei suoli e il dimensionamento dei sistemi di laminazione delle acque meteoriche", il Comune di Genova ha messo a disposizione un foglio di calcolo elettronico che riporta la metodologia utilizzabile per il calcolo e la verifica del Rapporto di Permeabilità Rp e per il dimensionamento delle vasche di laminazione (Allegato 1) ed una tabella con l'indicazione dei coefficienti di deflusso tratti dalla letteratura tecnica, relativi a diverse tipologie di superficie (Allegato 2).

Di seguito si riportano i coefficienti di deflusso per le varie categorie di superficie, con la corrispettiva associazione delle superfici presenti:

Tabella 3: Coefficienti di afflusso da "Manuale per la verifica della permeabilità dei suoli e il dimensionamento dei sistemi di laminazione delle acque meteoriche"

CATEGORIE DI SUPERFICI PUC	COEFFICIENTE DI DEFLUSSO	UTILIZZO
Pavimento in asfalto o cls	0.9	Binari metro(progetto)
Sedime ferroviario	0.2	Binari metro(progetto)
Incolto, sterrato, superfici naturali degradate	0.2	Binari metro(progetto)

Di seguito si riportano i risultati relativi alla valutazione della permeabilità ante-operam (stato attuale) e post-operam (stato di progetto) e ad al dimensionamento del sistema di laminazione.

Il tratto dalla progressiva 0+000.00 alla progressiva 0+020.00

PERMEABILITA' DEI SUOLI E SISTEMI DI RITENZIONE TEMPORANEA ACQUE METEORICHE
VALUTAZIONE DELLA PERMEABILITA' DEL SUOLO

STATO ATTUALE

RAPPORTO PERMEABILITA' ATTUALE Rp = **80%**

TIPOLOGIA DI SUPERFICIE (STATO ATTUALE)		Cd RIF.	Cd CALC.	SUPERFICIE PERMEABILE EQUIVALENTE	
Pavimentazioni in macadam, strade, cortili, piazzali	0.0 m²	Ψ = 0.35	Ψ' =	Spe =	0.0 m²
Pavimentazioni in ciottoli su sabbia	0.0 m²	Ψ = 0.40	Ψ' =	Spe =	0.0 m²
Superfici in ghiaia sciolta	0.0 m²	Ψ = 0.30	Ψ' =	Spe =	0.0 m²
Coperture continue con pavimentazione galeggiante	m²	Ψ = 0.80	Ψ' =	Spe =	0.0 m²
Pavimentazioni in cubetti o pietre a lastre a fuga sigillata	m²	Ψ = 0.80	Ψ' =	Spe =	0.0 m²
Incolto, sterrato, superfici naturali degradate	228.5 m²	Ψ = 0.20	Ψ' =	Spe =	182.8 m²
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole	m²	Ψ = 0.10	Ψ' =	Spe =	0.0 m²
SUPERFICIE RIFERIMENTO Sr Stato Attuale	**228.5 m²**			**TOTALE Spe**	**182.8 m²**

STATO DI PROGETTO

RAPPORTO PERMEABILITA' PROGETTO Rp = **10%** Rp Equiv. x ritenzione **100%**

TIPOLOGIA DI SUPEFICIE (STATO DI PROGETTO)		SUPERFICI ADDOTTE IN VASCA	Cd RIF.	Cd CALC.	SUPERFICIE PERMEABILE EQUIVALENTE		PORTATE ADDOTTE IN VASCA	
Pavimento in asfalto o cls	228.5 m²	228.5 m²	Ψ = 0.90	Ψ' =	Spe =	22.8 m²	Q =	6.85 l/s
Asfalto drenante	m²	m²	Ψ = 0.85	Ψ' =	Spe =	0.0 m²	Q =	0.00 l/s
Superfici in ghiaia sciolta	m²	m²	Ψ = 0.30	Ψ' =	Spe =	0.0 m²	Q =	0.00 l/s
Asfalto drenante	m²	m²	Ψ = 0.85	Ψ' =	Spe =	0.0 m²	Q =	0.00 l/s
Coperture continue con finiture in materiali sigillanti (terrazze, lastrici solari, superfici poste sopra a volumi interrati) con inclinazione > 3°	m²	m²	Ψ = 0.90	Ψ' =	Spe =	0.0 m²	Q =	0.00 l/s
Corsi e specchi d'acqua, vasche, bacini di accumulo con fondo impermeabile	m²	m²	Ψ = 1.00	Ψ' =	Spe =	0.0 m²	Q =	0.00 l/s
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole	m²	m²	Ψ = 0.10	Ψ' =	Spe =	0.0 m²	Q =	0.00 l/s
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole	m²	m²	Ψ = 0.10	Ψ' =	Spe =	0.0 m²	Q =	0.00 l/s
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole	m²	m²	Ψ = 0.10	Ψ' =	Spe =	0.0 m²	Q =	0.00 l/s
Incolto, sterrato, superfici naturali degradate	m²	m²	Ψ = 0.20	Ψ' =	Spe =	0.0 m²	Q =	0.00 l/s
SUPERFICIE RIFERIMENTO Sr Progetto	**228.5 m²**	**228.5 m²**			**TOTALE Spe**	**22.8 m²**	**Qp =**	**6.85 l/s**

VERIFICA Sr Attuale = Progetto ----------> OK!

VERIFICHE STANDARD RICHIESTI :

Rp o Rp Equivalente Minimo da Garantire **80%**

VERIFICA Rp e MIGLIORAMENTO **OK!**

VASCA COMPENSAZIONE RICHIESTA **SI**

DIMENSIONAMENTO DELLA VASCA DI LAMINAZIONE							
ALTEZZA E DURATA DELLA PIOGGIA CRITICA							
Altezza di precipitazione critica	60	mm		Deflusso istantaneo per ettaro	333.33	l/s*ha	
Durata pioggia critica	30	min.					
SCARICO CONCESSO E PORTATA DA LAMINARE				CALCOLO DEL VOLUME DELLA VASCA DI LAMINAZIONE			
$Q_{scarico}$	0.46	l/s					
Portata da laminare	**6.40**	**l/s**	Ritardo da conseguire	30	min.	V vasca = 11514 litri	11.5 m^3

Figura 6.4: Calcolo volume di laminazione da pk 0+000.00 a pk 0+020.00

Al fine di ottemperare al raggiungimento del valore del rapporto di permeabilità del 80%, risulta necessario installare dei dispositivi di laminazione delle portate.

Dal dimensionamento sopra riportato, è necessario un volume di laminazione pari a circa 12 mc.

La funzione di laminazione è assolta dalla tubazione in PEAD collettore diam. 1100 mm presente nel tratto compreso tra la progr 0+000.00 alla progr 0+020.00. Il collettore è dimensiionato per un grado di riempimento massimo del 60%.

Lo scarico avverrà a gravità verso il pozzetto sifonato dotato di limitatore di portata fissata a 0,5 l/s valore rappresentativo dei limiti di scarico imposti dal Regolamento pari a 20 l/s per ettaro di superficie impermeabile.

Il tratto dalla progressiva 0+020.00 alla progressiva 0+124.58

PERMEABILITA' DEI SUOLI E SISTEMI DI RITENZIONE TEMPORANEA ACQUE METEORICHE
VALUTAZIONE DELLA PERMEABILITA' DEL SUOLO

STATO ATTUALE

RAPPORTO PERMEABILITA' ATTUALE Rp = **55%**

TIPOLOGIA DI SUPERFICIE (STATO ATTUALE)			Cd RIF.	Cd CALC.	SUPERFICIE PERMEABILE EQUIVALENTE	
Pavimento in asfalto o cls	197.2	m²	Ψ = 0.90	Ψ' =	Spe = 19.7	m²
Incolto, sterrato, superfici naturali degradate	216.0	m²	Ψ = 0.20	Ψ' =	Spe = 172.8	m²
Sedime ferroviario	136.0	m²	Ψ = 0.20	Ψ' =	Spe = 108.8	m²
Copertura a verde pensile con spessore totale del substrato o del terreno naturale medio > 50 cm con Inclinazione max 12°(Sistema a tre strati - UNI 11235/2007 e terreno naturale con caratteristiche pienamente rispondenti alla suddetta norma)		m²	Ψ = 0.10	Ψ' =	Spe = 0.0	m²
Pavimentazioni in cubetti o pietre a lastre a fuga sigillata		m²	Ψ = 0.80	Ψ' =	Spe = 0.0	m²
Incolto, sterrato, superfici naturali degradate	0.0	m²	Ψ = 0.20	Ψ' =	Spe = 0.0	m²
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole		m²	Ψ = 0.10	Ψ' =	Spe = 0.0	m²
SUPERFICIE RIFERIMENTO Sr Stato Attuale	549.2	m²			**TOTALE Spe** 301.3	m²

STATO DI PROGETTO

RAPPORTO PERMEABILITA' PROGETTO Rp = **10%** Rp Equiv. x ritenzione **100%**

TIPOLOGIA DI SUPEFICIE (STATO DI PROGETTO)			SUPERFICI ADDOTTE IN VASCA		Cd RIF.	Cd CALC.	SUPERFICIE PERMEABILE EQUIVALENTE		PORTATE ADDOTTE IN VASCA	
Pavimento in asfalto o cls	549.2	m²	549.2	m²	Ψ = 0.90	Ψ' =	Spe = 54.9	m²	Q = 16.48	l/s
Asfalto drenante		m²		m²	Ψ = 0.85	Ψ' =	Spe = 0.0	m²	Q = 0.00	l/s
Superfici in ghiaia sciolta		m²		m²	Ψ = 0.30	Ψ' =	Spe = 0.0	m²	Q = 0.00	l/s
Asfalto drenante		m²		m²	Ψ = 0.85	Ψ' =	Spe = 0.0	m²	Q = 0.00	l/s
Coperture continue con finiture in materiali sigillanti (terrazze, lastrici solari, superfici poste sopra a volumi interrati) con inclinazione > 3°		m²		m²	Ψ = 0.90	Ψ' =	Spe = 0.0	m²	Q = 0.00	l/s
Corsi e specchi d'acqua, vasche, bacini di accumulo con fondo impermeabile		m²		m²	Ψ = 1.00	Ψ' =	Spe = 0.0	m²	Q = 0.00	l/s
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole		m²		m²	Ψ = 0.10	Ψ' =	Spe = 0.0	m²	Q = 0.00	l/s
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole		m²		m²	Ψ = 0.10	Ψ' =	Spe = 0.0	m²	Q = 0.00	l/s
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole		m²		m²	Ψ = 0.10	Ψ' =	Spe = 0.0	m²	Q = 0.00	l/s
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole		m²		m²	Ψ = 0.10	Ψ' =	Spe = 0.0	m²	Q = 0.00	l/s
SUPERFICIE RIFERIMENTO Sr Progetto	549.2	m²	549.2	m²			**TOTALE Spe** 54.9	m²	Qp = 16.48	l/s

VERIFICA Sr Attuale = Progetto ----------> OK!

VERIFICHE STANDARD RICHIESTI :

Rp o Rp Equivalente Minimo da Garantire **70%**

VERIFICA Rp e MIGLIORAMENTO **OK!**

VASCA COMPENSAZIONE RICHIESTA **SI**

DIMENSIONAMENTO DELLA VASCA DI LAMINAZIONE

ALTEZZA E DURATA DELLA PIOGGIA CRITICA

Altezza di precipitazione critica	60	mm	Deflusso istantaneo per ettaro	333.33	l/s*ha
Durata pioggia critica	30	min.			

SCARICO CONCESSO E PORTATA DA LAMINARE						CALCOLO DEL VOLUME DELLA VASCA DI LAMINAZIONE		
$Q_{scarico}$	1.10	l/s						
Portata da laminare	**15.38**	**l/s**	Ritardo da conseguire	30	min.	V vasca = 27680 litri	**27.7**	m^3

Figura 6.5: Calcolo volume di laminazione da pk 0+020.00 a pk 0+124.58

Al fine di ottemperare al raggiungimento del valore del rapporto di permeabilità del 80%, risulta necessario installare dei dispositivi di laminazione delle portate.

Dal dimensionamento sopra riportato, è necessario un volume di laminazione pari a circa 28 mc.

La funzione di laminazione è assolta dalla tubazione in PEAD collettore diam. 1100 mm presente nel tratto compreso tra la progressiva 0+075.75 alla progressiva0+152.58 Il collettore è dimensiionato per un grado di riempimento massimo del 60%.

Lo scarico avverrà a gravità verso il pozzetto sifonato dotato di limitatore di portata fissata a 1,1 l/s, valore rappresentativo dei limiti di scarico imposti dal Regolamento pari a 20 l/s per ettaro di superficie impermeabile.

Il tratto dalla progressiva 0+124.58 alla progressiva 0+225.26

STATO ATTUALE

RAPPORTO PERMEABILITA' ATTUALE Rp = **80%**

TIPOLOGIA DI SUPERFICIE (STATO ATTUALE)			Cd RIF.	Cd CALC.	SUPERFICIE PERMEABILE EQUIVALENTE	
Sedime ferroviario	325.0	m²	Ψ = 0.20	Ψ' =	Spe = 260.0	m²
Incolto, sterrato, superfici naturali degradate	0.0	m²	Ψ = 0.20	Ψ' =	Spe = 0.0	m²
Sedime ferroviario	0.0	m²	Ψ = 0.20	Ψ' =	Spe = 0.0	m²
Copertura a verde pensile con spessore totale del substrato o del terreno naturale medio > 50 cm con Inclinazione max 12°(Sistema a tre strati - UNI 11235/2007 e terreno naturale con caratteristiche pienamente rispondenti alla suddetta norma)		m²	Ψ = 0.10	Ψ' =	Spe = 0.0	m²
Pavimentazioni in cubetti o pietre a lastre a fuga sigillata		m²	Ψ = 0.80	Ψ' =	Spe = 0.0	m²
Incolto, sterrato, superfici naturali degradate	0.0	m²	Ψ = 0.20	Ψ' =	Spe = 0.0	m²
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole		m²	Ψ = 0.10	Ψ' =	Spe = 0.0	m²
SUPERFICIE RIFERIMENTO Sr Stato Attuale	**325.0**	m²			**TOTALE Spe** **260.0**	m²

STATO DI PROGETTO

RAPPORTO PERMEABILITA' PROGETTO Rp = **10%** Rp Equiv. x ritenzione **100%**

TIPOLOGIA DI SUPEFICIE (STATO DI PROGETTO)			SUPERFICI ADDOTTE IN VASCA		Cd RIF.	Cd CALC.	SUPERFICIE PERMEABILE EQUIVALENTE		PORTATE ADDOTTE IN VASCA	
Pavimento in asfalto o cls	325.0	m²	325.0	m²	Ψ = 0.90	Ψ' =	Spe = 32.5	m²	Q = 9.75	l/s
Asfalto drenante		m²		m²	Ψ = 0.85	Ψ' =	Spe = 0.0	m²	Q = 0.00	l/s
Superfici in ghiaia sciolta		m²		m²	Ψ = 0.30	Ψ' =	Spe = 0.0	m²	Q = 0.00	l/s
Asfalto drenante		m²		m²	Ψ = 0.85	Ψ' =	Spe = 0.0	m²	Q = 0.00	l/s
Coperture continue con finiture in materiali sigillanti (terrazze, lastrici solari, superfici poste sopra a volumi interrati) con inclinazione > 3°		m²		m²	Ψ = 0.90	Ψ' =	Spe = 0.0	m²	Q = 0.00	l/s
Corsi e specchi d'acqua, vasche, bacini di accumulo con fondo impermeabile		m²		m²	Ψ = 1.00	Ψ' =	Spe = 0.0	m²	Q = 0.00	l/s
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole		m²		m²	Ψ = 0.10	Ψ' =	Spe = 0.0	m²	Q = 0.00	l/s
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole		m²		m²	Ψ = 0.10	Ψ' =	Spe = 0.0	m²	Q = 0.00	l/s
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole		m²		m²	Ψ = 0.10	Ψ' =	Spe = 0.0	m²	Q = 0.00	l/s
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole		m²		m²	Ψ = 0.10	Ψ' =	Spe = 0.0	m²	Q = 0.00	l/s
SUPERFICIE RIFERIMENTO Sr Progetto	**325.0**	m²	**325.0**	m²			**TOTALE Spe** **32.5**	m²	Qp = **9.75**	l/s

VERIFICA Sr Attuale = Progetto ----------> OK!

VERIFICHE STANDARD RICHIESTI :

Rp o Rp Equivalente Minimo da Garantire **80%**

VERIFICA Rp e MIGLIORAMENTO **OK!**

VASCA COMPENSAZIONE RICHIESTA **SI**

DIMENSIONAMENTO DELLA VASCA DI LAMINAZIONE							
ALTEZZA E DURATA DELLA PIOGGIA CRITICA							
Altezza di precipitazione critica	60	mm	Deflusso istantaneo per ettaro	333.33	l/s*ha		
Durata pioggia critica	30	min.					
SCARICO CONCESSO E PORTATA DA LAMINARE					CALCOLO DEL VOLUME DELLA VASCA DI LAMINAZIONE		
$Q_{scarico}$	0.65	l/s					
Portata da laminare	**9.10**	**l/s**	Ritardo da conseguire	30	min.	V vasca = 16380 litri	16.4 m^3

Figura 6.6: Calcolo volume di laminazione da pk 0+124.58a pk 0+225.26

Al fine di ottemperare al raggiungimento del valore del rapporto di permeabilità del 80%, risulta necessario installare dei dispositivi di laminazione delle portate.

Dal dimensionamento sopra riportato, è necessario un volume di laminazione pari a circa 16 mc.

La funzione di laminazione è assolta dai 3 inviti in cls presenti lungo la tratta in questione dimensionati per un grado di riempimento del 60% circa.

Lo scarico avverrà a gravità verso il pozzetto sifonato dotato di limitatore di portata fissata a 0,7 l/s, valore rappresentativo dei limiti di scarico imposti dal Regolamento pari a 20 l/s per ettaro di superficie impermeabile.

Il tratto dalla progressiva 0+124.58 alla 0+218.43 (copertura stazione)

STATO ATTUALE

RAPPORTO PERMEABILITA' ATTUALE Rp = **80%**

TIPOLOGIA DI SUPERFICIE (STATO ATTUALE)		Cd RIF.	Cd CALC.	SUPERFICIE PERMEABILE EQUIVALENTE	
Sedime ferroviario	300.0 m²	Ψ = 0.20	Ψ' =	Spe =	240.0 m²
Incolto, sterrato, superfici naturali degradate	300.0 m²	Ψ = 0.20	Ψ' =	Spe =	240.0 m²
Sedime ferroviario	0.0 m²	Ψ = 0.20	Ψ' =	Spe =	0.0 m²
Copertura a verde pensile con spessore totale del substrato o del terreno naturale medio > 50 cm con Inclinazione max 12°(Sistema a tre strati - UNI 11235/2007 e terreno naturale	m²	Ψ = 0.10	Ψ' =	Spe =	0.0 m²
Pavimentazioni in cubetti o pietre a lastre a fuga sigillata	m²	Ψ = 0.80	Ψ' =	Spe =	0.0 m²
Incolto, sterrato, superfici naturali degradate	0.0 m²	Ψ = 0.20	Ψ' =	Spe =	0.0 m²
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole	m²	Ψ = 0.10	Ψ' =	Spe =	0.0 m²
SUPERFICIE RIFERIMENTO Sr Stato Attuale	**600.0** m²			**TOTALE Spe**	**480.0** m²

STATO DI PROGETTO

RAPPORTO PERMEABILITA' PROGETTO Rp = **5%** Rp Equiv. x ritenzione **100%**

TIPOLOGIA DI SUPEFICIE (STATO DI PROGETTO)		SUPERFICI ADDOTTE IN VASCA	Cd RIF.	Cd CALC.	SUPERFICIE PERMEABILE EQUIVALENTE		PORTATE ADDOTTE IN VASCA
Coperture metalliche con inclinazione > 3°	600.0 m²	600.0 m²	Ψ = 0.95	Ψ' =	Spe =	30.0 m²	Q = 19.00 l/s
Asfalto drenante	m²	m²	Ψ = 0.85	Ψ' =	Spe =	0.0 m²	Q = 0.00 l/s
Superfici in ghiaia sciolta	m²	m²	Ψ = 0.30	Ψ' =	Spe =	0.0 m²	Q = 0.00 l/s
Asfalto drenante	m²	m²	Ψ = 0.85	Ψ' =	Spe =	0.0 m²	Q = 0.00 l/s
Coperture continue con finiture in materiali sigillanti (terrazze, lastrici solari, superfici poste sopra a volumi interrati) con inclinazione > 3°	m²	m²	Ψ = 0.90	Ψ' =	Spe =	0.0 m²	Q = 0.00 l/s
Corsi e specchi d'acqua, vasche, bacini di accumulo con fondo impermeabile	m²	m²	Ψ = 1.00	Ψ' =	Spe =	0.0 m²	Q = 0.00 l/s
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole	m²	m²	Ψ = 0.10	Ψ' =	Spe =	0.0 m²	Q = 0.00 l/s
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole	m²	m²	Ψ = 0.10	Ψ' =	Spe =	0.0 m²	Q = 0.00 l/s
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole	m²	m²	Ψ = 0.10	Ψ' =	Spe =	0.0 m²	Q = 0.00 l/s
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole	m²	m²	Ψ = 0.10	Ψ' =	Spe =	0.0 m²	Q = 0.00 l/s
SUPERFICIE RIFERIMENTO Sr Progetto	**600.0** m²	600.0 m²			**TOTALE Spe**	**30.0** m²	Qp = **19.00** l/s

VERIFICA Sr Attuale = Progetto ----------> OK!

VERIFICHE STANDARD RICHIESTI :

Rp o Rp Equivalente Minimo da Garantire **80%**

VERIFICA Rp e MIGLIORAMENTO **OK!**

VASCA COMPENSAZIONE RICHIESTA **SI**

DIMENSIONAMENTO DELLA VASCA DI LAMINAZIONE

ALTEZZA E DURATA DELLA PIOGGIA CRITICA

Altezza di precipitazione critica	60	mm	Deflusso istantaneo per ettaro	333.33	l/s*ha
Durata pioggia critica	30	min.			

SCARICO CONCESSO E PORTATA DA LAMINARE			CALCOLO DEL VOLUME DELLA VASCA DI LAMINAZIONE				
$Q_{scarico}$	1.20	l/s					
Portata da laminare	**17.80**	**l/s**	Ritardo da conseguire	30	min.	V vasca = 32040 litri	32.0 m^3

Figura 6.7: Calcolo volume di laminazione da pk 0+124.58 alla 0+218.43

Al fine di ottemperare al raggiungimento del valore del rapporto di permeabilità del 80%, risulta necessario installare dei dispositivi di laminazione delle portate.

Dal dimensionamento sopra riportato, è necessario un volume di laminazione pari a circa 30 mc.

La funzione di laminazione è assolta dalla vasca di raccolta posta al piano terreno all'interno del locale tecnico della stazione.

Il tratto dalla progressiva 0+225.26 alla progressiva 0+287.04

STATO DI PROGETTO

RAPPORTO PERMEABILITA' PROGETTO Rp = **7%** | Rp Equiv. x ritenzione **100%**

TIPOLOGIA DI SUPEFICIE (STATO DI PROGETTO)		SUPERFICI ADDOTTE IN VASCA	Cd RIF.	Cd CALC.	SUPERFICIE PERMEABILE EQUIVALENTE		PORTATE ADDOTTE IN VASCA
Pavimento in asfalto o cls	385.3 m²	385.3 m²	Ψ = 0.90	Ψ' =	Spe =	38.5 m²	Q = 11.56 l/s
Coperture metalliche con inclinazione > 3°	600.0 m²	600.0 m²	Ψ = 0.95	Ψ' =	Spe =	30.0 m²	Q = 19.00 l/s
Superfici in ghiaia sciolta	m²	m²	Ψ = 0.30	Ψ' =	Spe =	0.0 m²	Q = 0.00 l/s
Asfalto drenante	m²	m²	Ψ = 0.85	Ψ' =	Spe =	0.0 m²	Q = 0.00 l/s
Coperture continue con finiture in materiali sigillanti (terrazze, lastrici solari, superfici poste sopra a volumi interrati) con inclinazione > 3°	m²	m²	Ψ = 0.90	Ψ' =	Spe =	0.0 m²	Q = 0.00 l/s
Corsi e specchi d'acqua, vasche, bacini di accumulo con fondo impermeabile	m²	m²	Ψ = 1.00	Ψ' =	Spe =	0.0 m²	Q = 0.00 l/s
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole	m²	m²	Ψ = 0.10	Ψ' =	Spe =	0.0 m²	Q = 0.00 l/s
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole	m²	m²	Ψ = 0.10	Ψ' =	Spe =	0.0 m²	Q = 0.00 l/s
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole	m²	m²	Ψ = 0.10	Ψ' =	Spe =	0.0 m²	Q = 0.00 l/s
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole	m²	m²	Ψ = 0.10	Ψ' =	Spe =	0.0 m²	Q = 0.00 l/s
SUPERFICIE RIFERIMENTO Sr Progetto	**985.3** m²	**985.3** m²			**TOTALE Spe**	**68.5** m²	Qp = **30.56** l/s

VERIFICA Sr Attuale = Progetto ----------> OK!

VERIFICHE STANDARD RICHIESTI : Rp o Rp Equivalente Minimo da Garantire **74%** | VERIFICA Rp e MIGLIORAMENTO **OK!** | VASCA COMPENSAZIONE RICHIESTA **SI**

PERMEABILITA' DEI SUOLI E SISTEMI DI RITENZIONE TEMPORANEA ACQUE METEORICHE

VALUTAZIONE DELLA PERMEABILITA' DEL SUOLO

STATO ATTUALE

RAPPORTO PERMEABILITA' ATTUALE Rp = **74%**

TIPOLOGIA DI SUPERFICIE (STATO ATTUALE)		Cd RIF.	Cd CALC.	SUPERFICIE PERMEABILE EQUIVALENTE	
Pavimento in asfalto o cls	91.0 m²	Ψ = 0.90	Ψ' =	Spe =	9.1 m²
Incolto, sterrato, superfici naturali degradate	300.0 m²	Ψ = 0.20	Ψ' =	Spe =	240.0 m²
Sedime ferroviario	594.3 m²	Ψ = 0.20	Ψ' =	Spe =	475.4 m²
Copertura a verde pensile con spessore totale del substrato o del terreno naturale medio > 50 cm con Inclinazione max 12°(Sistema a tre strati - UNI 11235/2007 e terreno naturale con	m²	Ψ = 0.10	Ψ' =	Spe =	0.0 m²
Pavimentazioni in cubetti o pietre a lastre a fuga sigillata	m²	Ψ = 0.80	Ψ' =	Spe =	0.0 m²
Incolto, sterrato, superfici naturali degradate	0.0 m²	Ψ = 0.20	Ψ' =	Spe =	0.0 m²
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole	m²	Ψ = 0.10	Ψ' =	Spe =	0.0 m²
SUPERFICIE RIFERIMENTO Sr Stato Attuale	**985.3** m²			**TOTALE Spe**	**724.5** m²

DIMENSIONAMENTO DELLA VASCA DI LAMINAZIONE

ALTEZZA E DURATA DELLA PIOGGIA CRITICA

Altezza di precipitazione critica	60	mm	Deflusso istantaneo per ettaro	333.33	l/s*ha
Durata pioggia critica	30	min.			

SCARICO CONCESSO E PORTATA DA LAMINARE			CALCOLO DEL VOLUME DELLA VASCA DI LAMINAZIONE				
Qscarico	1.97	l/s					
Portata da laminare	**28.59**	**l/s**	Ritardo da conseguire	30	min.	V vasca = 51459 litri	51.5 **m³**

Figura 6.8: Calcolo volume di laminazione da pk 0+225.26 a pk 0+287.04

Al fine di ottemperare al raggiungimento del valore del rapporto di permeabilità del 80%, risulta necessario installare dei dispositivi di laminazione delle portate.

Dal dimensionamento sopra riportato, è necessario un volume di laminazione pari a circa 51 mc.

La funzione di laminazione è assolta dalla tubazione in PEAD collettore diam. 1300 mm presente nel tratto compreso tra la progressiva 0+238.26 alla progressiva 0+287.04 Il collettore è dimensiionato per un grado di riempimento massimo del 80%.

Lo scarico avverrà a gravità verso il pozzetto sifonato dotato di limitatore di portata fissata a 0,8 l/s, valore rappresentativo dei limiti di scarico imposti dal Regolamento pari a 20 l/s per ettaro di superficie impermeabile.

Il tratto dalla progressiva 0+281.54 alla progressiva 0+419.63

STATO DI PROGETTO

RAPPORTO PERMEABILITA' PROGETTO Rp = 10% | Rp Equiv. x ritenzione 100%

TIPOLOGIA DI SUPEFICIE (STATO DI PROGETTO)		SUPERFICI ADDOTTE IN VASCA		Cd RIF.	Cd CALC.	SUPERFICIE PERMEABILE EQUIVALENTE		PORTATE ADDOTTE IN VASCA	
Pavimento in asfalto o cls	941.8 m²	941.8	m²	Ψ = 0.90	Ψ' =	Spe =	94.2 m²	Q =	28.25 l/s
Asfalto drenante	m²		m²	Ψ = 0.85	Ψ' =	Spe =	0.0 m²	Q =	0.00 l/s
Superfici in ghiaia sciolta	m²		m²	Ψ = 0.30	Ψ' =	Spe =	0.0 m²	Q =	0.00 l/s
Asfalto drenante	m²		m²	Ψ = 0.85	Ψ' =	Spe =	0.0 m²	Q =	0.00 l/s
Coperture continue con finiture in materiali sigillanti (terrazze, lastrici solari, superfici poste sopra a volumi interrati) con inclinazione > 3°	m²		m²	Ψ = 0.90	Ψ' =	Spe =	0.0 m²	Q =	0.00 l/s
Corsi e specchi d'acqua, vasche, bacini di accumulo con fondo impermeabile	m²		m²	Ψ = 1.00	Ψ' =	Spe =	0.0 m²	Q =	0.00 l/s
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole	m²		m²	Ψ = 0.10	Ψ' =	Spe =	0.0 m²	Q =	0.00 l/s
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole	m²		m²	Ψ = 0.10	Ψ' =	Spe =	0.0 m²	Q =	0.00 l/s
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole	m²		m²	Ψ = 0.10	Ψ' =	Spe =	0.0 m²	Q =	0.00 l/s
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole	m²		m²	Ψ = 0.10	Ψ' =	Spe =	0.0 m²	Q =	0.00 l/s
SUPERFICIE RIFERIMENTO Sr Progetto	941.8 m²	941.8	m²			**TOTALE Spe**	94.2 m²	Qp =	28.25 l/s

VERIFICA Sr Attuale = Progetto ----------> OK!

VERIFICHE STANDARD RICHIESTI : Rp o Rp Equivalente Minimo da Garantire 71% | VERIFICA Rp e MIGLIORAMENTO OK! | VASCA COMPENSAZIONE RICHIESTA SI

PERMEABILITA' DEI SUOLI E SISTEMI DI RITENZIONE TEMPORANEA ACQUE METEORICHE
VALUTAZIONE DELLA PERMEABILITA' DEL SUOLO

STATO ATTUALE

RAPPORTO PERMEABILITA' ATTUALE Rp = 71%

TIPOLOGIA DI SUPERFICIE (STATO ATTUALE)		Cd RIF.	Cd CALC.	SUPERFICIE PERMEABILE EQUIVALENTE	
Pavimento in asfalto o cls	125.8 m²	Ψ = 0.90	Ψ' =	Spe =	12.6 m²
Incolto, sterrato, superfici naturali degradate	408.0 m²	Ψ = 0.20	Ψ' =	Spe =	326.4 m²
Sedime ferroviario	408.0 m²	Ψ = 0.20	Ψ' =	Spe =	326.4 m²
Copertura a verde pensile con spessore totale del substrato o del terreno naturale medio > 50 cm con Inclinazione max 12°(Sistema a tre strati - UNI 11235/2007 e terreno naturale con caratteristiche pienamente rispondenti alla suddetta norma)	m²	Ψ = 0.10	Ψ' =	Spe =	0.0 m²
Pavimentazioni in cubetti o pietre a lastre a fuga sigillata	m²	Ψ = 0.80	Ψ' =	Spe =	0.0 m²
Incolto, sterrato, superfici naturali degradate	0.0 m²	Ψ = 0.20	Ψ' =	Spe =	0.0 m²
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole	m²	Ψ = 0.10	Ψ' =	Spe =	0.0 m²
SUPERFICIE RIFERIMENTO Sr Stato Attuale	941.8 m²			**TOTALE Spe**	665.4 m²

DIMENSIONAMENTO DELLA VASCA DI LAMINAZIONE

ALTEZZA E DURATA DELLA PIOGGIA CRITICA

Altezza di precipitazione critica	60	mm	Deflusso istantaneo per ettaro	333.33	l/s*ha
Durata pioggia critica	30	min.			

SCARICO CONCESSO E PORTATA DA LAMINARE						CALCOLO DEL VOLUME DELLA VASCA DI LAMINAZIONE		
$Q_{scarico}$	1.88	l/s						
Portata da laminare	**26.37**	**l/s**	Ritardo da conseguire	30	min.	V vasca = 47467 litri	**47.5**	m^3

Figura 6.9: Calcolo volume di laminazione da pk 0+281.54 a pk 0+419.63

Al fine di ottemperare al raggiungimento del valore del rapporto di permeabilità del 80%, risulta necessario installare dei dispositivi di laminazione delle portate.

Dal dimensionamento sopra riportato, è necessario un volume di laminazione pari a circa 48 mc.

La funzione di laminazione è assolta dalla tubazione in PEAD collettore diam. 1100 mm presente nel tratto compreso tra la progressiva 0+313.61 alla progressiva 0+419.63. Il collettore è dimensiionato per un grado di riempimento massimo del 60%.

Lo scarico avverrà a gravità verso il pozzetto sifonato dotato di limitatore di portata fissata a 1,90 l/s, valore rappresentativo dei limiti di scarico imposti dal Regolamento pari a 20 l/s per ettaro di superficie impermeabile.

6.4 VERIFICA COLLETTORI

I collettori sono verificati considerando i parametri delle Linee Segnalatrici di Probabilità Pluviometrica (LSPP), facendo riferimento alla stazione pluviometrica dell'Genova Università. È stato considerato un evento meteorico con tempo di ritorno pari a 50 anni e con durata di pioggia pari a 15 minuti. Dai parametri di pioggia disponibili in letteratura l'altezza di pioggia risulta pari a 69.85 mm.

Di conseguenza i parametri utilizzati sono i seguenti:

Tabella 4: Parametri di pioggia

TR	Durata pioggia	h	i
anni	min	mm	mm/ora
50	15	69.85	279.40

Nella tabella seguente vengono riportati i risultati delle verifiche dei collettori. La verifica risulta soddisfatta per un grado di riempimento della tubazione al di sotto del 70% e una volocità all'interno della tubazione compresa tra i 0.5 e i 5 m/s.

Tabella 5: Risultati verifica collettori

Tratto	Lungh. *(m)*	Collettore	DN *(mm)*	Area rid. *(m^2)*	i_l *(%)*	t_a *(min)*	Q *(l/s)*	Riemp. *(%)*	Vel. *(m/s)*
0+000.00 - 0+020.00	29.7	PEAD	1100	206	0.20%	15.0	14.91	8%	0.50
0+075.75-0+124.58	73.6	PEAD	1100	494	0.20%	15.0	33.86	12%	0.64
0+238.26 - 0+287.04	19.4	PEAD	1300	347	0.20%	15.0	25.83	8%	0.57
0+313.60 -0+419.63	138.1	PEAD	1100	848	0.20%	15.0	54.17	14%	0.73

6.5 VERIFICA CADITOIE

L'interasse tra le caditoie presenti lungo il tracciato di progetto è pari a 25m. Nel presente paragrafo si verifica che la singola caditoia sia in grado di intercettare l'acqua piovana senza che si creino tiranti tali da compromettere la sicurezza dell'infrastruttura.

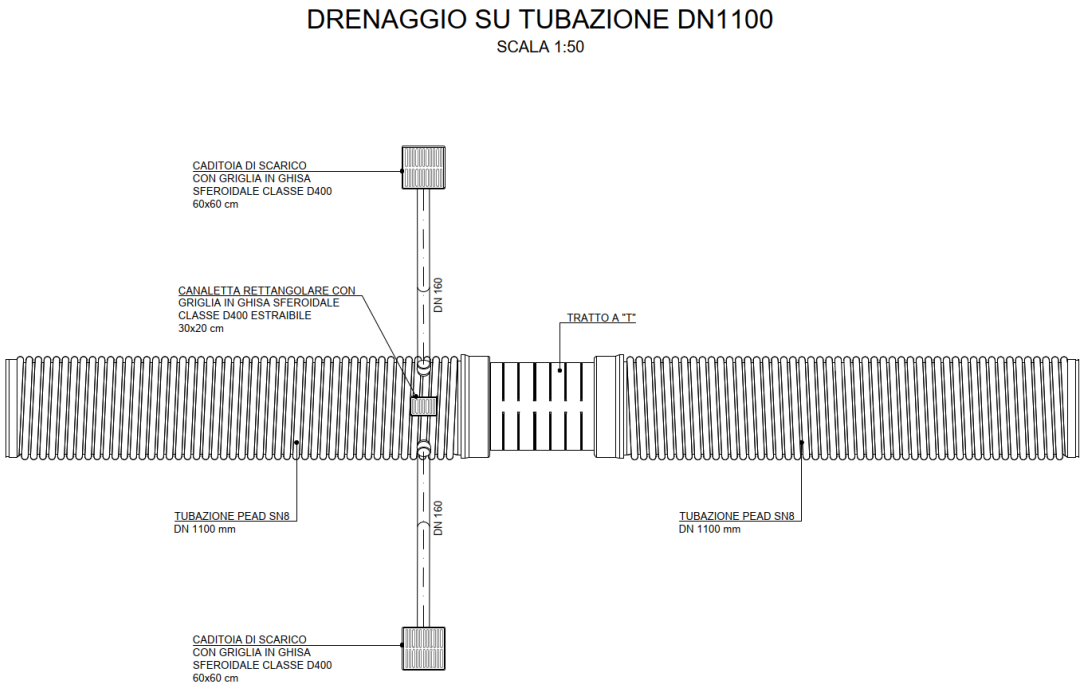


Figura 6.10: Drenaggio su tubazione DN1100

La verifica è stata effettuata considerando il tratto della rete più critico, ovvero quello a cui afferisce la superficie maggiore. La tabella seguente mostra l'afflusso meteorico afferente alla caditoia presente nelle zone laterali del tracciato.

CADITOIA 60X60 CM

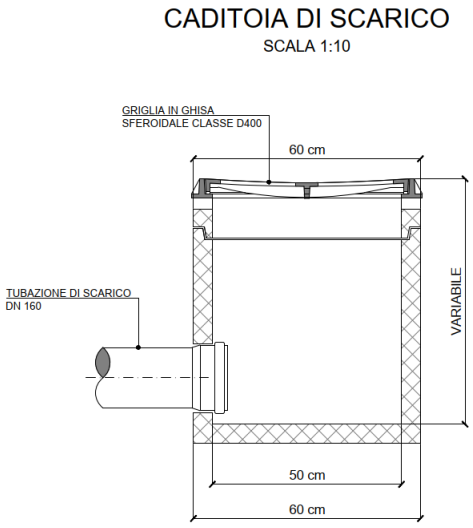


Figura 6.11: Dettaglio caditoia 60x60 cm

Tabella 6: Portata idrologica afferente alla caditoia 60x60 cm

PORTATA IDROLOGICA		
h_{50}	69.85	[mm]
tc	0.250	[ore]
i_{50}	279.40	[mm/ora]
AREA SCOLANTE	82.5	[m^2]
Φ	0.9	[-]
Q_{idro}	5.76	[l/s]
Q_{idro}	0.006	[m^3/s]

La verifica dell'interasse delle caditoie è stata effettuata utilizzando un abaco per le caditoie piane, che fornisce il valore della massima portata smaltibile dalla caditoia in funzione della geometria del problema. In particolare è stato adottato il seguente procedimento:

1. Si assume un carico h pari a 2.5 cm;
2. Si calcola il perimetro idraulicamente attivo della griglia P;
3. Si calcola l'area della caditoia libera da ostruzioni (barre, detriti ecc.);
4. Dalla scala delle portate si ricava la portata massima derivabile.

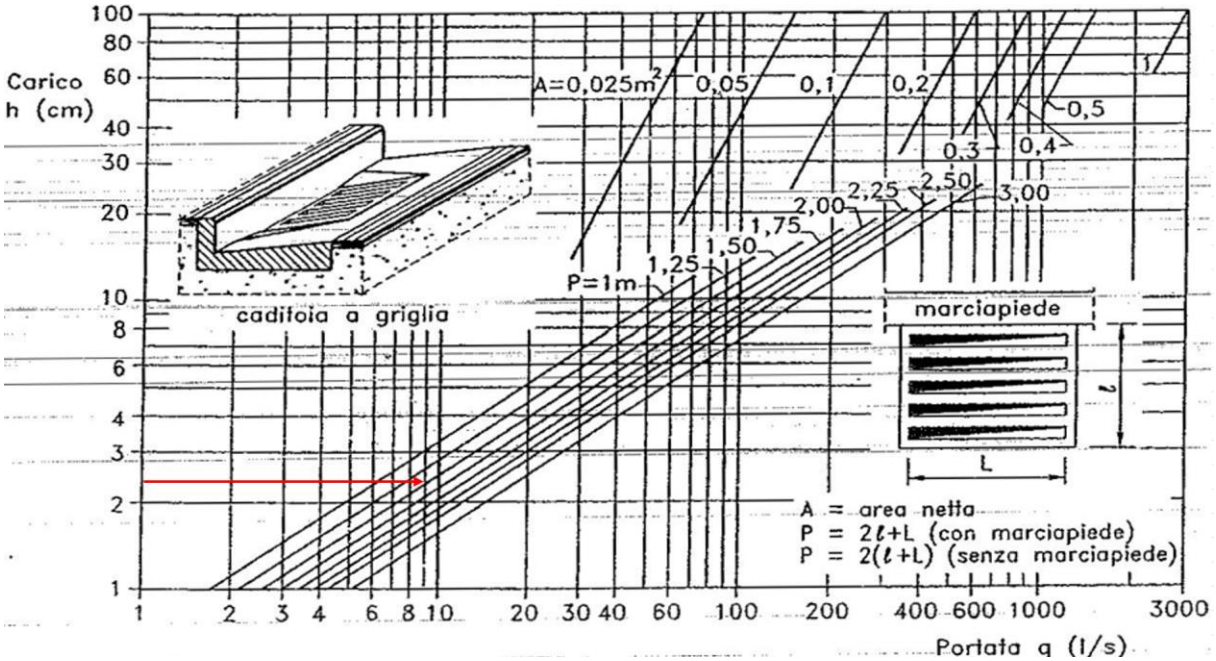


Figura 6.12: Abaco per il dimensionamento della caditoia 60x60 cm

La verifica risulta soddisfatta se la portata relativa a ciascuna caditoia risulta minore di quella massima derivabile.

Tabella 7: Verifica Caditoia 60x60 cm

L	l	MARCIAPIEDE	P	H	Q_{max}	Qi_{dro}
m	m	-	m	cm	l/s	l/s
0.5	0.5	SI	1.5	2.5	9	5.76

La verifica risulta soddisfatta, in quanto la portata massima smaltibile della caditoia Q_{max} è maggiore di quella idrologica Q_{idro}.

CADITOIA 20X30 CM

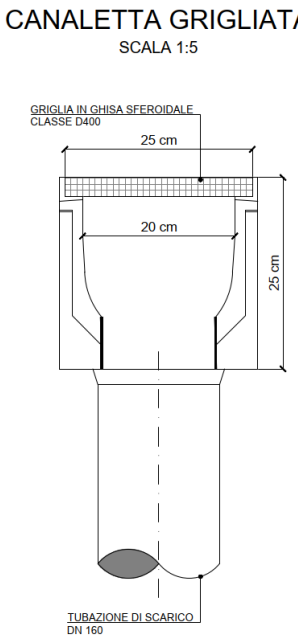


Figura 6.13: Dettaglio caditoia 20x30 cm

Tabella 8: Portata idrologica afferente alla caditoia 20x30 cm

PORTATA IDROLOGICA		
h_{50}	69.85	[mm]
tc	0.250	[ore]
i_{50}	279.40	[mm/ora]
AREA SCOLANTE	127.5	[m^2]
Φ	0.9	[-]
Q_{idro}	8.91	[l/s]
Q_{idro}	0.009	[m^3/s]

La verifica dell'interasse delle caditoie è stata effettuata utilizzando un abaco per le caditoie piane, che fornisce il valore della massima portata smaltibile dalla caditoia in funzione della geometria del problema. In particolare è stato adottato il seguente procedimento:

1. Si assume un carico h pari a 3 cm;
2. Si calcola il perimetro idraulicamente attivo della griglia P;
3. Si calcola l'area della caditoia libera da ostruzioni (barre, detriti ecc.);
4. Dalla scala delle portate si ricava la portata massima derivabile.

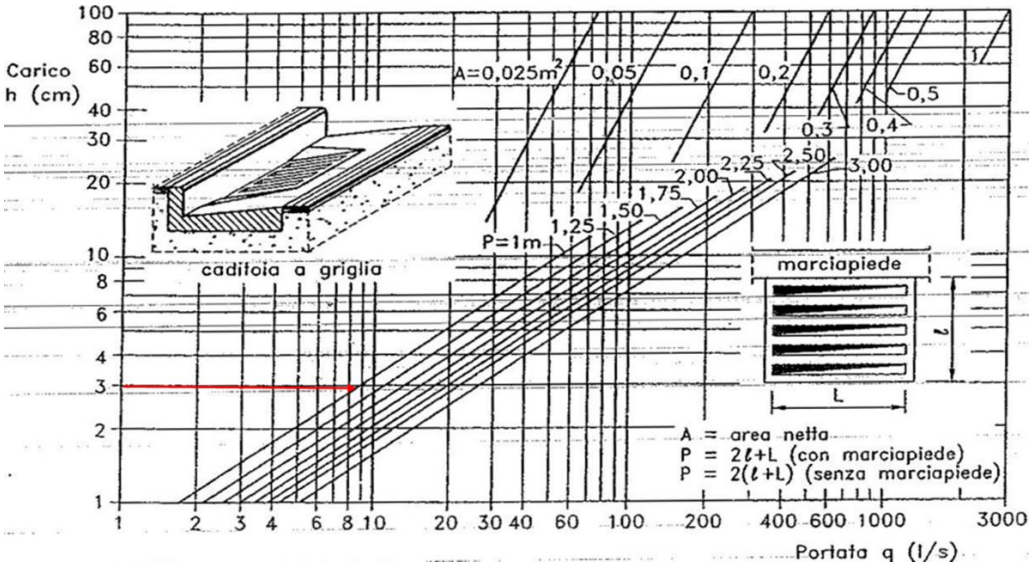


Figura 6.14: Abaco per il dimensionamento della caditoia 20x30 cm

Tabella 9: Verifica Caditoia 20x30 cm

L	l	MARCIAPIEDE	P	H	Qmax	Qidro
m	m	-	m	cm	l/s	l/s
0.3	0.2	no	1.0	3	9	8.91

La verifica risulta soddisfatta, in quanto la portata massima smaltibile della caditoia Qmax è maggiore di quella idrologica Q_{idro}.

6.6 VERIFICA FOGNOLI LATERALI

La verifica del fognolo discendente dalle caditoie laterali 60x60 cm è stata effettuata ipotizzando una tubazione in PEAD DN 160 con pendenza pari al 1%.

La verifica è stata ritenuta soddisfatta quando la portata transitante con un grado di riempimento inferiore al 70% risulta superiore alla portata idrologica afferente alla caditoia (Qi_{dro}=5,76 l/s) e la velocità risulta compresa tra i 0,5 e i 5 m/s.

Tabella 10: Scala di deflusso fognolo laterale DN160

Altezza pelo libero	Rapporto d'invaso	Perimetro bagnato	Area	Raggio idraulico	Portata	Velocità	Carico cinetico	Carico specifico	Numero di Froude
Y [m]	Y/D [-]	P [m]	A [m^2]	R [m]	Q [l/s]	V [m/s]	Hc [m]	H [m]	Fr [-]
0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.0	0.00	0.000	0.000	0.163
0.007	0.05	0.062	0.000	0.004	0.1	0.22	0.002	0.009	1.019
0.014	0.10	0.088	0.001	0.009	0.3	0.34	0.006	0.020	1.119
0.021	0.15	0.109	0.001	0.013	0.6	0.44	0.010	0.030	1.169
0.027	0.20	0.127	0.002	0.017	1.1	0.52	0.014	0.041	1.197
0.034	0.25	0.143	0.003	0.020	1.7	0.59	0.018	0.052	1.211
0.041	0.30	0.159	0.004	0.023	2.4	0.65	0.022	0.063	1.215
0.048	0.35	0.173	0.005	0.027	3.3	0.71	0.026	0.074	1.211
0.055	0.40	0.188	0.006	0.029	4.2	0.76	0.030	0.084	1.200
0.062	0.45	0.201	0.006	0.032	5.2	0.81	0.033	0.095	1.183
0.068	0.50	0.215	0.007	0.034	6.2	0.84	0.036	0.105	1.161
0.075	0.55	0.229	0.008	0.036	7.3	0.88	0.039	0.115	1.134
0.082	0.60	0.243	0.009	0.038	8.4	0.90	0.042	0.124	1.101
0.089	0.65	0.257	0.010	0.039	9.4	0.93	0.044	0.133	1.063
0.096	**0.70**	0.272	0.011	0.041	**10.4**	0.94	0.045	0.141	1.018
0.103	0.75	0.287	0.012	0.041	11.3	0.96	0.047	0.149	0.966
0.110	0.80	0.303	0.013	0.042	12.2	0.96	0.047	0.157	0.904
0.116	0.85	0.321	0.013	0.042	12.8	0.96	0.047	0.163	0.830
0.123	0.90	0.342	0.014	0.041	13.3	0.95	0.046	0.169	0.735
0.130	0.95	0.369	0.014	0.039	13.4	0.92	0.044	0.174	0.600
0.137	1.00	0.427	0.015	0.035	12.5	0.85	0.037	0.174	0.128

6.7 VERIFICA FOGNOLO CENTRALE

La verifica del fognolo centrale, considerato un pluviale vista la sua conformazione geometrica, viene effettuata secondo le norme UNI EN 12056, attraverso l'utilizzo della tabella sottostante, considerando un grado di riempimento del 33%.

Considerando un diametro interno di 137 mm (DN160) e il grado di riempimento del 33% la portata massima smaltibile risulta pari a 21.6 l/s, maggiore della portata idrologica di 8.91 l/s.

Tabella 11: Capacità idraulica pluviale

Diametro interno del pluviale	Capacità idraulica	
	riempimento 0.20	riempimento 0.33
[mm]	[l/s]	[l/s]
50	0.7	1.7
55	0.9	2.2
60	1.2	2.7
65	1.5	3.4
70	1.8	4.1
75	2.2	5.0
80	2.6	5.9
85	3.0	6.9
90	3.5	8.1
95	4.0	9.3
100	4.6	10.7
110	6.0	13.8
120	7.6	17.4
130	9.4	21.6
140	11.4	26.3
150	13.7	31.6
160	16.3	37.5
170	19.1	44.1
180	22.3	51.4
190	25.7	59.3
200	29.5	68.0
220	38.1	87.7
240	48.0	110.6
260	59.4	137.0
280	72.4	166.9
300	87.1	200.6
>300	$2.5 \cdot 10^{-4} \cdot k_b^{0.160} \cdot d_i^{2.667} \cdot f^{1.667}$ dove: k_b è la scabrezza del pluviale, considerata 0.25 mm; d_i è il diametro interno del pluviale; f è il grado di riempimento.	

6.8 VERIFICA DEGLI INVITI DI SCOLO IN CLS

Nelle sezioni in viadotto e sovrappasso sono previsti due inviti laterali e uno centrale in cls, che fungono da canalette per il convogliamento delle acque verso il recapito finale, rappresentato dalla tubazione PEAD DN 1100/1300.

La verifica risulta soddisfatta se la portata idrologica afferente all'invito risulta minore della portata idraulica dell'invito stesso per un grado di riempimento del 70%.

Nella seguente tabella viene riportata la verifica per **gli inviti laterali** nei tre tratti in questione:

Tabella 12: Verifica inviti di scolo laterali

TRATTO	Lungh.	b	Area rid.	il %	Ta	i	Q_{idro}	Ks	il	b	h	Yu	Perimetro	Area	Ri	Q_{invito}
[-]	m	m	m^2	-	min	mm/h	l/s	$m^{1/3}/s$	-	m	m	m	m	m^2	m	l/s
VIADOTTO TORBELLA	30.7	3.3	91.1	0.2	15	279.4	7.1	60	0.002	1.05	0.12	0.08	1.22	0.09	0.07	41.1
SOVRAPPASSO PISONI	25.8	3.3	76.7	0.2	15	279.4	5.9	60	0.002	0.66	0.20	0.14	0.94	0.09	0.10	52.8
VIADOTTO ROSSINI	25.7	3.3	76.3	0.2	15	279.4	5.9	60	0.002	0.60	0.20	0.14	0.88	0.08	0.10	47.1

Nella seguente tabella viene riportata la verifica per **gli inviti centrali** nei tre tratti in questione:

Tabella 13: Verifica inviti di scolo centrali

TRATTO	Lungh.	b	Area rid.	il %	Ta	i	Q_{idro}	Ks	il	b	h	Yu	Perimetro	Area	Ri	Q_{invito}
[-]	m	m	m^2	-	min	mm/h	l/s	$m^{1/3}/s$	-	m	m	m	m	m^2	m	l/s
VIADOTTO TORBELLA	30.7	5.1	140.8	0.2	15	279.4	10.9	60	0.002	0.25	0.18	0.13	0.50	0.03	0.06	13.3
SOVRAPPASSO PISONI	25.8	5.1	118.5	0.2	15	279.4	9.2	60	0.002	0.25	0.18	0.13	0.50	0.03	0.06	13.3
VIADOTTO ROSSINI	25.7	5.1	118.0	0.2	15	279.4	9.2	60	0.002	0.25	0.18	0.13	0.50	0.03	0.06	13.3

Come è evidente la portata idrologica risulta sempre inferiore della portata massima transitante all'interno dell'invito e la verifica risulta pertanto soddisfatta.

7 IDRAULICA STAZIONE

La gestione delle acque meteoriche della stazione viene suddivisa nelle seguenti parti:

- **Coperture pensiline:** l'acqua meteorica è convogliata attraverso canali di gronda verso i pluviali posti ai lati delle pensiline. Sono presenti due pluviali sulla pensilina posta sul binario pari e due pluviali sulla pensilina posta sul binario dispari. Due pluviali scaricano in una vasca di raccolta posta all'interno della stazione, mentre gli altri due verranno convogliati al tubo DN1300 presente nel tratto dalla progressiva 0+238.26 a 0+287.04 che assolve la funzione di laminazione;
- **Piattaforma:** dalla progressiva 0+124.58 alla 0+218.43 il drenaggio avviene attraverso i due inviti laterali e uno centrale in cls, con scarico nella rete esistente;
- **Banchine:** nelle fasi progettuali successive si valuterà la necessità di predisporre delle canalette grigliate in prossimità delle rampe delle scale.

Inoltre, in corrispondenza del piano interrato della stazione è previsto un impianto acque di riuso.

Le acque meteoriche relative a metà della copertura pensile saranno convogliate in una vasca di raccolta posta al piano terreno all'interno del locale tecnico. Il serbatoio sarà collegato a ad un sistema di filtraggio e dotato di pompa di rilancio per la rete a servizio della vaschetta di cacciata dei servizi igienici. In caso di svuotamento della vasca conseguente ad un periodo di siccità un elettrolivello agirà su elettrovalvola in grado di attivare l'alimentazione idrica da acquedotto. Lo scarico di troppo pieno della vasca antincendio verrà convogliato direttamente a gravità al collettore fognario.

Sarà previsto un sistema di rilancio delle acque meteoriche a servizio della vaschetta di cacciata del servizio igienico, nel quale sarà installato un filtro a cartuccia lavabile e di un riduttore/regolatore di flusso sul rubinetto miscelatore del lavabo. Inoltre è prevista la predisposizione per un eventuale impianto di irrigazione delle aree verdi di pertinenza della stazione.

Il dimensionamento della vasca di raccolta è stato operato sulla base delle disposizione impartite nel REC che fissano il parametro per il calcolo della capacità totale disponibile in 1 m^3 ogni 30 m^2 di superficie captante. Per maggiori dettagli fare riferimento alla relazione tecnica dedicata. Per i dettagli delle aree scolanti stato di fatto e stato di progetto e relativi coefficienti di deflusso fare riferimento alla Figura 6.7 e alla Tabella 15.

Nel caso in questione la superficie totale captante risulta essere non superiore a 1200 m^2, ragione per cui il contenuto netto della vasca di accumulo è stato fissato in 53 m^3, considerando anche il contributo necessario per la laminazione delle portate calcolato al paragrafo 6.3. Tale manufatto potrà essere oggetto di ridimensionamento con riduzione nella successiva fase di progettazione in funzione dei reali fabbisogni anche in relazione alla presenza o l'estensione delle aree verdi effettivamente presenti.

La vasca sarà dotata di tubo di controllo di flusso (scarico di fondo) dimensionato in modo tale che, quando la vasca di laminazione è piena (situazione di massimo carico idrostatico), da esso possa defluire lo scarico concesso in base all'entità delle superfici addotte alla vasca. Inoltre, considerato che in occasione di ogni nuovo evento di precipitazione il volume "utile" della vasca deve sempre essere disponibile, il volume aggiuntivo ad uso tecnico/irriguo dovrà essere ricavato al di sotto della quota di fondo tubo dello scarico di fondo della vasca.

7.1 VERIFICA PLUVIALI E CANALI DI GRONDA

Il dimensionamento dei pluviali delle pensiline della stazione viene eseguito in conformità alla normativa UNI EN 12056. Di seguito viene riportato il procedimento adottato per il dimensionamento e la verifica dei pluviali. Nota la portata idrologica afferente al singolo pluviale, determinata nell'ipotesi di considerare un tempo di ritorno pari a 50 anni ed una durata di pioggia pari a 15 minuti, si procede calcolando il diametro del pluviale.

La normativa prevede l'utilizzo di valori tabellati che considerano un grado di riempimento pari al 20% ed al 33%.

Tabella 14: Capacità idraulica pluviale

Diametro interno del pluviale	Capacità idraulica	
	riempimento 0.20	riempimento 0.33
[mm]	[l/s]	[l/s]
50	0.7	1.7
55	0.9	2.2
60	1.2	2.7
65	1.5	3.4
70	1.8	4.1
75	2.2	5.0
80	2.6	5.9
85	3.0	6.9
90	3.5	8.1
95	4.0	9.3
100	4.6	10.7
110	6.0	13.8
120	7.6	17.4
130	9.4	21.6
140	11.4	26.3
150	13.7	31.6
160	16.3	37.5
170	19.1	44.1
180	22.3	51.4
190	25.7	59.3
200	29.5	68.0
220	38.1	87.7
240	48.0	110.6
260	59.4	137.0
280	72.4	166.9
300	87.1	200.6
>300	$2.5 \cdot 10^{-4} \cdot k_s^{0.167} \cdot d_i^{2.667} \cdot f^{1.667}$ dove: k_s è la scabrezza del pluviale, considerata 0.25 mm; d_i è il diametro interno del pluviale; f è il grado di riempimento.	

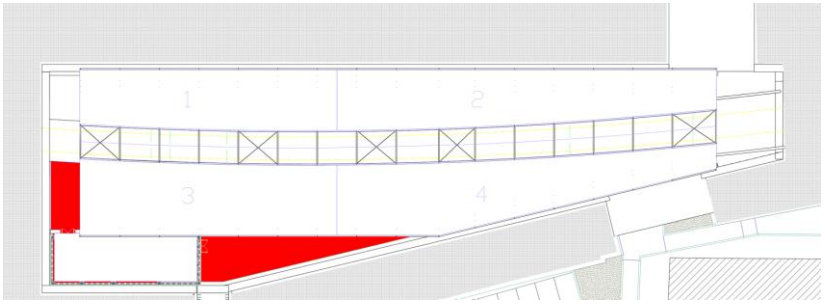
Di seguito viene riportato il dimensionamento dei pluviali delle coperture avendo considerato i massimi apporti idrologici per le differenti aree di influenza delle pensiline della stazione.

Nota l'intensità critica oraria i (mm/ora), la portata idrologica defluente alla sezione di chiusura del bacino considerato è data dalla seguente formula:

$$Q = \frac{\Phi \cdot i \cdot A}{3600}$$

Nel calcolo sono stati ipotizzati 4 pluviali (due per lato di copertura) in PEAD DN200. Di coseguenza sono stati definiti i contributi areali da associare a ciascun pluviale. Nella figura sottostante si evidenzia la suddivione areale in pianta.

Tabella 15: Suddivisione areale copertura



Considerata la tubazione in PEAD DN200 (diametro interno pari a circa 170mm) e un grado di riempimento del 33% la portata massima smaltibile dal singolo pluviale è pari a 44 l/s.

Nelle seguenti tabelle vengono riportate le verifiche per i 4 pluviali.

Tabella 16: Verifica FALDA 1

Portata idrologica FALDA 1		
h_{50}	69.85	[mm]
tc	0.250	[ore]
i_{50}	279.40	[mm/ora]
AREA SCOLANTE	243.1	[m^2]
Φ	1	[-]
Q_{idro}	18.87	[l/s]
Q_{max}	44.1	[l/s]

Tabella 17: Verifica FALDA 2

Portata idrologica FALDA 2		
h_{50}	69.85	[mm]
tc	0.250	[ore]
i_{50}	279.40	[mm/ora]
AREA SCOLANTE	322.8	[m^2]
Φ	1	[-]
Q_{idro}	25.05	[l/s]
Q_{max}	44.1	[l/s]

Tabella 18: Verifica FALDA 3

Portata idrologica FALDA 3		
h_{50}	69.85	[mm]
tc	0.250	[ore]
i_{50}	279.40	[mm/ora]
AREA SCOLANTE	296.3	[m^2]
Φ	1	[-]
Q_{idro}	23.00	[l/s]
Q_{max}	44.1	[l/s]

Tabella 19: Verifica FALDA 4

Portata idrologica FALDA 4		
h_{50}	69.85	[mm]
tc	0.250	[ore]
i_{50}	279.40	[mm/ora]
AREA SCOLANTE	325.5	[m^2]
Φ	1	[-]
Q_{idro}	25.26	[l/s]
Q_{max}	44.1	[l/s]

Sono stati ipotizzati due canali di gronda di dimensione 300x300 mm, aventi pendenza del 3‰. La verifica è stata effettuata mediante scala di deflusso considerando un grado riempimento massimo del 50%.

Tabella 20: Scala di deflusso canale di gronda

Altezza pelo libero	Rapporto d'invaso	Perimetro bagnato	Area	Raggio idraulico	Portata	Velocità	Carico cinetico	Carico specifico	Numero di Froude
Y [m]	Y/h [-]	P [m]	A [m^2]	R [m]	Q [l/s]	V [m/s]	Hc [m]	H [m]	Fr [-]
0.000	0.00	0.300	0.000	0.000	0.0	0.00	0.000	0.000	0.095
0.015	0.05	0.330	0.004	0.014	1.1	0.25	0.003	0.018	0.652
0.030	0.10	0.360	0.009	0.025	3.4	0.37	0.007	0.037	0.691
0.045	0.15	0.390	0.013	0.035	6.3	0.47	0.011	0.056	0.700
0.060	0.20	0.420	0.018	0.043	9.7	0.54	0.015	0.075	0.699
0.075	0.25	0.450	0.022	0.050	13.4	0.59	0.018	0.093	0.693
0.090	0.30	0.480	0.027	0.056	17.4	0.64	0.021	0.111	0.685
0.105	0.35	0.510	0.031	0.062	21.6	0.68	0.024	0.129	0.675
0.120	0.40	0.540	0.036	0.067	25.9	0.72	0.026	0.146	0.664
0.135	0.45	0.570	0.040	0.071	30.4	0.75	0.029	0.164	0.653
0.150	**0.50**	0.600	0.045	0.075	**35.1**	0.78	0.031	0.181	0.642
0.165	0.55	0.630	0.049	0.079	39.8	0.80	0.033	0.198	0.632
0.180	0.60	0.660	0.054	0.082	44.6	0.83	0.035	0.215	0.621
0.195	0.65	0.690	0.058	0.085	49.5	0.85	0.036	0.231	0.611
0.210	0.70	0.720	0.063	0.087	54.4	0.86	0.038	0.248	0.602
0.225	0.75	0.750	0.067	0.090	59.4	0.88	0.039	0.264	0.592
0.240	0.80	0.780	0.072	0.092	64.4	0.89	0.041	0.281	0.583
0.255	0.85	0.810	0.076	0.094	69.5	0.91	0.042	0.297	0.575
0.270	0.90	0.840	0.081	0.096	74.6	0.92	0.043	0.313	0.566
0.285	0.95	0.870	0.085	0.098	79.8	0.93	0.044	0.329	0.558
0.300	1.00	0.900	0.090	0.100	85.0	0.94	0.045	0.345	0.550

Come è evidente la portata massima smaltibile dal canale di gronda è pari a 35 l/s, maggiore delle portate idrologiche calcolate nelle tabelle precedenti (Tabella 16,Tabella 17,Tabella 18 e Tabella 19). La verifica risulta quindi soddisfatta.