



Comune di Vizzolo Predabissi

Città Metropolitana di Milano

Regione Lombardia



R.R. 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

STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

OGGETTO

RELAZIONE IDRAULICA

TIMBRI E FIRME

SRIA
s.r.l.

STUDIO ROSSO
INGEGNERI ASSOCIATI

VIA ROSOLINO PILO N. 11 - 10143 - TORINO
VIA IS MAGLIAS N. 178 - 09122 - CAGLIARI
TEL. +39 011 43 77 242
studiorosso@legalmail.it
info@sria.it
www.sria.it

dott. ing. Chiara AMORE
Ordine degli Ingegneri Provincia di Torino
Posizione n. 8304X
Cod. Fisc. MRA CHR 75D53 L219V

dott. ing. Giulia MACARIO
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino
Posizione n.12251R
Cod. Fisc. MCR GLI 81A61 H355B

CONTROLLO QUALITA'

DESCRIZIONE	EMISSIONE
DATA	GIU/2023
COD. LAVORO	498/SR
TIPOL. LAVORO	S
SETTORE	G
N. ATTIVITA'	01
TIPOL. ELAB.	RI
TIPOL. DOC.	E
ID ELABORATO	02
VERSIONE	1

REDATTO

ing. Giulia MACARIO

CONTROLLATO

ing. Chiara AMORE

APPROVATO

ing. Chiara AMORE

ELABORATO

1.2



INDICE

1. PREMESSA	3
1.1 ORGANIZZAZIONE DELLE ATTIVITÀ.....	5
2. INQUADRAMENTO DEL TERRITORIO E DESCRIZIONE DEL CONTESTO	6
2.1 BACINI DI RACCOLTA	6
2.2 RETE.....	7
2.3 IMPIANTI DISPUDENTI O VOLANIZZAZIONE	8
3. STUDI PREGRESSI E DATI RACCOLTI	9
3.1 SEGNALAZIONE DEI TECNICI COMUNALI	9
3.1 DOCUMENTO SEMPLIFICATO DI RISCHIO IDRAULICO	9
3.1.1 Criticità segnalate	9
3.1.2 Interventi strutturali previsti	10
3.2 MODELLAZIONE IDRAULICA RETE FOGNARIA COMUNALE, CAP HOLDING, MARZO 2021.....	11
4. MODELLAZIONE DELLA RETE E DEL TERRITORIO	12
4.1 SCHEMA MODELLISTICO	12
4.2 LIVELLO DI DETTAGLIO	12
4.3 CODICE DI CALCOLO IMPIEGATO	12
4.4 RILIEVO E GEOMETRIA DELLA RETE	14
4.5 MODELLO DIGITALE DEL TERRENO.....	15
4.6 IPOTESI MODELLISTICHE	15
4.7 CONDIZIONI AL CONTORNO	16
4.8 CONDIZIONI INIZIALI.....	18
4.9 EVENTI METEORICI DI RIFERIMENTO	18
5. PROCEDURE DI TARATURA E CALIBRAZIONE	22
5.1 EVENTO DEL 4/12/2020	25
5.2 EVENTO DEL 26/04/2021	27
5.3 EVENTO DEL 7/09/2020	29
5.4 CONCLUSIONI	31
6. ANALISI STATO DI FATTO E CRITICITÀ	32
6.1 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI	32
6.1.1 Stato di criticità della rete di drenaggio	32
6.1.2 Ruscellamento superficiale.....	41
6.1.3 Analisi delle criticità evidenziate dal modello	46
6.1.3.1 Ln04 – Rete bianca a servizio del parcheggio dell’ospedale	46
6.1.3.2 Ln05 – Rete bianca di via Lombardia.....	47
6.1.3.3 Po08 – Rete mista di via Miglioli e zona industriale di Sarmazzano.....	48
6.1.4 Altre criticità non evidenziate dal modello.....	50
6.1.4.1 Po05 – Elevato livello della falda.....	50
6.1.4.2 Po01, Po02, Po03, Po04 – Aree di esondazione del F. Lambro, Colatore Addetta	50
6.1.4.3 Ln01 – Rete di via Togliatti	50
6.1.4.4 Ln02 – Rete di via Verdi.....	53
6.1.4.5 Po06 – Centro storico.....	53
6.1.4.6 Po07 – Zona via dei Pini.....	55



6.1.4.7	Pt03 – Scarico di via Papa Giovanni Paolo I.....	56
6.1.4.8	Ln06 – Roggia Dresana/rete bianca di via Melegnano.....	58
6.1.5	<i>Punti potenzialmente critici.....</i>	58
6.1.6	<i>Sintesi delle criticità rilevate.....</i>	59
6.2	SCARICHI NEI RICETTORI FINALI.....	60
6.2.1	<i>Capacità di laminazione delle portate.....</i>	61
7.	SCENARI DI INTERVENTO.....	62
7.1	INTERVENTI STRUTTURALI.....	62
7.1.1	<i>Interventi di recente realizzazione inclusi nel Piano investimenti CAP Holding e nel DSRI.....</i>	62
7.1.1.1	IS01 – Rete in via Emilia e Melegnano (rif. Progetto 5179/1).....	64
7.1.1.2	IS02 – Rete in via Togliatti e via Colombi (rif. Progetto 5179/2).....	65
7.1.2	<i>Interventi a Piano investimenti CAP Holding.....</i>	66
7.1.2.1	IS03 – Rete in via Verdi.....	66
7.1.2.1	IS06 – Dismissione del depuratore di Dresano con collettamento al depuratore di Melegnano ...	67
7.1.3	<i>Interventi previsti nel DSRI.....</i>	71
7.1.3.1	IS05 - Disconnessione della rete bianca dalla mista in via Verdi.....	71
7.1.4	<i>Stato di avanzamento del Piano di Riassetto.....</i>	73
7.1.5	<i>Sintesi degli interventi previsti o eseguiti.....</i>	75
7.2	SCARICHI NEI RICETTORI FINALI.....	89
7.3	INTERVENTI NON STRUTTURALI.....	90
7.3.1	<i>Principali tipologie di interventi non strutturali.....</i>	90
7.3.1.1	Comunicazione del rischio ai cittadini e pratiche di autoprotezione.....	90
7.3.1.2	Coinvolgimento delle comunità locali: iniziative Citizen Science.....	90
7.3.1.3	Sistemi di monitoraggio.....	91
7.3.1.4	Piani e studi di approfondimento.....	92
7.3.1.5	Difese temporanee.....	92
7.3.2	<i>Misure non strutturali individuate.....</i>	93
8.	PRIORITÀ D’INTERVENTO E DESCRIZIONE DEI RISULTATI CONSEGUITI.....	97

ALLEGATI

- ALLEGATO 1 – Documenti di riferimento utilizzati –
- ALLEGATO 2 – Bibliografia –
- ALLEGATO 3 – Registro dei dati utilizzati –
- ALLEGATO 4 – Elenco dei punti di recapito della rete fognaria –
- ALLEGATO 5 – Allegato L del RR 7/2017 “Indicazioni tecniche costruttive ed esempi di buone pratiche di gestione delle acque meteoriche in ambito urbano” –



1. PREMESSA

Il presente documento è stato elaborato ai fini della predisposizione dello Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico del Comune di Vizzolo Predabissi ai sensi dell’art. 14 comma 7 del Regolamento Regionale n. 7 del 2017 della Regione Lombardia *“Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell’articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio)”*.

Il territorio regionale è stato suddiviso dal Regolamento Regionale n. 7/2017 in tre tipologie di aree, in funzione del livello di criticità idraulica dei bacini dei corsi d’acqua recettori. Il Comune di Vizzolo Predabissi ricade, secondo l’art. 7 del citato Regolamento, in area A, ad alta criticità idraulica.

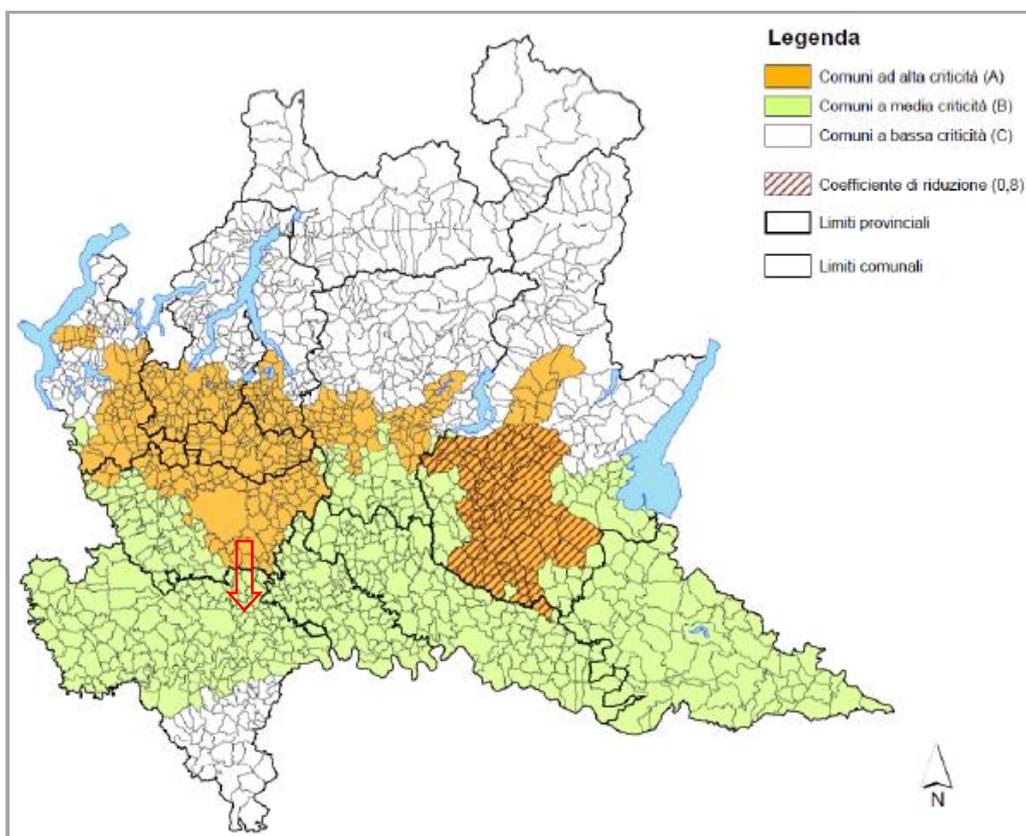


Figura 1 - Cartografia degli ambiti a diversa criticità idraulica secondo l’allegato B al RR 7/2017 modificato dal RR 8/2019

Nello specifico, l’art. 14 comma 1 del RR introduce gli Studi Comunali: *“I comuni ricadenti nelle aree ad alta e media criticità idraulica [...] sono tenuti a redigere lo studio comunale di gestione del rischio idraulico di cui al comma 7”*, definendo al comma 7 il loro contenuto minimo: *“Lo studio comunale di gestione del rischio idraulico contiene la determinazione delle condizioni di pericolosità idraulica che, associata a vulnerabilità ed esposizione*



al rischio, individua le situazioni di rischio, sulle quali individuare le misure strutturali e non strutturali. In particolare, lo SC contiene:

- la definizione dell’evento meteorico di riferimento per tempi di ritorno di 10, 50 e 100 anni;
- l’individuazione dei ricettori che ricevono e smaltiscono le acque meteoriche di dilavamento, siano essi corpi idrici superficiali naturali o artificiali, quali laghi e corsi d’acqua naturali o artificiali, o reti fognarie, indicandone i rispettivi gestori;
- la delimitazione delle aree soggette ad allagamento (pericolosità idraulica) per effetto della conformazione morfologica del territorio e/o per insufficienza della rete fognaria [...];
- la mappatura delle aree vulnerabili dal punto di vista idraulico (pericolosità idraulica) come indicate nella componente geologica, idrogeologica e sismica dei PGT e nelle mappe del piano di gestione del rischio di alluvioni;
- l’indicazione, comprensiva di definizione delle dimensioni di massima, delle misure strutturali [...] e non strutturali ai fini dell’attuazione delle politiche di invarianza idraulica e idrologica a scala comunale, quali l’incentivazione dell’estensione delle misure di invarianza idraulica e idrologica anche sul tessuto edilizio esistente, la definizione di una corretta gestione delle aree agricole per l’ottimizzazione della capacità di trattenuta delle acque da parte del terreno, nonché delle altre misure non strutturali atte al controllo e possibilmente alla riduzione delle condizioni di rischio, quali misure di protezione civile, difese passive attivabili in tempo reale;
- l’individuazione delle aree da riservare per l’attuazione delle misure strutturali di invarianza idraulica e idrologica, sia per la parte già urbanizzata del territorio, sia per gli ambiti di nuova trasformazione, con l’indicazione delle caratteristiche tipologiche di tali misure. A tal fine, tiene conto anche delle previsioni del piano d’ambito del servizio idrico integrato;
- l’individuazione delle porzioni del territorio comunale non adatte o poco adatte all’infiltrazione delle acque pluviali nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo [...].”.

Al punto 3 del comma 7 dell’art. 14 il RR indica inoltre che il Comune redige uno studio idraulico relativo all’intero territorio comunale il quale:

- “effettua la modellazione idrodinamica del territorio comunale per il calcolo dei corrispondenti deflussi meteorici, in termini di volumi e portate, per gli eventi meteorici di riferimento di cui al numero 1 (TR 10, 50 e 100 anni);
- si basa sul Database Topografico Comunale (DBT) e, se disponibile all’interno del territorio comunale, sul rilievo Lidar; qualora gli stessi non siano di adeguato dettaglio, il comune può elaborare un adeguato modello digitale del terreno integrato con il DBT;
- valuta la capacità di smaltimento dei reticoli fognari presenti sul territorio. A tal fine, il gestore del servizio idrico integrato fornisce il rilievo di dettaglio della rete stessa e, se disponibile, fornisce anche lo studio idraulico dettagliato della rete fognaria;



- *valuta la capacità di smaltimento dei reticoli ricettori di cui al numero 2 diversi dalla rete fognaria, qualora siano disponibili studi o rilievi di dettaglio degli stessi;*
- *individua le aree in cui si accumulano le acque, provocando quindi allagamenti”.*

Lo studio idraulico dovrà essere esteso a tutti i corpi idrici superficiali di competenza comunale e alla rete fognaria presenti nel territorio comunale. La valutazione relativa ai ricettori di competenza di altri enti territoriali dovrà essere svolta utilizzando gli studi esistenti, sarà quindi necessaria la fattiva collaborazione di tutti gli enti competenti sui corpi idrici connessi al sistema urbano.

Il presente studio segue le *“Linee guida per la redazione degli studi comunali di gestione del rischio idraulico”* predisposte a cura di CAP Holding.

1.1 ORGANIZZAZIONE DELLE ATTIVITÀ

La stesura dello Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico si articola a partire dal Regolamento Regionale n. 7 del 2017 e Regolamento Regionale n. 8 del 2019 della Regione Lombardia e si attiene alle *“Linee guida per la redazione degli studi comunali di gestione del rischio idraulico”* di CAP Holding.

Il documento è così articolato:

- Capitolo 2: sono descritti il contesto spaziale e la rete fognaria del comune di Vizzolo Predabissi con le relative caratteristiche;
- Capitolo 3: sono raccolti i dati disponibili e gli studi pregressi con lo scopo di raggiungere la maggiore completezza delle informazioni;
- Capitolo 4: è descritto il processo di modellizzazione relativo allo stato di fatto per gli scenari con tempo di ritorno 2, 10, 50 e 100 anni. La geometria della rete fognaria e degli elementi presenti è modellizzata a partire dai dati forniti dal gestore CAP Holding, mentre il territorio comunale sulla base del DTM (a passo 5m) fornito dal Geoportale di Regione Lombardia e del DTM (a passo 1 m) fornito dal Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. Lo ietogramma di progetto è costruito sulla base delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica del progetto “STRADA” di Arpa Lombardia. La modellazione è sviluppata con il software Infoworks ICM;
- Capitolo 5: è descritto il processo di calibrazione del modello sulla base dei valori di portata registrati dai misuratori installati all’interno della rete fognaria;
- Capitolo 6: riporta i risultati ottenuti e le criticità emerse dalla modellazione per lo scenario attuale e le verifiche degli scarichi nei ricettori finali;
- Capitolo 7: descrive gli interventi strutturali e non strutturali mirati alla risoluzione delle criticità presenti e le verifiche degli scarichi nei ricettori finali con la configurazione di progetto;
- Capitolo 8: sono definite le priorità di realizzazione degli interventi strutturali proposti;
- Allegati.



2. INQUADRAMENTO DEL TERRITORIO E DESCRIZIONE DEL CONTESTO

Il bacino urbano del Comune di Vizzolo Predabissi non è drenato da alcun collettore principale (Figura 1) in quanto la rete di drenaggio urbano afferisce al depuratore comunale n.31 di Melegnano in Via Angelo Bozzini. Per il depuratore di Melegnano si stima una bassa percentuale di acque parassite, tuttavia data la forte intersezione tra il reticolo fognario e il reticolo idrico superficiale, non è possibile escludere che vi siano scambi fra i due sistemi.

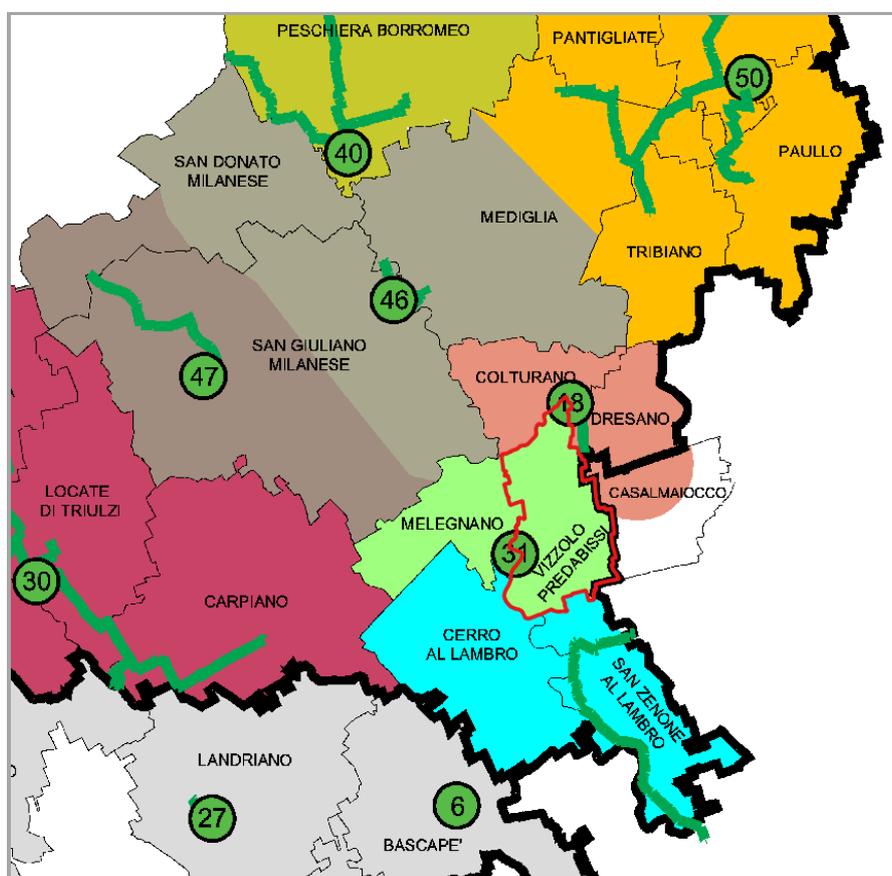


Figura 2 - Macrobacino di afferenza del comune di Vizzolo Predabissi

2.1 BACINI DI RACCOLTA

Con riferimento al rilievo condotto nel 2009, il territorio comunale di Vizzolo Predabissi si può suddividere in n.2 bacini di raccolta principali:

- Zona Sarmazzano a nord della S.P. n.138 (via Pandina): all’interno di questo bacino di raccolta la S.P. n.39 divide una zona industriale in cui la rete di raccolta è prevalentemente mista da una zona residenziale con raccolta acque separate in meteoriche e nere.



Le acque nere di viale Sarmazzano e via S. Antonio Abate e la fognatura mista di via delle Betulle, via di Vittorio e via Miglioli confluiscono nella stazione di sollevamento n.79 in via Miglioli che mediante una condotta in pressione spinge le acque reflue nella cameretta n.434.

Le acque nere di Via Giovanni Paolo I confluiscono nella stazione di sollevamento n.437, dove sono pompate nella cameretta n.436.

La condotta di raccolta delle acque nere di questo bacino, del diametro di 600 mm, che trae origine dalla cameretta n.436, attraversa una serie di proprietà private (terreni agricoli), la S.P. n. 138 e la S.S. n.9 Via Emilia confluisce nella stazione di grigliatura n.542 ubicata nei terreni agricoli della C.na Bernarda.

Le acque meteoriche sono raccolte e convogliate nel punto di sfioro n.31 nel colatore Addetta.

Sono state inoltre individuate in Via Sarmazzano due tratte di rete per la raccolta delle acque meteoriche comprese tra le camerette 147-551 e 151-157 che sfiorano in fossi intubati.

Non è stato possibile individuare il punto di sfioro delle acque meteoriche di Via Papa Giovanni Paolo I.

- **Zona a sud della S.P.138 (via Pandina):** all’interno di questo bacino la rete di raccolta è prevalentemente mista ad eccezione delle reti presenti nella zona industriale di Via Piemonte e nella zona residenziale di via P. Nenni, A. Moro e P. Togliatti.

Le acque reflue confluiscono nella stazione di grigliatura n.542 ubicata nei terreni agricoli della C.na Bernarda. A valle della stazione di grigliatura le acque reflue sono convogliate nel depuratore di Melegnano dopo aver attraversato il Lambro.

Le acque meteoriche di via P. Nenni, A. Moro e P. Togliatti sfiorano nella roggia Dresana, tombinata, in corrispondenza degli innesti n.550 e 552, mentre le acque meteoriche della zona di via Montebuono sfiorano in una roggia in corrispondenza del punto di sfioro n.520.

Le acque meteoriche della zona dell’ospedale sfiorano nella roggia Dresana in corrispondenza del punto di sfioro n.452.

Le acque meteoriche raccolte nel parcheggio della Basilica sfiorano nella roggia adiacente.

2.2 RETE

La rete fognaria del comune di Vizzolo Predabissi risulta distribuita in modo omogeneo su tutto il territorio comunale per una lunghezza complessiva di circa 19.966 m. Le tipologie di reti fognarie riscontrate sono le seguenti (SIT CAP 2021):

- di tipo mista per il 42,6 % del totale;
- adibita alla raccolta delle acque meteoriche per il 30,8 % del totale;
- adibita alla raccolta delle acque nere per il 26,3 % del totale;
- adibita ad altre funzioni (sfioro, scarico da depuratore) per il 0,3 % del totale.



- N. di caditoie: 1.019 (Censimento Servizio fognatura CAP, 2021)

Sul territorio comunale di Vizzolo Predabissi non sono presenti tracciati di collettori consortili.

La rete di raccolta risulta per la maggior parte separata tra acque bianche e nere, anche se la quota di reflui misti resta ancora rilevante. Le acque meteoriche raccolte separatamente sono in molti casi scaricate in Corpi Idrici Superficiali (CIS) quali rogge o il Colatore Addetta, ma talvolta sono immesse nella rete fognaria mista.

2.3 IMPIANTI DISPERDENTI O VOLANIZZAZIONE

In comune di Vizzolo Predabissi non sono presenti pozzi disperdenti o vasche volano/laminazione gestite o meno da CAP.



3. STUDI PREGRESSI E DATI RACCOLTI

3.1 SEGNALAZIONE DEI TECNICI COMUNALI

Al fine di rendere esaustiva l’analisi si è provveduto ad incontrare i referenti tecnici del Comune di Vizzolo Predabissi in data 25/07/2019 per l’individuazione, sul territorio comunale, di ulteriori criticità di tipo idraulico non note o comunque non riportate negli atti pianificatori.

All’epoca erano state evidenziate alcune criticità relative alla rete fognaria in particolare nel centro storico e in via Rossini, già conosciute da CAP ed in parte risolte. Inoltre sono stati segnalati alcuni sporadici episodi di allagamenti dovuti al corso del Fiume Lambro.

Da quanto emerso nel corso del presente studio non si rilevano criticità aggiuntive di tipo strutturale rispetto al 2019, ma è stato segnalato, nell’incontro svolto il 14/06/2023 col comune, una problematica derivante dalla modalità di gestione delle acque irrigue che sono convogliate delle rogge tombate e che talvolta provocano degli allagamenti.

3.1 DOCUMENTO SEMPLIFICATO DI RISCHIO IDRAULICO

Il presente capitolo illustra una sintesi di quanto riportato nel Documento Semplificato del comune di Vizzolo Predabissi, approvato con delibera del Consiglio Comunale n. 58 del 27 novembre 2020.

3.1.1 Criticità segnalate

Il DSRI evidenziava le criticità presenti sul territorio, segnalate all’epoca dal comune e da CAP o derivanti dai Piani territoriali sovracomunali. Di seguito sono riepilogate sommariamente le principali problematiche incluse nel DSRI:

- Problematiche dovute all’esonazione del F. Lambro durante eventi di pioggia, il territorio comunale ricade in parte nelle aree perimetrate dal PGRA;
- Problematica di via Togliatti dove si sono riscontrati dei ristagni in alcuni collettori di testa della fognatura;
- Problematica di via Verdi dove si sono riscontrate delle tubazioni ovalizzate e allacci alle caditoie compromessi;
- Problematica presente in diversa misura sull’intero territorio comunale relativo all’elevato livello della falda superficiale;
- Problematiche di sovraccarico della rete di raccolta convogliata in via Melegnano che provocava fenomeni di allagamento nel centro storico e nella zona di via Pini e via dei Tigli. Tali problematiche sembrano attualmente risolte in seguito agli interventi di adeguamento e potenziamento della rete effettuati da CAP nel 2019.



3.1.2 Interventi strutturali previsti

Sulla base delle problematiche riscontrate, il DSRI identificava 5 interventi strutturali, di seguito sinteticamente elencati. Per maggiori dettagli si rimanda invece al §7.1:

IS01 e IS02 – Rete in via Emilia, Melegnano, Togliatti e Colombi

Gli interventi sono stati realizzati nel 2019. Costituiscono due lotti di un medesimo progetto di CAP Holding (rif. Progetto n. 5179) ed intendono risolvere le criticità individuate in corrispondenza del centro storico (Po06) e di via dei Pini (Po07), entrambe correlate all’insufficienza del collettore collocato lungo via Melegnano a partire dal nodo 560 fino al nodo 538. Tale collettore attraversa una serie di aree private lungo via Melegnano, Tigli e Pini ed era soggetto periodicamente a problemi di allagamento, anche in occasione di eventi meteorici non particolarmente intensi.

Si era quindi deciso di potenziare il collettore mediante la posa di un nuovo collettore che, a partire dalla cameretta n. 560 posta in via Melegnano, attraversa l’area verde posta a est di via Togliatti, via Togliatti, via Melegnano, attraversa la SS9 e si innesta nella cameretta esistente n. 538 per poi confluire nel depuratore.

IS03 - Rete in via Verdi

L’intervento era connesso alla risoluzione della criticità di via Verdi (Ln02). In seguito alle verifiche effettuate e alla criticità riscontrata relativa alla presenza di condotte ovalizzate e allacci compromessi che non permettono il corretto drenaggio delle acque meteoriche, CAP ha inserito nel proprio Piano di investimenti l’intervento di rifacimento di tali allacci da realizzarsi nel 2019. Tuttavia tale intervento non risulta ancora realizzato.

IS04 - Disconnessione della rete bianca dalla nera in via Giovanni Paolo I

L’intervento non era direttamente connesso alla risoluzione di una specifica criticità, ma finalizzato alla riduzione della portata meteorica nella rete mista tramite la disconnessione della rete bianca di via Papa Giovanni Paolo I dalla rete mista.

Via Giovanni Paolo I è ubicata in zona Sarmazzano, in prossimità di un complesso residenziale costituito in prevalenza da villette a schiera con ampie superfici verdi.

Il reticolo dei sottoservizi idrici esistente comprende la rete fognaria nera, per la raccolta dei reflui e la rete di raccolta bianca in cls con diametro pari a 60 cm, per le acque meteoriche. Quest’ultima risulta, per il tratto posto su via Giovanni Paolo I ad ovest del complesso residenziale, connessa alla rete fognaria nera in corrispondenza della cam. 436 (Figura 3). La rete nera risulta a valle connessa con lo sfioratore alla cam. 542 ubicato in prossimità di Cascina Bernarda (Pt02).

Al fine di ridurre la portata nella rete mista e quindi allo sfioratore, si era proposto di disconnettere la rete meteorica e recapitare la portata di deflusso al suolo, tramite la realizzazione di pozzi disperdenti. In via preliminare è stato scelto il recapito al suolo poiché non vi è evidenza di rogge o canali superficiali limitrofi, l’intervento sarebbe localizzato esternamente la fascia di rispetto perimetrata per i pozzi idropotabili ed inoltre in prossimità del nodo in oggetto vi è ampia disponibilità di aree verdi, libere da edificazione.



Figura 3 – Inquadramento dell’intervento IS04 compreso nel DSRI

Come meglio esposto al §7.1 tale intervento non è stato confermato nel presente Studio Comunale di rischio idraulico.

IS05 - Disconnessione della rete bianca dalla mista in via Verdi

L’intervento non è direttamente connesso alla risoluzione di una specifica criticità, ma finalizzato alla riduzione della portata meteorica nella rete mista tramite la disconnessione della rete bianca di via della Basilica dalla rete mista di via Verdi, nella quale attualmente si immette. In via preliminare si proponeva di recapitare lo scarico delle acque meteoriche al suolo, tramite la realizzazione di pozzi drenanti o disperdenti, in considerazione dell’ampia disponibilità di aree verdi e libere da edificazioni.

3.2 MODELLAZIONE IDRAULICA RETE FOGNARIA COMUNALE, CAP HOLDING, MARZO 2021

La modellazione idraulica del presente documento è stata svolta sulla base dei dati forniti dal modello idraulico sviluppato con il software INFOWORKS ICM da CAP Holding.



4. MODELLAZIONE DELLA RETE E DEL TERRITORIO

La modellazione della rete fognaria oggetto del presente studio è stata effettuata seguendo le “Linee guida per la redazione degli studi comunali di gestione del rischio idraulico” di CAP Holding.

4.1 SCHEMA MODELLISTICO

I tempi di ritorno scelti per la modellazione sono quelli riportati nell’Art. 14 comma 7 del R.R. 7/2017 ossia Tr 10, 50 e 100 anni, a cui è stata aggiunta la simulazione per il Tr 2 anni, particolarmente significativa per individuare i punti di maggior criticità idraulica della rete. Il tempo di ritorno di 10 anni è quello generalmente adottato per il dimensionamento delle reti fognarie, i Tr più elevati (50 e 100 anni) sono invece quelli imposti dall’Art. 11 del RR per il dimensionamento delle opere di invarianza (50 anni per il dimensionamento, 100 anni per la verifica dei franchi di sicurezza). Per la scelta delle schematizzazioni modellistiche da utilizzare, si è fatto riferimento alle “Linee guida per la redazione degli studi comunali di gestione del rischio idraulico” di Cap Holding e alla letteratura di settore.

Nel caso del Comune di Vizzolo Predabissi è stata effettuata una modellazione integrata della rete di drenaggio e del ruscellamento superficiale con il software Infoworks ICM. Le simulazioni sono state condotte in regime di moto vario e la mesh di calcolo per gli allagamenti superficiali è stata realizzata sulla base del DTM con risoluzione 1x1 m ove presente, altrimenti con risoluzione 5x5.

4.2 LIVELLO DI DETTAGLIO

Lo schema modellistico suggerito per il presente studio è classificato nelle “Linee guida per la redazione degli studi comunali di gestione del rischio idraulico”, Cap Holding è di Tipo II (idoneo a comuni con classe di criticità idraulica A e numero abitanti < 10'000). La tipologia di modello numerico adottato è quello relativo alla modellazione delle reti di drenaggio urbano 1D-2D accoppiato (denominato C3).

Gli apparati modellistici che rientrano in questa classe sono utili a rappresentare la risposta di drenaggio specifica di un territorio e possono essere utilizzati quali strumenti di pianificazione e valutazione del rischio idraulico al fine di:

- riconoscere i problemi idraulici all'interno di un bacino idraulico, compresa l’identificazione dei rischi di allagamento, deflusso fognario in pressione e difficoltà allo scarico;
- simulare e identificare le prestazioni degli scolmatori di piena a servizio di reti miste e opere idrauliche di supporto (impianti di sollevamento, by-pass, etc.);
- individuare la necessità di interventi di riqualificazione idraulica urbana e condurre le prime valutazioni di impatto a scala territoriale in caso di realizzazione parziale o distribuita;
- valutare l'impatto degli sviluppi proposti, i cambiamenti climatici e lo sviluppo urbano.

4.3 CODICE DI CALCOLO IMPIEGATO

Le simulazioni sono state eseguite con il software InfoWorks ICM, fornito dall’azienda inglese HR Wallingford, un applicativo per la verifica e la progettazione di sistemi idraulici complessi costituiti da reti di drenaggio e/o corsi



d’acqua naturali. L’applicativo nasce per rispondere all’esigenza di poter applicare la modellazione idraulica a sistemi integrati che comprendono sia le reti di smaltimento delle acque urbane che i corpi idrici ricettori, all’interno di un’unica interfaccia integrata e con un unico motore di calcolo.

In InfoWorks ICM il calcolo idrologico e idraulico a moto vario sono perfettamente integrati, così come le componenti di calcolo idraulico mono e bidimensionale.

Approccio numerico alla componente 1D

Il moto idraulico all’interno degli elementi monodimensionali che lavorano a pelo libero (sia le tratte fluviali aperte o tubazioni) vengono risolte con l’integrazione delle equazioni di De Saint Venant (conservazione del momento e della massa).

La cadente piezometrica viene computata con varie possibili metodologie (a scelta dell’utente): in InfoWorks sono infatti disponibili le equazioni di Colebrook- White, Manning e Strickler.

Per poter essere integrate le equazioni devono essere opportunamente semplificate e linearizzate in modo tale che il sistema possa essere risolto con la teoria delle matrici. Lo schema di linearizzazione usato dal software è quello dei 4 punti di Priessmann, mentre il risolutore adottato è quello di Newton-Raphson.

Le equazioni sono valide fino a quando il condotto non entra in pressione, per permettere a InfoWorks di simulare anche situazioni di condotte in pressione (senza problemi nella transizione da uno stato all’altro) il motore di calcolo adotta la tecnica dello slot per il quale si ipotizza la presenza di una piccola fessura alla sommità della condotta e fino al piano campagna. Così facendo il motore di calcolo non incontra nessuna discontinuità nella transizione da moto a gravità a quello in pressione (per tubi in cui invece permane costantemente il moto in pressione, come le condotte di mandate presenti nel modello, è possibile utilizzare un sistema di equazioni più appropriato che elimina l’artificio dello slot).

Approccio numerico alla componente 2D

Il modello usato per la rappresentazione matematica del flusso 2D è basato sull’equazione dell’acqua superficiale, relativa cioè all’altezza media che si ricava dalle equazioni di Navier – Stokes. Questa formulazione conservativa è discretizzata utilizzando un sistema di primo ordine esplicito del volume finito.

La gestione della cella bagnata ed asciutta è eseguita utilizzando come criterio una profondità di soglia per considerare che una cella è bagnata e la velocità è impostata a zero se la profondità è inferiore al valore di soglia. Questo evita la creazione di elevate velocità artificiali in aree bagnate/asciutte. Il valore di default per questa profondità di soglia è 1 mm.

Questo algoritmo può essere utilizzato teoricamente sia con maglie strutturate (rettangolari) che non strutturate (triangolari) ed è adatto per rappresentare flussi rapidamente variabili, nonché correnti veloci e lente. In InfoWorks si utilizzano le maglie non strutturate perché sono molto più flessibile e di facile utilizzo quando si vogliono rappresentare forme e ostacoli complessi presenti nel dominio.

Collegamento 1D-2D



Il modello di simulazione consente un immediato collegamento di diverse componenti di modello mono e bidimensionale. Si possono utilizzare ad esempio:

- linee spondali: rappresentano un confine ideale tra l’alveo inciso modellato con elementi 1D e la golena rappresentata da un dominio 2D, le linee spondali vengono rappresentate con delle polilinee per le quali viene definita una quota Z variabile sul suo percorso. Le linee spondali sono utilizzate essenzialmente come sfiori laterali tra alveo inciso e zona di golena 2D;
- sfiori frontali: si utilizzano quando si desidera interrompere un modello 1D di un fiume e trasferire tutto l’idrogramma di portata sul dominio 2D (o viceversa);
- nodi: sono degli elementi puntiformi dove può avvenire lo scambio di portata tra 1D e 2D, per esempio questa tecnica è appropriata quando si rappresentano le esondazioni provenienti dai pozzetti di fognatura su un dominio bidimensionale.

4.4 RILIEVO E GEOMETRIA DELLA RETE

La rete fognaria di Vizzolo Predabissi è stata modellata sulla base del modello idraulico e delle informazioni fornite da CAP Holding ed implementato dagli Scriventi. I dati geografici utilizzati sono espressi nel sistema di riferimento denominato EPSG 32632.



Figura 4 – Inquadramento della rete comunale modellata



Il reticolo fognario è costituito da 547 punti nodali (Figura 4), quali camerette d’ispezione, sfioratori di piena, impianti di sollevamento, etc., distribuiti lungo una rete di quasi 20 km, suddivisa in diverse tipologie a seconda dell’utilizzo. Nel dettaglio è possibile individuare le seguenti tipologie di rete fognaria nel territorio comunale:

- Rete bianca dedicata alla raccolta dell’acqua meteorica per circa 6,157 km;
- Rete nera dedicata alla raccolta dei reflui per circa 6,665 km;
- Rete mista dedicata alla raccolta dei reflui e delle acque meteoriche per circa 7,034 km;
- Rete sfiorata dedicata allo scarico delle acque meteoriche in eccesso nella rete mista per circa 0,061 km.

4.5 MODELLO DIGITALE DEL TERRENO

Per la delimitazione delle aree di allagamento si è fatto riferimento al DTM 5x5 m disponibile sul Geoportale della Regione Lombardia. Dove disponibile è stato integrato dal DTM con risoluzione 1x1 m fornito dal Ministero dell’Ambiente (MATMM).

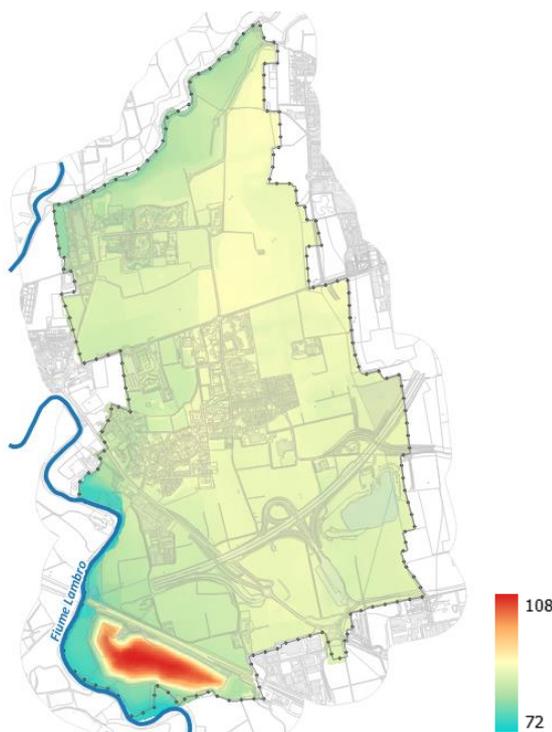


Figura 5 – Rappresentazione del DTM

4.6 IPOTESI MODELLISTICHE

Nel presente studio sono simulate le reti fognarie meteoriche e miste.



I parametri relativi alla caratterizzazione delle portate nere e meteoriche sono stati determinati nel corso del processo di taratura del modello, sulla base dei dati di monitoraggio forniti dal gestore (fonte “*Relazione tecnica-Modellazione idraulica rete fognaria comunale*” - CAP Holding).

Per la determinazione dei deflussi nella rete fognaria è stato scelto il classico metodo denominato in IW “Fixed” che si basa sull’ipotesi che la pioggia netta che giunge al sistema di collettamento costituisca una quota parte costante e invariabile.

Tale modello è valido per le aree impermeabili e per quelle permeabili dove però l’afflusso non varia significativamente rispetto la condizione precedente l’evento meteorico e pertanto risulta appropriato ai contesti urbani come quello in oggetto.

Il modello di ruscellamento adottato è quello consigliato da IW denominato “Wallingford” il quale si basa sul metodo del doppio vaso lineare che schematizza il processo di ruscellamento come due serbatoi in cascata per rappresentare il volume d’acqua sul terreno ed il ritardo accumulato tra il picco di pioggia e il picco di portata.

In Tabella 1 si riportano i coefficienti utilizzati per l’allestimento del modello.

Tabella 1 – Parametri adottati per la determinazione dei deflussi

ID Tipologia Superficie	Descrizione	Coefficiente Ruscellamento	Metodologia Afflussi/Deflussi	Tipo di Superficie	Valore Perdite Iniziali (m)	Modello Ruscellamento	Coeff. Affl / Deflusso Fisso
10	strade	1	Fixed	Impervious	0,000071	Wallingfrd	0,75
20	tetti	1	Fixed	Impervious	0,000071	Wallingfrd	0,75
30	cortili	4	Fixed	Pervious	0,00028	Wallingfrd	0,15
40	ferrovie	4	Fixed	Impervious	0,000071	Wallingfrd	0,10
50	verde	4	Fixed	Pervious	0,00028	Wallingfrd	0,10
60	cortili industriale	1	Fixed	Impervious	0,00028	Wallingfrd	0,70

4.7 CONDIZIONI AL CONTORNO

Le condizioni al contorno di un modello idrologico-idraulico sono costituite da tutte quelle informazioni ed impostazioni che definiscono lo stato del dominio di calcolo durante gli scenari oggetto delle simulazioni. Le condizioni al contorno possono essere in generale suddivise in:

- geometriche;
- idrologiche;
- idrauliche.

Le condizioni di tipo geometrico comprendono tutte le caratteristiche dimensionali della rete di drenaggio e delle opere accessorie oltre alle caratteristiche morfologiche del territorio sulla base del modello digitale del terreno.

Le condizioni al contorno di tipo idrologico includono sostanzialmente le grandezze regionalizzate caratterizzanti l’intensità delle piogge che sollecitano l’intero sistema di drenaggio, e in generale tutte le portate defluenti in



esso. L'intensità di progetto lorda delle piogge è desunta dalle LSPP messe a disposizione da ARPA Lombardia, nei paragrafi successivi descritta in maniera più dettagliata.

Le condizioni idrauliche al contorno includono le condizioni di livello idrico (ed eventualmente carico statico e dinamico). Le condizioni di valle sono state imposte alle estremità della rete fognaria (*outfall*) in corrispondenza degli scarichi nel Colatore Addetta e dello scarico nel corpo idrico denominato “Sesia morta”, che si immette nel Fiume Lambro in prossimità del depuratore di Melegnano.

Le caratteristiche idrauliche degli scarichi sono state determinate con riferimento alle tabelle 15 e 16 contenute nelle “Linee guida per la redazione degli studi comunali di gestione del rischio idraulico” di Cap Holding. La mancanza di dati idrologici utili all'applicazione del teorema della probabilità congiunta e la significativa differenza tra i bacini idrografici afferenti fa ricadere gli scarichi in oggetto nelle casistiche 3 e 4, come sintetizzato nella seguente tabella.

Il Colatore Addetta è parte dell'articolato sistema idraulico “Molgora - Muzza - Addetta – Lambro”, che costituisce una dorsale idraulica strategica attraverso la quale vengono fatti defluire i deflussi drenati nel bacino idrografico del Molgora. Nel dettaglio L'Addetta nasce dal canale Muzza a Paullo e sfocia nel Lambro a monte di Vizzolo Predabissi, funge quindi da diversivo nei confronti delle portate derivanti dall'immissione del Molgora. Nel caso quindi del colatore Addetta è stato assunto come bacino di riferimento quello del T. Molgora alla sezione di chiusura del canale Muzza, mentre per lo scarico 548, che ricade all'interno delle fasce PAI del Lambro, si è fatto riferimento al bacino idrografico del fiume Lambro alla sezione di chiusura LA48.1 tratto dallo “Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua naturali e artificiali all'interno dell'ambito idrografico di pianura Lambro – Olona. Parte 2: dalla confluenza del Deviatore Redefossi al fiume Po”, C. Lotti & Associati, 2004.

Tabella 2 – Stima dei rapporti tra le aree e definizione della casistica per il calcolo della probabilità congiunta

ID scarico	Area bacino sotteso dallo scarico [ha]	Area bacino di riferimento [ha]	Rapporto bacini	Casistica Linee Guida CAP	Definizione condizioni idrauliche al contorno
548	58	65'217	~ 1'100	Caso 4	Perfetta asincronia tra i due eventi di piena. Q riferimento = 0,1 Q max
172	9	16'300	~ 1'700	Caso 4	Perfetta asincronia tra i due eventi di piena. Q riferimento = 0,1 Q max
31	17	16'300	~ 940	Caso 3	Utilizzo del livello nel recettore per Q riferimento = 0,5 Q max

La portata associata al completo riempimento delle sezioni nei tratti in esame del fiume Lambro e del colatore Addetta sono state desunte dall'analisi idrologico-idraulica svolta nell'ambito dello “Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua naturali e artificiali all'interno dell'ambito idrografico di pianura Lambro – Olona. Parte 2: dalla confluenza del Deviatore Redefossi al fiume Po”, C. Lotti & Associati, 2004. Inoltre, per quanto riguarda l'analisi di dettaglio dei livelli di riferimento in corrispondenza dello scarico 548, sono state



prese in considerazione le sezioni del fiume Lambro riportate nello “Studio del rischio idraulico per l’impianto di depurazione di Melegnano”.

Tabella 3 – Quote di fondo degli scarichi e livelli idrici di riferimento

ID scarico	Portata di competenza [m ³ /s]	Portata di riferimento [m ³ /s]	Quota fondo scarico [m slm]	Quota livello idrico di riferimento [m slm]
548	500	50	74,75	72,96
172	30	3	80,91	79,80
31	30	15	80,67	80,50

Dall’analisi emerge come i livelli idrici siano inferiori alle quote di scorrimento degli scarichi consentendo quindi il libero deflusso verso il recapito nel corpo idrico superficiale.

4.8 CONDIZIONI INIZIALI

La modellazione simula la propagazione completa dell’evento a partire da un contesto asciutto.

4.9 EVENTI METEORICI DI RIFERIMENTO

Lo ietogramma di progetto è costruito a partire dalle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica. Il riferimento per l’informazione pluviometrica da utilizzare nello sviluppo degli studi previsti dal RR 7/2017, secondo l’allegato G dello stesso decreto, sono le Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica ricavate da ARPA Lombardia nell’ambito del progetto STRADA [AAVV (2013), “Il monitoraggio degli eventi estremi come strategia di adattamento ai cambiamenti climatici. Le piogge intense e le valanghe in Lombardia”, ARPA Lombardia, Milano].

Sul sito di ARPA Lombardia è possibile accedere ai dati raster dei parametri “a1” e “n” della LSPP con risoluzione al suolo di 1,5 km x 1,5 km, ricavati secondo il modello probabilistico GEV, con stima dei parametri puntuali tramite il metodo degli L-moments ed estrapolazione spaziale dei quantili. La curva di possibilità pluviometrica fornita è espressa nella forma:

$$h = a_1 \cdot w_T \cdot D^n$$
$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left\{ 1 - \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right] \right\}$$

Dove:

h = altezza di pioggia;

D = durata di pioggia;

a1 = coefficiente pluviometrico orario;

wT = coefficiente probabilistico legato al tempo di ritorno T;

n = esponente della curva (parametro di scala);

α, ε, κ = parametri delle leggi probabilistiche GEV.



La maggior parte del territorio di Vizzolo Predabissi è incluso in due celle caratterizzate da una minima differenza dei parametri caratteristici.

I calcoli idrologici e le modellazioni idrauliche sono stati effettuati per i tempi di ritorno 2, 10, 50 e 100 anni; i parametri della LSPD utilizzati per il territorio comunale sono riportati nella tabella seguente e sono il risultato della media dei valori dei parametri associati ai quadranti del grigliato considerati. Rispetto a quanto richiesto dal RR 7/2017 sono quindi state condotte le simulazioni anche per 2 anni di tempo di ritorno, poiché rappresentative degli interventi frequenti e di particolare interesse per lo studio del riassetto delle reti fognarie esistenti.

Tabella 4 – Parametri della LSPD al variare del tempo di ritorno

Parametri LSPD	Tr=2 anni	Tr=10 anni	Tr=50 anni	Tr=100 anni
a1	28,1150	28,1150	28,1150	28,1150
n	0,9212	1,5123	2,0900	2,3524
n (d >= 1 ora)	0,2908	0,2908	0,2908	0,2908
n (d < 1 ora)	0,5	0,5	0,5	0,5

Tali parametri si riferiscono generalmente a durate di pioggia maggiori dell’ora, per durate inferiori invece si possono utilizzare, in carenza di dati specifici, tutti i parametri indicati da ARPA tranne il parametro n per il quale si indica il valore n = 0,5 in aderenza agli standard suggeriti dalla letteratura tecnica idrologica.

Nell’immagine seguente è riportato il grafico delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica per vari tempi di ritorno.

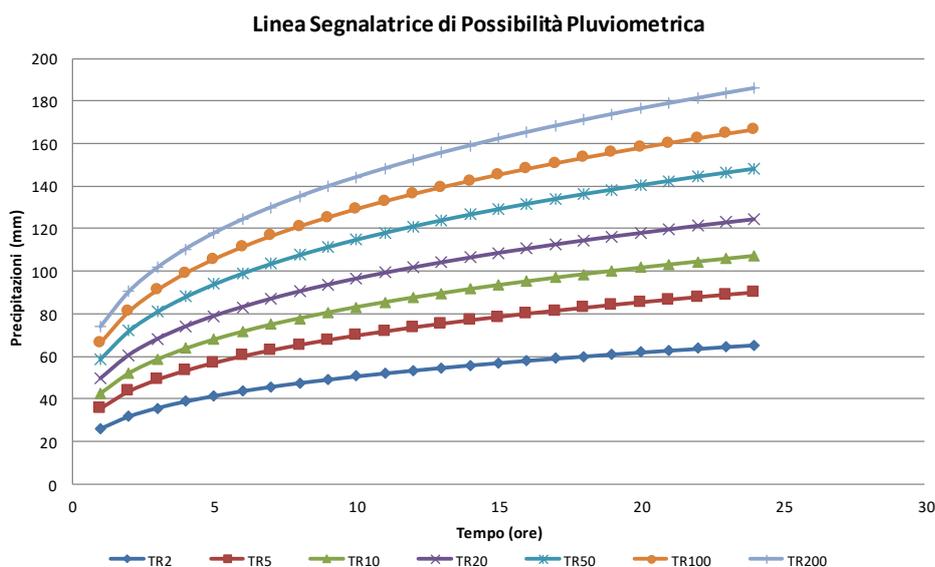


Figura 6 – Linea Segnalatrice di Possibilità Pluviometrica (LSPD) per i diversi tempi di ritorno



Come ietogramma di progetto è stato utilizzato il modello cosiddetto “Chicago”, utilizzato frequentemente per il dimensionamento delle reti scolanti in quanto permette di simulare eventi meteorici intensi e concentrati con portate al colmo relativamente maggiori rispetto ad altre tipologie di ietogramma. Il picco di intensità di precipitazione è fissato a 0,5 Tp (tempo di pioggia).

Di seguito si riportano le immagini degli ietogrammi considerati nelle simulazioni per ciascun tempo di ritorno.

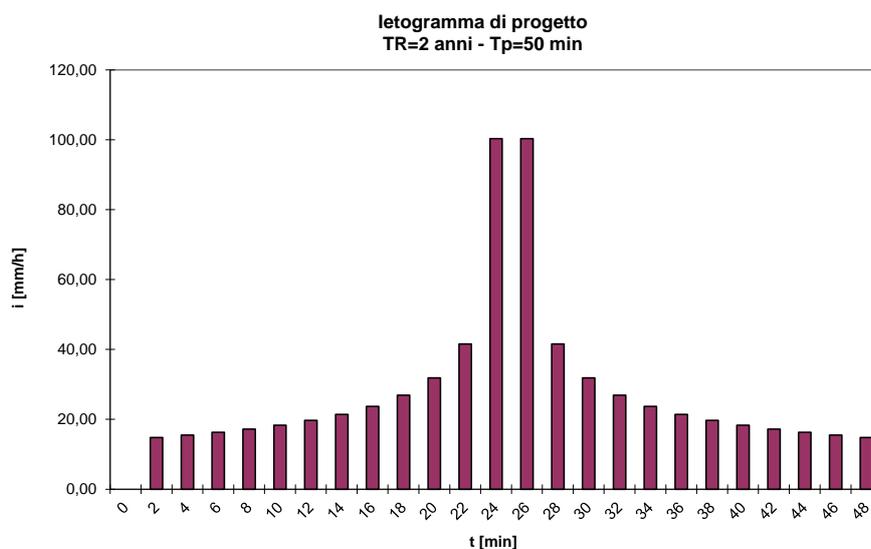


Figura 7 – Ietogramma per TR 2 anni e tempo di pioggia 50 minuti

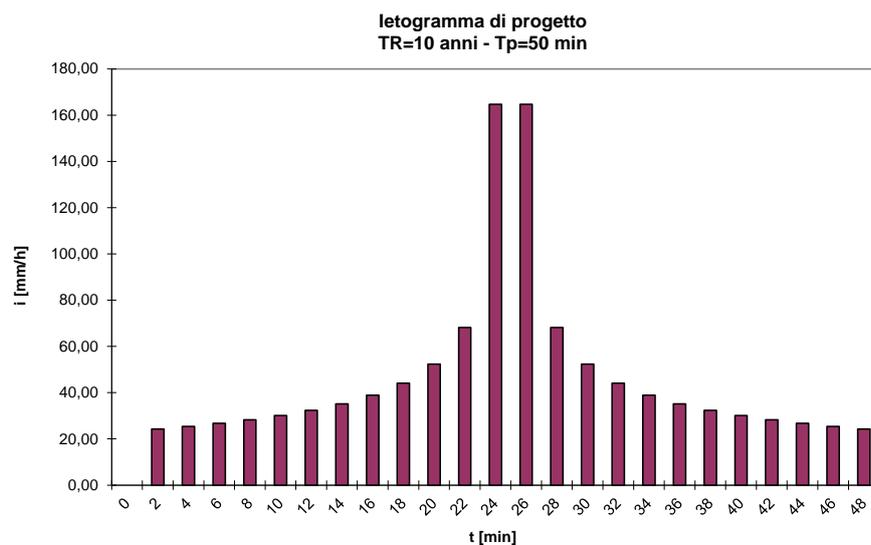


Figura 8 – Ietogramma per TR 10 anni e tempo di pioggia 50 minuti

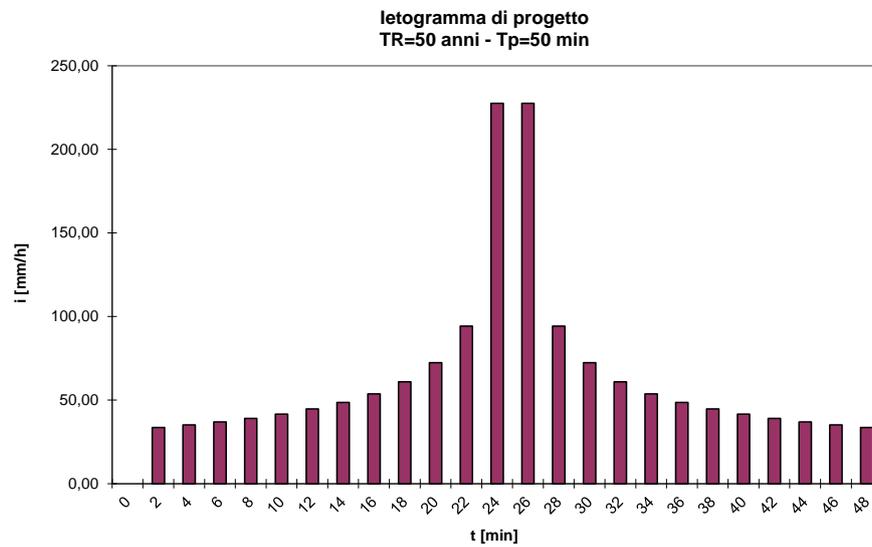


Figura 9 – letogramma per TR 50 anni e tempo di pioggia 50 minuti

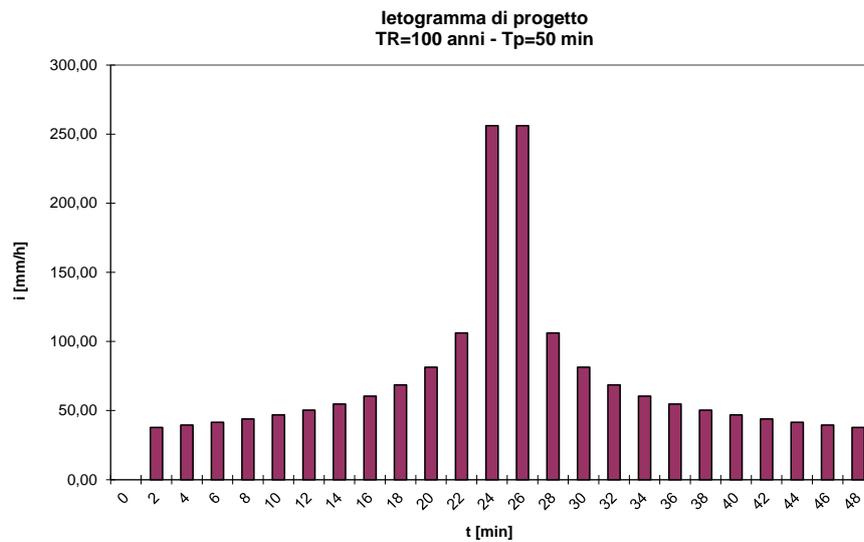


Figura 10 – letogramma per TR 100 anni e tempo di pioggia 50 minuti



5. PROCEDURE DI TARATURA E CALIBRAZIONE

La taratura del modello idraulico è stata effettuata sulla base dei risultati della campagna di monitoraggio delle piogge e delle portate nella rete fognaria effettuata dal luglio 2020¹. Il territorio di Vizzolo Predabissi è suddiviso in tre distretti fognari ognuno dei quali fornito di un misuratore di portata posto nella sezione di chiusura del distretto. Come evidente dalla Figura 11 e dallo schema di flusso riportato in Figura 12, i due distretti di testa (VZP_D01 e VZP_D03) convogliano i reflui nel distretto interno VZP_D02 ed il misuratore VZP02 rileva quindi il contributo di tutti i distretti immediatamente a monte del depuratore.

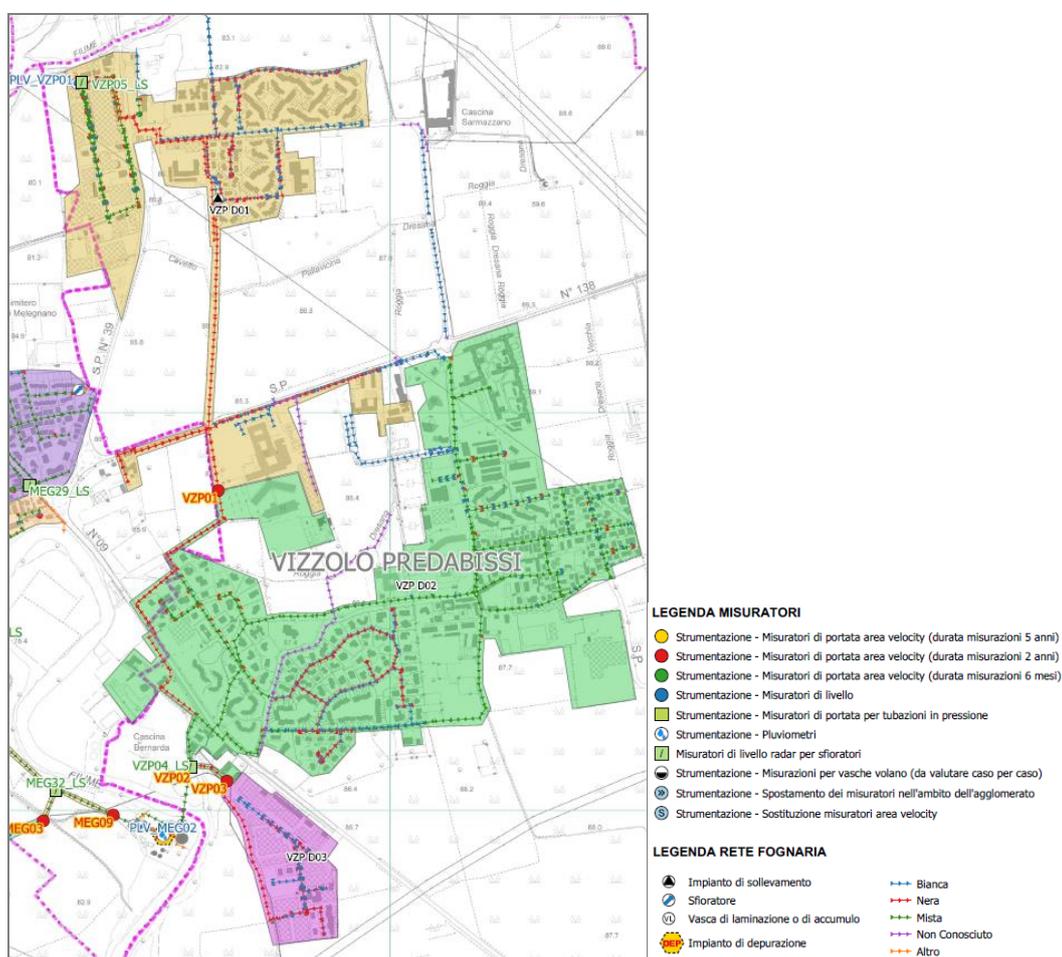


Figura 11 – Sistema di monitoraggio delle portate nella rete fognaria di Vizzolo Predabissi

¹ Servizio di campagne di monitoraggio delle portate all'interno delle reti fognarie e dei collettori di proprietà del gruppo CAP 2019-2026 – Agglomerato di Melegnano. Report 1 e Report 2.

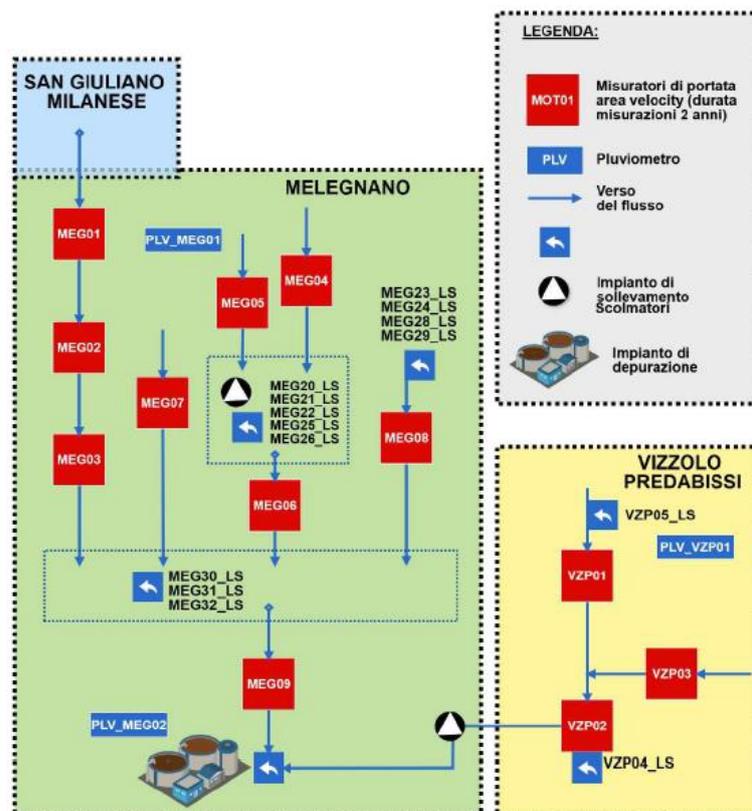


Figura 12 – Diagramma di flusso della rete fognaria appartenente all’agglomerato di Melegnano

La taratura è stata eseguita tramite il confronto dei risultati del monitoraggio e della simulazione del modello in corrispondenza delle sezioni di misura dove è posta la strumentazione. Per quanto riguarda invece i dati di pioggia sono stati considerati due pluviometri (PLV_VZP01 e PLV_MEG02) considerati rappresentativi rispettivamente della zona nord e di quella a sud del territorio comunale.

Per le portate di tempo asciutto non è stata eseguita la calibrazione, in quanto le portate nere sono state inserite nel modello con valore costante senza considerare le fluttuazioni giornaliere e notturne. Tale semplificazione è trascurabile in considerazione dell’esigua portata nera rispetto alla portata meteorica.

Si segnala che non è stata eseguita un’analisi di sensibilità del modello.

Come richiesto dalle linee guida di CAP Holding, la taratura è stata effettuata su tre differenti eventi meteorici, verificatesi nelle date 4/12/2020, 26/04/2021 e 7/09/2021. Gli idrogrammi di portata ed i livelli modellati devono essere confrontati con quelli misurato attraverso i criteri riportati nella seguente tabella.



Tabella 5 – Criteri di verifica della risposta modellistica per i modelli di rete (Linee guida CAP Holding, tab. 18)

Parametro o fattore di controllo	Criterio di accettabilità della verifica	Note
Forma dell'idrogramma	Valore coefficiente di Nash-Sutcliffe > 0,5	Da utilizzare congiuntamente ad un confronto visivo tra gli idrogrammi
Sincronia tra i picchi e i momenti di minimo relativo	± 30 min	
Massima profondità (in condizioni di deflusso a cielo libero)	± 0,1 m o ± 10% del tirante	
Valore del picco di portata	+20% ÷ -10%	

Le misurazioni fornite dal misuratore VZP_01 risentono delle due stazioni di sollevamento poste in via Miglioli e via Giovanni Paolo I (Figura 13), costituite da diverse pompe idrauliche, ognuna caratterizzata da differenti parametri di funzionamento che risulta complesso modellizzare. L'idrogramma in uscita è difatti il risultato della sovrapposizione dei contributi derivanti dal funzionamento delle stazioni di sollevamento relative ai collettori della fognatura nera, ma che comunque risentono in minima parte dell'apporto meteorico.

Le misurazioni fornite dal misuratore interno VZP_02 risentono anch'esse, seppur in misura minore, delle due stazioni di sollevamento poste a monte, tuttavia il contributo meteorico derivante dal bacino VZP D02 smorza l'andamento sinusoidale derivante dall'azione di pompaggio, evidenziando maggiormente la presenza di picchi nell'idrogramma. La sezione di monitoraggio è immediatamente a monte dell'attraversamento del Lambro e dell'impianto di depurazione in comune di Melegnano, provvisto di stazione di sollevamento. Come già evidenziato dall'analisi dei dati di monitoraggio eseguita da CAP, i punti prossimi all'impianto di depurazione mostrano un andamento rigurgitato dovuto alla presenza dell'impianto stesso e, nel caso del punto VZP_02, alla presenza dell'impianto di sollevamento.

Le misurazioni fornite dal misuratore di testa VZP_03 sono relative all'area industriale di Vizzolo caratterizzata da una copertura del suolo maggiormente impermeabile rispetto alle zone residenziali a nord della SS 9 (afferenti alla sezione di monitoraggio VZ_02) dove invece le superfici di pertinenza degli edifici sono per la maggior parte dedicate a giardino.

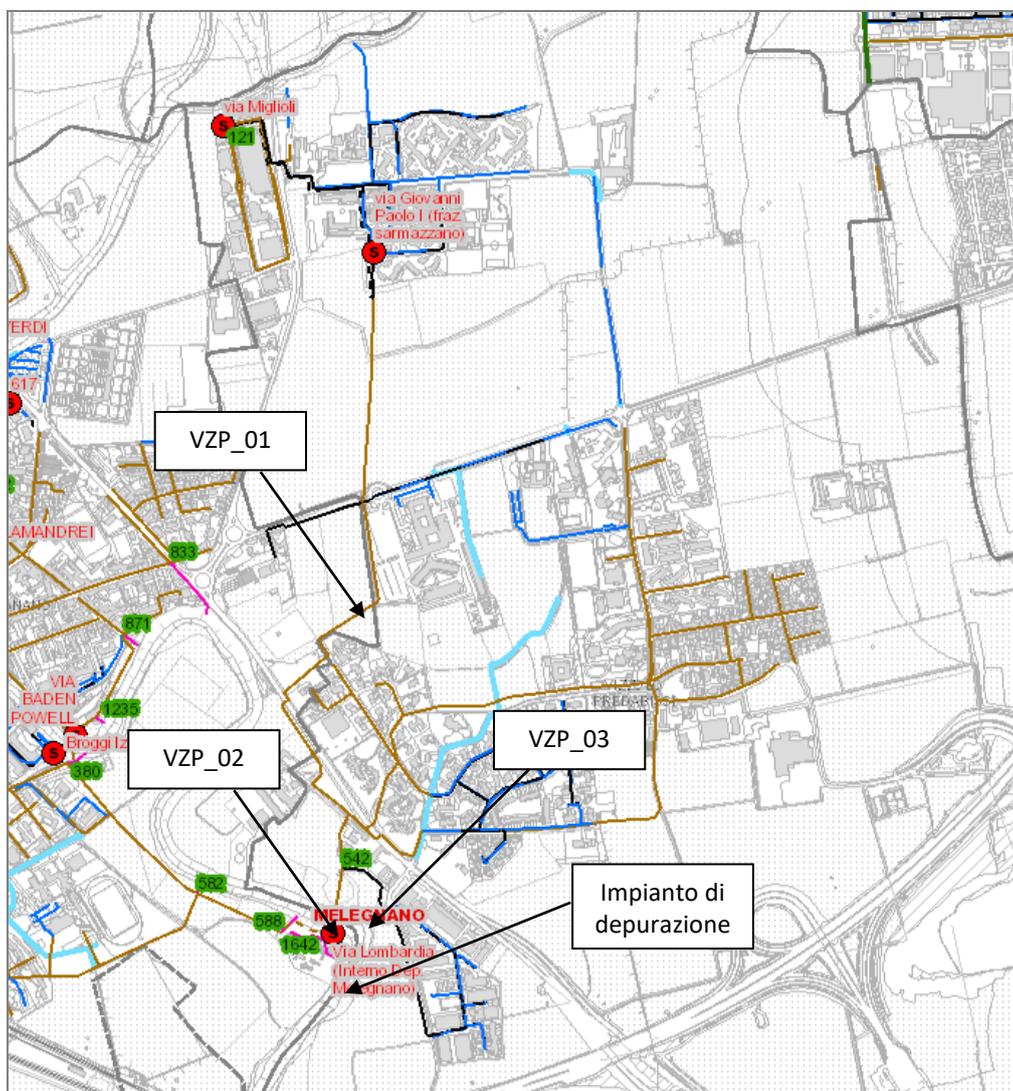


Figura 13 – Estratto da webgis di CAP

5.1 EVENTO DEL 4/12/2020

L’evento meteorico è caratterizzato da un’intensità oraria di pioggia costante di circa 12 mm/h ed una cumulata di circa 30 mm. L’evento è stato preso in considerazione al fine di valutare la risposta del modello idraulico in condizioni di pioggia moderata e costante. Vi è una buona corrispondenza tra il modello e le misurazioni effettuate dagli strumenti di monitoraggio VZP_02 e VZP_03, mentre il misuratore VZP_01 posto a valle delle stazioni di sollevamento di via Miglioli e via Papa Giovanni Paolo I risente significativamente del funzionamento degli impianti. Inoltre risulta prevalente al misuratore VZP_01 l’effetto degli scarichi domestici, in considerazione della modesta quantità di pioggia e del reticolo fognario che confluisce alla sezione di misura caratterizzato quasi esclusivamente da acque nere.

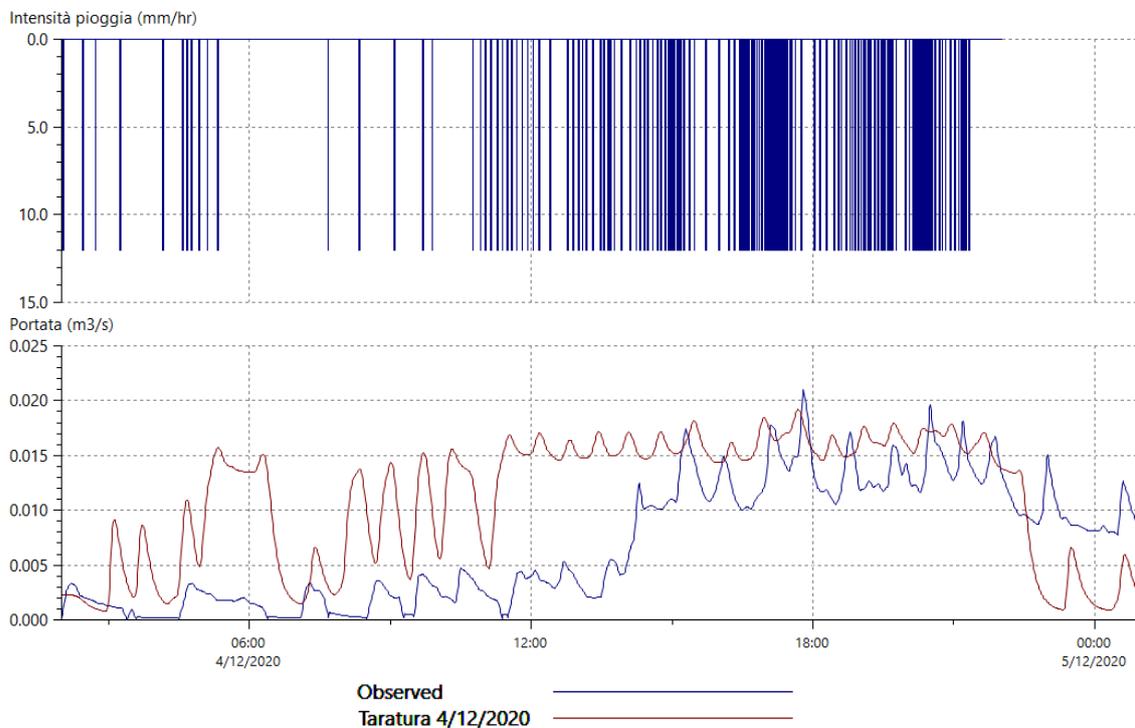


Figura 14 – Confronto idrogrammi di portata alla sezione di misura VZP_01

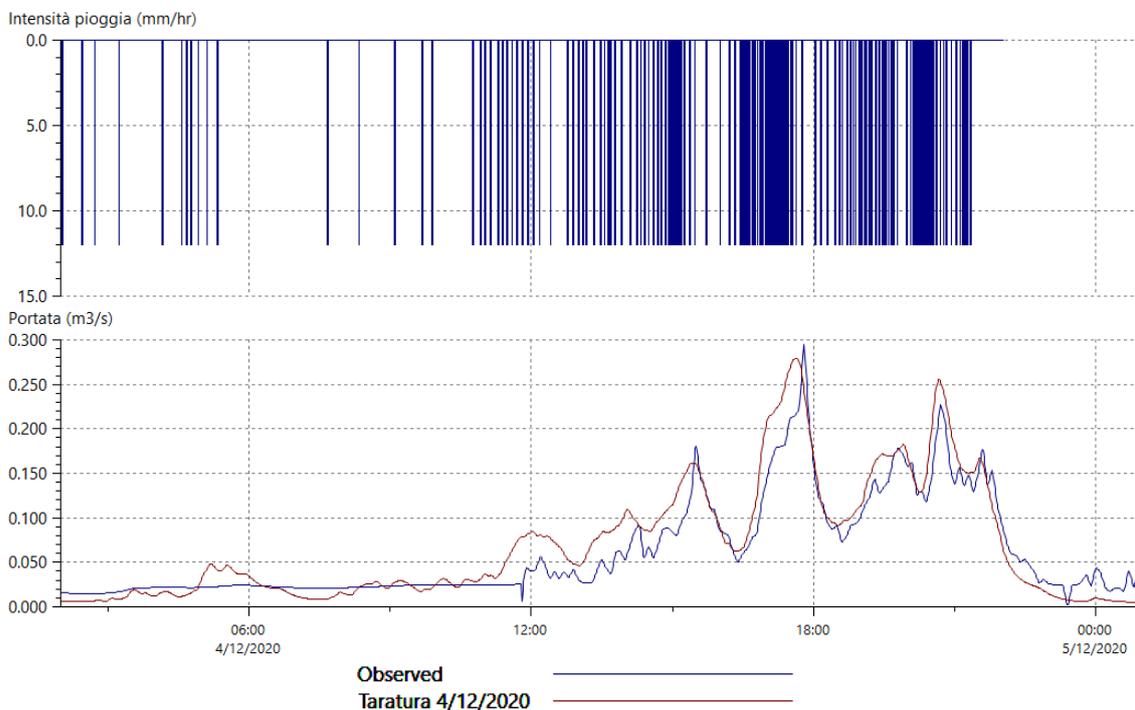


Figura 15 - Confronto idrogrammi di portata alla sezione di misura VZP_02

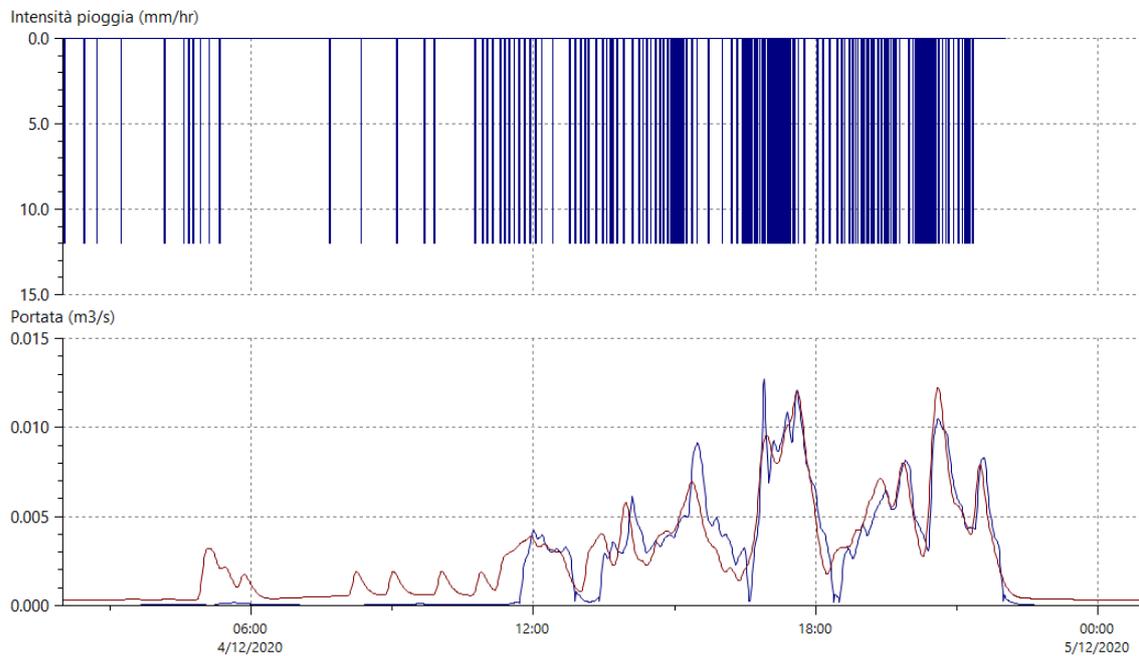


Figura 16 - Confronto idrogrammi di portata alla sezione di misura VZP_03

5.2 EVENTO DEL 26/04/2021

L’evento meteorico è caratterizzato da un’intensità oraria di pioggia che raggiunge un picco pari a 84 mm/h ed una cumulata di circa 40 mm. L’evento è stato preso in considerazione al fine di valutare la risposta del modello idraulico in condizioni di pioggia media e intensa a tratti. Vi è una buona corrispondenza tra il modello e le misurazioni effettuate dagli strumenti di monitoraggio VZP_02 e VZP_03, dove risultano evidenti i picchi relativi al deflusso nelle condotte dalla portata meteorica che, per tali portate, mitiga completamente l’influenza del flusso delle acque nere.

Il misuratore VZP_01, posto a valle delle stazioni di sollevamento di via Miglioli e via Papa Giovanni Paolo I, risente del funzionamento degli impianti, ma in misura minore rispetto all’evento del 4/10/2020, in considerazione della maggiore portata meteorica che mitiga l’effetto delle portate nere. Nonostante il reticolo fognario che confluisce alla sezione di misura VZP_01 sia privo di immissioni di acque bianche, si rileva comunque un evidente picco nell’idrogramma risultante dai dati di monitoraggio. Nel processo di taratura, al fine di simulare tale immissione, è stata considerata una quota parte del deflusso meteorico afferente all’area residenziale di via Papa Giovanni Paolo I al collettore ove è posto il misuratore in oggetto a valle della stazione di sollevamento.

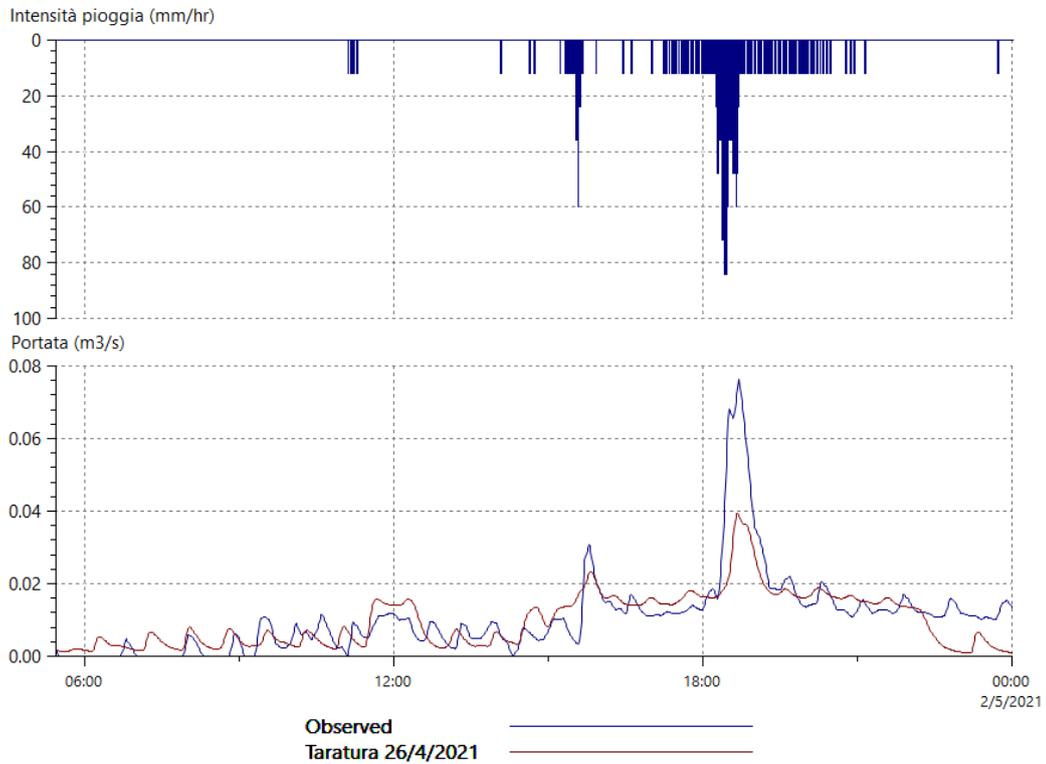


Figura 17 - Confronto idrogrammi di portata alla sezione di misura VZP_01

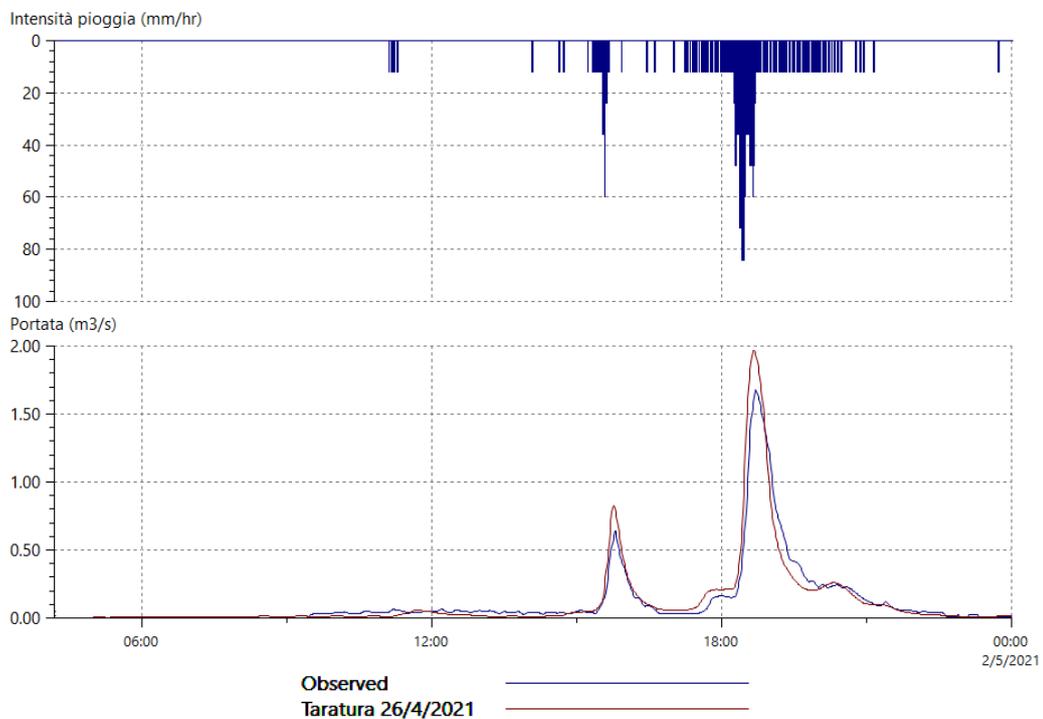


Figura 18 - Confronto idrogrammi di portata alla sezione di misura VZP_02

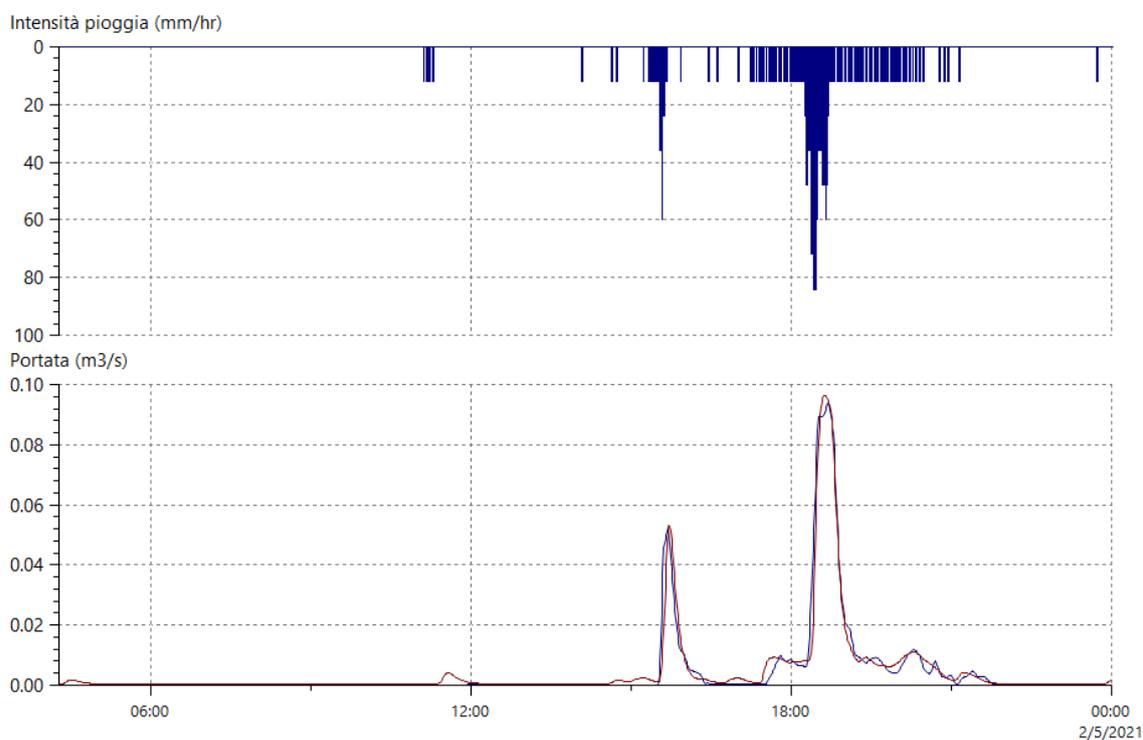


Figura 19 - Confronto idrogrammi di portata alla sezione di misura VZP_03

5.3 EVENTO DEL 7/09/2020

L’evento meteorico è caratterizzato da un’intensità oraria di pioggia che raggiunge un picco pari a 110 mm/h ed una cumulata di circa 18 mm. L’evento è stato preso in considerazione al fine di valutare la risposta del modello idraulico in condizioni di pioggia breve e intensa. Vi è una buona corrispondenza tra il modello e le misurazioni effettuate dagli strumenti di monitoraggio VZP_02 e VZP_03, dove risultano evidenti i picchi relativi al deflusso nelle condotte dalla portata meteorica che, per tali portate, mitiga completamente l’influenza del flusso delle acque nere.

Il misuratore VZP_01, posto a valle delle stazioni di sollevamento di via Miglioli e via Papa Giovanni Paolo I, risente del funzionamento degli impianti, ma in misura minore rispetto all’evento del 4/10/2020, in considerazione della maggiore portata meteorica che mitiga in parte l’effetto delle portate nere. Nonostante il reticolo fognario che confluisce alla sezione di misura VZP_01 sia privo di immissioni di acque bianche, si rileva comunque un evidente picco nell’idrogramma risultante dai dati di monitoraggio. Nel processo di taratura, al fine di simulare tale immissione, è stata considerata una quota parte del deflusso meteorico afferente all’area residenziale di via Papa Giovanni Paolo I al collettore ove è posto il misuratore in oggetto a valle della stazione di sollevamento. A differenza dell’evento del 26/04/2021 in questo caso risulta maggiore il picco di portata risultato dal modello. Questa incongruenza testimonia la possibile immissione nella rete mista di acque parassite e/o la sovrastima di acque meteoriche afferente alla rete fognaria stimata nel processo di taratura o la modifica della rete nel tempo intercorso tra i due eventi presi in considerazione.

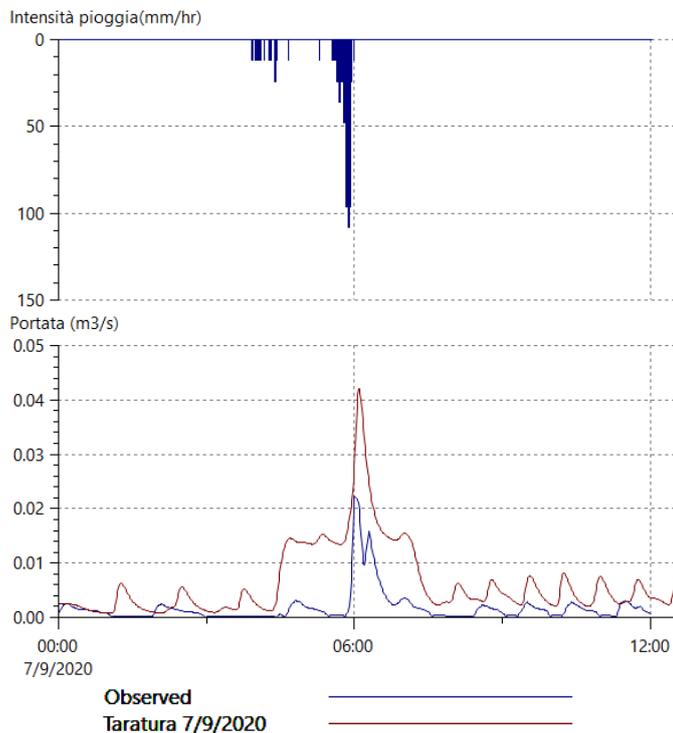


Figura 20 - Confronto idrogrammi di portata alla sezione di misura VZP_01

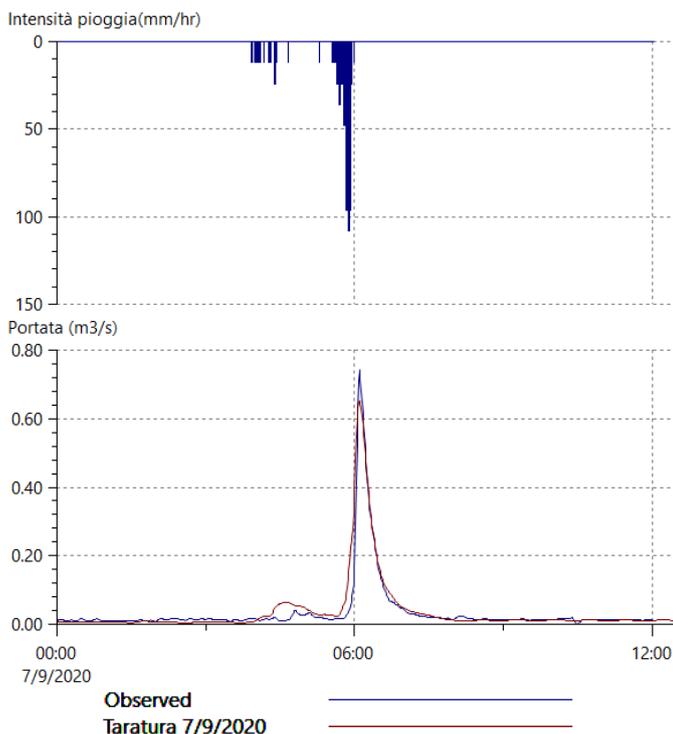


Figura 21 - Confronto idrogrammi di portata alla sezione di misura VZP_02

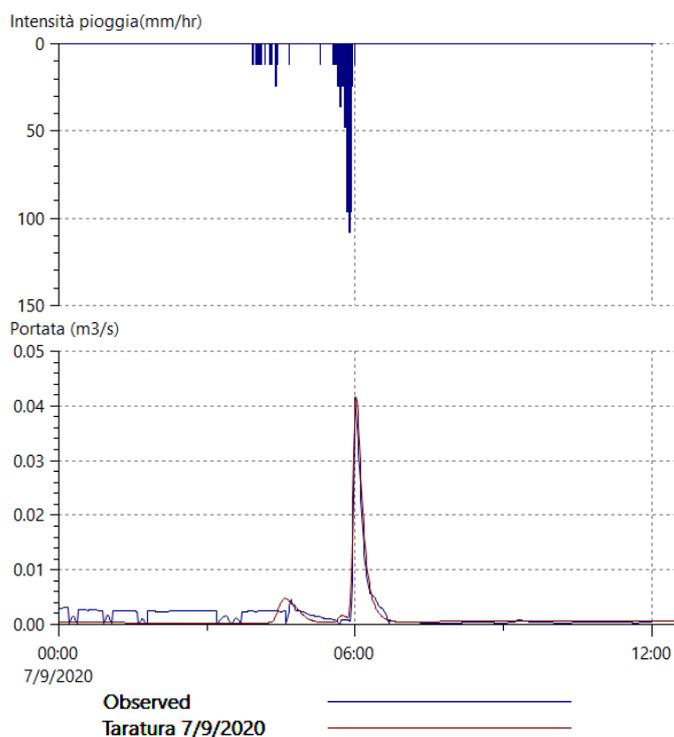


Figura 22 - Confronto idrogrammi di portata alla sezione di misura VZP_03

5.4 CONCLUSIONI

La taratura effettuata, nonostante alcune incongruenze e la complessità della modellazione del funzionamento delle stazioni di sollevamento, risulta comunque rappresentativa del processo di deflusso delle acque meteoriche all'interno del reticolo fognario per le finalità del presente Studio.



6. ANALISI STATO DI FATTO E CRITICITÀ

Lo scopo principale dell’analisi dello stato di fatto è l’individuazione delle criticità idrauliche della rete meteorica e mista per eventi con TR 10 anni e l’individuazione degli scarichi nei ricettori finali, provenienti da reti fognarie meteoriche o da sfioratori di piena delle reti fognarie unitarie, che non rispettano i vincoli di scarico in termini di portata massima ammissibile imposti dal R.R. 7/2017.

Attraverso l’analisi svolta, sono individuati gli allagamenti e sono definite le carte di pericolosità come richiesto dalle Linee guida CAP. Il funzionamento della rete di drenaggio urbano del comune di Vizzolo Predabissi sarà altresì testato per eventi pluviometrici eccezionali con TR 50 anni e TR 100 anni.

6.1 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI

6.1.1 Stato di criticità della rete di drenaggio

Le simulazioni sono condotte per i tempi di ritorno 10, 50 e 100 come definito dal R.R. 7/2017, a cui è stata aggiunta la simulazione con Tr 2 anni per valutare il comportamento della rete anche in corrispondenza di eventi non eccezionali. Nelle figure sottostanti sono riportate le mappe rappresentanti il grado di riempimento ed il sovraccarico delle condotte e i volumi esondati dai nodi per i tempi di ritorno considerati. Si evidenzia che per sovraccarico si intende la condizione in cui il flusso nella condotta ha raggiunto e superato il massimo grado di riempimento della stessa e pertanto si innesca una condizione di deflusso in pressione.



Figura 23 - Risultati dello stato di fatto – Esondazione nodi per Tr2 anni

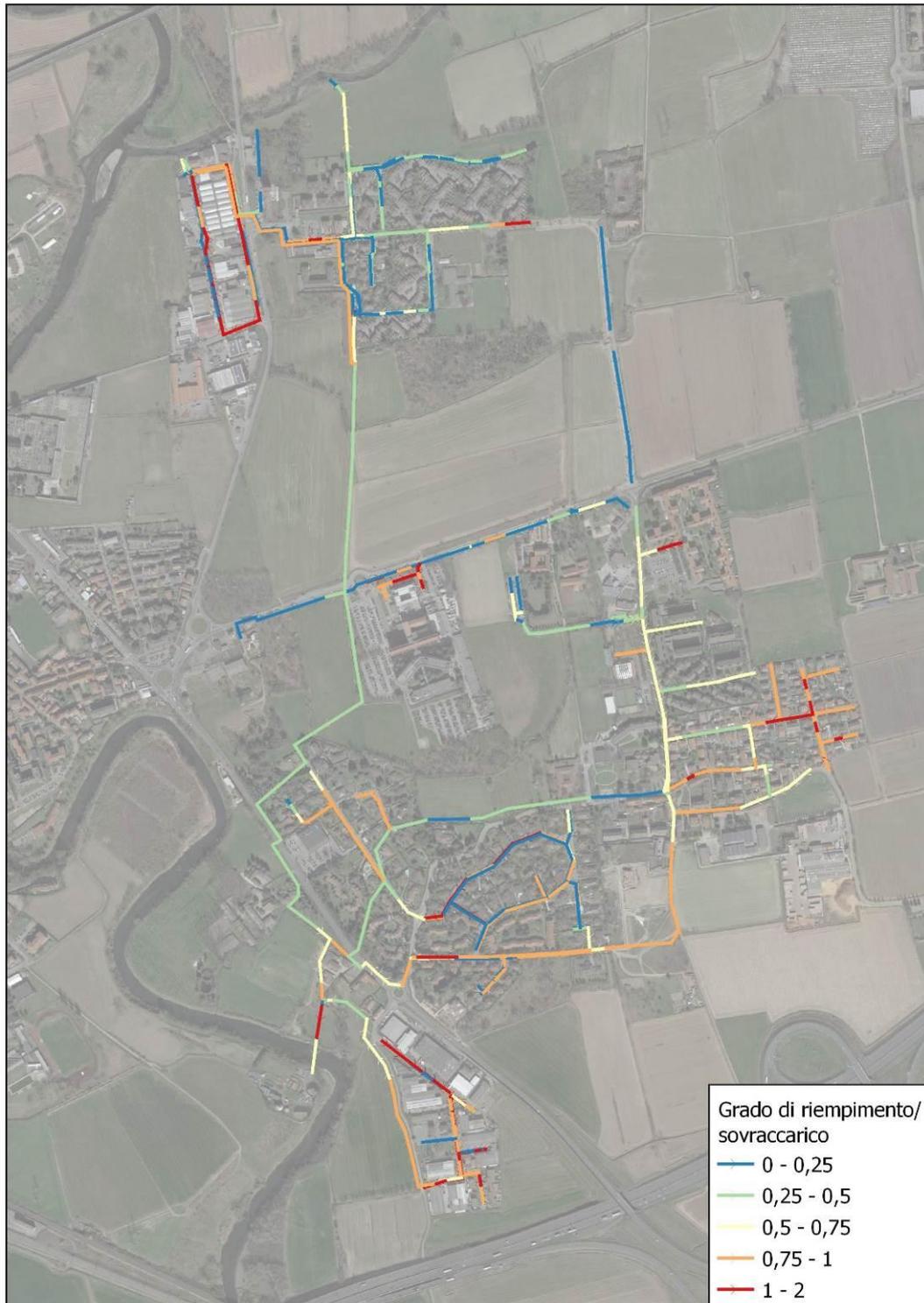


Figura 24 - Risultati dello stato di fatto – Grado di riempimento delle condotte per Tr2 anni



Figura 25 - Risultati dello stato di fatto – Esondazione nodi per Tr10 anni

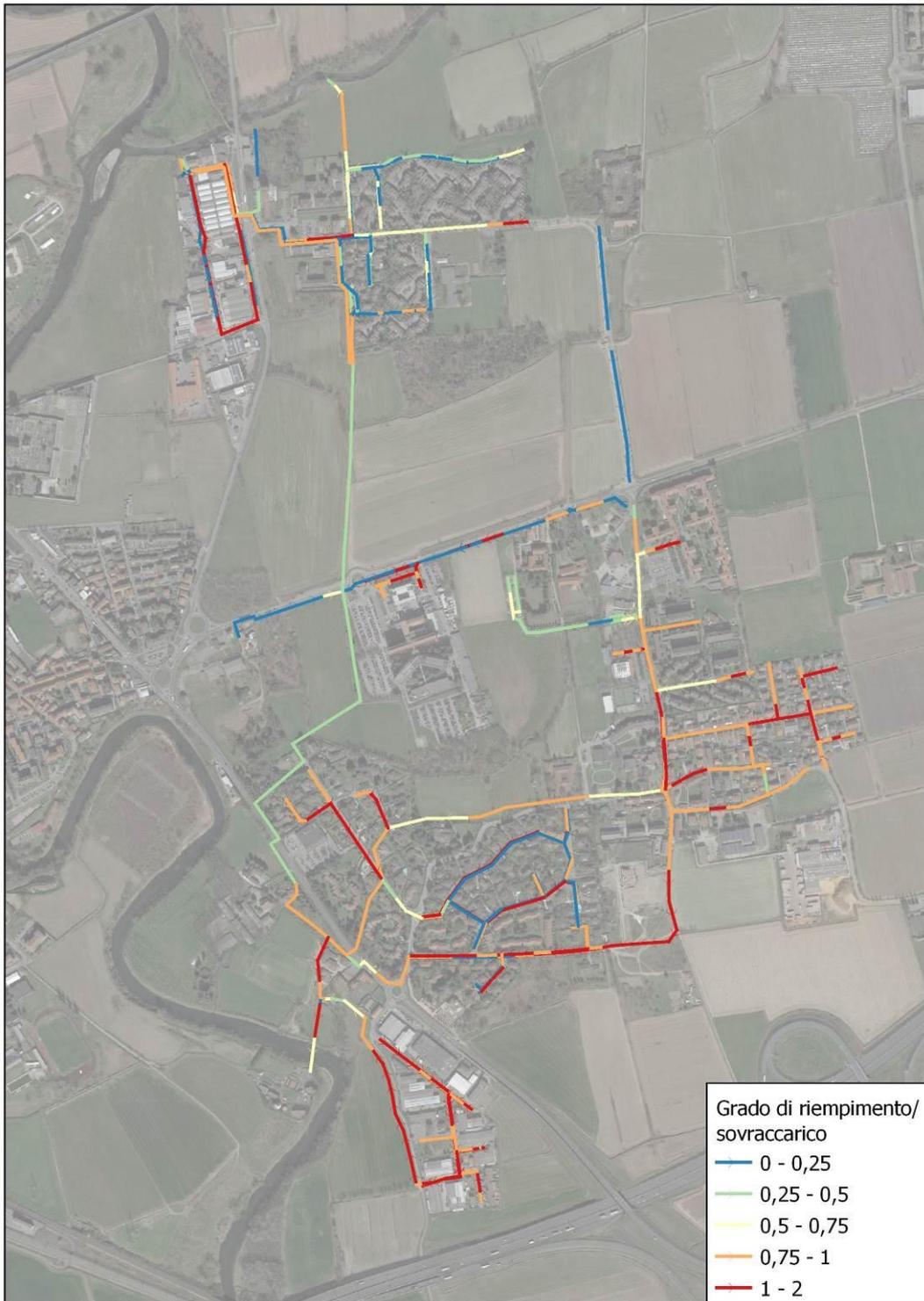


Figura 26 - Risultati dello stato di fatto – Grado di riempimento delle condotte per Tr10 anni



Figura 27 - Risultati dello stato di fatto – Esondazione nodi per Tr50 anni

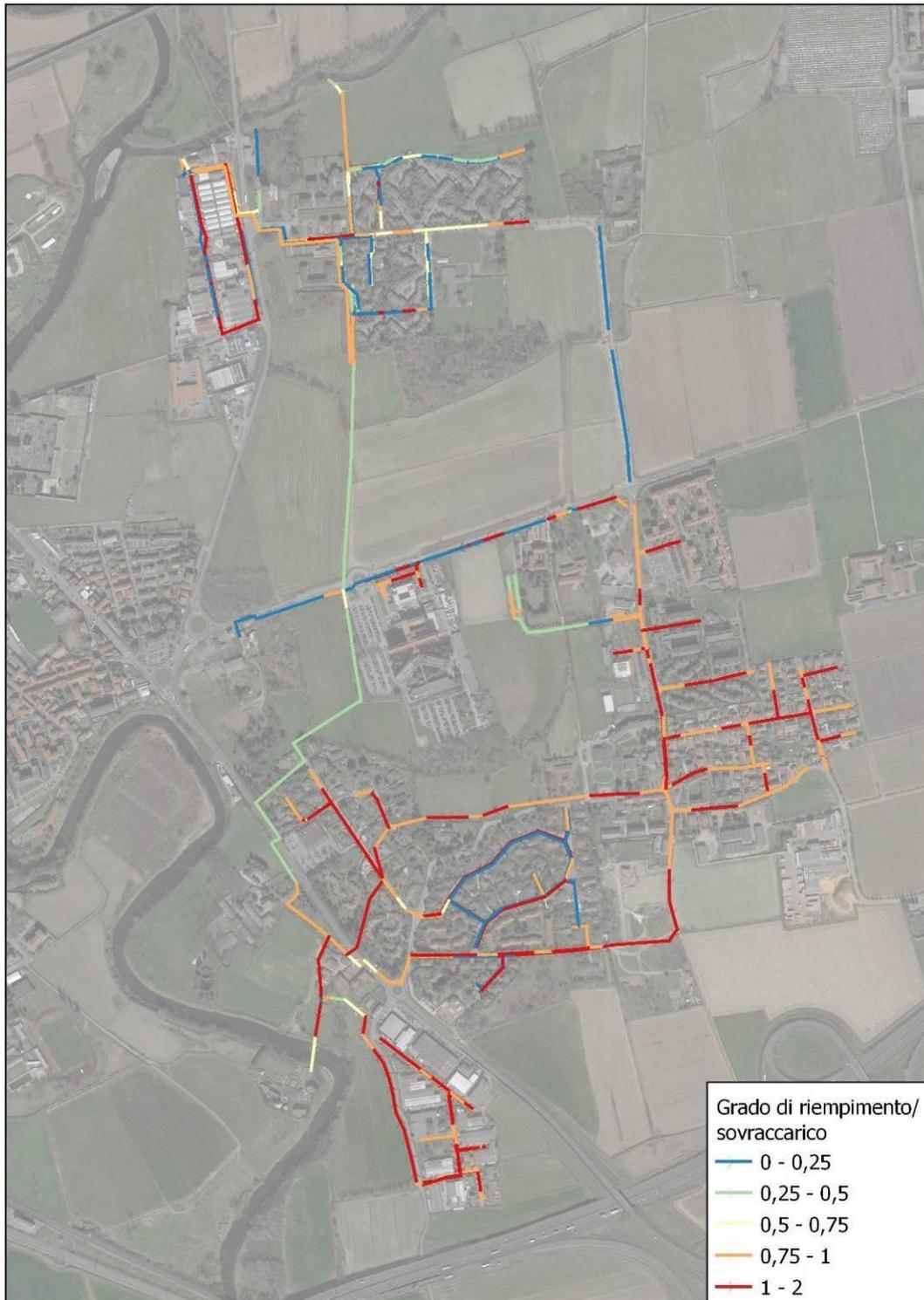


Figura 28 - Risultati dello stato di fatto – Grado di riempimento delle condotte per Tr50 anni



Figura 29 - Risultati dello stato di fatto – Esondazione nodi per Tr100 anni

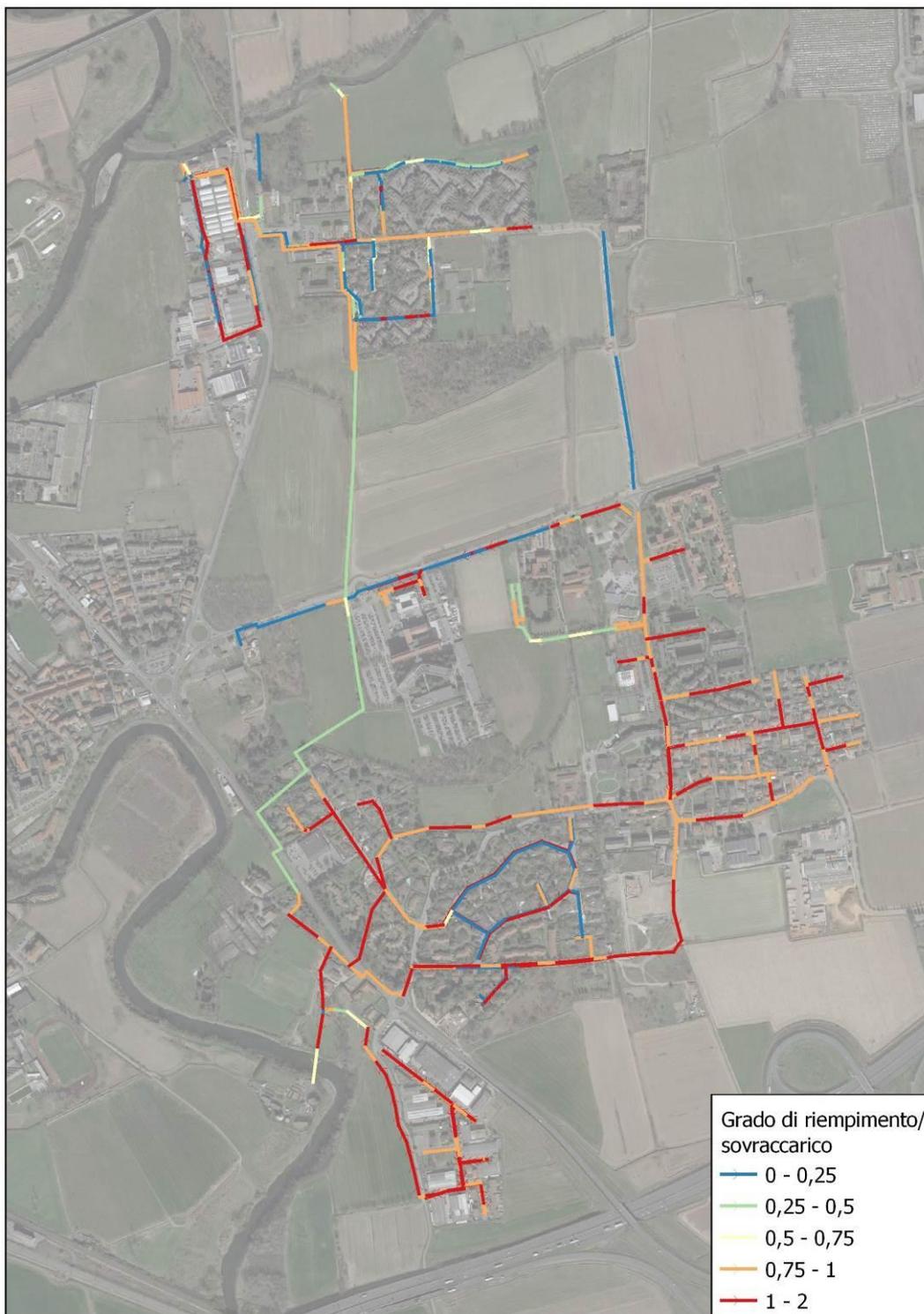


Figura 30 - Risultati dello stato di fatto – Grado di riempimento delle condotte per Tr100 anni



Dall’analisi del modello idraulico e sulla base di quanto segnalato dai tecnici comunali, non risultano criticità di particolare rilievo nel territorio di Vizzolo Predabissi ed in particolare si riscontra un significativo miglioramento del deflusso della rete fognaria in seguito agli interventi realizzati nel 2019 (IS01 e IS02 riportati per completezza anche nel presente elaborato).

La modellazione idraulica ha mostrato alcune lievi criticità in collettori secondari che però non trovano riscontro nella realtà e che sono localizzati:

- In via Lombardia nella zona industriale a sud di via Pandina, criticità derivante dal modello idraulico, ma non confermata dai tecnici comunali, causata da una insufficienza della rete bianca;
- Nella zona del parcheggio dell’ospedale, nella zona della SP138, criticità derivante dal modello idraulico, ma non confermata dai tecnici comunali, causata da una insufficienza della rete bianca;
- In via Miglioli, nella zona industriale di Sarmazzano, criticità derivante dal modello idraulico, ma non confermata dai tecnici comunali, causata da una insufficienza della rete mista. In tale area, come meglio illustrato al §6.1.3.3, non vi è la completa conoscenza della connessione di alcuni rami della rete mista di via Miglioli e via G. di Vittorio e tale aspetto potrebbe incidere sul manifestarsi della criticità nel modello idraulico.

Di seguito si riporta una sintesi delle principali criticità emerse dalla modellazione, comprensiva della codifica assegnata per ciascuna di esse. Si rimanda al §6.1.3 per la descrizione di dettaglio.

Tabella 6 – Sintesi delle criticità emerse dal modello

OBJ_ID	INDIRIZZO	FONTE	Livello di criticità	DESCRIZIONE
Po08	Zona industriale di Sarmazzano	Modello/ CAP	Criticità BASSA	Fenomeni di sovraccarico e tratti di rete priva di recapito
Ln04	c/o parcheggio dell’ospedale	Modello	Criticità BASSA	Rete bianca: fenomeni di sovraccarico
Ln05	Via Lombardia	Modello	Criticità BASSA	Rete bianca: fenomeni di sovraccarico

Il sovraccarico della rete, in particolare nel caso di verifiche con tempo di ritorno maggiore o uguale a 10 anni, è un risultato prevedibile considerando che le buone pratiche di dimensionamento del sistema fognario considerano generalmente tempi di ritorno inferiori a 10 anni.

Alle criticità emerse dalla modellazione idraulica sul territorio comunale si aggiungono quelle derivanti dal reticolo idrografico principale (F. Lambro e Colatore Addetta) o attribuibili ad altri fattori, come ad esempio alle condizioni geologiche del territorio comunale.

6.1.2 Ruscellamento superficiale

Le seguenti figure riportano gli allagamenti sul territorio comunale generati dalla possibile fuoriuscita di acqua dai pozzetti della rete fognaria.



Figura 31 - Allagamento allo stato di fatto con TR 2 anni



Figura 32 - Allagamento allo stato di fatto con TR 10 anni

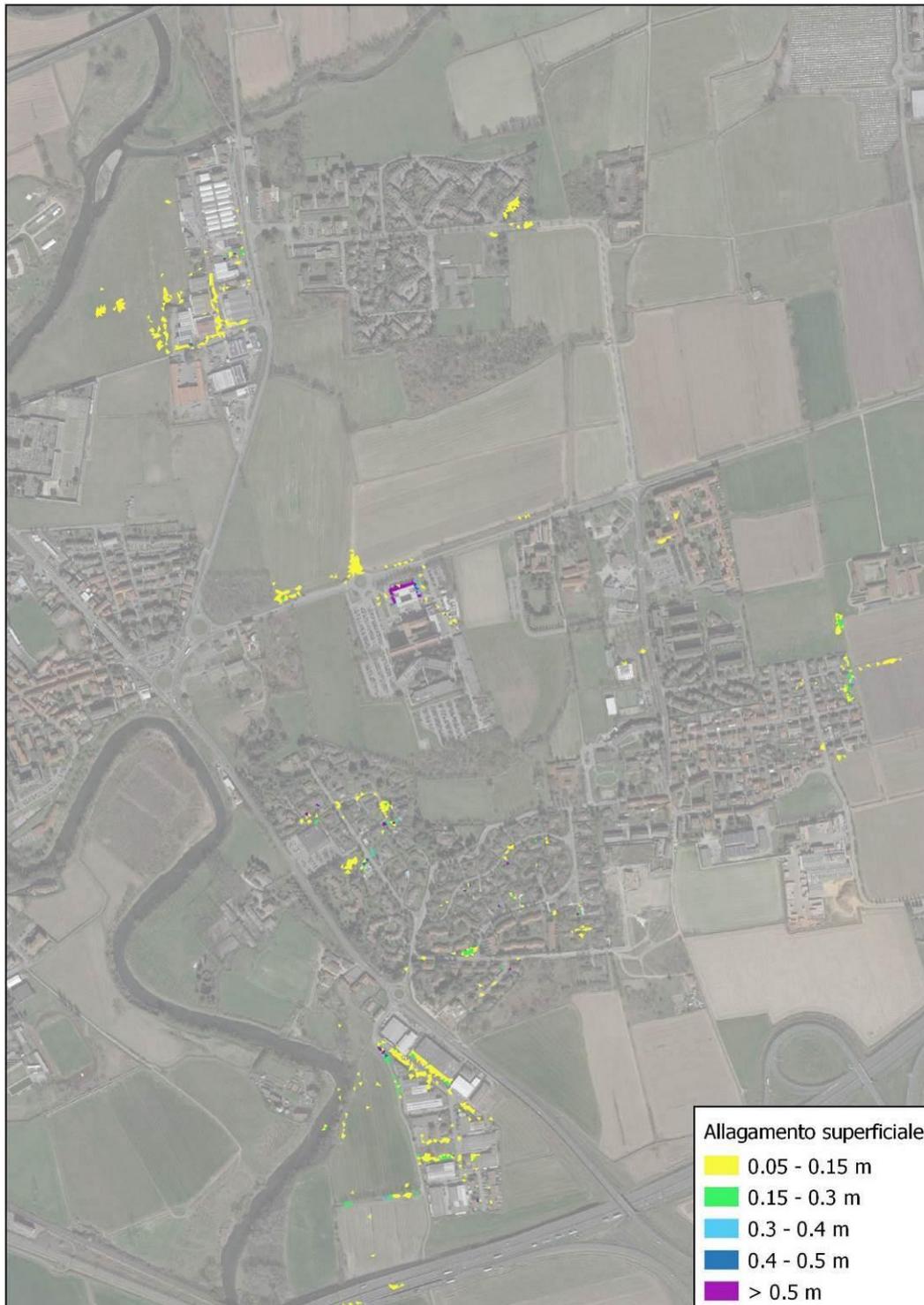


Figura 33 - Allagamento allo stato di fatto con TR 50 anni

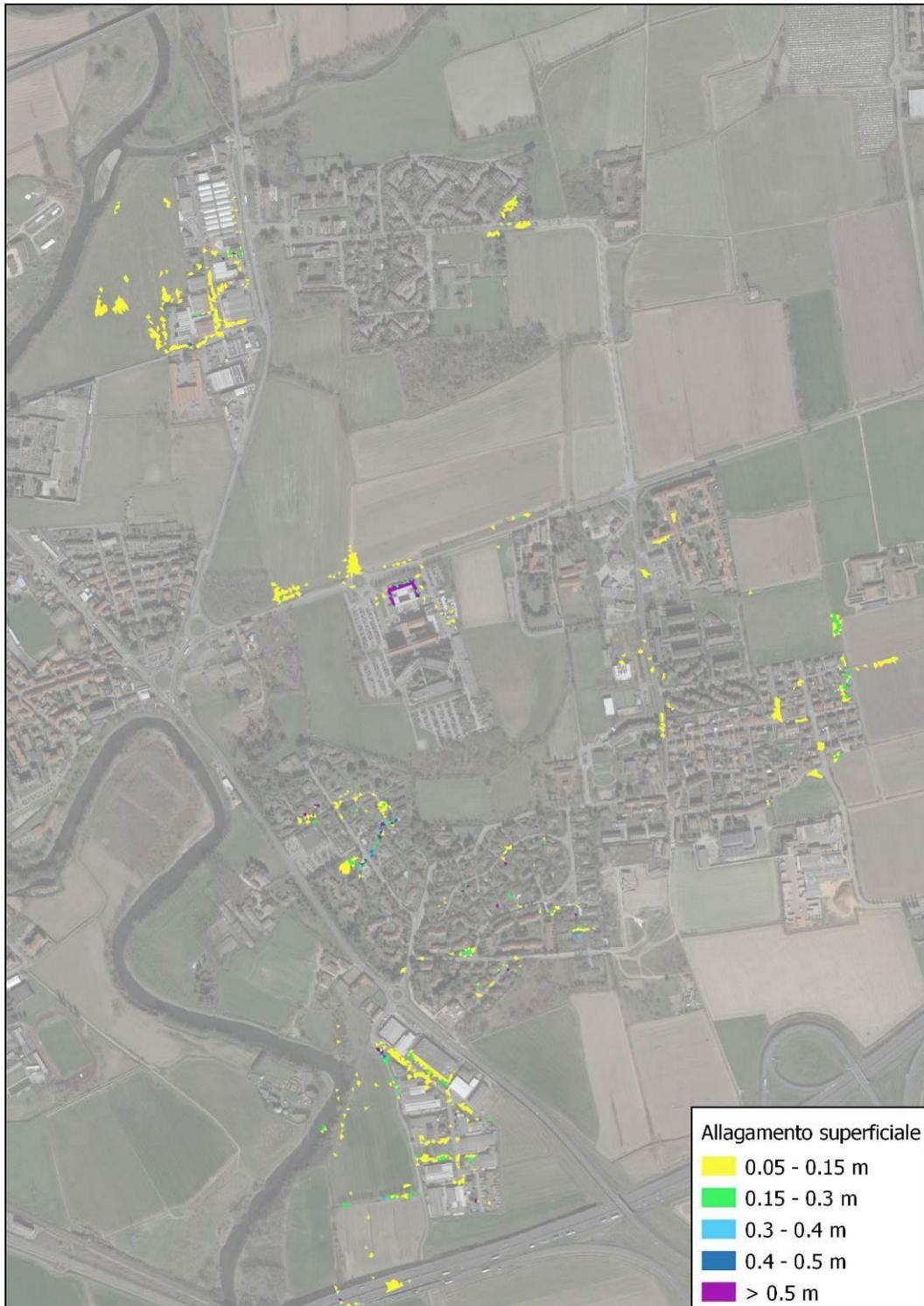


Figura 34 - Allagamento allo stato di fatto con TR 100 anni



6.1.3 Analisi delle criticità evidenziate dal modello

Nel presente capitolo si descrivono le criticità emerse dal modello idraulico della rete fognaria.

6.1.3.1 Ln04 – Rete bianca a servizio del parcheggio dell’ospedale

Il parcheggio dell’ospedale è servito da una rete bianca che convoglia le acque meteoriche nella Roggia Molino che scorre al margine di via Pandina. I collettori sono di diametro pari a 200 mm e non si rilevano contropendenze e/o altri fattori che potrebbero costituire un ostacolo al deflusso delle acque meteoriche.

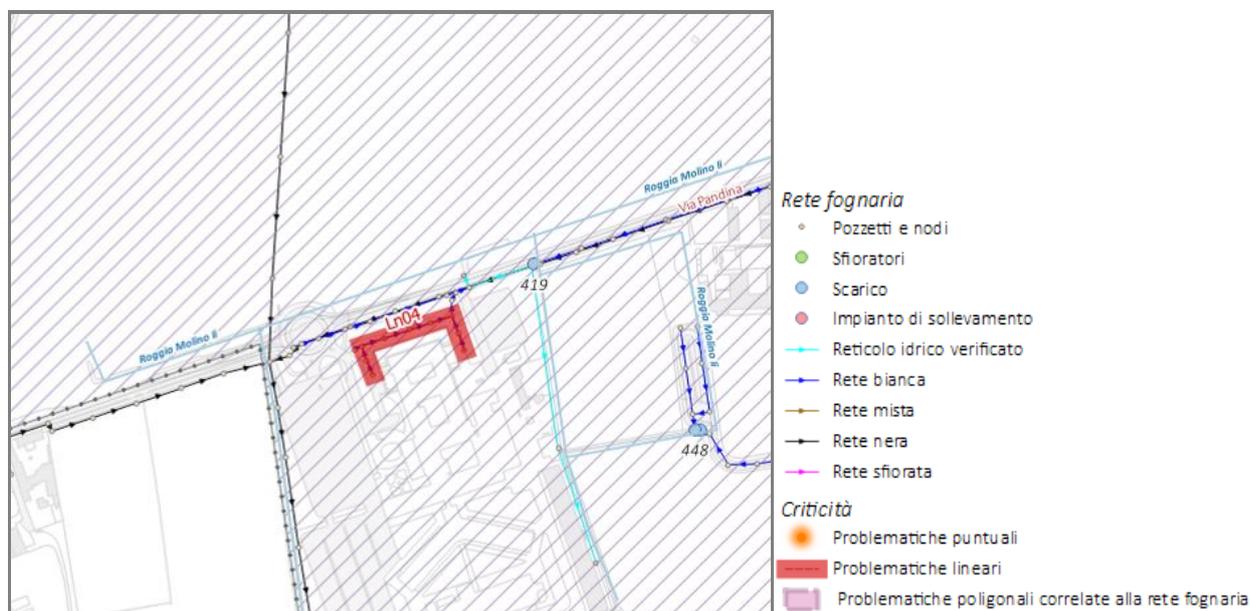
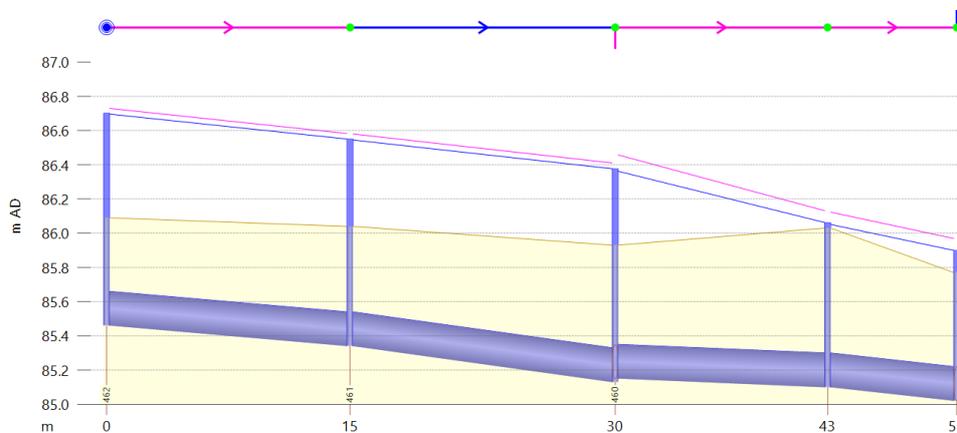


Figura 35 – Inquadramento della problematica

La criticità evidenziata in questa zona non è stata riscontrata nel corso di eventi reali e potrebbe essere di natura puramente modellistica e associata all’approccio statistico utilizzato oppure al livello di dettaglio dell’analisi svolta. Difatti la modellazione non prende in considerazione tutte le condotte che colleghino le acque provenienti dalle caditoie presenti sul piazzale, non contemplando quindi l’effetto di immagazzinamento e laminazione operata dall’intero reticolo e sovrastimando di conseguenza la portata immessa ai nodi di testa della rete bianca (nodo 462 in Figura 36).



Collegamento	462.1	461.1	460.1	459.1	
Pendenza (m/m)	0.00825	0.01323	0.00393	0.01036	
DS carico totale (m AD)	86.583	86.411	86.131	85.969	
Nodo	462	461	460	459	458
Livello Fondo Pozzetto (m AD)	85.460	85.340	85.130	85.100	-
Livello (m AD)	86.701	86.550	86.376	86.061	-

Figura 36 - Profilo idraulico di un tratto della rete bianca del parcheggio dell'ospedale per un tempo di ritorno di 10 anni

6.1.3.2 Ln05 – Rete bianca di via Lombardia

La zona industriale a sud del territorio comunale è servita dalla rete fognaria separata ed in particolare in via Lombardia la rete bianca è costituita da un collettore con diametro variabile a partire da 300 mm fino a 400 mm in prossimità di via Piemonte (Figura 37). Il collettore scarica le acque meteoriche nella Roggia Molino che scorre adiacente alla strada tra la zona industriale e l'area agricola.

Dall'analisi del profilo non si rilevano contropendenze e/o altri fattori che potrebbero costituire un ostacolo al deflusso delle acque meteoriche (Figura 38).

La criticità evidenziata in questa zona non è stata riscontrata nel corso di eventi reali e potrebbe essere di natura puramente modellistica e associata all'approccio statistico utilizzato oppure ad un diverso schema di collettamento delle acque meteoriche rispetto a quello ipotizzato. Difatti nella modellazione si assume che tutte le acque ricadenti nell'area industriale siano smaltite tramite la rete bianca, tuttavia è ammissibile che alcune zone scarichino le acque meteoriche direttamente nella roggia riducendo così la portata idrica immessa nelle condotte.

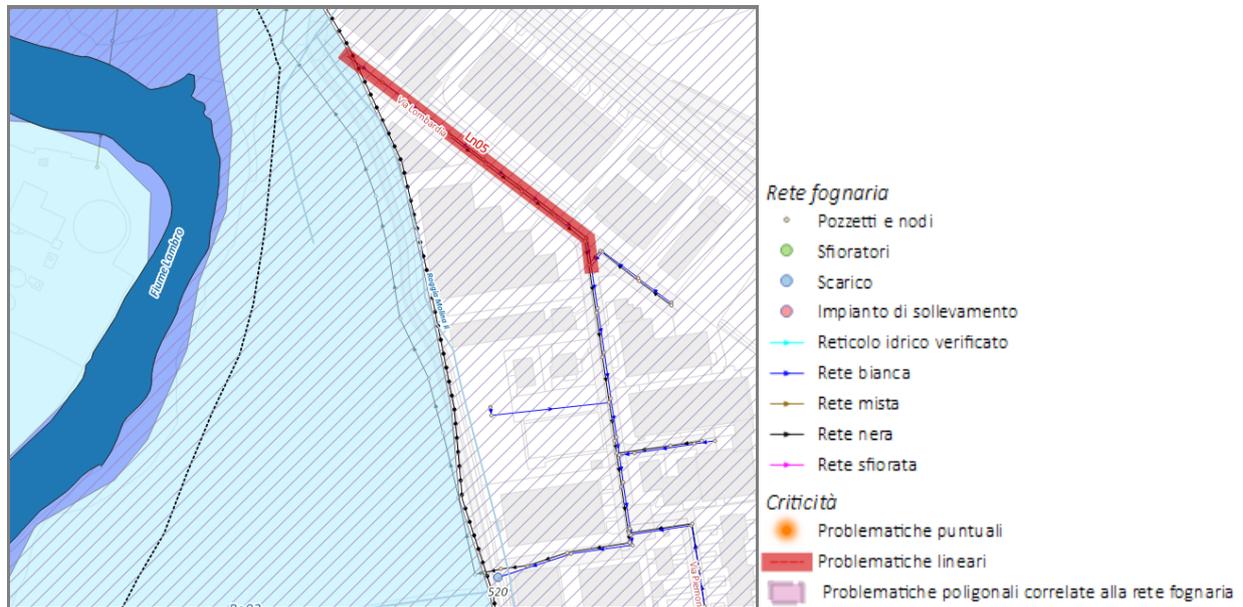
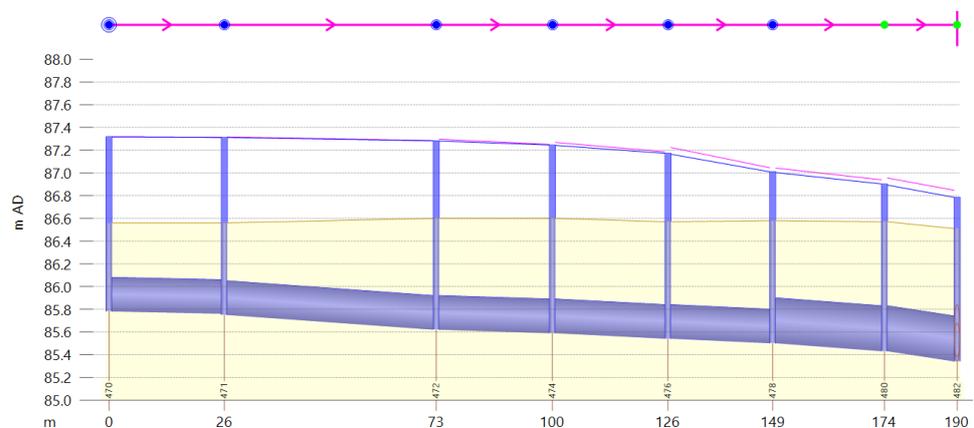


Figura 37 - Inquadramento della problematica



Collegamento	470.1	471.1	472.1	474.1	476.1	478.1	480.1	
Pendenza (m/m)	0.00077	0.00273	0.00115	0.00193	0.00170	0.00279	0.00552	
DS carico totale (m AD)	87.313	87.285	87.251	87.186	87.046	86.939	86.847	
Nodo	470	471	472	474	476	478	480	-
Livello Fondo Pozzetto (m AD)	-	85.750	85.620	85.590	85.540	85.500	85.430	-
Livello (m AD)	-	87.312	87.283	87.246	87.172	87.009	86.902	-

Figura 38 - Profilo idraulico del tratto della rete bianca di via Lombardia per un tempo di ritorno di 10 anni

6.1.3.3 Po8 – Rete mista di via Miglioli e zona industriale di Sarmazzano

La zona industriale a nord di via Pandina è servita dalla rete fognaria mista che convoglia i reflui allo sfioratore di via Miglioli e successivo scarico nel colatore Addetta (Figura 39). Le vie Miglioli e di Vittorio sono inoltre



caratterizzate dalla presenza di due collettori aggiuntivi di diametro pari a 400 mm delle quali non è stato rilevato lo scarico e/o l’eventuale connessione alla rete mista.

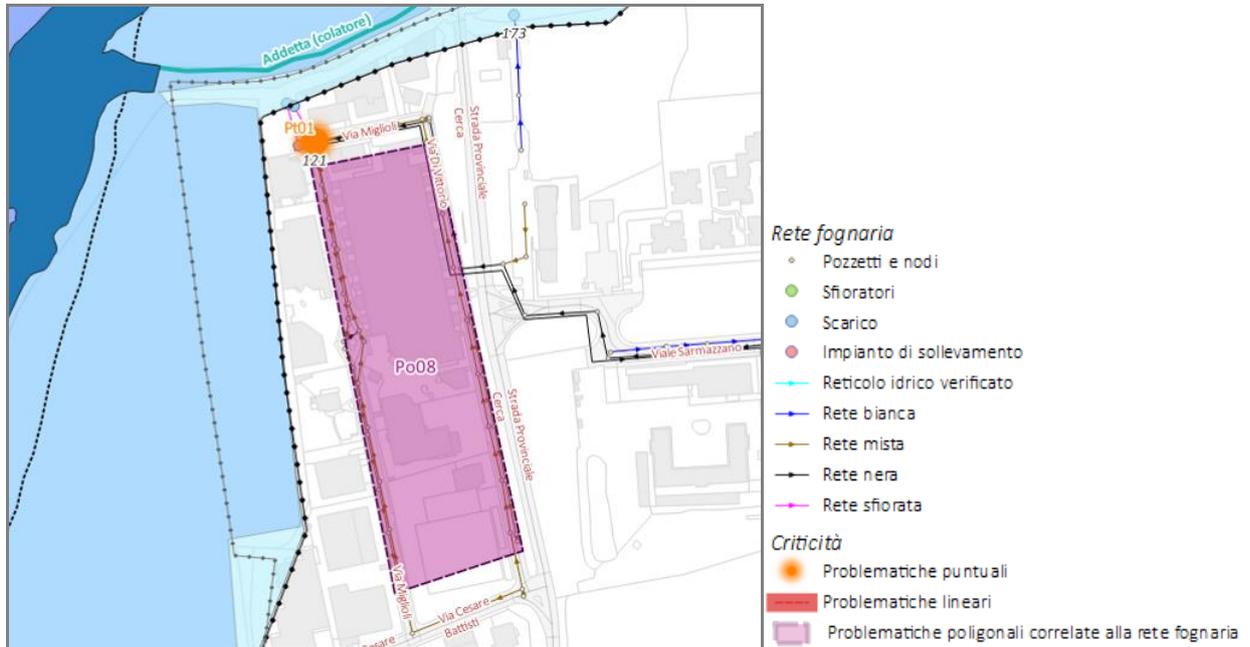


Figura 39 – Inquadramento della problematica

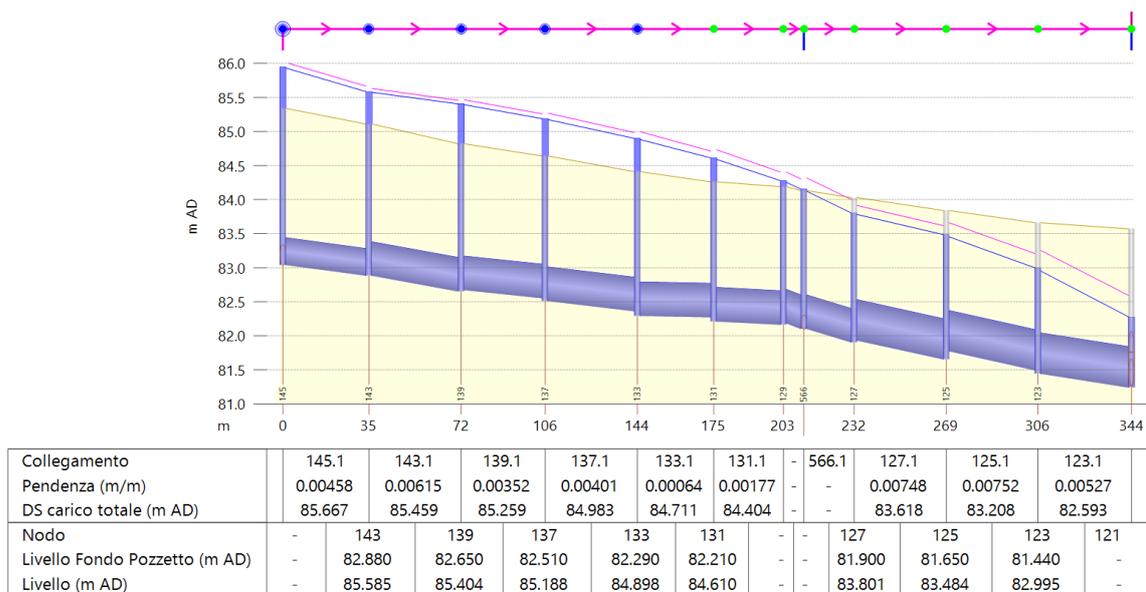


Figura 40 - Profilo idraulico del tratto di rete mista di via Miglioli per un tempo di ritorno di 10 anni



La criticità evidenziata in questa zona non è stata riscontrata nel corso di eventi reali e potrebbe essere di natura puramente modellistica e associata all’approccio statistico utilizzato oppure ad un diverso schema di collettamento delle acque meteoriche rispetto a quello ipotizzato. Difatti nella modellazione cautelativamente si assume che tutte le acque ricadenti nell’area industriale siano smaltite tramite la rete mista che confluisce alla stazione di sollevamento senza considerare i due rami per i quali non è chiaro il loro recapito. Di conseguenza si sovrastima la portata immessa nelle condotte che mostrano un sovraccarico. Si evidenzia che anche CAP ha rilevato la criticità circa l’eventuale connessione con la rete mista e quindi l’identificazione del corretto recapito.

6.1.4 Altre criticità non evidenziate dal modello

Nel presente capitolo si descrivono le criticità che per diversi motivi non sono state evidenziate dal modello idraulico.

6.1.4.1 Po05 – Elevato livello della falda

L’analisi della componente geologica ha evidenziato una soggiacenza massima della falda superficiale di circa 10 metri, riscontrabile nella zona sud-est del territorio comunale, mentre nell’area posta a nord la falda superficiale si assesta a circa 2,5 metri al di sotto del piano campagna. Inoltre per l’intera superficie comunale è stata riscontrata un’oscillazione della piezometria variabile tra i 2 e i 3 m.

Tale caratteristica intrinseca del territorio costituisce una criticità che può aggravare gli effetti derivanti da fenomeni di allagamento derivanti da diverse cause, ma anche un limite nella scelta di possibili interventi di mitigazione del rischio idraulico.

6.1.4.2 Po01, Po02, Po03, Po04 – Aree di esondazione del F. Lambro, Colatore Addetta

La valutazione della pericolosità del reticolo idrografico principale e secondario è stata effettuata tramite l’analisi del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) redatto dalla Regione Lombardia.

Quanto risultato dagli studi citati è stato recepito nella pianificazione territoriale comunale, determinando elementi di vincolo, di pericolosità e vulnerabilità geologica. Le superfici interessate da allagamenti, caratterizzate da diversi gradi di pericolosità, definite dal PGRA, sono state cartografate e classificate come problematiche di tipo areale.

6.1.4.3 Ln01 – Rete di via Togliatti

Via Togliatti è ubicata nell’area residenziale di Vizzolo di recente edificazione, caratterizzata da villette a schiera immerse in ampie zone verdi.

La rete fognaria esistente è costituita da due dorsali, una adibita alla raccolta delle acque meteoriche e una per i reflui fognari. Il tratto segnalato come critico è compreso tra i pozzetti 356 e 355 appartenenti alla rete nera dove il nodo 356 rappresenta la testa della rete che successivamente si sviluppa in direzione nord (Figura 41).



L’analisi ha mostrato come i pozzetti siano caratterizzati da una notevole quantità di materiale depositato sul fondo e in sospensione (Figura 42) che, in considerazione del ridotto diametro della condotta, può facilmente bloccare il transito dei reflui.

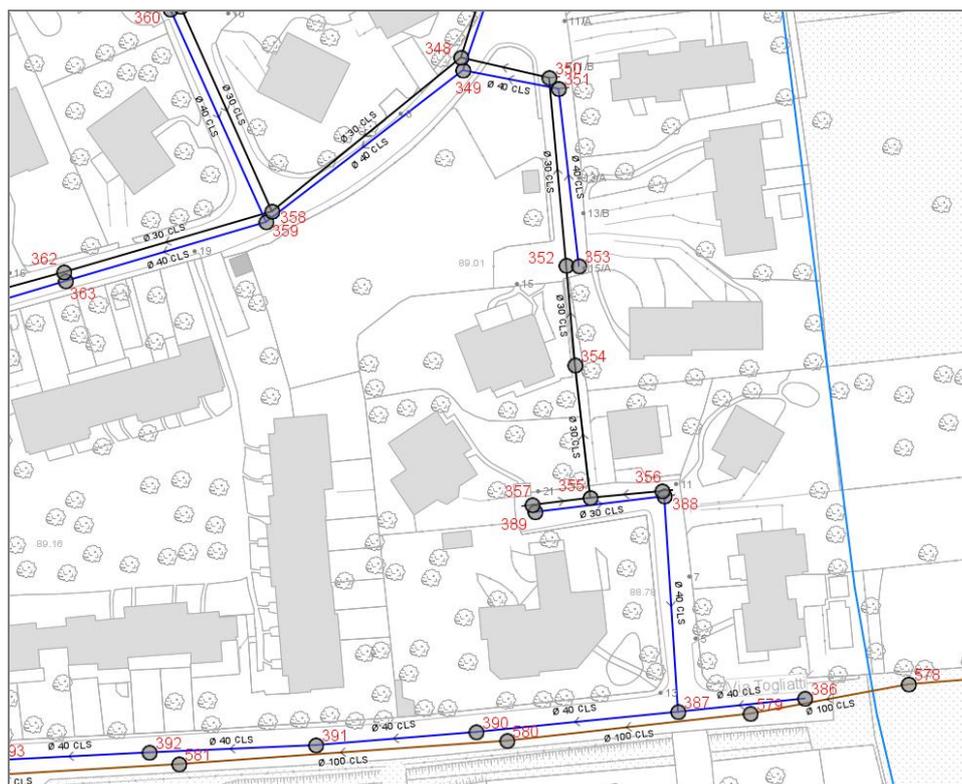


Figura 41 – Estratto dal WebGIS di CAP della rete fognaria nell’intorno dell’area interessata



Figura 42 - Pozzetti di ispezione relativi al nodo 356 a sinistra e 355 a destra dove è possibile rilevare una notevole quantità di materiale depositato



L’analisi del profilo non mostra problemi relativi alla scarsa pendenza (Figura 43), ma tuttavia sono stati segnalati fenomeni di intasamento e rigurgito della rete. Pertanto è stata definita come una criticità (Figura 44).

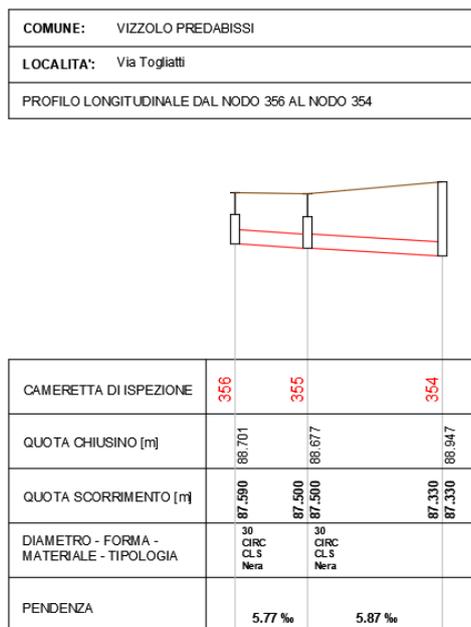


Figura 43 – Profilo del tratto di rete dal nodo 356 al nodo 354

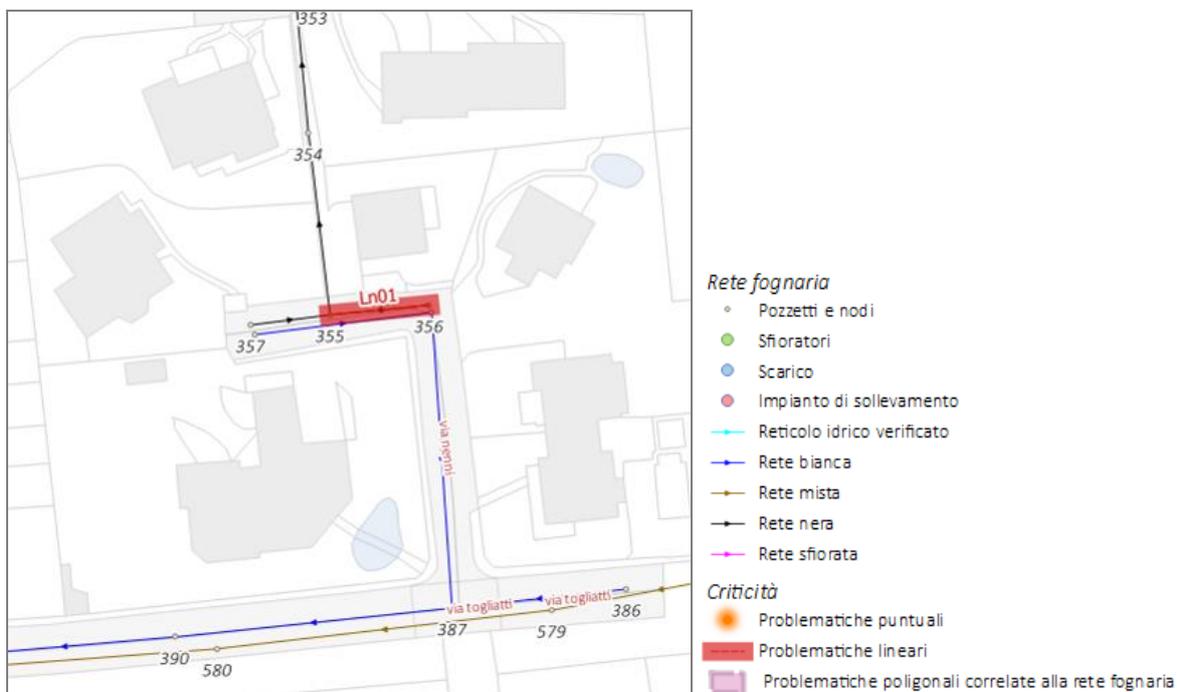


Figura 44 – Inquadramento della problematica (rete mista di via Togliatti tra i nodi 356 e 352)



6.1.4.4 Ln02 – Rete di via Verdi

Nel corso della redazione del Documento Semplificato di Rischio Idraulico (DSRI) era stato segnalato dal Comune di Vizzolo Predabissi l’allagamento di via Verdi all’altezza dell’attività commerciale “il Frutteto” (via Verdi n.6). I tecnici CAP hanno provveduto quindi alle dovute verifiche e, accertata l’assenza di avvallamenti e/o buche in corrispondenza degli scavi eseguiti precedentemente da CAP Holding, si è proceduto con la pulizia delle caditoie in quanto sature di foglie e detriti, risolvendo nell’immediato la situazione.

In seguito a sopralluoghi e indagini i tecnici CAP hanno inoltre confermato la presenza di alcuni allacci di caditoie che risultano ovalizzati ed è stata quindi indicata la criticità nel corrispondente tratto di via Verdi (Figura 45).

I tecnici comunali rilevano infine l’accumulo di foglie e materiale proveniente dal filare di tigli lungo il tratto di via Verdi in oggetto che frequentemente intasa le caditoie sottostanti in occasione di eventi meteorici.

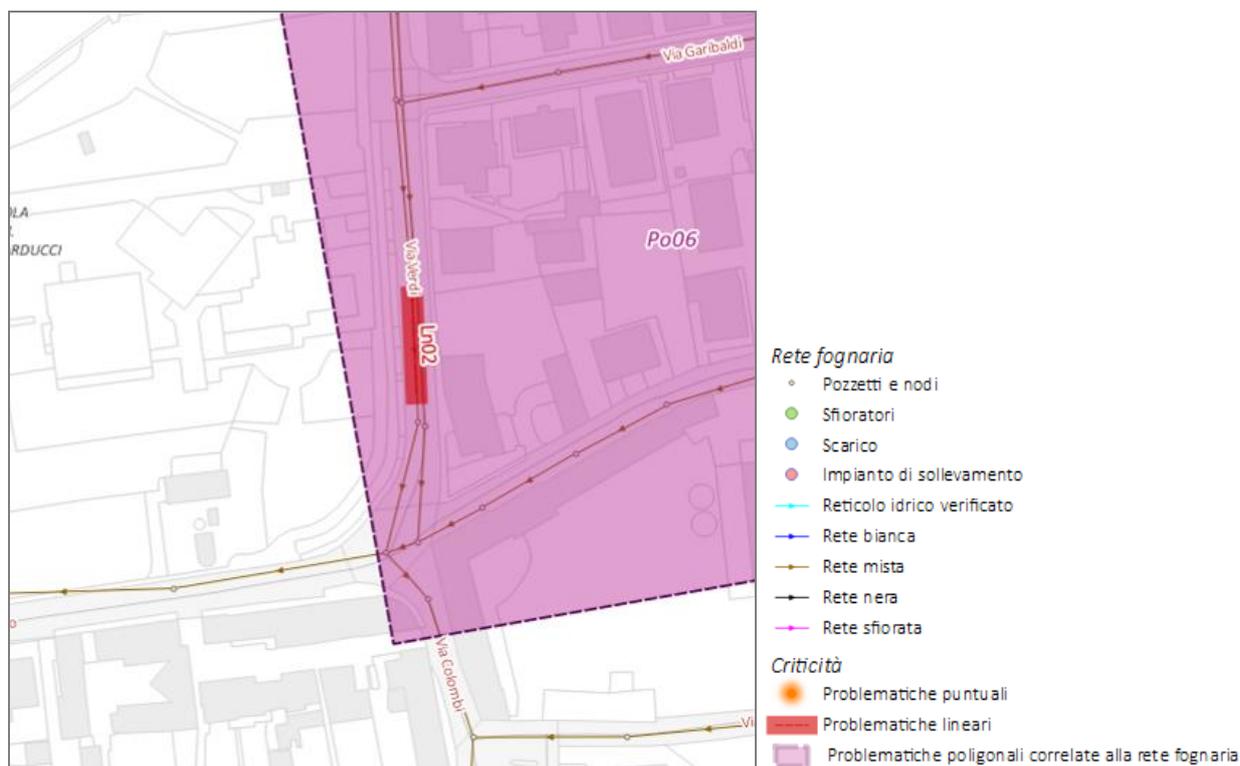


Figura 45 – Inquadramento della problematica

6.1.4.5 Po06 – Centro storico

Il centro di Vizzolo è costituito dalla zona di più antica edificazione caratterizzata, per quanto riguarda l’aspetto di smaltimento dei reflui e delle acque meteoriche, da una dorsale principale di tipo misto ubicata in corrispondenza di via Verdi; tale condotta in gres, con diametro pari a 100 cm, (alla quale per un tratto si aggiunge una seconda condotta in cls da 60 cm) raccoglie la portata derivante, tra gli altri, dai tratti di rete mista



delle vie Puccini, Rossini, Garibaldi e della Chiesa. L'intero volume raccolto è convogliato al pozzetto 560 che si sviluppa lungo via Melegnano con una condotta in cls da 100 cm fino al pozzetto n. 538 in prossimità di Cascina Bernarda.

Nel corso degli anni la zona in oggetto è stata interessata da diverse segnalazioni di allagamenti, in particolare in corrispondenza di eventi meteorici rilevanti che sono scaturiti in interventi d'urgenza, ma anche in sinistri. Difatti tale criticità è stata segnalata nell'ambito del confronto con i tecnici comunali, ma anche dai report relativi alle attività di pronto intervento effettuate dai tecnici CAP e dallo storico degli interventi eseguiti nella zona.

I tecnici CAP hanno riscontrato delle criticità di natura idraulica e strutturale della rete esistente, in particolare il collettore attraversa aree private lungo via Melegnano, Tigli e Pini ed è soggetto periodicamente a problemi di allagamento anche in occasione di eventi meteorici non particolarmente intensi. La configurazione ha creato ingenti disagi alla popolazione residente, soprattutto in quest'ultime vie con frequenti allagamenti e rigurgiti in prossimità di alcune camerette.

In seguito a tale condizione, CAP ha provveduto alla progettazione e realizzazione di un intervento di adeguamento e potenziamento realizzato nel 2019, (descritto al §7.1.1). L'analisi del modello idraulico conferma l'efficacia dell'intervento, tuttavia è stata comunque indicata come problematica in considerazione della sua recente realizzazione (Figura 46).

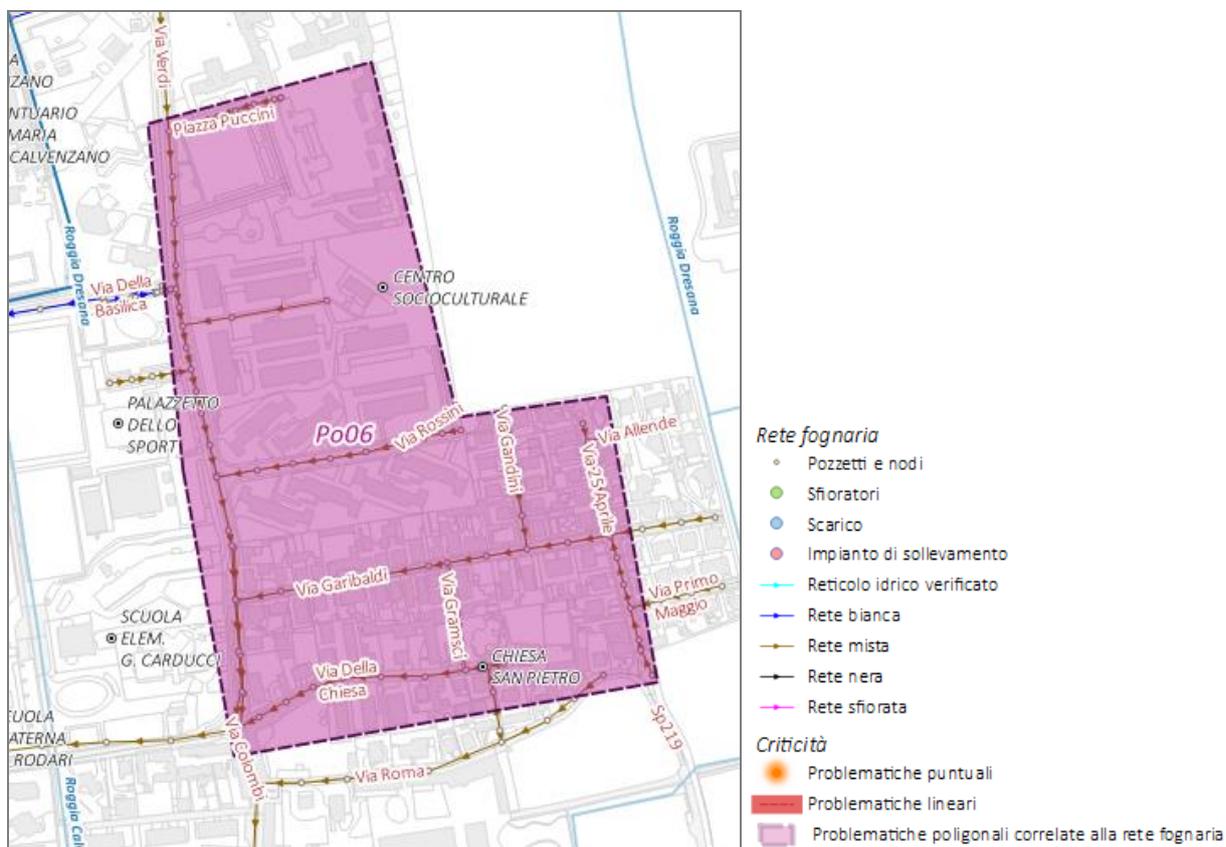


Figura 46 – Inquadramento della problematica

6.1.4.6 Po07 – Zona via dei Pini

L’area residenziale ove ricade via dei Pini è ubicata nella zona ovest del territorio comunale. La problematica riscontrata è strettamente collegata alla Po06 – *Centro storico*, descritta in precedenza.

Difatti la dorsale mista, in cls con diametro pari a 100 cm che percorre via Melegnano, è la medesima che attraversa via dei Pini e anche nell’area in oggetto sono stati segnalati allagamenti, in particolare in corrispondenza di eventi meteorici rilevanti che sono scaturiti in interventi d’urgenza, ma anche in sinistri.

Come per il caso precedente, l’intervento realizzato da CAP nel 2019 (descritto al §7.1.1) era volto alla risoluzione della problematica in oggetto. L’analisi del modello idraulico conferma l’efficacia dell’intervento, tuttavia è stata indicata come problematica in considerazione della sua recente realizzazione (Figura 47).

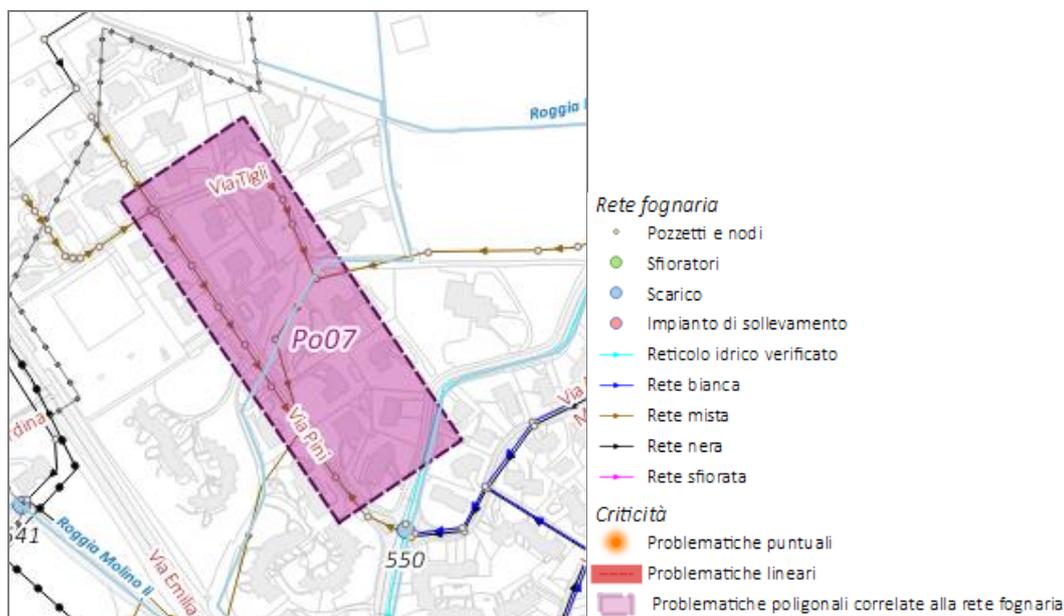


Figura 47 – Inquadramento della problematica

6.1.4.7 Pt03 – Scarico di via Papa Giovanni Paolo I

Via Papa Giovanni Paolo I è ubicata in zona Sarmazzano, in prossimità di un complesso residenziale costituito in prevalenza da villette a schiera con ampie superfici verdi.

Il reticolo dei sottoservizi esistente comprende la rete fognaria nera, per la raccolta dei reflui e la rete di raccolta bianca in cls con diametro variabile tra 400 ÷ 500 mm, per le acque meteoriche. Dall’analisi del reticolo, le acque meteoriche confluiscono al nodo 608 in un’area verde in prossimità della stazione di sollevamento delle acque nere (Figura 48). Attualmente non è chiaro quale sia il recapito finale di tali acque e, di concerto con CAP, è stato ipotizzato uno scarico in corrispondenza del nodo di confluenza. Tuttavia è stata indicata la criticità puntuale relativa alla necessità di individuare l’effettivo recapito della rete bianca esistente (Figura 49).

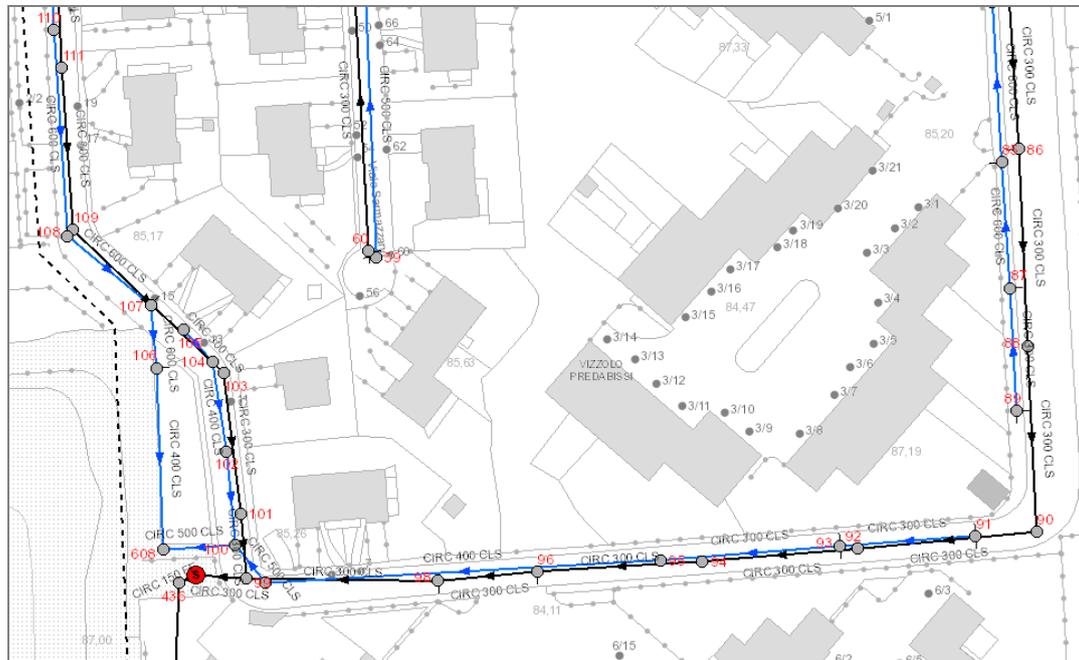


Figura 48 – Estratto dal WebGIS di CAP della rete fognaria nell’intorno dell’area interessata



Figura 49 – Inquadramento della problematica



6.1.4.8 Ln06 – Roggia Dresana/rete bianca di via Melegnano

In occasione della riunione del 14/06/2023 il Comune ha comunicato una criticità che si verifica lungo via Melegnano nel tratto tra via Togliatti e la via Emilia, dove scorre la roggia Dresana al di sotto del piano stradale. La roggia, oltre a consentire il deflusso delle acque irrigue nei periodi e con le modalità stabilite dal Consorzio, è anche collegata alle caditoie di via Melegnano, assumendo così la funzione di rete di raccolta delle acque meteoriche con recapito finale nel F. Lambro.

In tale tratto sono stati segnalati fenomeni di allagamento della sede stradale per la fuoriuscita dalle caditoie delle acque della roggia, tale circostanza si verifica nel periodo irriguo, in concomitanza con alcune manovre degli organi idraulici posti a valle (presso Cascina Bernarda) che determinano il rigurgito della portata idrica e il conseguente sovraccarico del collettore e la fuoriuscita delle acque. Attualmente la criticità è gestita manualmente dagli addetti del Consorzio ogni qual volta pervenga la segnalazione di fuoriuscite di acque dalle caditoie stradali.

In Figura 50 si riporta la criticità classificata come lineare.

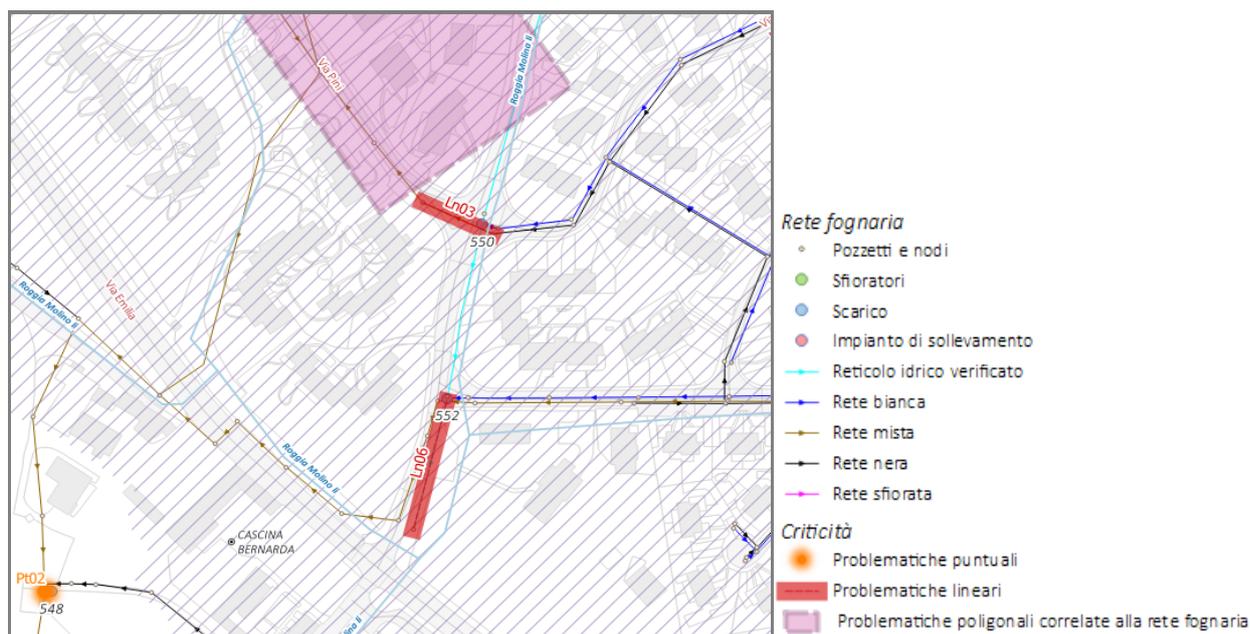


Figura 50 – Inquadramento della problematica

6.1.5 Punti potenzialmente critici

Nel territorio di Vizzolo Predabissi sono localizzati 2 sfioratori e 1 sifone segnalati da CAP e dal Comune e classificati come criticità potenziali poiché non risultano segnalazioni di problematiche al riguardo:

- Pt01 – Sfiatore 121 in via Miglioli;
- Pt02 – Sfiatore 542 in via c/o Cascina Bernarda;



- Ln03 – Sifone tra le cam. 326 e 325 in via Melegnano/via dei Pini.

6.1.6 Sintesi delle criticità rilevate

La numerazione delle criticità non è in ordine di gravità, ma è esclusivamente funzionale alla descrizione successiva degli interventi di mitigazione del rischio. La tabella seguente riporta tutte le criticità idrauliche raccolte ed inserite negli allegati grafici. Le criticità sono state suddivise, per esigenze di rappresentazione, in problematiche puntuali, lineari e areali a seconda della geometria della zona interessata.

La numerazione è coerente con quella del Documento Semplificato di Rischio Idraulico (DSRI).

Tabella 7 – Sintesi delle criticità rilevate

OBJ_ID	INDIRIZZO	FONTE	Livello di criticità	DESCRIZIONE
Pt01	Via Miglioli	CAP	Criticità BASSA	Sfioratore: criticità potenziale, occorre manutenzione periodica cam. 121
Pt02	Fuori ambito stradale c/o Cascina Bernarda	CAP	Criticità BASSA	Sfioratore: criticità potenziale, occorre manutenzione cam. 542
Pt03	Fuori ambito stradale c/o via Papa Giovanni Paolo I	CAP	Criticità BASSA	Scarico: da indagare il recapito finale delle acque meteoriche via Papa Giovanni Paolo I cam. 608
Ln01	Via Togliatti	CAP	Criticità BASSA	Rete: fenomeni di ristagno tra le cam. 356 e 355
Ln02	Via Verdi	Comune	Criticità BASSA	Rete: criticità causata dalla presenza di tubazioni ovalizzate e allacci compromessi
Ln03	Via Melegnano/ via dei Pini	CAP	Criticità BASSA	Sifone: criticità potenziale, occorre manutenzione tra le cam. 326 e 325
Ln04	Via Pandina c/o parcheggio ospedale	Modello	Criticità BASSA	Rete bianca: fenomeni di sovraccarico
Ln05	Via Lombardia	Modello	Criticità BASSA	Rete bianca: fenomeni di sovraccarico
Ln06	Via Melegnano	Comune	Criticità BASSA	Roggia/rete bianca: criticità causata dal sovraccarico della roggia Dresana e fuoriuscita delle acque dalle caditoie stradali nel periodo irriguo
Po01	F. Lambro	Direttiva alluvioni		F. Lambro - Pericolosità H: Area potenzialmente interessata da alluvioni frequenti (Tr10/20)
Po02	F. Lambro	Direttiva alluvioni		F. Lambro - Pericolosità M: Area potenzialmente interessata da alluvioni poco frequenti (Tr100/200)
Po03	F. Lambro	Direttiva alluvioni		F. Lambro - Pericolosità L: Area potenzialmente interessata da alluvioni rare (Tr500)
Po04	Colatore Addetta	Direttiva alluvioni		Colatore Addetta - Pericolosità H: Area potenzialmente interessata da alluvioni frequenti (Tr10/20)
Po05	Territorio comunale	Comune; PGT	Criticità BASSA	Il territorio comunale è caratterizzato da un elevato livello della falda
Po06	Via Garibaldi/ Centro storico	CAP/ Comune	Criticità MEDIA	Allagamenti causati dal sovraccarico della rete di raccolta mista che viene convogliata in via Melegnano
Po07	via Pini e via dei Tigli	CAP/ Comune	Criticità MEDIA	Allagamenti causati dal sovraccarico della rete di raccolta mista che viene convogliata in via Melegnano
Po08	Zona industriale di Sarmazzano	Modello/CAP	Criticità BASSA	Fenomeni di sovraccarico e tratti di rete priva di recapito



6.2 SCARICHI NEI RICETTORI FINALI

Il Regolamento Regionale n. 7 del 2017 della Regione Lombardia “Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell’articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio)” disciplina all’articolo 8 i “Valori massimi ammissibili della portata meteorica scaricabile nei ricettori”, comma 5, quanto segue: “al fine di contribuire alla riduzione quantitativa dei deflussi di cui all’articolo 1, comma 1, le portate degli scarichi nel ricettore, provenienti da sfioratori di piena delle reti fognarie unitarie o da reti pubbliche di raccolta delle acque meteoriche di dilavamento, relativamente alle superfici scolanti, ricadenti nelle aree A e B di cui all’articolo 7, già edificate o urbanizzate e già dotate di reti fognarie, sono limitate mediante l’adozione di interventi atti a contenerne l’entità entro valori compatibili con la capacità idraulica del ricettore e comunque entro il valore massimo ammissibile di 40 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile, fuorché per gli scarichi direttamente recapitanti nei laghi o nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mincio, che non sono soggetti a limitazioni della portata”. L’art.2 definisce come superficie scolante impermeabile la superficie risultante dal prodotto tra la superficie scolante totale per il suo coefficiente di deflusso medio ponderale.

Al fine di determinare gli scarichi massimi ammissibili, si è proceduto all’individuazione del bacino idrico afferente ad ogni scarico individuato sul settore di studio e la relativa superficie scolante impermeabile, ossia la quota parte della superficie scolante totale che contribuisce a generare i deflussi. Per la definizione delle superfici scolanti totali nel caso di sfioratori in serie, il bacino idrico contribuente è stato assunto pari all’inter-bacino compreso tra le due soglie sfioranti.

In funzione della superficie scolante impermeabile, calcolata a partire dai coefficienti di deflusso definiti al §4.6, è definita la massima portata ammissibile allo scarico nei ricettori finali autorizzata dal R.R. 7/2017:

$$Q_{max} = 40 [l/s] \cdot A [ha_{imp}]$$

Per ognuno degli scarichi presenti sul territorio comunale, la massima portata ammissibile è stata confrontata con il valore al colmo dell'idrogramma in uscita risultante dal modello per il tempo di ritorno 10 anni. Dove la portata scaricata eccede quella massima ammissibile è stato stimato il volume teorico di laminazione necessario per il rispetto della norma.

Il confronto con la portata scaricata è stato svolto per gli scarichi che sottendono un bacino ricadente interamente nel territorio comunale. L’analisi è stata svolta per i due scarichi posti a valle dei manufatti di sfioro della rete mista e, per completezza, anche per lo scarico nel colatore Addetta della fognatura bianca della frazione Sarmazzano.

Dall’analisi risulta che la portata in uscita di tre scarichi nella configurazione attuale è maggiore rispetto a quanto permesso dal Regolamento; per ciascuno di essi è stato calcolato il volume necessario alla laminazione della portata di scarico ai fini del rispetto dei limiti. L’ubicazione di tali opere idrauliche sarà da concordarsi in concertazione con CAP Holding ed il comune di Vizzolo Predabissi.



6.2.1 Capacità di laminazione delle portate

Sulla base del volume dell'idrogramma atteso della portata di picco e della massima portata compatibile con quanto indicato dal Regolamento, è stato identificato tramite la formula di Marone (1971) un volume di prima approssimazione necessario alla laminazione della portata per il raggiungimento della portata di scarico consentita. L'espressione rappresenta il cosiddetto rapporto di laminazione η tra la portata massima uscente $Q_{u\max}$ e quella massima entrante Q_c in funzione del volume massimo W_{\max} invasabile e del volume W_p dell'onda di piena in ingresso.

$$\eta = \frac{Q_{u\max}}{Q_c} = 1 - \frac{W_{\max}}{W_p}$$

Dall'equazione scritta, noti i valori della portata al colmo, della portata di scarico massima consentita e del volume dell'onda di piena, è possibile determinare in prima approssimazione il volume necessario per la laminazione della portata di scarico nel corpo idrico ricettore.

Tabella 8 – Scarichi massimi ammissibili RR 7/2017 e volumi da invasare

ID sfioratore	ID scarico	Indirizzo	Superficie scolante impermeabile ha	Q max consentita l/s	Q picco da modello l/s	Volume da modello m ³	Volume di laminazione m ³
121	172	Via Miglioli	6,6	265	870	935	650
542	548	c/o Cascina Bernarda	20,8	830	2'660	5'375	3'700
	31	Fuori ambito stradale	5,5	220	1'280	1'920	1'600



7. SCENARI DI INTERVENTO

Lo scenario di progetto è definito con l’obiettivo di diminuire sensibilmente e ove possibile eliminare gli allagamenti per il tempo di ritorno di 10 anni. Il territorio comunale è caratterizzato da un tessuto urbano consolidato e urbanizzato e pertanto gli interventi proposti mirano principalmente ad una generale riduzione degli apporti meteorici nella rete fognaria, in coerenza con i principi di invarianza idraulica.

La rete di smaltimento delle acque meteoriche del comune di Vizzolo Predabissi non presenta significative criticità. L’analisi effettuata conferma il beneficio apportato dagli interventi effettuati da CAP Holding nel 2019 relativi al potenziamento del collettore di via Emilia, via Melegnano, via Togliatti e via Colombo per lo smaltimento delle acque miste del centro abitato. Tali interventi, benché già terminati, sono stati comunque inclusi nel presente Studio sia per continuità con quanto disposto nel Documento Semplificato, ma anche perché di recente realizzazione e, nell’ambito dell’analisi modellistica effettuata, è stato possibile verificare l’impatto positivo delle opere realizzate.

Rispetto agli interventi individuati nel Documento Semplificato, è stato eliminato l’intervento strutturale “*IS04 - Disconnessione della rete bianca dalla nera in via Giovanni Paolo I*” a seguito di recenti approfondimenti effettuati da CAP Holding e sostituito con un intervento non strutturale (INS09). Si rimanda per maggiori dettagli al §7.3.2.

Nel capitolo seguente si riportano gli interventi strutturali previsti sul territorio comunale, includendo quindi quelli effettuati recentemente.

7.1 INTERVENTI STRUTTURALI

L’assetto di progetto è strutturato a partire dagli interventi ipotizzati nel DSRI, dalle segnalazioni dell’Amministrazione comunale e da quanto emerso dalla modellazione numerica. I paragrafi seguenti descrivono puntualmente gli interventi proposti.

7.1.1 Interventi di recente realizzazione inclusi nel Piano investimenti CAP Holding e nel DSRI

Gli interventi IS01 e IS02 descritti di seguito sono stati realizzati nel 2019. Costituiscono due lotti di un medesimo progetto preliminare di CAP Holding (rif. Progetto n. 5179) ed intendono risolvere le criticità individuate in corrispondenza del centro storico (Po06) e di via dei Pini (Po07), entrambe correlate all’insufficienza del collettore esistente collocato lungo via Melegnano a partire dal nodo 560 fino al nodo 538. Tale collettore attraversa una serie di aree private lungo via Melegnano, Tigli e Pini ed era soggetto periodicamente a problemi di allagamento, anche in occasione di eventi meteorici non particolarmente intensi. La configurazione di tale condotta ha creato ingenti disagi alla popolazione residente, soprattutto in quest’ultime vie, con frequenti allagamenti e rigurgiti in prossimità di alcune camerette.

Per quanto sopra, il Comune aveva richiesto a CAP Holding un intervento per ovviare a tali inconvenienti. CAP Holding si era quindi adoperata per studiare una soluzione provvedendo ad effettuare ulteriori verifiche ed



indagini integrative dello stato di fatto di alcuni tratti di rete fognaria esistente tramite delle videoispezioni ed eseguendo un rilievo puntuale per valutare un eventuale nuovo tracciato del collettore.

Si era quindi deciso di potenziare il collettore mediante la posa di un nuovo collettore che, a partire dalla cameretta n. 560 posta in via Melegnano, attraversa l’area verde posta a est di via Togliatti, via Togliatti, via Melegnano, attraversa la SS9 e si innesta nella cameretta esistente n. 538 per poi confluire nel depuratore. L’intervento è stato richiesto dal Comune di Vizzolo a seguito degli ingenti allagamenti verificatisi nel mese di giugno 2014, è stato discusso con i tecnici di CAP Holding Spa nei mesi successivi e inserito nel Piano di investimenti tra gli interventi da realizzare durante il 2016 da CAP Holding Spa.

A seguito delle riunioni svoltasi nei primi mesi del 2015 presso il Comune di Vizzolo Predabissi con i tecnici, l’Amministrazione comunale e con i referenti del Consorzio Tangenziale Est Esterna di Milano – il quale aveva in progetto la realizzazione di una serie di interventi nel comune, tra cui una rotonda all’incrocio tra via Melegnano e via Emilia, su aree coincidenti con quelle previste per il nuovo collettore CAP - il Comune di Vizzolo ha chiesto a CAP Holding SpA la possibilità di valutare una suddivisione dell’intervento in due lotti (Figura 25) al fine di garantire la massima flessibilità di realizzazione delle opere:

- il 5179/1 che comprende le opere dalla cameretta n. 538 lungo la SS9 alla cameretta A di via Togliatti ed è il tratto che interessa l’area in cui sono stati realizzati i lavori del consorzio TEEM (descritto dall’intervento IS01);
- il 5179/2 che comprende le opere dalla cameretta A del lotto precedente alla cameretta n. 560 di via Dalla Chiesa (descritto dall’intervento IS02).



Figura 51 - Inquadramento territoriale interventi



7.1.1.1 IS01 – Rete in via Emilia e Melegnano (rif. Progetto 5179/1)

Il Progetto n. 5179/1 era relativo al potenziamento del collettore fognario nel Comune di Vizzolo Predabissi, lungo la via Emilia, via Melegnano e via Togliatti. Scopo del progetto, discendente dal progetto preliminare 5179, era quello di consentire l’appalto delle opere previste, in particolare la realizzazione del primo lotto di collettore dalla cameretta esistente in via Emilia n. 538, alla cameretta A di nuova realizzazione all’incrocio tra via Togliatti e Melegnano.

Gli interventi compresi nel progetto 5179/1 sono ubicati lungo via Emilia e Melegnano, nella porzione a sud-ovest del comune. È stato realizzato un tratto di fognatura a gravità per lo smaltimento delle acque miste del centro abitato, per una lunghezza complessiva di circa 1100 m, di cui 210 m nel primo lotto (Figura 26). Tale scelta è stata dettata dal fatto che il nuovo collettore affianca l’attuale esistente che non è stato dismesso.

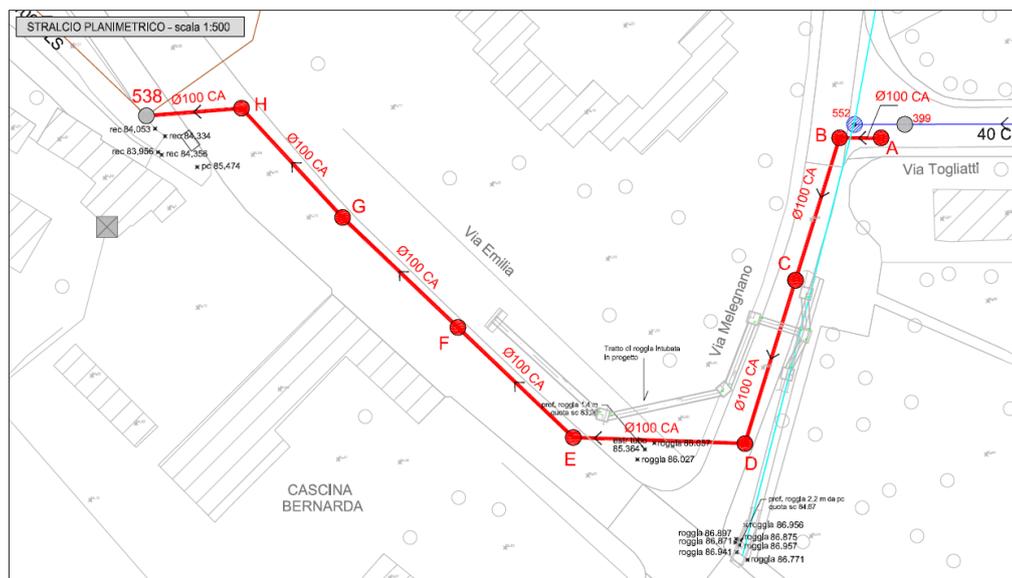


Figura 52 - Planimetria progetto 5179/1

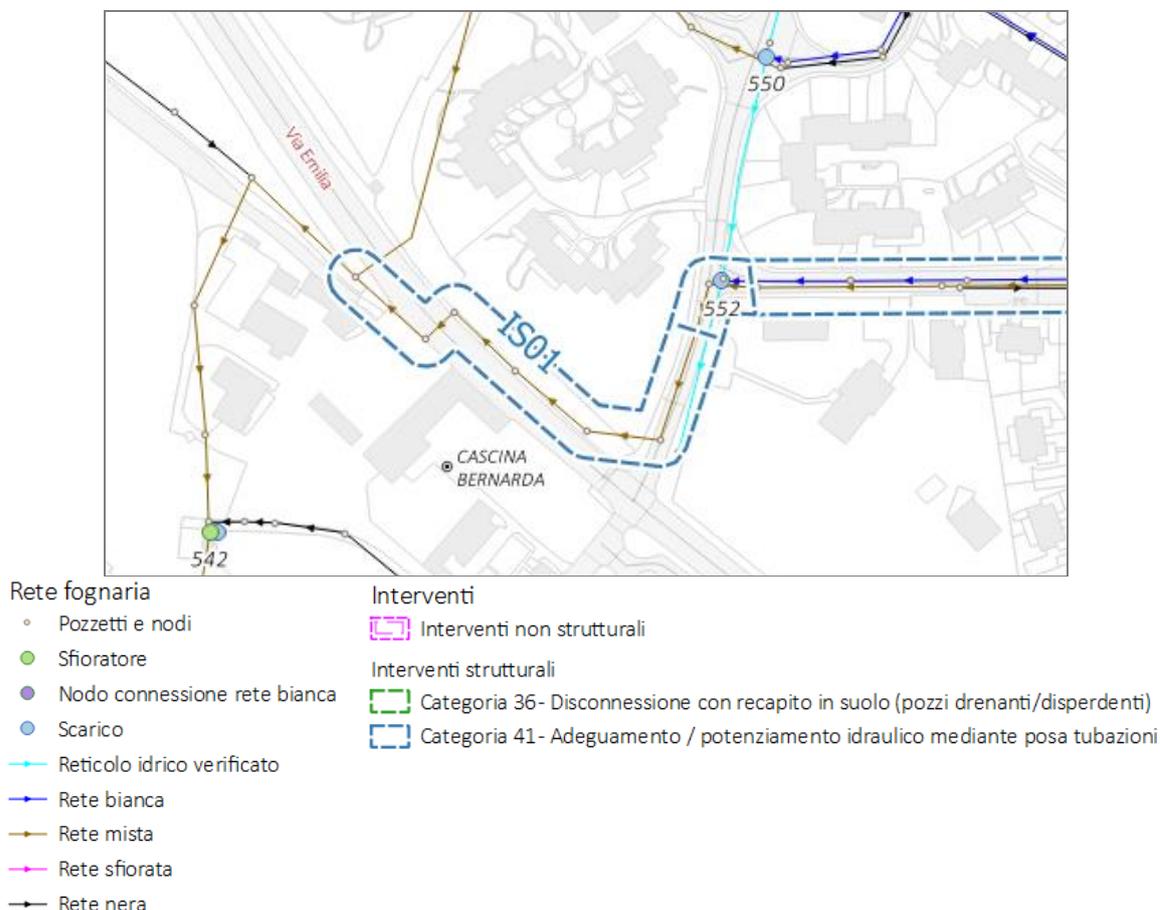


Figura 53 – Inquadramento degli interventi descritti

7.1.1.2 ISO2 – Rete in via Togliatti e via Colombi (rif. Progetto 5179/2)

Il Progetto n. 5179/2 era relativo al potenziamento del collettore fognario nel Comune di Vizzolo Predabissi, lungo la via Togliatti, via Melegnano e via Colombi. Scopo del progetto, discendente dal progetto preliminare 5179, era di consentire l'appalto delle opere previste, in particolare la realizzazione del secondo lotto di collettore dalla cameretta esistente in via verdi n. 560 alla cameretta C, realizzata con il precedente lotto nella commessa 5179/1.

L'intervento 5179/2 ha riguardato anch'esso il potenziamento del collettore e si sviluppa lungo la via Melegnano, Togliatti, l'area verde a est di via Togliatti fino all'incrocio tra via Melegnano e via Verdi, in parte su aree di proprietà pubblica, in parte su aree di proprietà privata.

Le opere comprendono la realizzazione di un tratto di fognatura a gravità per lo smaltimento delle acque miste del centro abitato, per una lunghezza complessiva di circa 880 m. Si riporta in Figura 28 la relativa planimetria di progetto.

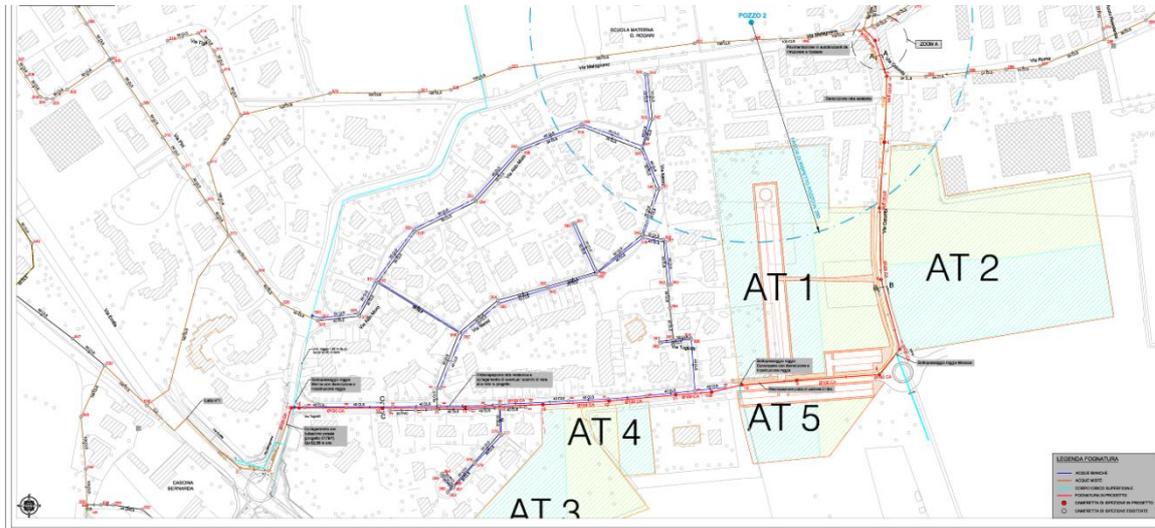


Figura 54 - Planimetria di progetto

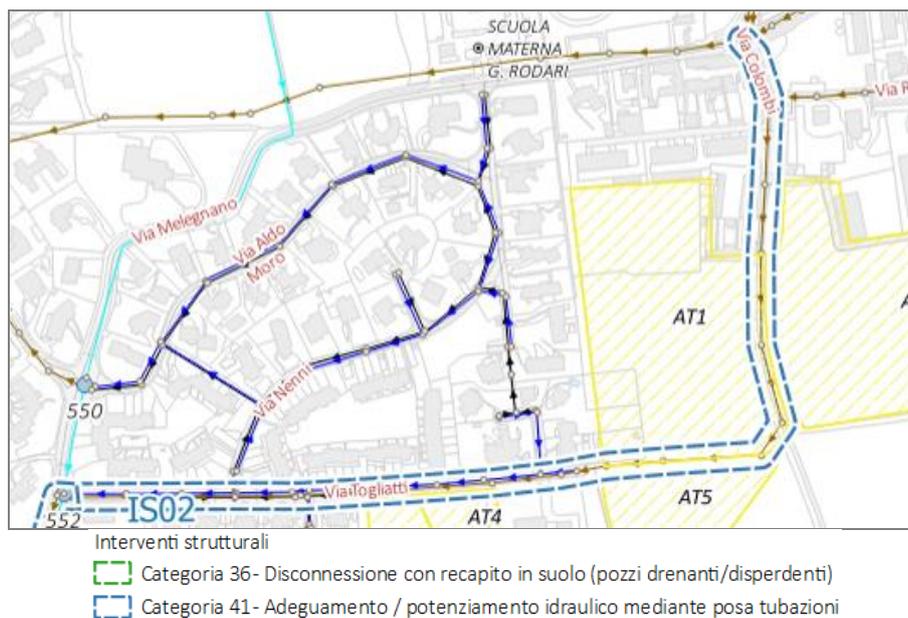
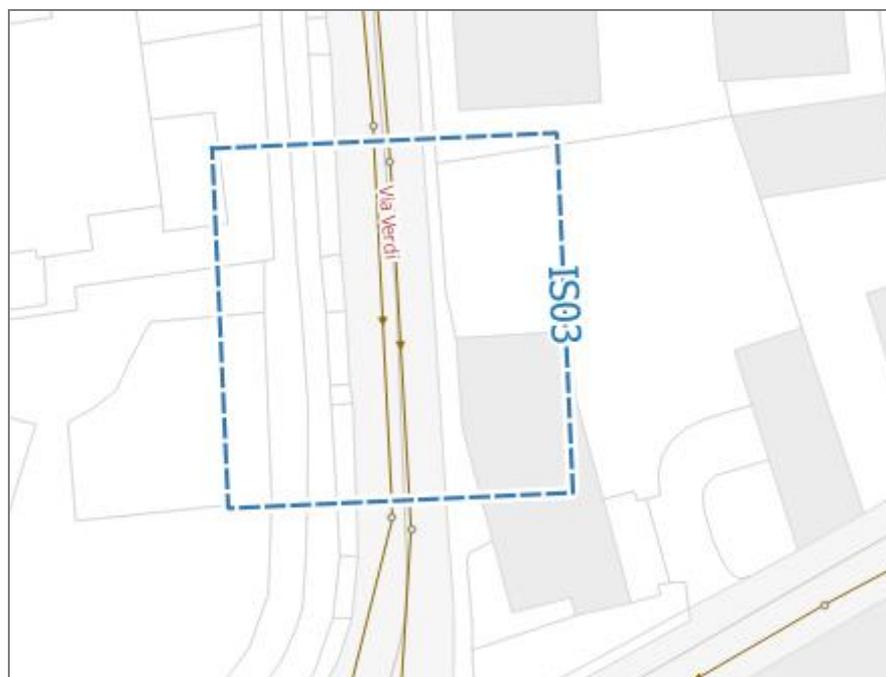


Figura 55 - Inquadramento degli interventi descritti

7.1.2 Interventi a Piano investimenti CAP Holding

7.1.2.1 IS03 – Rete in via Verdi

In seguito alle verifiche effettuate e alla criticità riscontrata relativa alla presenza di condotte ovalizzate e allacci compromessi che non permettono il corretto drenaggio delle acque meteoriche (cfr. la criticità Ln02 al § 6.1.4.4), CAP ha inserito nel proprio Piano di investimenti l’intervento di rifacimento di tali allacci (Figura 30).



Rete fognaria	Interventi
◦ Pozzetti e nodi	Interventi non strutturali
● Sfiatore	Interventi strutturali
● Nodo connessione rete bianca	■ Categoria 36- Disconnessione con recapito in suolo (pozzi drenanti/disperdenti)
● Scarico	■ Categoria 41- Adeguamento / potenziamento idraulico mediante posa tubazioni
— Reticolo idrico verificato	
— Rete bianca	
— Rete mista	
— Rete sfiorata	
— Rete nera	

Figura 56 – Inquadramento degli interventi descritti

7.1.2.1 IS06 – Dismissione del depuratore di Dresano con collettamento al depuratore di Melegnano

Nel piano di investimenti CAP è prevista l’unione degli agglomerati di Dresano e Melegnano tramite la dismissione del depuratore di Dresano e il collettamento dei reflui dell’agglomerato al depuratore di Melegnano.

Il depuratore di Dresano ricade nel territorio di Vizzolo Predabissi, per cui si ipotizza che, data la vicinanza con la rete fognaria di quest’ultimo, i reflui attualmente collettati al depuratore da dismettere saranno recapitati nella rete mista di Vizzolo.



Nel contesto di questo progetto, il manufatto 490 (attuale sfioratore di by-pass del depuratore) sarà configurato come sfioratore di linea, dal quale i reflui provenienti da Dresano, Casalmaiocco (frazione Madonnina) e Colturano saranno convogliati al depuratore di Melegnano mediante la rete di Vizzolo Predabissi.

Da una prima analisi del territorio, il collettamento dei reflui alla rete di Vizzolo avverrà mediante una rete in pressione. Si riporta Figura 57 un estratto planimetrico dell’ipotesi progettuale di collettamento, dalla quale di evidenza che la portata proveniente dal depuratore sarà immessa nell’attuale rete di Vizzolo Predabissi in corrispondenza della cam. 228 in via Verdi.

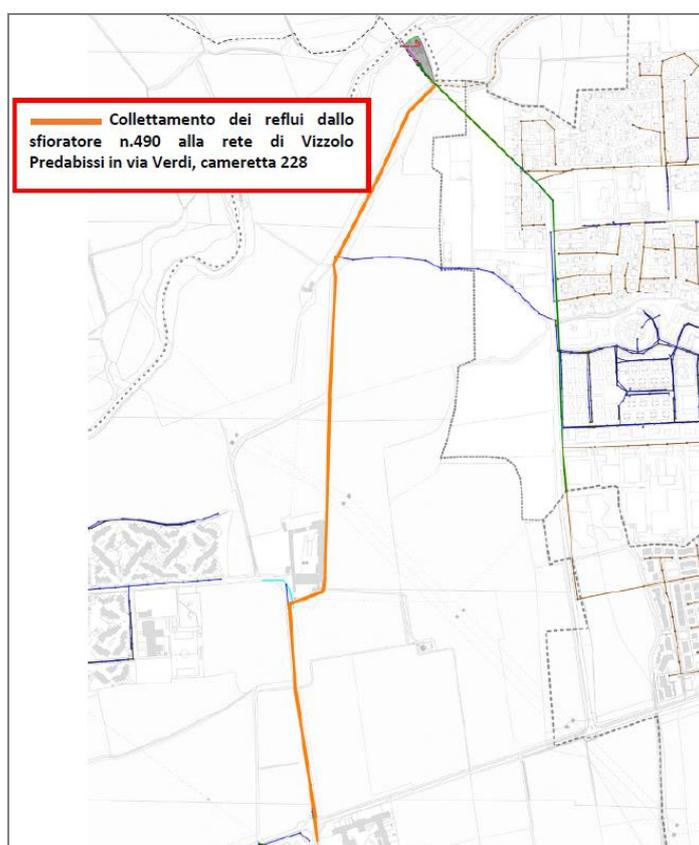


Figura 57 – Collettamento dei reflui nella rete fognaria di Vizzolo Predabissi

Tale intervento è stato attualmente posticipato dal 2024 al 2033, ma nell’ambito del presente Studio è stata valutata la compatibilità della rete comunale nel caso di immissione di una portata aggiuntiva proveniente da Dresano. La valutazione è da considerarsi preliminare e non costituisce una vera e propria verifica idraulica del sistema che potrà essere effettuata solamente a fronte di uno studio di fattibilità tecnica. Dal confronto con CAP Holding si stima che la portata proveniente dal depuratore di Dresano sia di circa 60 l/s.

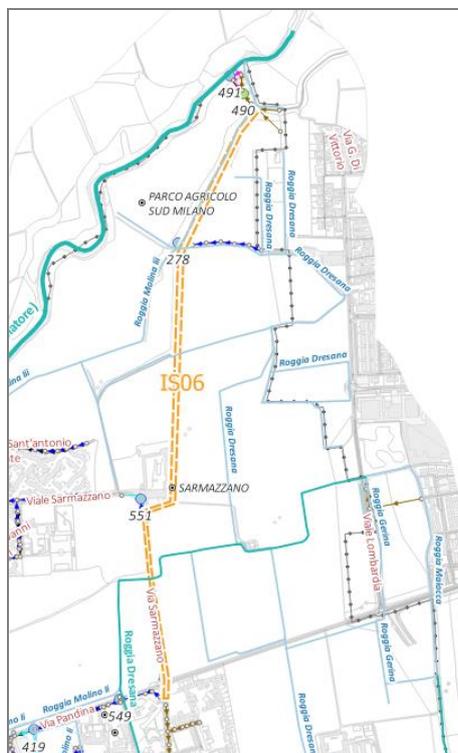
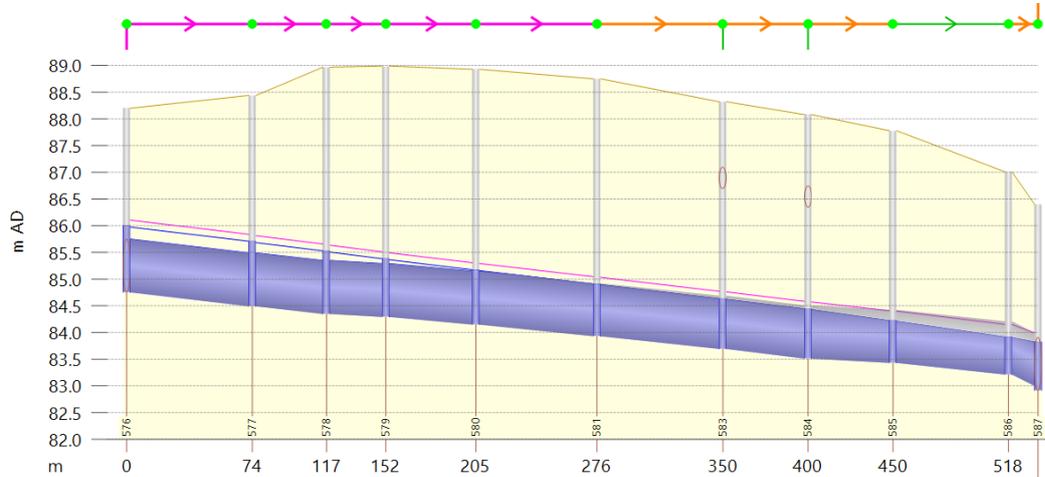


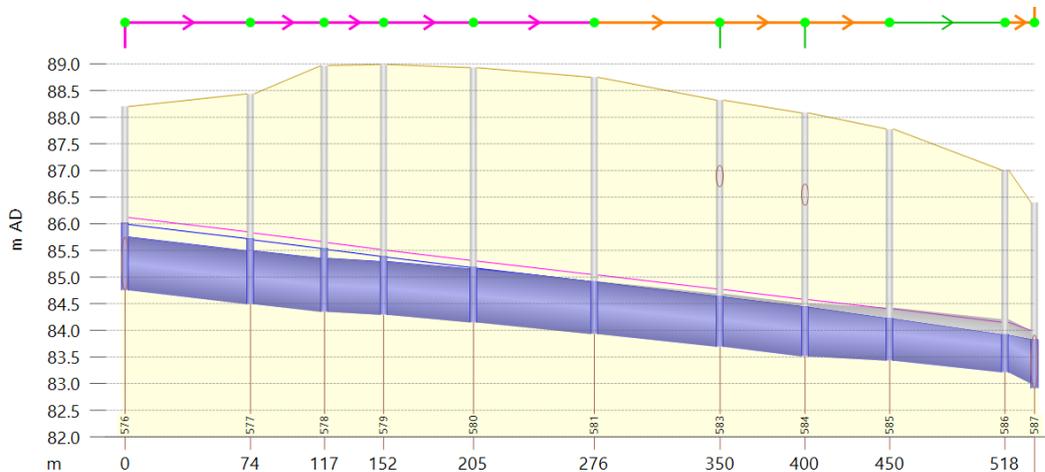
Figura 58 – Inquadramento degli interventi descritti

In Figura 59 si riporta il profilo del collettore in oggetto nel tratto maggiormente critico di via Togliatti allo stato di fatto, mentre in Figura 60 è mostrato il medesimo tratto nella condizione di progetto. Dal confronto risulta evidente che l’immissione della portata di 60 l/s non rappresenta una problematica significativa per la rete comunale che ha la capacità di smaltire portate superiori ad 1 m³.



Collegamento	576.1	577.1	578.1	579.1	580.1	581.1	583.1	584.1	585.1	-
Pendenza (m/m)	0.00353	-	-	0.00265	0.00310	0.00324	0.00361	0.00161	0.00325	-
DS carico totale (m AD)	85.840	85.657	-	85.307	85.045	84.772	84.583	84.407	84.151	-
DS Portata (m3/s)	1.38949	-	-	1.33042	1.29609	1.28481	1.28095	1.27827	1.27508	-
Nodo	576	577	578	579	580	581	583	584	585	586
Livello Fondo Pozzetto (m AD)	-	84.490	-	-	84.150	83.930	83.690	83.510	83.430	-
Livello (m AD)	-	85.707	-	-	85.173	84.906	84.628	84.437	84.218	-

Figura 59 – Profilo del collettore misto nel tratto di via Togliatti per un tempo di ritorno di 10 anni allo stato di fatto



Collegamento	576.1	577.1	578.1	579.1	580.1	581.1	583.1	584.1	585.1	-
Pendenza (m/m)	0.00353	-	-	0.00265	0.00310	0.00324	0.00361	0.00161	0.00325	-
DS carico totale (m AD)	85.852	85.668	-	85.315	85.050	84.777	84.587	84.410	84.153	-
DS Portata (m3/s)	1.38643	-	-	1.33185	1.29954	1.28890	1.28491	1.28212	1.27898	-
Nodo	576	577	578	579	580	581	583	584	585	586
Livello Fondo Pozzetto (m AD)	-	84.490	-	-	84.150	83.930	83.690	83.510	83.430	-
Livello (m AD)	-	85.720	-	-	85.180	84.912	84.633	84.441	84.221	-

Figura 60 – Profilo del collettore misto nel tratto di via Togliatti per un tempo di ritorno di 10 anni allo stato di progetto



7.1.3 Interventi previsti nel DSRI

7.1.3.1 IS05 - Disconnessione della rete bianca dalla mista in via Verdi

L'intervento in oggetto non è volto alla risoluzione di una specifica problematica riscontrata nella zona, ma mira al miglioramento delle condizioni di deflusso nella rete mista e alla riduzione delle acque meteoriche recapitate nei corpi idrici superficiali e/o all'impianto di depurazione.

Via Verdi si sviluppa sull'asse nord-sud nella zona centrale del territorio comunale, in un'area prevalentemente residenziale e di servizi.

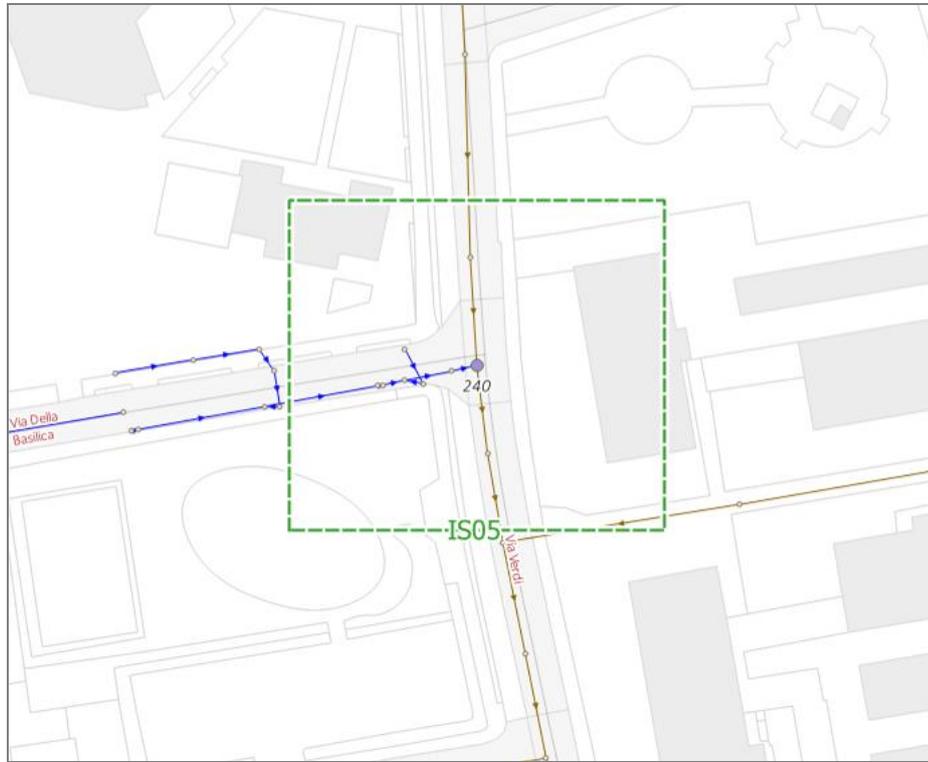
Per quanto riguarda il reticolo fognario, è presente lungo la strada una dorsale mista in cls con diametro pari a 80 cm, nella quale si immettono, in corrispondenza della cam. 240, le acque meteoriche trasportate dalla condotta in PVC con diametro pari a 20 cm ubicata lungo via della Basilica (Figura 32). La condotta mista posta lungo via Verdi contribuisce inoltre all'immissione dei reflui nelle condotte di nuova realizzazione poste in via Melegnano e via Colombi.

Al fine di migliorare la gestione dello smaltimento delle acque meteoriche, di ridurre la portata nella rete mista e pertanto prevenire eventuali allagamenti causati dall'insufficienza della condotta si propone di disconnettere la rete meteorica e recapitare la relativa portata di deflusso al suolo, tramite la realizzazione di una trincea drenante.

L'intervento è localizzato esternamente la fascia di rispetto perimetrata per i pozzi idropotabili e in quell'area la soggiacenza della falda superficiale è di circa 6 metri. In questo caso la trincea drenante consente comunque una discreta superficie filtrante senza la necessità di approfondire eccessivamente l'opera. Inoltre nelle immediate vicinanze vi è la disponibilità di aree verdi e/o parcheggi che possono prestarsi a tale scopo. In Figura 61 di riporta l'inquadramento dell'area.

Come anticipato, attualmente non si riscontrano fenomeni di allagamento in quell'area, come evidente anche dal profilo idraulico (Figura 62), tuttavia l'immissione di acque meteoriche nella rete mista di via Verdi costituisce un carico aggiuntivo che può essere evitato tramite la realizzazione di una trincea drenante che permette lo scarico al suolo. La soluzione di progetto prevede quindi la realizzazione di una trincea drenante collegata alla rete in corrispondenza della cam. 241, posizionata al margine dell'area verde e caratterizzata da un'altezza di circa 1 metro in modo da non interferire con la superficie piezometrica della falda. In Figura 63 si riporta il profilo nella condizione di progetto dal quale si evidenzia anche la necessità di sostituire il breve tratto di collettore a valle del tratto sifonato al fine di agevolare il deflusso verso l'opera in progetto.

L'intervento comporterà anche un miglioramento del deflusso nella condotta mista di via Verdi che non rigusterà più la portata nella rete di via della Basilica e presenterà dei livelli idrici lievemente inferiori.



Rete fognaria

- Pozzetti e nodi
- Sfiatore
- Nodo connessione rete bianca
- Scarico
- Reticolo idrico verificato
- Rete bianca
- Rete mista
- Rete sfiorata
- Rete nera

Interventi

- ▭ Interventi non strutturali
- ▭ Interventi strutturali
 - ▭ Categoria 36- Disconnessione con recapito in suolo (pozzi drenanti/disperdenti)
 - ▭ Categoria 41- Adeguamento / potenziamento idraulico mediante posa tubazioni

Figura 61 – Inquadramento degli interventi descritti

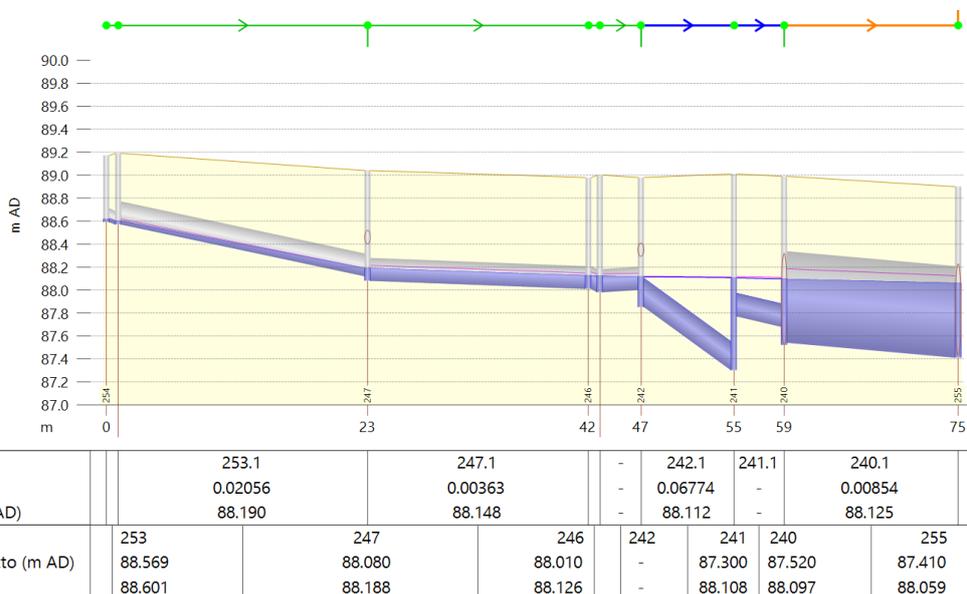


Figura 62 – Profilo idraulico della rete bianca di via della Basilica e l’immissione in via Verdi per un tempo di ritorno di 10 anni allo stato di fatto

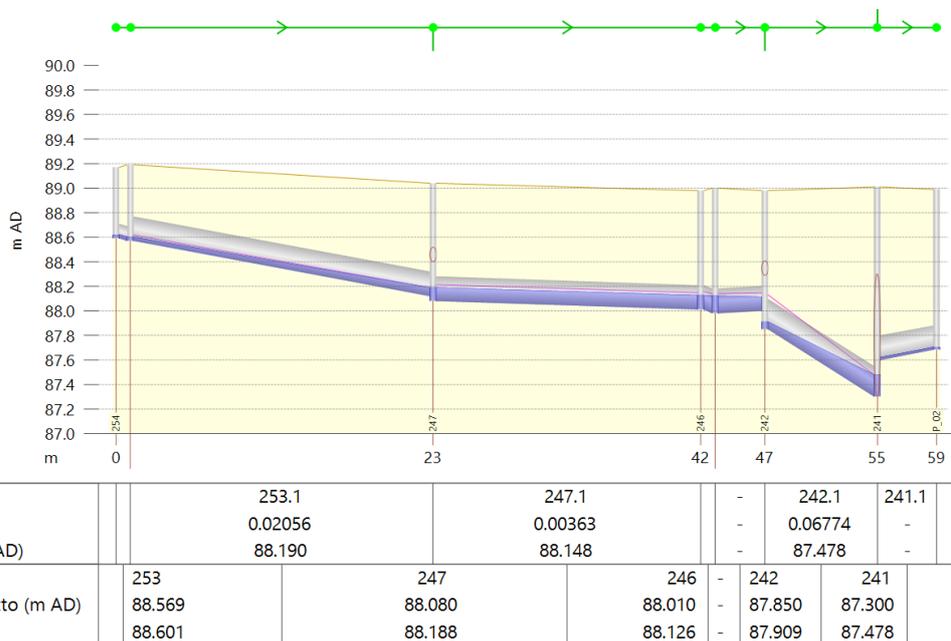


Figura 63 – Profilo idraulico della rete bianca di via della Basilica e l’immissione in via Verdi per un tempo di ritorno di 10 anni allo stato di progetto

7.1.4 Stato di avanzamento del Piano di Riassetto

Ai sensi del Regolamento Regionale n. 6 del 2019, CAP sta provvedendo alla redazione del programma di riassetto delle fognature e degli sfioratori, di cui all’articolo 14.



Il programma di riassetto è basato sulla ricognizione dello stato delle reti e dei manufatti di sfioro, da sviluppare come dettaglio della ricognizione delle infrastrutture prevista dall'articolo 149, comma 1, lettera a), del D.Lgs. 152/2006, e sugli esiti delle relative modellazioni idrauliche. Tale programma contiene la valutazione degli effetti ambientali delle scelte effettuate, definisce le tempistiche di attuazione ed è redatto tenendo conto di criteri di priorità nella scelta degli agglomerati, degli sfioratori e delle reti oggetto degli interventi.

La redazione del Piano di Riassetto è caratterizzata da 5 diverse fasi, descritte di seguito.

Mappatura

Le attività di mappatura, che consistono nel rilievo e nella rappresentazione in GIS delle reti fognarie, sono state completate per tutto il territorio gestito da CAP.

Monitoraggio

Le attività di monitoraggio avvengono attraverso l'installazione di pluviometri e di misuratori di portata/livello in punti strategici della rete fognaria, al fine di verificare il corretto funzionamento delle reti fognarie in tempo di secco e di pioggia, di individuare e quantificare la presenza di infiltrazioni di portate parassite e la loro distribuzione nei tratti dei collettori fognari, di verificare il corretto funzionamento idraulico degli sfioratori e delle vasche volano facenti parte del sistema di collettamento della rete fognaria, di verificare le portate e i carichi afferenti agli impianti di depurazione e di tarare i modelli matematici delle reti fognarie

Le attività di monitoraggio sono in fase di esecuzione in maniera sistemica su tutta l'infrastruttura gestita.

Modellazione

La modellazione in CAP si inserisce nell'ottica di approfondire le conoscenze del funzionamento delle complesse e articolate reti di distribuzione idrica e di collettamento delle acque reflue, per l'ottimizzazione della gestione delle portate convogliate ed il miglioramento dell'efficienza dei sistemi, finalizzati al contenimento dei costi gestionali, al rispetto delle normative ed alla salvaguardia ambientale.

La crescente necessità di ottimizzazione fa sì che i modelli costituiscano un valido strumento tecnico-scientifico di supporto alle decisioni di investimento e gestione operativa per il Servizio Idrico Integrato, al fine di migliorare il servizio offerto. Essi permettono un approccio sistemico e scientifico, sono flessibili, sicuri e simulano scenari ipotetici senza incorrere nei potenziali rischi della sperimentazione in campo.

I modelli matematici simulano la trasformazione degli afflussi meteorici nei deflussi superficiali al fine di verificare lo stato delle reti fognarie esistenti e di simulare scenari di progetto. I modelli, una volta implementati, necessitano di taratura sulla base dei dati osservati nel corso delle campagne di monitoraggio.

L'implementazione dei modelli matematici delle reti fognarie di tutti i Comuni gestiti è stata ultimata entro marzo 2021.



Analisi sfioratori

Consiste nella verifica di conformità di ciascuno sfioratore al RR 06/2019 sulla base del relativo bacino sotteso; a seguito di tale analisi vengono fornite indicazioni sulla necessità o meno di adeguare la soglia di sfioro e/o realizzare vasche di prima pioggia/laminazione.

Masterplan PdR

Consiste nell’indicazione e descrizione sintetica degli interventi previsti allo scopo di ottimizzare le reti e i manufatti esistenti, con stima economica basata su valutazioni parametriche, indicazione delle priorità e valutazione degli effetti ambientali.

L’Agglomerato di Melegnano comprende il Comune omonimo e quello di Vizzolo Predabissi, oltre alla Frazione Pedriano di San Giuliano Milanese. In Melegnano la rete, per lo più mista salvo le aree di recente edificazione, afferisce a due collettori principali situati su sponde opposte del Fiume Lambro e ad un terzo che colletta l’intero settore ad ovest della linea ferroviaria: i tre collettori si riuniscono in un unico troncone poco a monte del depuratore. Analogamente in Comune di Vizzolo Predabissi la rete è suddivisa fra Capoluogo, Frazione Sarmazzano, Ospedale ed area industriale in Località Cascina Bernarda: esse si riunificano in un unico collettore che recapita al depuratore sul lato settentrionale.

Si riporta di seguito l’avanzamento delle diverse fasi che contemplano la redazione del Piano di Riassetto per l’agglomerato di Melegnano.

DENOMINAZIONE AGGLOMERATO	CODICE IDENTIFICATIVO AGGLOMERATO	Mappatura	Monitoraggio	Modellazione	Analisi sfioratori	Masterplan PR
MELEGNANO	AG01514001	100%	100%	100%	100%	100%

7.1.5 Sintesi degli interventi previsti o eseguiti

Si riassumono in Tabella 9 gli interventi di competenza di CAP Holding già realizzati o in programmazione e quelli previsti nel DSRI. Si ricorda che l’intervento codificato come IS04 non è presente al fine di mantenere la numerazione coerente con quanto indicato nel DSRI, dove rappresentava l’intervento di “*Disconnessione della rete bianca dalla nera in via Giovanni Paolo I*”. Come illustrato in precedenza, in seguito ad approfondimenti effettuati da CAP, risulta che le due reti siano già separate e pertanto l’intervento non è applicabile.



Tabella 9 – Sintesi degli interventi strutturali

OBJ_ID	INDIRIZZO	ID_PROBLEMATICHE	DESCRIZIONE
IS01	via Emilia e via Melegnano	Po06; Po07	Realizzazione nuovo collettore in Vizzolo Predabissi – LOTTO 1, tra le cam. 538 e A (rif. Progetto 5179/1)
IS02	via Togliatti e via Colombi	Po06; Po07	Realizzazione nuovo collettore in Vizzolo Predabissi – LOTTO 2, tra la cam. C e 560 (rif. Progetto 5179/2)
IS03	Via Verdi	Ln02	Rifacimento allacci caditoie in Via Verdi
IS05	via Verdi	Po06; Pt02	Disconnessione con recapito in suolo e i primi strati del sottosuolo (pozzi drenanti o disperdenti), cam. 240
IS06	Via Verdi	-	Disconnessione del depuratore di Dresano e immissione della portata nella rete di via Verdi

Nelle figure sottostanti sono riportate le mappe rappresentanti il grado di riempimento delle condotte e i volumi esondati dai nodi per i tempi di ritorno considerati di 2, 10, 50 e 100 anni. Successivamente sono riportate le aree allagate sul territorio comunale generati dalla fuoriuscita di acqua dai pozzetti della fognatura per i tempi di ritorno 10, 50 e 100 anni.



Figura 64 - Risultati dello stato di progetto – Esondazione nodi per Tr2 anni

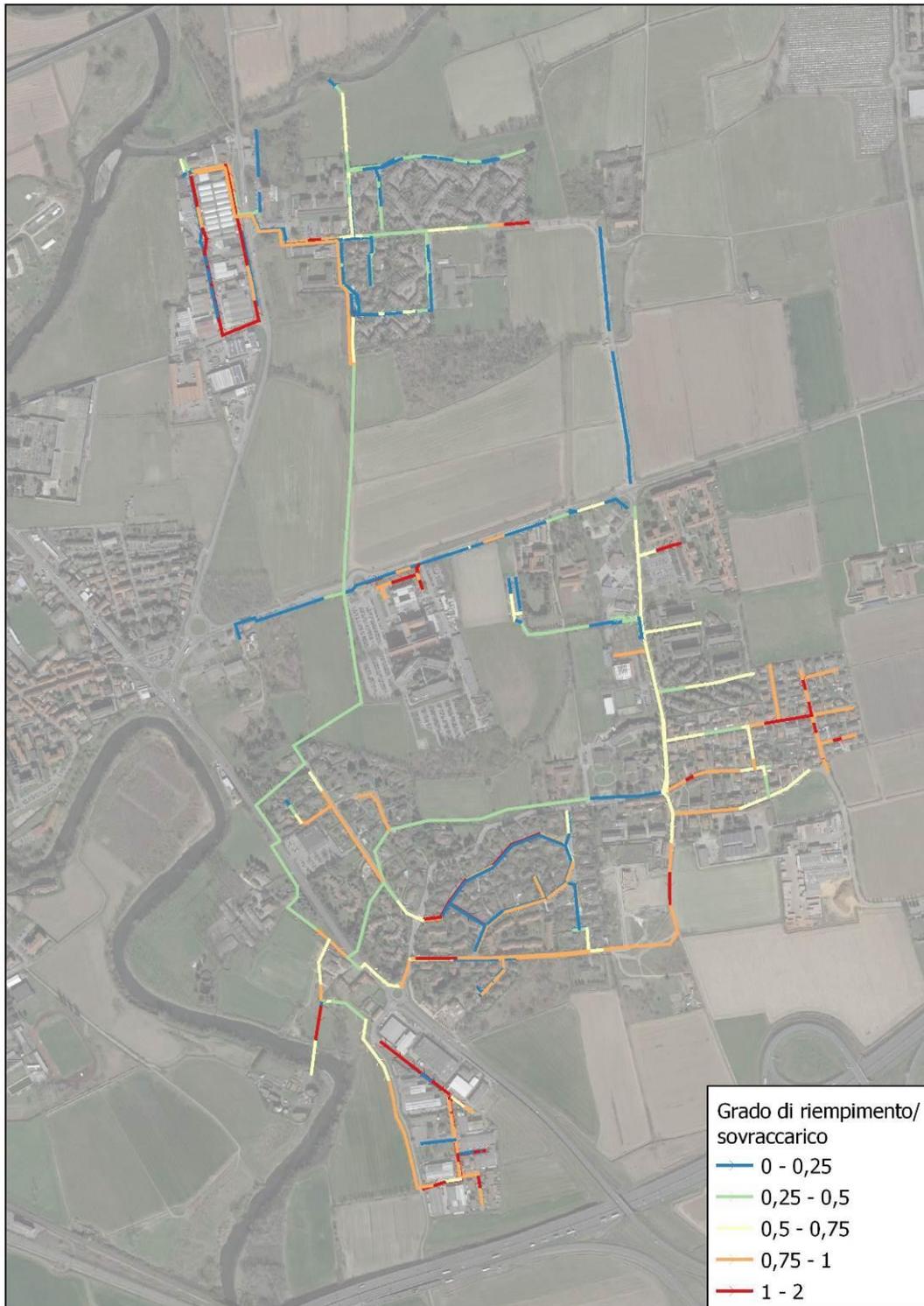


Figura 65 - Risultati dello stato di progetto – Grado di riempimento delle condotte per Tr2 anni



Figura 66 - Risultati dello stato di progetto – Esondazione nodi per Tr10 anni

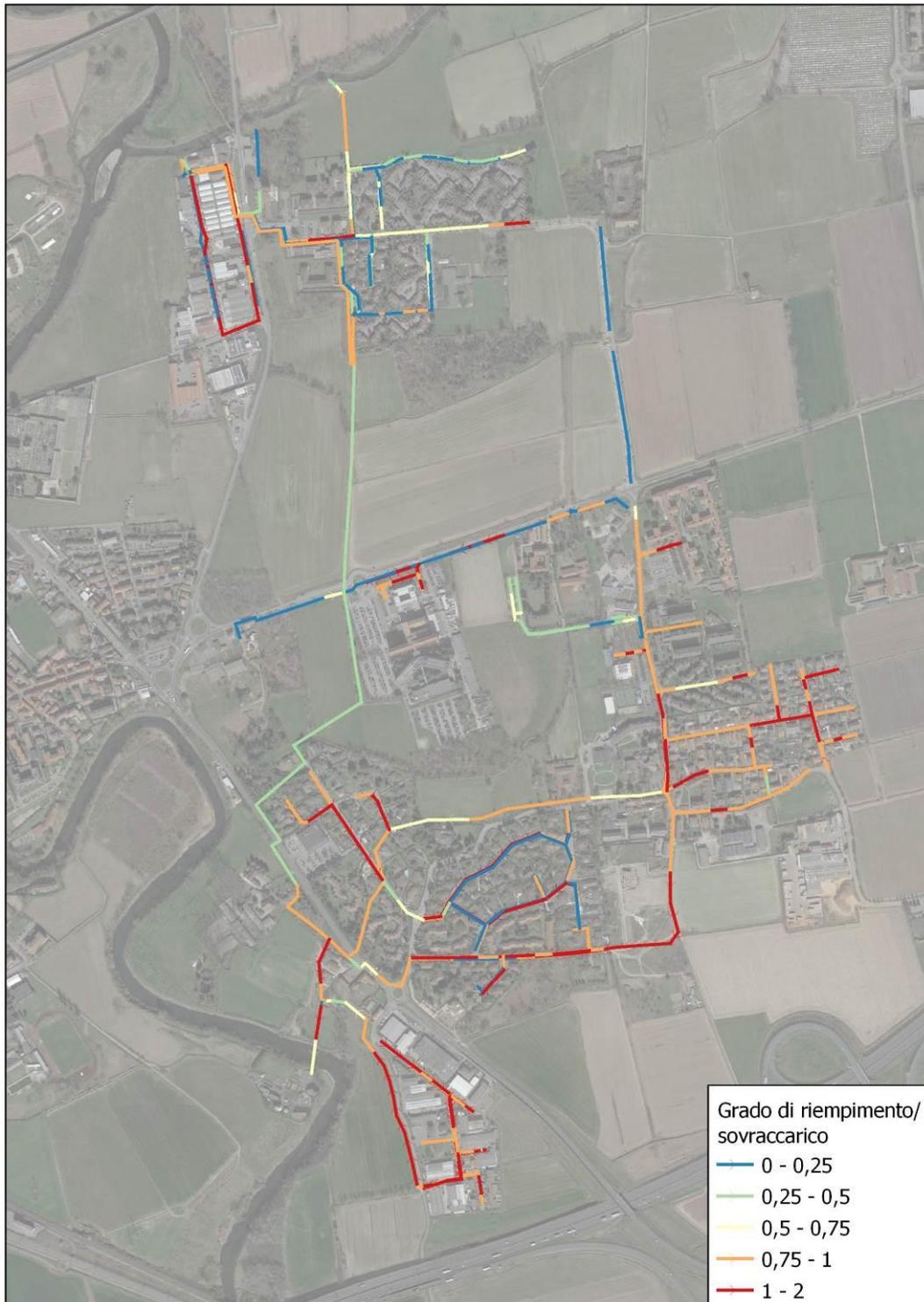


Figura 67 - Risultati dello stato di progetto – Grado di riempimento delle condotte per Tr10 anni



Figura 68 - Risultati dello stato di progetto – Esondazione nodi per Tr50 anni

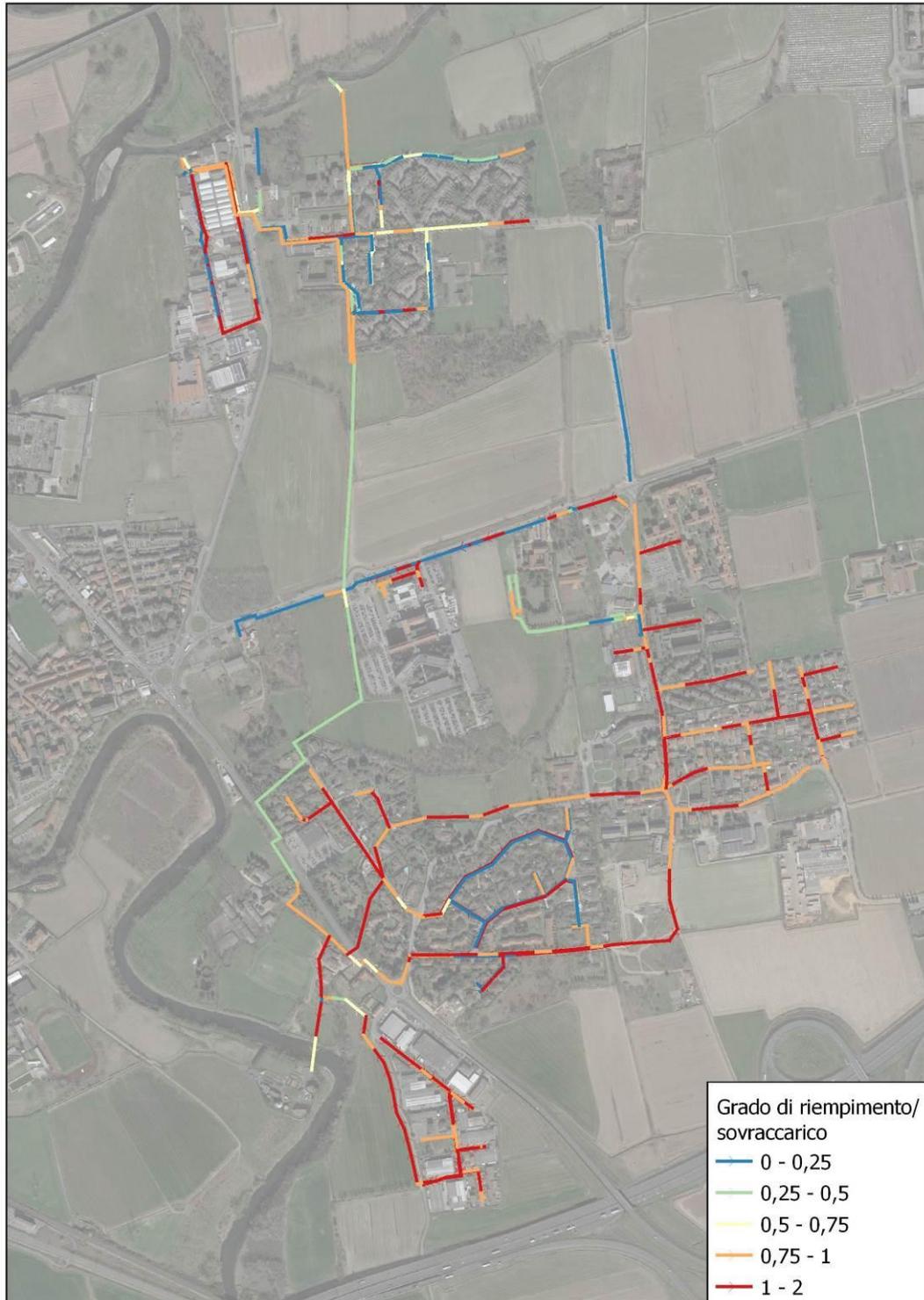


Figura 69 - Risultati dello stato di progetto – Grado di riempimento delle condotte per Tr50 anni



Figura 70 - Risultati dello stato di progetto – Esondazione nodi per Tr100 anni

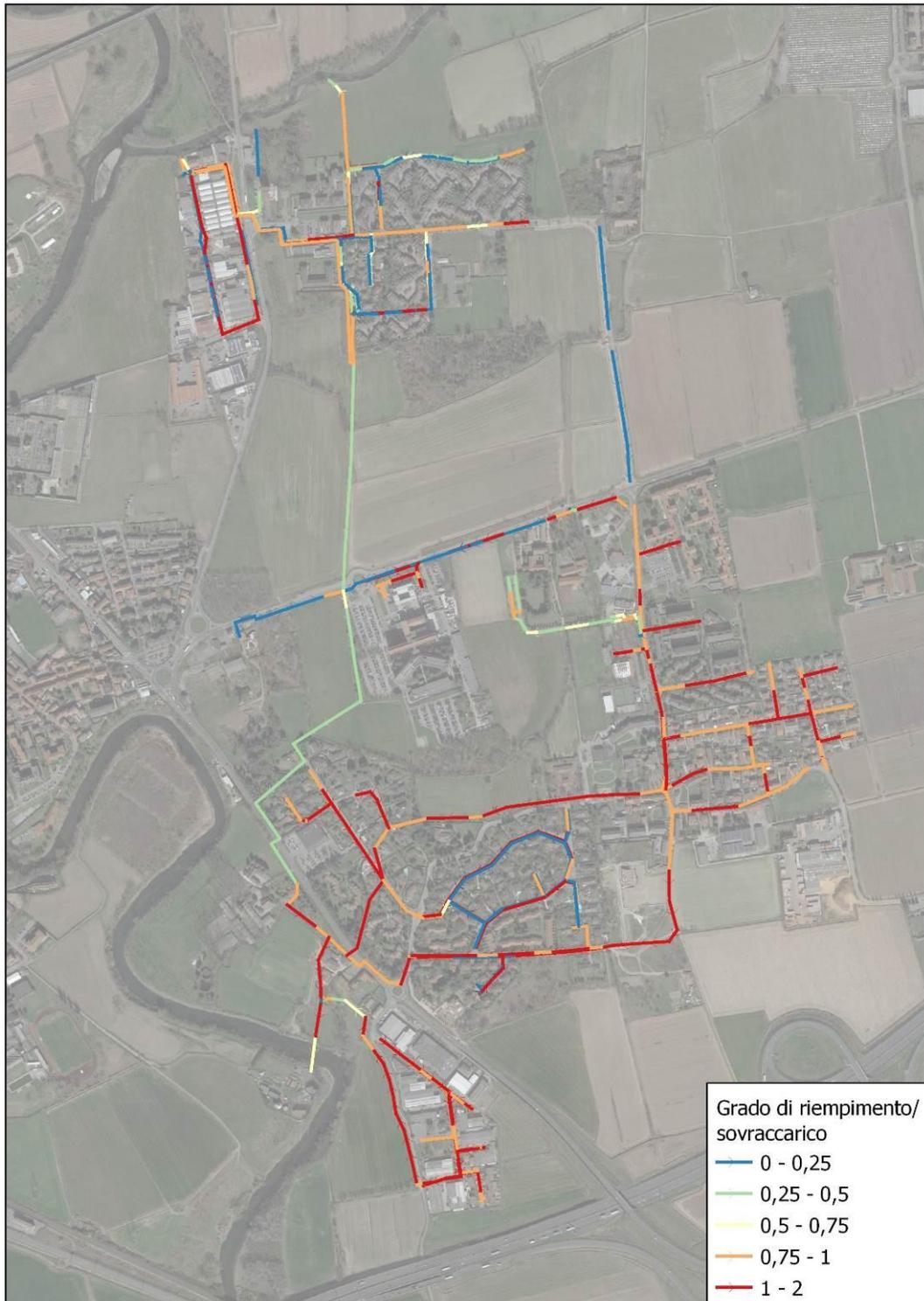


Figura 71 - Risultati dello stato di progetto – Grado di riempimento delle condotte per Tr100 anni

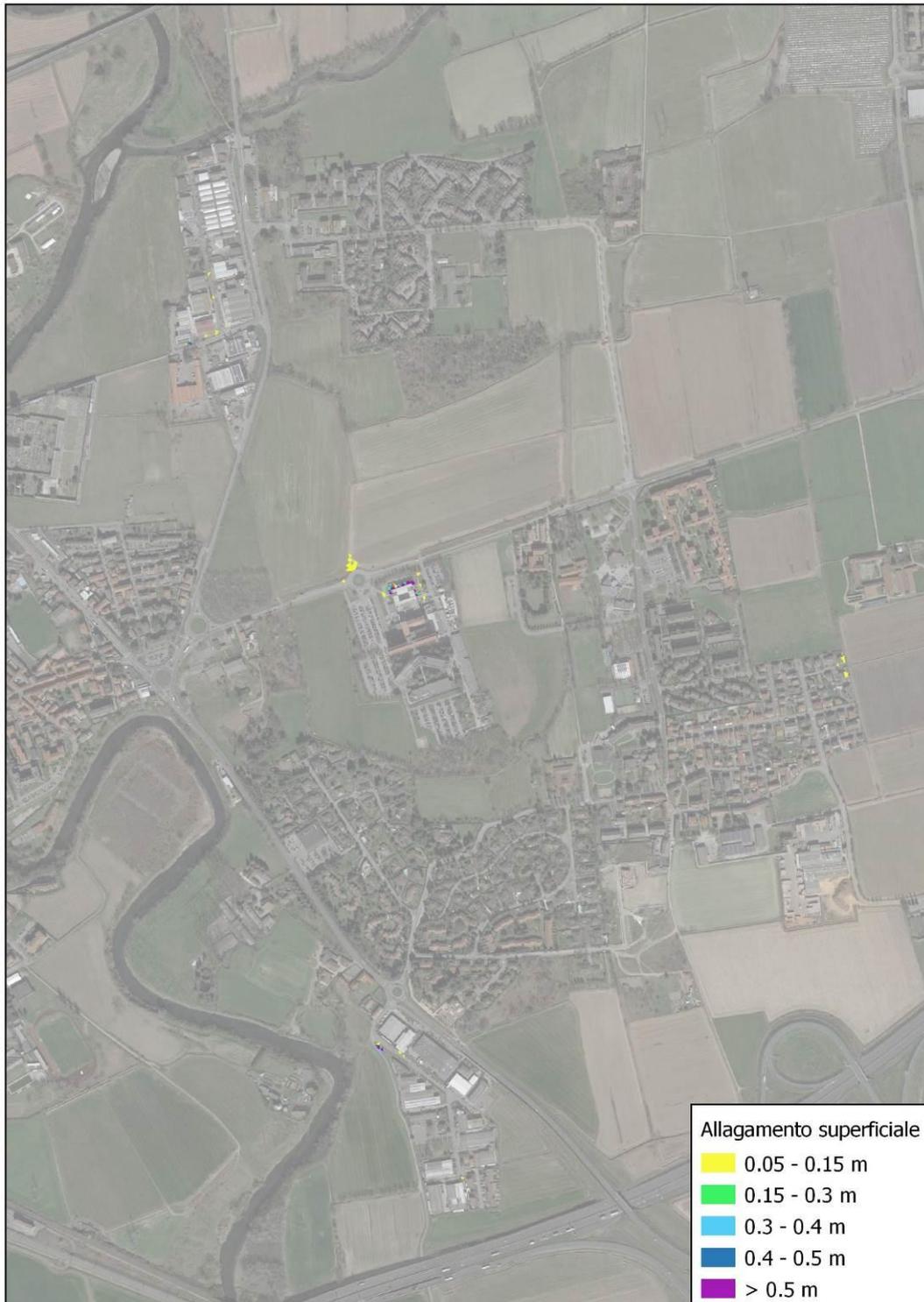


Figura 72 - Allagamento allo stato di progetto con TR 2 anni



Figura 73 - Allagamento allo stato di progetto con TR 10 anni



Figura 74 - Allagamento allo stato di progetto con TR 50 anni

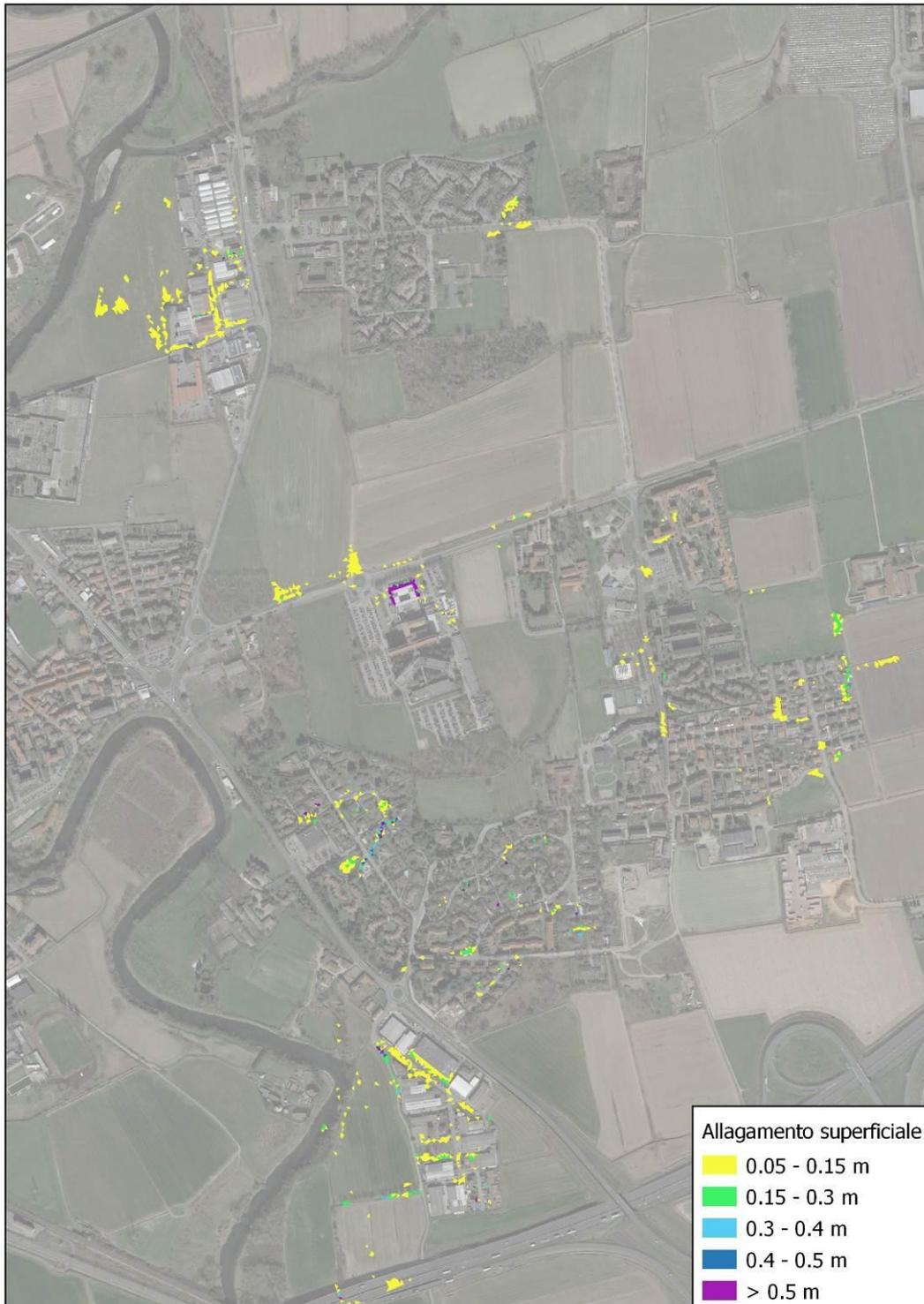


Figura 75 - Allagamento allo stato di progetto con TR 100 anni



Nel territorio comunale, come evidenziato in precedenza, non sono state rilevate criticità significative correlate alla rete di smaltimento delle acque bianche e miste e quindi gli interventi strutturali proposti mirano alla risoluzione di problematiche puntuali (IS03) oppure al miglioramento generale del deflusso nel reticolo fognario tramite la riduzione dell'immissione di acque meteoriche (IS05) nell'ottica di perseguire quanto disposto dall'art. 10 del Regolamento regionale 6/2019.

Per quanto riguarda l'intervento IS06, si prevede invece l'immissione nella rete fognaria mista di reflui derivanti dalla dismissione dell'impianto di depurazione di Dresano, determinando necessariamente un incremento, seppur minimo, della portata afferente alla rete.

Con tale premessa è evidente che i risultati del modello idraulico, nella conformazione di progetto, non possano mostrare dei benefici apprezzabili sotto l'aspetto di superfici potenzialmente allagabili e/o battenti idrici, è invece possibile desumere la compatibilità della rete rispetto all'incremento della portata di reflui fognari previsto nell'ambito dell'intervento IS06.

La modellazione mostra quindi un quadro simile alla condizione attuale, dove sono presenti alcune criticità derivanti dal modello (vedi § 6.1.3) e per le quali è auspicabile un approfondimento al fine di consentire l'affinamento della modellazione.

Gli allagamenti che risultano dalle simulazioni di Stato di progetto sono riportati a scala di maggior dettaglio negli elaborati grafici Tavola 2.5, Tavola 2.6 e Tavola 2.7.

7.2 SCARICHI NEI RICETTORI FINALI

Il calcolo dei volumi di invaso per il rispetto dei limiti allo scarico importati dal R.R. 7/2017, nella condizione di progetto, sono calcolati analogamente a quanto riportato nel paragrafo §6.2.

Nella tabella seguente sono riportati i risultati ottenuti.

Tavola 10 – Scarichi massimi ammissibili RR 7/2017 e volumi da invasare

ID sfioratore	ID scarico	Indirizzo	Superficie scolante impermeabile ha	Q max consentita l/s	Q picco da modello l/s	Volume da modello m ³	Volume di laminazione m ³
121	172	Via Miglioli	6,6	265	870	935	650
542	548	c/o Cascina Bernarda	20,8	830	2'700	5'730	3'970
	31	Fuori ambito stradale	5,5	220	1'280	1'920	1'600

Rispetto alla condizione attuale si riscontra un lieve aumento della portata in corrispondenza dello scarico 548, dovuto all'immissione della portata derivante dall'intervento IS06.



7.3 INTERVENTI NON STRUTTURALI

Il Regolamento Regionale n. 7/2017 prevede all’art 14 che, sia lo studio comunale di gestione del rischio idraulico che il documento semplificato del rischio idraulico comunale, debbano contenere l’individuazione di misure non strutturali atte al controllo e possibilmente alla riduzione delle suddette condizioni di rischio idraulico a cui è soggetto il territorio.

Nel seguito della presente relazione vengono presentate le principali misure non strutturali ed esempi di buone prassi messe in atto in ambiti di rischio idraulico. Verranno individuate per lo specifico territorio le più opportune azioni attuabili a scala comunale. Le misure non strutturali qui presentate riprendono ed ampliano le proposte inserite nel documento semplificato del rischio idraulico comunale.

7.3.1 Principali tipologie di interventi non strutturali

7.3.1.1 *Comunicazione del rischio ai cittadini e pratiche di autoprotezione*

Un’importante misura non strutturale riguarda la comunicazione del rischio, delle procedure di emergenza già definite e delle misure di autoprotezione e prevenzione alla comunità interessate dagli allagamenti.

A tal fine esistono iniziative di comunicazione promosse ad esempio dalla Protezione Civile Nazionale come la campagna “Io non rischio” che promuove le buone pratiche da attuarsi in caso di diversi rischi naturali. Nel caso del rischio alluvione, la campagna di comunicazione nazionale “Io non rischio Alluvione” è nata in via sperimentale nel 2014 per promuovere, anche attraverso volontari di protezione civile formati e preparati, la conoscenza del rischio Alluvione e l’adozione delle buone pratiche di protezione civile da parte dei cittadini.

Gli strumenti informativi e di formazione di base da utilizzare possono essere audiovisivi e materiale divulgativo cartaceo messi a disposizione dalle istituzioni, quali ad esempio la Protezione Civile Nazionale o l’Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica (CNR – IRPI).

L’iniziativa si svolge online e nelle piazze italiane nell’ambito di iniziative locali, laboratori, convegni ed eventi culturali. Dal sito <https://iononrischio.protezionecivile.it> è possibile scaricare tutto il materiale informativo e visionare il calendario degli eventi.

7.3.1.2 *Coinvolgimento delle comunità locali: iniziative Citizen Science*

La direttiva 2007/60/CE e la direttiva quadro sulle acque 2000/60/UE promuovono il coinvolgimento dei cittadini, necessario per garantire il successo della Direttiva stessa, che dipende da una stretta collaborazione e da un’azione coerente a livello locale, della Comunità e degli Stati membri e dall’informazione, dalla consultazione e dalla partecipazione dell’opinione pubblica.

Per coinvolgere i cittadini possono essere implementati progetti di *Citizen Science* applicati agli ambiti di interesse: riquilibratura fluviale, biodiversità, qualità delle acque e rischio idraulico. Il termine *Citizen Science* (letteralmente, scienza dei cittadini) indica quel complesso di attività collegati ad una ricerca scientifica a cui



partecipano semplici cittadini. È un modo per coinvolgere le comunità locali in attività che comportano una presa di coscienza ed un aumento della conoscenza e della competenza dei cittadini che vi partecipano ed al contempo consente a ricercatori ed istituzioni di ampliare i dati raccolti sulle variabili ambientali, da utilizzare per progetti di ricerca, ma anche per la pianificazione, progettazione e gestione delle emergenze.

L’augmentata conoscenza da parte dei cittadini consente anche scelte più consapevoli e partecipate e di innescare percorsi virtuosi di coinvolgimento, che nel contesto del presente progetto possono essere recepiti e valorizzati all’interno del Contratto di fiume (www.contrattidifiume.it).

L’ampia diffusione, anche tra i non addetti, di tecnologie e sensori utili per la raccolta dati (ad esempio tramite gli smartphone), rendono possibile attraverso iniziative di *Citizen Science* il coinvolgimento dei cittadini nella misurazione di grandezze legate ai fiumi, quali ad esempio i livelli idrici o anche le portate.

Nell’ambito delle misure dei livelli idrici si segnalano due progetti di *Citizen Science*, presentati all’*European Geoscience Union 2017* e alla prima conferenza italiana sulla *Citizen Science*, tenutasi a Roma nel novembre 2017:

- *Crowd Water* (<http://www.crowdwater.ch>): progetto svizzero promosso dall’Università di Zurigo, per la misura relativa dei livelli tramite aste virtuali rispetto uno zero idrometrico fissato dagli utenti, tramite l’utilizzo di smartphone;
- *Cithyd* (*Citizen Hydrology* <http://cithyd.com>): progetto italiano promosso dalla società WISE, per la misura dei livelli tramite asta idrometrica fisica e l’utilizzo di smartphone.

Il progetto *Crowd Water* tramite l’App Spotteron, scaricabile gratuitamente sia per Android che per IOS, permette a volontari di inserire aste virtuali e quindi misure su qualsiasi fiume di interesse. All’interno della App è implementata anche la possibilità di indicare classi di umidità del suolo per aree di interesse.

Il progetto CITHYD (*Citizen Hydrology*) è sviluppato tramite una web-App, che riceve i dati di livello idrico misurati dai cittadini in sezioni fluviali dotate di asta idrometrica e di un cartello informativo, munito di codice QR, esegue delle semplici verifiche, memorizza i dati in un geodatabase e li pubblica per tutti (Open Data). L’applicazione è un utile strumento per il coinvolgimento delle persone nella raccolta dati in modo semplice e rapido ed anche per avvicinarle al fiume e al territorio peri- fluviale, per la fruizione, l’accrescimento dell’identità territoriale e la cura delle risorse idriche e dell’ambiente. Cithyd è stata citata anche come esempio delle misure previste nel Progetto di sottobacino del Seveso nell’ambito dei Contratti di fiume.

7.3.1.3 Sistemi di monitoraggio

Tra le misure non strutturali rivestono particolare importanza i sistemi di monitoraggio ed allerta, che consentono di conoscere il livello e/o la portata del corso d’acqua strumentato ed anche altri parametri ambientali (quali ad esempio temperatura, velocità e direzione del vento e precipitazione) in funzione dei sensori installati.



La conoscenza dei livelli del corso d’acqua permette infatti di attivare, in relazione al raggiungimento di alcune soglie prefissate (attenzione, preallerta, allerta), procedure di emergenza per la gestione di eventuali alluvioni e quindi per la riduzione del danno.

Per rendere ancora più efficace l’impiego dei dati misurati è inoltre possibile implementare e tarare specifici modelli previsionali di piena in tempo reale, in grado di prevedere un evento pericoloso con un tempo sufficiente per mettere in sicurezza persone e beni.

I sistemi di monitoraggio possono essere inoltre collegati a dispositivi in grado di attuare delle misure di protezione, ad esempio semafori o barriere a funzionamento automatico per impedire l’accesso ad aree soggette ad allagamenti.

7.3.1.4 Piani e studi di approfondimento

Tra le misure non strutturali previste nel PGRA del bacino del Po sono indicati approfondimenti e studi per migliorare la conoscenza della pericolosità e dell’efficacia degli interventi, tramite analisi idrologiche e idrauliche degli scenari di rischio residuale, verifiche di compatibilità di ponti, infrastrutture ed impianti e studi e azioni per prescrivere o promuovere il principio dell’invarianza idraulica (e idrologica). Il presente documento costituisce pertanto già una prima misura non strutturale messa in atto.

7.3.1.5 Difese temporanee

Oltre alle difese permanenti, volte a diminuire la probabilità di accadimento di un prefissato evento di piena è possibile mettere in atto anche difese di tipo temporaneo, per proteggere il territorio per eventi di piena più gravosi o per diminuire i danni che quell’evento può produrre sul territorio.

Le difese temporanee possono essere adottate, nelle varie tipologie disponibili, sia dai soggetti istituzionali, sia dai cittadini per la difesa delle proprie proprietà private.

Le difese temporanee possono essere indicativamente raggruppate nelle seguenti classi (secondo lo statunitense *US Army Corps of Engineers. National Nonstructural/Flood Proofing Committee - NFPC*):

- barriere temporanee;
- dispositivi di chiusura;
- valvole antiriflusso;
- sistemi di pompaggio.

Le barriere temporanee sono dispositivi da posizionare in previsione di eventi di piena per gestire l’eventuale allagamento del territorio, si va dai classici sacchetti di sabbia, storicamente usati per questo scopo, a prodotti più tecnologici e recenti, quali barriere tubolari in materiale plastico, riempibili ad aria o ad acqua, o ancora a barriere metalliche provvisoriale a montaggio manuale.

I dispositivi di chiusura sono costituiti da paratoie e panconi a chiusura delle aperture nei muri o recinzioni, per evitare l’ingresso di acqua e sono solitamente utilizzate a protezione degli edifici. Possono essere dei cancelli a



tenuta stagna, paratoie a sollevamento automatico o paratoie manuali, da montare in previsione di possibili allagamenti. In funzione dell’importanza dell’edificio o attività da proteggere, dell’evento temuto e dell’esistenza di vincoli di budget è possibile scegliere la tipologia più adatta.

L’insufficienza della rete e l’impossibilità da parte del sistema fognario a scaricare le acque raccolte può far sì che le acque in eccesso nella rete fognaria possano trovare improprio sfogo nei terminali installati nelle abitazioni e quindi possano esserci allagamenti dovuti al rigurgito delle acque negli impianti. Per evitare il verificarsi di tali situazioni e diminuire quindi il danno che le alluvioni possono produrre è consigliato installare dei dispositivi anti-riflusso tra le tubazioni private e la rete pubblica di raccolta delle acque.

7.3.2 Misure non strutturali individuate

Oltre a quanto elencato sopra, si indicano delle azioni mirate ad una generale riduzione degli afflussi di acque meteoriche in fognatura, attraverso la realizzazione di studi sulla possibilità di gestione in loco delle acque meteoriche e la programmazione di interventi che utilizzino modalità di drenaggio sostenibile. Di seguito sono elencate e brevemente descritte le misure non strutturali ipotizzate per il comune.

INS01 – Territorio comunale

In relazione alle aree oggetto delle criticità citate in precedenza, restano valide comunque le attività di manutenzione ordinarie che CAP Holding e Amiacque annualmente programmano al fine di verificare lo stato delle caditoie, pozzetti e condotte. Tale intervento non strutturale è pertanto da intendersi valido per l’intero territorio comunale sia che siano o meno state segnalate delle problematiche di ogni genere.

INS02 – Territorio comunale

Tale intervento non strutturale è inteso come l’insieme di procedure e metodi che si applicano genericamente sull’intero territorio comunale ogni qual volta vi siano nuove edificazioni e urbanizzazioni. Pertanto è da intendersi valido per l’intero territorio comunale sia che siano o meno state segnalate delle problematiche di ogni genere.

INS03 – Sforatori

Tale intervento non strutturale è inteso come l’insieme delle attività di verifica e manutenzione del corretto funzionamento degli sfioratori presenti sul territorio comunale e conseguente stima dei volumi di laminazione scaricati in CIS al fine di valutare la compatibilità rispetto a quanto previsto nel RR 7/2017 (art. 8, comma 5). Tale attività può essere svolta tramite il monitoraggio della rete ed eventualmente con l’ausilio di tecniche di telecontrollo.

INS04 – via Togliatti e via via Melegnano/via dei Pini

In merito alle criticità rilevata in via Togliatti (Ln01) si ritiene che la programmazione di periodici controlli atti a valutare il deposito di materiale solido sul fondo e quello in sospensione e procedere con eventuale spurgo possa risolvere tale problematica. Qualora ciò non avvenisse si prenderà in considerazione un intervento di tipo strutturale.



Mentre per quanto riguarda il sifone in via Melegnano/via dei Pini (Ln03), la criticità potenziale è gestibile attraverso un frequente controllo del tratto in oggetto al fine di evitare l’accumulo di materiale.

INS05 – Territorio comunale

Si suggerisce di monitorare costantemente la piezometria del territorio e valutare l’interferenza della falda con i manufatti sotterranei esistenti al fine di determinarne lo stato e l’efficienza, inoltre si prescrive di attuare tutti gli accorgimenti relativi all’applicazione delle tecniche appropriate per realizzare delle opere interrato.

INS06/INS07 – Territorio comunale

Tale intervento non strutturale è inteso come l’insieme di procedure e metodi che si applicano sull’intero territorio comunale per la riduzione del rischio idraulico, come ad esempio l’incentivazione dell’utilizzo di soluzioni di drenaggio sostenibile volti alla riduzione dell’afflusso meteorico tramite l’utilizzo di materiali e soluzioni progettuali che limitino l’impermeabilizzazione del territorio e/o che favoriscano il riutilizzo della risorsa idrica. Occorre che anche l’Amministrazione comunale fornisca indicazioni tecniche costruttive specifiche, incentivi l’adozione di buone pratiche di gestione delle acque meteoriche, in particolare modo in ambito urbano, e fornisca gli strumenti per la gestione degli eventi alluvionali che incidono sul territorio comunale, attraverso il recepimento del Piano di Emergenza Comunale e del Regolamento Regionale 7/2017.

Per quanto riguarda il PEC si rileva che al suo interno non sono presenti particolari azioni di monitoraggio o di intervento (al di fuori delle procedure standard di allarme e gestione dell’emergenza) relativi al rischio idraulico.

Per quanto riguarda le azioni che maggiormente rispondono, in ambito urbano, all’esigenza di gestire al meglio le acque meteoriche, si riportano di seguito alcuni esempi:

- La realizzazione di opere di laminazione per l’abbattimento delle portate pluviali e meteoriche, che possono essere superficiali o sotterranee;
- La realizzazione di opere di infiltrazione (dove possibile) per lo smaltimento nel terreno di una parte dei deflussi meteorici, le strutture più comuni sono:
 - trincee di infiltrazione
 - pozzi drenanti
 - bacini di infiltrazione
 - pavimentazioni permeabili
 - caditoie filtranti
- L’installazione sui tetti e pareti di superfici verdi per ridurre gli afflussi meteorici oltre a rappresentare degli strumenti di compensazione e mitigazione ambientale;
- L’installazione di opere di scarico e manufatti di controllo utili a mantenere la portata in uscita il più possibile costante al variare del carico idraulico.

Si rimanda tuttavia all’art. 6 e Allegato L del R.R. 7/2017 per maggiori dettagli in merito.



INS08 – Criticità emerse dal modello

Tale intervento è volto a monitorare le aree risultate critiche dall’analisi numerica, ma prive di riscontro reale al fine di comprendere l’effettiva dinamica del flusso meteorico nella rete di drenaggio urbana.

INS09 – Scarico di via Papa Giovanni Paolo I

Tale intervento è volto all’approfondimento della rete fognaria nell’area di via Papa Giovanni Paolo I dove non risulta chiaro il recapito finale della rete delle acque meteoriche.

INS10 – Via Verdi

Tale intervento è volto a migliorare il drenaggio urbano nell’area di via Verdi, in corrispondenza della criticità Ln02, tramite la pulizia delle caditoie spesso intasate dalle foglie provenienti dal filare di alberi presente lungo la strada. Sebbene tale intervento sia compreso nelle ordinarie attività di manutenzione svolte da CAP, si chiede una maggiore frequenza in tale tratto in ragione del particolare contesto.

INS11 – Via Melegnano

Tale intervento è volto a gestire nel miglior modo possibile gli organi idraulici finalizzati al controllo delle acque irrigue nella roggia Dresana operata dal Consorzio Muzza Bassa Lodigiana. Nel caso non fosse possibile raggiungere un accordo e la criticità diventasse rilevante, si suggerisce la predisposizione di un sistema automatizzato che regoli le portate irrigue.

INS12 – Territorio comunale

Tale intervento non strutturale è inteso come l’insieme di procedure e metodi che si applicano sull’intero territorio comunale per la riduzione del rischio idraulico, come ad esempio la promozione di campagne di comunicazione ed educazione al fine di sensibilizzare la comunità circa gli effetti positivi degli interventi volti alla diminuzione della vulnerabilità del territorio.

INS13 – Territorio comunale

Tale intervento non strutturale è inteso come l’insieme di procedure e metodi che si applicano sull’intero territorio comunale per la riduzione del rischio idraulico, come ad esempio l’incentivazione di interventi strutturali volti alla disconnessione dalla rete fognaria esistente degli apporti meteorici, prevedendo diversi recapiti e favorendo la laminazione e l’infiltrazione nel suolo delle acque.



Tabella 11 - Sintesi degli interventi non strutturali proposti

OBJ_ID	INDIRIZZO	ID_ PROBLEMATICHE	DESCRIZIONE
INS01	Territorio comunale	/	Manutenzione ordinaria caditoie e procedure ordinarie di controllo della rete fognaria compresi i manufatti speciali (pozzi perdenti, sfioratori, ecc.)
INS02	Territorio comunale	/	Indicazioni di massima delle misure di invarianza idraulica e idrologica da prevedere nei nuovi ambiti di trasformazione
INS03	Sfioratori	Pt01; Pt02	Verifica funzionamento degli sfioratori e stima di massima del calcolo dei volumi di laminazione per il rispetto delle portate limite previste dall’art. 8 comma 5 del RR 7/2017
INS04	via Togliatti, via Melegnano/via dei Pini	Ln01; Ln03	Controllo periodico e frequente dell’eventuale presenza di materiale solido depositato sul fondo e in sospensione nelle condotte e nei pozzetti
INS05	Territorio comunale	Po05	Monitoraggio del livello piezometrico per valutare l’interferenza del livello di falda con le infrastrutture sotterranee e attuazione delle tecniche costruttive idonee
INS06	Territorio comunale	/	Recepimento del R.R. 7/2017 nel Regolamento Edilizio Comunale con incentivazione all’applicazione delle misure di invarianza
INS07	Territorio comunale	/	Recepimento nello “ <i>Studio comunale di gestione del Rischio Idraulico</i> ” delle misure di prevenzione e gestione del rischio allagamento presenti del Piano di Emergenza Comunale
INS08	Via Lombardia; Via Pandina c/o parcheggio dell’ospedale; Zona industriale di Sarmazano	Ln04; Ln05; Po08	Monitorare le aree risultate critiche dall’analisi numerica, ma prive di riscontro reale al fine di comprendere l’effettiva dinamica del flusso meteorico nella rete di drenaggio urbana
INS09	Via Papa Giovanni Paolo I	Pt03	Indagine circa il recapito finale della rete bianca di via Papa Giovanni Paolo I
INS10	Via Verdi	Ln02	Maggiore frequenza della pulizia delle caditoie
INS11	Via Melegnano	Ln06	Accordo col Consorzio per la gestione delle portate irrigue nella roggia Dresana
INS12	Territorio comunale		Promozione di campagne di comunicazione ed educazione al fine di sensibilizzare la comunità circa gli effetti positivi degli interventi volti alla diminuzione della vulnerabilità del territorio
INS13	Territorio comunale		Incentivare interventi strutturali volti alla disconnessione dalla rete fognaria degli apporti meteorici



8. PRIORITÀ D’INTERVENTO E DESCRIZIONE DEI RISULTATI CONSEGUITI

Lo studio condotto ha permesso di ipotizzare degli interventi strutturali al fine di determinare la mitigazione del grado di pericolosità definito dall’analisi dello stato di fatto della rete fognaria mista e del reticolo idrografico superficiale.

In considerazione della generale buona condizione della rete di smaltimento delle acque bianche e miste del comune di Vizzolo Predabissi, gli interventi sono principalmente volti alla risoluzione di problematiche localizzate, oppure alla disconnessione dalla rete fognaria mista degli apporti meteorici e realizzare quindi un sistema di collettamento separato per le acque bianche e i reflui.

Nel presente paragrafo è proposta una priorità di intervento determinata di concerto con l’Amministrazione comunale e il gestore del Sistema Idrico Integrato in funzione della pericolosità idraulica e di altre contingenze riscontrate nel territorio comunale.

Per quanto riguarda gli interventi proposti, si ritiene necessari in ordine di priorità, i seguenti interventi:

- IS03 - Rifacimento allacci caditoie in Via Verdi (priorità media);
- INS10 - Maggiore frequenza della pulizia delle caditoie di via Verdi (priorità media);
- INS04 - Controllo periodico e frequente dell’eventuale presenza di materiale solido depositato sul fondo (priorità media) in corrispondenza del sifone di via Melegnano e dei ristagni in via Togliatti;
- INS01 - Manutenzione ordinaria caditoie e procedure ordinarie di controllo della rete fognaria compresi i manufatti speciali (pozzi perdenti, vasche di laminazione, ecc.) (priorità media);
- INS03 - Sfiatori: Verifica funzionamento degli sfiatori e stima di massima del calcolo dei volumi di laminazione per il rispetto delle portate limite previste dall’art. 8 comma 5 del RR 7/2017 (priorità media);
- IN05 - Monitoraggio del livello piezometrico (priorità media);
- INS11 - Accordo col Consorzio per la gestione delle portate irrigue nella roggia Dresana (priorità media);
- IS05 – Disconnessione della rete bianca di via della Basilica dalla rete mista di via Verdi (priorità media);
- INS09 - Indagine circa il recapito finale della rete bianca di via Papa Giovanni Paolo I (priorità media);
- INS08 – Approfondimento e monitoraggio degli eventi che comportano le criticità segnalate, ma prive di riscontro dall’analisi effettuata (priorità media);
- IS06 – Disconnessione del depuratore di Dresano (priorità media).



REGIONE LOMBARDIA – Provincia di Milano – *Comune di Vizzolo Predabissi*

R.R. 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”.

Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico



ALLEGATI



REGIONE LOMBARDIA – Provincia di Milano – *Comune di Vizzolo Predabissi*

R.R. 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”.

Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico



ALLEGATO 1

– Documenti di riferimento utilizzati –



REGIONE LOMBARDIA – Provincia di Milano – *Comune di Vizzolo Predabissi*

R.R. 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”.

Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico



-
- Regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7
 - Regolamento regionale 19 aprile 2019, n. 8
 - Piano di Governo del Territorio di Vizzolo Predabissi
 - Documento Semplificato del Rischio Idraulico di Vizzolo Predabissi
 - Geoportale della rete di competenza CAP Holding
 - Studio del rischio idraulico per l’impianto di depurazione di Melegnano, Dizeta ingegneria studio associato, 2013
 - Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d’acqua naturali e artificiali all’interno dell’ambito idrografico di pianura Lambro – Olona. Parte 2: dalla confluenza del Deviatore Redefossi al fiume Po, Autorità di Bacino del fiume Po, 2004
 - Convenzione con Regione Lombardia per l’aggiornamento dello studio di fattibilità dell’autorità di bacino del Fiume Po sul bacino del Torrente Molgora, Regione Lombardia, 2016



REGIONE LOMBARDIA – Provincia di Milano – *Comune di Vizzolo Predabissi*

R.R. 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”.

Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico



ALLEGATO 2

– Bibliografia –



REGIONE LOMBARDIA – Provincia di Milano – *Comune di Vizzolo Predabissi*

R.R. 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”.

Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico



-
- Linee guida per la redazione degli studi comunali del rischio idraulico, CAP Holding, luglio 2019
 - InfoWorks ICM 2021.6 Reference manual, Innovyze, 2021



REGIONE LOMBARDIA – Provincia di Milano – *Comune di Vizzolo Predabissi*

R.R. 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”.

Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico



ALLEGATO 3

– Registro dei dati utilizzati –



TIPOLOGIA DI DATO	DECRIZIONE DEL DATO	LIVELLO DI AFFIDABILITA'	CONTESTO DI UTILIZZO	FONTE	LINK
Linee segnalatrici possibilità pluviometrica	Parametri a ed n LSPP per tempi di ritorno di 2, 10, 50 e 100 anni	3	Costruzione ietogrammi di progetto	Arpa Lombardia	http://idro.arpalombardia.it/pmapper-4.0/map.phtml
Modello idraulico rete fognaria	Geometria rete fognaria	3	Costruzione modello idraulico rete fognaria	CAP Holding	
Geometria rete fognaria	Informazioni su condotti, pozzetti, vasche di laminazione e prima pioggia, sfioratori, impianti di sollevamento, pozzi disperdenti, etc	3	Verifica rete fognaria per simulazioni	CAP Holding	https://sit.acquedilombardia.it/Html5Viewer/index.html?viewer=CAP_RETI_R2.WebGIS&LOCALIT&layertheme=Mappa%20Fognatura#
Modello digitale del terreno	DTM risoluzione 5x5 m	3	Simulazione propagazione degli allagamenti superficiali	Geoportale Regione Lombardia	http://www.geoportale.regione.lombardia.it/
Modello digitale del terreno	DTM risoluzione 1x1 m	3	Simulazione propagazione degli allagamenti superficiali	Ministero dell’Ambiente (MATMM)	Richiesta scritta
Input per modellazione rete fognaria	Convenzione con Regione Lombardia per l’aggiornamento dello studio di fattibilità dell’autorità di bacino del Fiume Po sul bacino del Torrente Molgora – Elaborati di progetto	3	Condizioni al contorno del modello idraulico	Regione Lombardia	
Input per modellazione rete fognaria	Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d’acqua della pianura Lambro-Olona	3	Condizioni al contorno del modello idraulico	Autorità di Bacino del fiume Po	
Input per modellazione rete fognaria	Studio del rischio idraulico per l’impianto di depurazione di Melegnano	3	Condizioni al contorno del modello idraulico	Studio professionale/ CAP	
Definizione criticità	Piano di Gestione del Rischio Alluvione	3	Descrizione delle criticità derivanti dal Lambro	Autorità di Bacino del fiume Po	https://www.geoportale.regione.lombardia.it/



REGIONE LOMBARDIA – Provincia di Milano – *Comune di Vizzolo Predabissi*

R.R. 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”.

Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico



ALLEGATO 4

– Elenco dei punti di recapito della rete fognaria –



REGIONE LOMBARDIA – Provincia di Milano – *Comune di Vizzolo Predabissi*

R.R. 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”.

Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico



ID sfioratore	ID scarico	Indirizzo	Coordinate (x; y)	Recapito	Gestore
121	172	Via Miglioli	526220,03; 5023852,72	Colatore Addetta	AIPO
542	548	c/o Cascina Bernarda	526506,45; 5022110,53	Sesia Morta	AIPO
	31	Fuori ambito stradale	526522,8; 5024017,2	Colatore Addetta	AIPO



REGIONE LOMBARDIA – Provincia di Milano – *Comune di Vizzolo Predabissi*

R.R. 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”.

Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico



ALLEGATO 5

– Allegato L del RR 7/2017 “Indicazioni tecniche costruttive ed esempi di buone pratiche di gestione delle acque meteoriche in ambito urbano” –

INDICAZIONI TECNICHE COSTRUTTIVE ED ESEMPI DI BUONE PRATICHE DI GESTIONE DELLA ACQUE METEORICHE IN AMBITO URBANO**1. GENERALITÀ**

Nel presente capitolo sono sinteticamente esposte alcune indicazioni tecniche per la realizzazione delle infrastrutture finalizzate al rispetto degli obiettivi e dei limiti indicati nei precedenti capitoli.

Si tratta di indicazioni di primo orientamento in merito alle strutture, alle caratteristiche e alle dimensioni necessarie per il conseguimento degli obiettivi richiesti. Per le determinazioni e le progettazioni di dettaglio è necessario riferirsi alla vasta letteratura tecnica dell'ingegneria idraulica del settore.

2. OPERE DI LAMINAZIONE**Generalità**

Le strutture di laminazione atte all'abbattimento delle portate pluviali e meteoriche entro determinati limiti rappresentano la famiglia più numerosa di tecniche di mitigazione degli allagamenti. Questi manufatti hanno la funzione di invasare provvisoriamente una parte, anche notevole, dei volumi idrici derivanti dagli eventi meteorici, per inviarli successivamente alla depurazione o per restituirli al ricettore finale, con portata ridotta e con essi compatibile. Sono classificabili tra le strutture di immagazzinamento anche quelle che non contemplano uno scarico verso valle ma lo svuotamento attraverso l'infiltrazione.

In generale la classificazione delle opere di laminazione viene effettuata sulla base di differenti criteri, di seguito brevemente descritti:

- funzione assolta: DETENZIONE o RITENZIONE
- posizione rispetto alla rete drenante: TRANSITO (in linea) o CATTURA (fuori linea)
- posizione rispetto al piano campagna: SUPERFICIALE o SOTTERRANEA

Detenzione: tutti i deflussi o parte di essi vengono temporaneamente invasati e contemporaneamente rilasciati attraverso gli scarichi nel sistema di drenaggio di valle, con portata limitata nei limiti prescritti al punto 1. In questo caso il volume invasato è trattenuto solo temporaneamente nell'invaso e l'onda laminata uscente da esso si sviluppa nel corso dello stesso evento meteorico.

Ritenzione: tutti i deflussi o parte di essi vengono invasati, generalmente per un lungo periodo, e non vengono rilasciati durante l'evento meteorico nel ricettore in quanto le acque accumulate vengono smaltite mediante infiltrazione, evaporazione o riuso. In questo caso quindi il volume invasato è trattenuto a lungo o permanentemente nell'invaso e l'eventuale scarico si sviluppa dopo l'evento meteorico, senza contribuire alla formazione della piena a valle. Possono venire progettati per mantenere all'interno un certo volume di acque (bacini umidi, wetland) con una vasca permanente che consente lunghi tempi di residenza idraulica, permettendo così di raggiungere elevati rendimenti di rimozione degli inquinanti, oppure possono essere disegnati in maniera da svuotarsi completamente (bacini asciutti).

Invasi di transito (in linea): tutti i deflussi derivanti dall'area scolante entrano direttamente nell'invaso e contemporaneamente escono dallo stesso passando attraverso una o più bocche di scarico limitanti la portata consegnata a valle.

Invasi di cattura (fuori linea): l'invaso è posto in derivazione rispetto al condotto o canale convogliante i deflussi derivanti dall'area scolante e viene interessato solo per portate in arrivo maggiori di un valore di soglia prefissato.

Sotterraneo: serbatoi chiusi costruiti in situ o prefabbricati, al di sotto del piano campagna e non visibili dall'esterno. La funzione da essi assolta è quella di laminazione (detenzione o ritenzione), a volte può essere previsto il trattamento delle acque.

Superficiale: aree aperte già esistenti o adattate o appositamente sbancate per la laminazione, visibili dall'esterno e almeno in parte destinabili ad altre finalità (agricoltura, fruizione pubblica, paesaggio, ecc.) nei periodi di asciutta. Possono essere aree naturali o artificiali o miste e possono anche integrare la funzione idraulica con la depurazione delle acque invase mediante sistemi vegetati (wetlands, cunette vegetate, filter strips). Scarico anche per infiltrazione.

Strutture superficiali di laminazione

Questo tipo di strutture può essere costituito da aree depresse naturali o appositamente costruite, di estensione e forma tale da garantire un volume di ritenzione pari a quello di progetto. Esse possono essere dotate di scarico di fondo, di scarico di emergenza di superficie, di fondo impermeabile (per particolari condizioni di vulnerabilità dell'acquifero sotterraneo o per altre particolari esigenze o rischio di inquinamento delle acque di drenaggio) o di fondo drenante.

Figura 18 - Schemi di aree di ritenzione/laminazione proposte nei sistemi LID ecc.

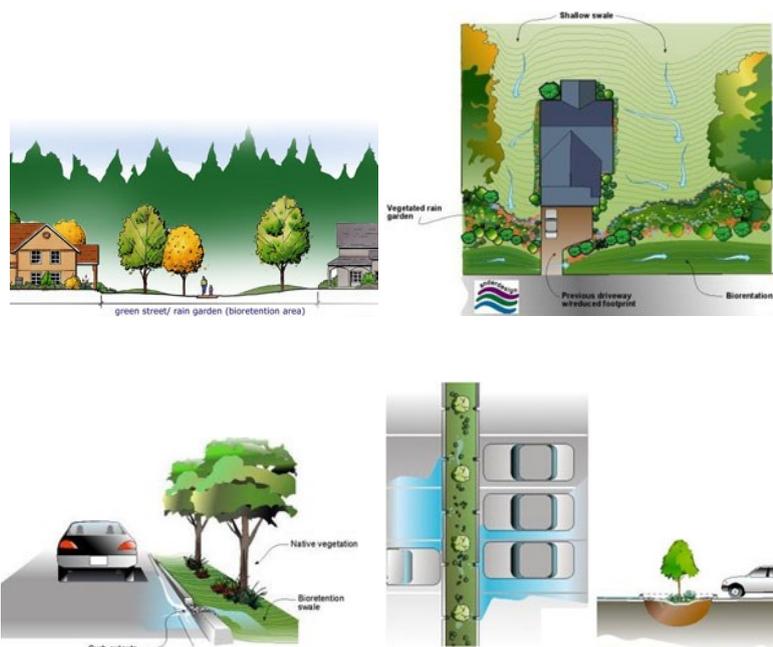


Figura 19 – Esempi di strutture superficiali di laminazione costituite da vasche e canali a cielo aperto





Figura 20 – Esempi di strutture di laminazione fuori terra delle acque dei tetti, strutturabili sia per la sola laminazione sia per il riuso



Strutture sotterranee di laminazione

Questo tipo di strutture può essere costituito da serbatoi o vasche in c.a. o altro materiale, prefabbricate o realizzate in opera, di dimensioni e forme differenti in funzione del volume, del materiale utilizzato, dell’allocazione, del riutilizzo o meno delle acque.

Nel presente capitolo vengono riportati alcuni schemi applicativi e alcuni esempi relativi a strutture sia “compatte”, sia “distribuite” in senso longitudinale. Si configura in questo secondo sistema anche il sovradimensionamento del sistema fognario necessario per il drenaggio di una determinata area, purché fornito da opportuni sistemi per limitare, a valle, la portata scaricata entro i valori massimi imposti.

I componenti di base di una struttura interrata di laminazione sono: una copertura sicura (dimensionata in funzione dei carichi attesi), un sistema di accesso per manutenzione e/o pulizia, un sistema di schermatura per le zanzare e altri animali, un sistema di filtrazione per evitare l’immissione di materiale grossolano (es. foglie o rifiuti), un tubo di troppo pieno (o, comunque, un’uscita controllata), un sistema di gestione delle

emergenze (es. alloggiamento pompe). Le caratteristiche supplementari possono includere un indicatore di livello dell'acqua, una trappola di sedimenti, o la possibilità di estendere modularmente il volume di accumulo.

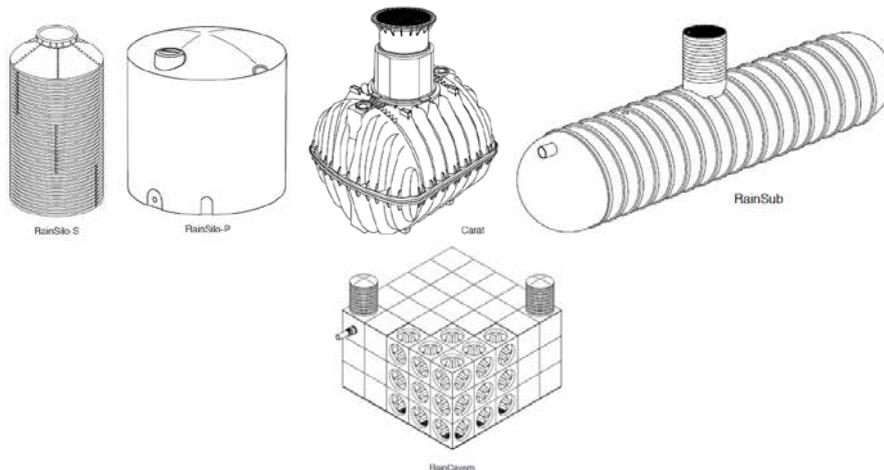
Figura 21 – Esempio di vasca di laminazione sotterranea in c.a.



Figura 22 – Esempi di applicazione di vasche di laminazione sotterranee per piccole e medie estensioni, strutturabili sia per la sola laminazione con scarico in sistema di infiltrazione, sia per il riuso (tratte dal sito <http://www.3ptechnik.it/it/home.html>)



Figura 23 – Schemi di serbatoi interrati per piccole, medie e grandi installazioni (dal sito <http://www.conservationtechnology.com>)



Una possibile installazione di strutture sotterranee di infiltrazione/ detenzione prevede l’utilizzo di tubazioni di grande diametro in c.a. o di serbatoi prefabbricati in polietilene. In questo caso la pavimentazione è di tipo tradizionale (impermeabile) e l’alimentazione avviene attraverso caditoie frequentemente corredate da filtri più o meno complessi. Le strutture serbatoio possono essere filtranti ovvero impermeabili garantendo unicamente la detenzione temporanea dei deflussi.

Figura 24 – Esempio di strutture di laminazione costituite da tubazioni sotterranee e sovradimensionamento del sistema di drenaggio delle superfici impermeabili



Gestione e manutenzione delle opere di laminazione

In generale, è fondamentale per il corretto funzionamento degli invasi e per il mantenimento delle caratteristiche iniziali la corretta manutenzione e gestione delle opere strutturali previste. Esse dipenderanno (in termini di cosa fare e quando farlo) dalle caratteristiche proprie delle opere (interrate, superficiali, con infiltrazione, con pompaggio, ecc.).

Per quanto riguarda, in particolare, i sedimenti, occorrerà prevedere adeguati interventi di rimozione dei materiali dal bacino stesso, con modalità differenti in funzione del rischio di inquinamento degli stessi e delle loro caratteristiche.

In generale gli invasi richiedono almeno un’ispezione annuale che ne valuti le condizioni: solitamente un bacino dovrebbe essere ripulito se la profondità dei depositi è maggiore o uguale a un terzo dell’altezza dal fondo del più basso fra le aperture di afflusso e/o afflusso e i condotti presenti. La pulizia può essere effettuata sia manualmente che per mezzo di apparecchiature apposite.

Nel caso di vasche chiuse in calcestruzzo, diversi studi hanno dimostrato che i sistemi più efficaci e meno costosi per la rimozione dei rifiuti sono quelli che sfruttano il flusso dell'acqua ad alta velocità: esistono, a riguardo, differenti tecnologie basate tutte sulla creazione di un'onda di lavaggio che dilava i sedimenti dal fondo della vasca al termine di ogni episodio di riempimento-svuotamento della vasca, la principale differenza è nella modalità con cui l'acqua necessaria per il lavaggio viene accumulata e poi scaricata bruscamente all'interno della vasca stessa (Figura 21).

3. OPERE DI INFILTRAZIONE

Generalità

Le opere strutturali più diffuse che incentivano lo smaltimento per infiltrazione nel terreno di una parte dei deflussi meteorici sono le seguenti:

- trincee di infiltrazione,
- pozzi drenanti,
- bacini di infiltrazione,
- pavimentazioni permeabili,
- caditoie filtranti

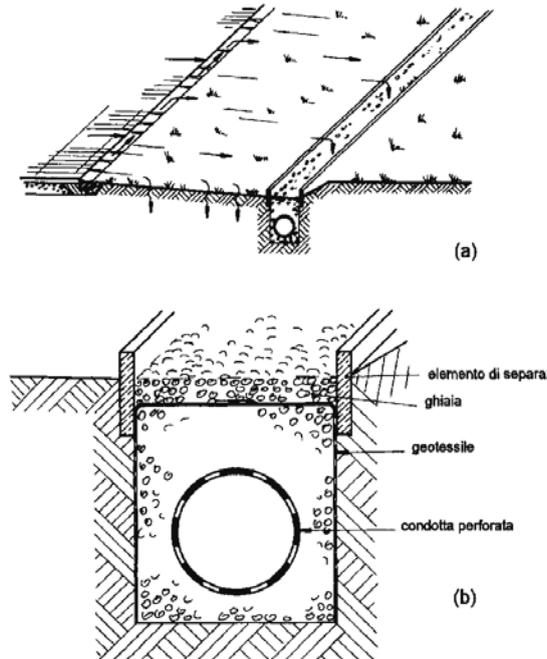
Trincee d'infiltrazione

La trincea d'infiltrazione (Figura 25) può descriversi, schematicamente, come uno scavo lungo e profondo (generalmente la profondità è compresa tra 1 e 3 metri) riempito con materiale ad alta conduttività idraulica, ad esempio ghiaia o ghiaietto. La trincea viene generalmente costruita in corrispondenza di una cunetta ribassata rispetto al terreno da drenare, così che il deflusso superficiale si possa accumulare temporaneamente all'interno della trincea e gradualmente infiltrarsi nel terreno circostante attraverso le superfici laterali e il fondo.

Ogni trincea viene generalmente dotata di una condotta forata centrale, del diametro minimo DN200 mm, che ha la funzione di distribuire omogeneamente le acque lungo tutta la trincea e, ove previsto, di condurre le acque non infiltrate alla rete di scarico. Attraverso tale condotta è pure possibile operare interventi di pulizia o manutenzione straordinaria della trincea stessa.

Per mantenere più a lungo possibile le caratteristiche idrauliche della trincea, è sempre opportuno installare a monte delle trincee dei pre-trattamenti per la rimozione del particolato sottile al fine di evitare problemi di ostruzione della struttura.

Figura 25 – Trincea drenante



Le trincee possono essere allocate in superficie o nel sottosuolo: quelle in superficie ricevono il deflusso superficiale direttamente dalle aree adiacenti mentre quelle nel sottosuolo possono ricevere il deflusso da altre reti drenanti, ma richiedono l'utilizzo di ulteriori pre-trattamenti per impedire che particolato grossolano, terreno e foglie occludano la struttura.

In Figura 26 è possibile osservare una tipica trincea d'infiltrazione. Essa è costituita da uno scavo nel quale sono posti tre strati di terreno:

1. il primo, partendo dall'alto, è uno strato che ha buone qualità relativamente alla crescita della vegetazione. Si evidenzia, a proposito, un aspetto molto importante: la vegetazione, nelle trincee e, generalmente, nelle aree di infiltrazione, è fondamentale non solo per garantire l'aspetto estetico, ma anche per la rimozione dei nutrienti e la fitodepurazione delle acque e, non ultimo, perché migliora la permeabilità del suolo;
2. il secondo (opzionale), sabbioso, ha buone caratteristiche filtranti;
3. il terzo è costituito da ghiaia o materiale naturale di elevata permeabilità per l'accumulo temporaneo d'acqua piovana.

I tre strati prima detti sono caratterizzati inoltre dall'aver conduttività idraulica crescente dall'alto verso il basso. Al contorno dello strato di detenzione è, generalmente, collocato un tessuto permeabile (geotessuto) che ostacola l'ingresso delle particelle fini all'interno del sistema.

In superficie si installa uno scarico di troppo pieno munito di pozzo d'osservazione, utile ad allontanare l'acqua in eccesso che provocherebbe inondazione in superficie.

Infine, nella trincea si colloca una condotta verticale forata, avente un diametro di circa 100÷200mm e munita di coperchio in superficie, allo scopo di osservare in ogni momento il livello idrico nello strato di base.

Per quel che riguarda il materiale di riempimento dello strato di base della struttura, può essere convenzionale (es. granito frantumato) ovvero non convenzionale (es. gabbie modulari in materiale plastico).

che a parità di volume di scavo garantiscono un maggiore volume dei vuoti). Nel primo caso il diametro massimo degli aggregati non deve eccedere i 40÷80 mm, il volume dei vuoti del riempimento deve aggirarsi intorno il 30-40% e l'intero strato di riempimento è circondato da un tessuto filtrante.

La pendenza in superficie della trincea d'infiltrazione deve essere inferiore al 5%, mentre è consigliabile che quella del fondo sia prossima a zero per evitare che il liquido trovi delle traiettorie preferenziali d'infiltrazione.

Tra i vantaggi delle trincee vi sono la possibilità di essere posizionate al di sotto della superficie del terreno (installazione sotto le zone di parcheggio) e la richiesta di spazi ridotti, fatto che le rende idonee alle zone urbane. Tra gli svantaggi vi sono gli elevati costi di costruzione e manutenzione e la possibilità di intasamento.

Figura 26 - Trincea d'infiltrazione (Technical Guidelines for Western Sydney 2004)

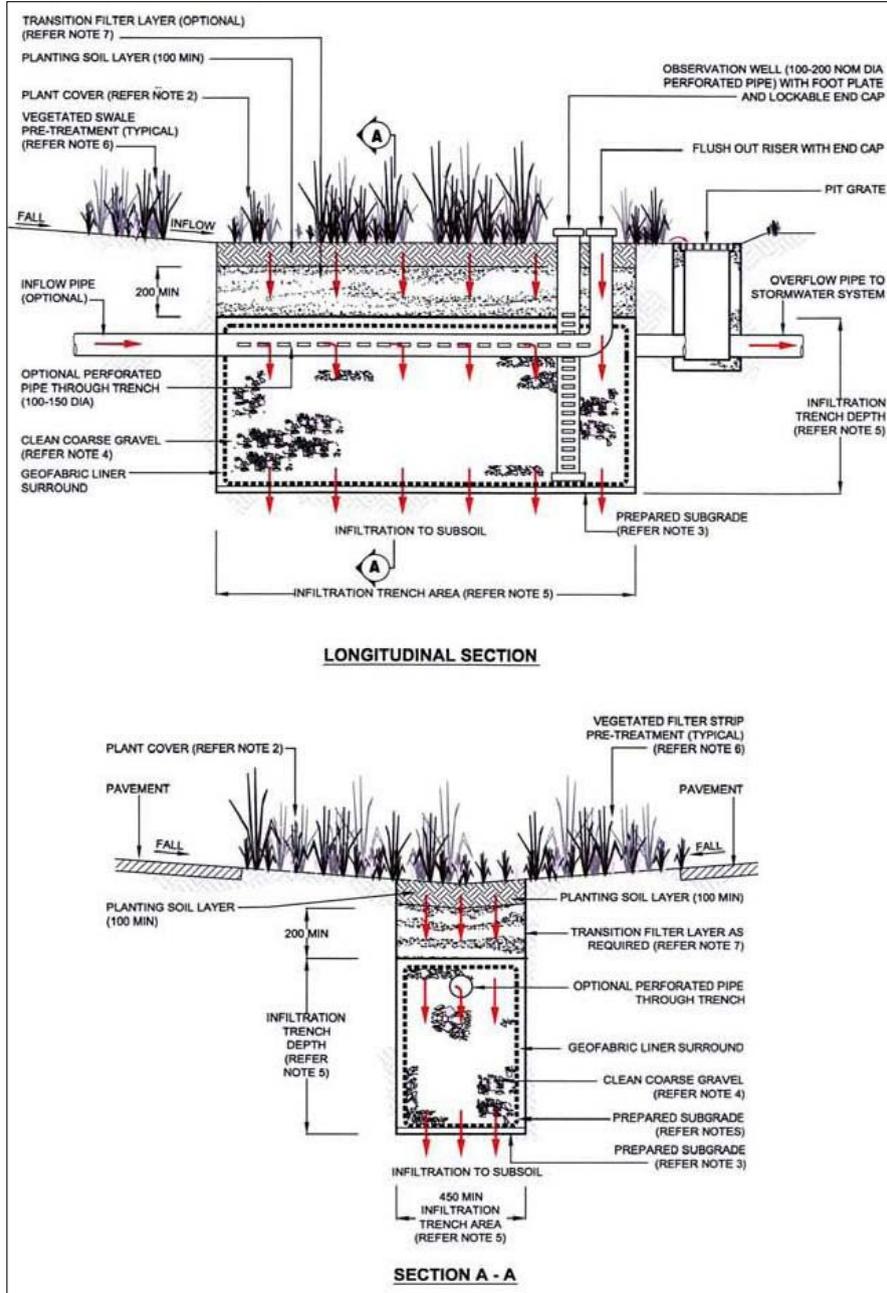


Figura 27 - Opere di infiltrazione [da: Urbonas e Stahre, 1993]

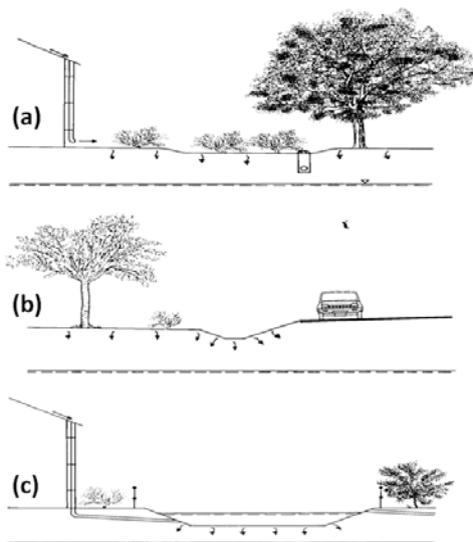


Figura 28 – Esempi di trincee d’infiltrazione



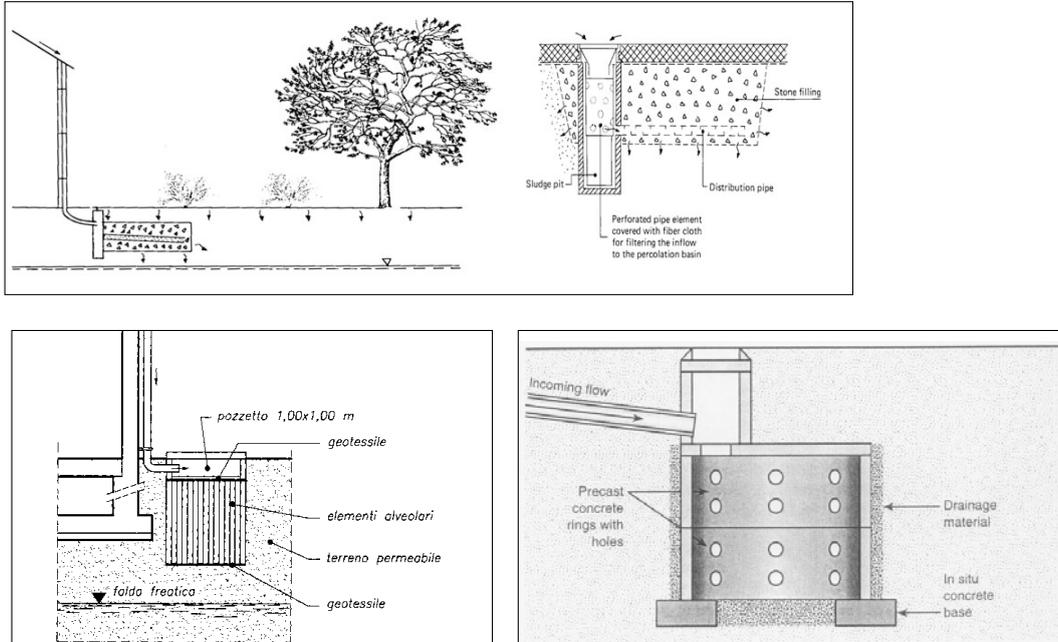
Pozzi d’infiltrazione

I pozzi d’infiltrazione sono strutture sotterranee localizzate, utilizzate principalmente per raccogliere ed infiltrare le acque di pioggia provenienti dai tetti di edifici residenziali e commerciali e/o dai piazzali (mentre, come visto, le trincee di infiltrazione sono preferibilmente utilizzate nelle strutture lineari).

I pluviali, per esempio, possono essere estesi fino al pozzo (Figura 29), che deve essere posizionato a distanza adeguata (almeno 3 metri) dalle fondamenta degli edifici.

La struttura esterna è generalmente prevista in materiale rigido (per esempio in cemento), mentre l’interno viene riempito con materiale inerte (ghiaia) con una porosità di almeno il 30%. I pozzi perdenti sono preferibilmente dotati di accesso ispezionabile al fine di garantirne la manutenzione e le prestazioni nel tempo.

Figura 29 – Esempi di pozzi d’infiltrazione



Anche per i pozzi d’infiltrazione può essere necessario prevedere l’inserimento di pre-trattamenti per l’intercettazione di sedimenti ed oli che possono ostruire la struttura. È opportuno inserire nelle grondaie dei filtri al fine di intrappolare particelle, foglie ed altri detriti.

Esistono anche in commercio dei piccoli manufatti che si inseriscono nelle grondaie e consentono il transito dell’acqua e l’espulsione delle foglie (Figura 30).

Figura 30 – Esempi di applicazioni per limitare il rischio di intasamento delle strutture di infiltrazione: filtro autopulente, filtro deviatore in linea, griglia per fogliame. (Questi esempi sono tratti, in particolare, dal sito www.3PTechnik.it)



Bacini e vasche d’infiltrazione

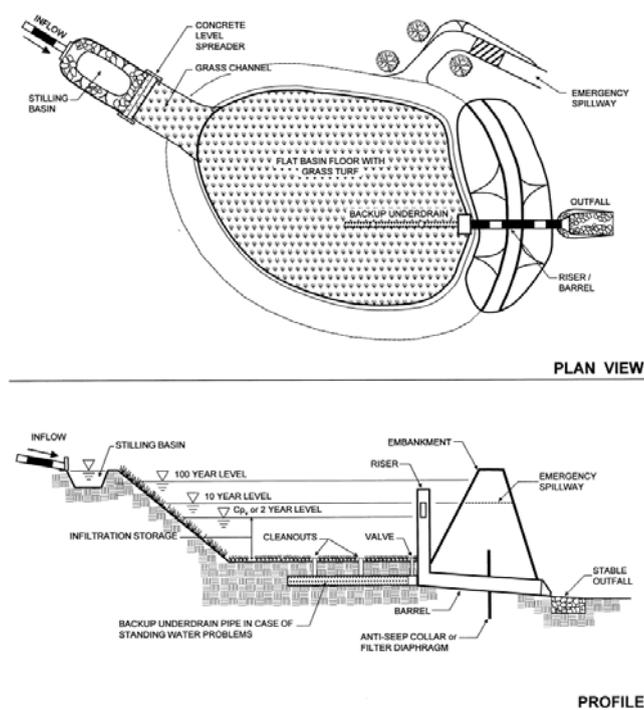
Le vasche e i bacini d’infiltrazione sono invasi a fondo permeabile.

I primi hanno generalmente i muri di contenimento in calcestruzzo e possono essere strutture anche sotterranee, mentre i secondi sono ricavati da depressioni naturali o artificiali nel terreno, quindi sempre a cielo aperto.

In entrambi i casi è indispensabile la formazione di una capacità di accumulo, come volano tra l'idrogramma di piena in arrivo e il regime delle portate infiltrate.

Nei bacini d'infiltrazione, in genere le pareti e il fondo del bacino sono ricoperte da un tappeto erboso, al fine sia di stabilizzare queste aree sia di esercitare un'azione filtrante per rimuovere le sostanze inquinanti presenti nelle acque di pioggia, come nutrienti e metalli disciolti. Inoltre, le radici vegetali possono aumentare la capacità di infiltrazione di un terreno poiché creano nello stesso dei condotti preferenziali in cui l'acqua si infiltra. Un esempio schematico di un bacino d'infiltrazione è riportato in Figura 31, mentre nella precedente Figura 19 sono riportate alcune immagini di bacini con funzione di laminazione e infiltrazione.

Figura 31 - Schema di un bacino di infiltrazione (Scheuler, 1992)



La profondità del bacino viene calcolata tenendo conto di un tempo massimo di ritenzione dell'acqua nel bacino stesso, usualmente posto inferiore alle 48 ore.

Uno dei problemi principali e delle critiche mosse a queste strutture è il rischio di inquinamento della falda. Se le acque di pioggia contengono elevate quantità di inquinanti, per esempio acque provenienti da siti industriali o da altre superfici suscettibili di inquinamento, i bacini d'infiltrazione non dovrebbero essere utilizzati, oppure dovrebbero essere preceduti da opportuni pre-trattamenti (come filtri o disoleatori). In ogni caso, è opportuno collocare il fondo del bacino a distanza di sicurezza dal livello massimo della falda. Devono, inoltre, essere rispettati i vincoli di rispetto delle aree di salvaguardia (pozzi, aree di ricarica della falda, ecc.) indicati nella normativa.

Anche con riferimento alle strutture (edifici) esistenti o in progetto, è bene collocare il bacino a distanza di sicurezza (indicativamente almeno pari ad un rapporto pari 1:1 tra la distanza dal piano seminterrato o interrato dell'edificio più vicino e il dislivello tra fondo vasca e quota dello stesso piano), per evitare problemi di infiltrazioni e conseguenti danni ai materiali.

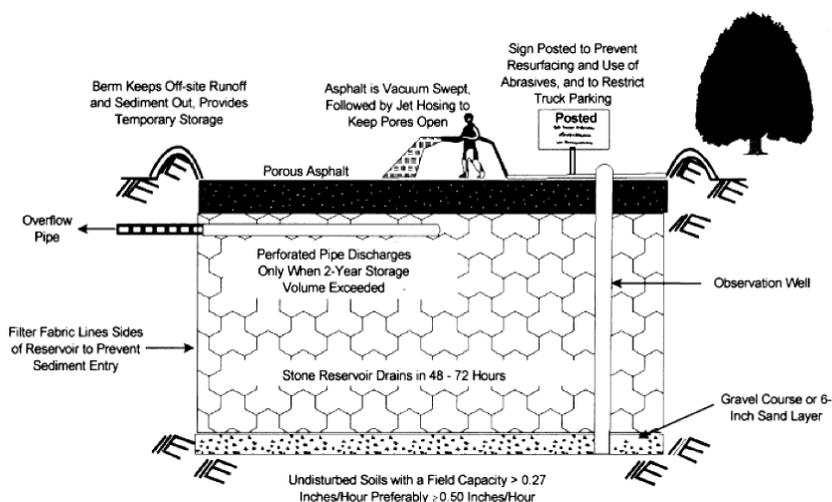
Tra i rischi di errato dimensionamento o mancanza di manutenzione di queste strutture, vi è la possibilità di mal funzionamento dovuto a terreno inadatto o ad intasamento, che possono portare a produzione di cattivi odori e al proliferare di insetti (zanzare, moscerini).

Per quanto riguarda la manutenzione, occorre provvedere alla rimozione regolare di foglie e detriti e nel prevedere una frequente potatura delle piante, degli arbusti e della vegetazione in genere. Occorre inoltre prevedere ogni 5÷10 anni di dissodare il terreno, in modo da rinnovarne lo strato superficiale.

Pavimentazioni permeabili

Le pavimentazioni permeabili sono una valida alternativa ai convenzionali lastricati di marciapiedi o zone pedonali che si propone di aumentare la permeabilità delle superfici e, conseguentemente, di minimizzare il deflusso superficiale (Figura 32).

Figura 32 - Schema di una pavimentazione permeabile (US EPA, 1998)



Esistono due tipi di pavimentazioni permeabili: continue e discontinue.

Le pavimentazioni permeabili continue sono realizzate in modo apparentemente simile alle pavimentazioni stradali normali, ma con conglomerati bituminosi o calcestruzzi permeabili, ottenuti eliminando dalla miscela la sabbia e gli altri inerti di granulometria fine. Le pavimentazioni permeabili discontinue sono invece ottenute accostando elementi prefabbricati in CLS, perforati e autobloccanti (Figura 33). In entrambi i casi al disotto della pavimentazione si realizza un sottofondo filtrante, composto da strati di granulometria crescente. Lo strato filtrante sottostante può anche essere isolato con una guaina impermeabile, trasformandosi in una specie di vasca di laminazione.

Le pavimentazioni permeabili discontinue permettono l'immediata infiltrazione di acqua di pioggia nella struttura sottostante la superficie. Un esempio sono i blocchi di calcestruzzo ed erba che formano una griglia di vuoti circondati da calcestruzzo compresso e offrono uno spazio di circa l'80% della superficie complessiva per far crescere l'erba e far infiltrare l'acqua.

Il vantaggio che le pavimentazioni permeabili discontinue presentano rispetto alle continue è in fase di ricostruzione per perdita di funzionalità. I mattoni o moduli permeabili sono rimossi, puliti e riutilizzati,

riducendo così i costi di ricostruzione, invece l'asfalto è rimosso e non più utilizzabile. Sempre in fase di rifacimento il letto di ghiaia e il tessuto filtrante sono sostituiti, mentre lo strato di base è ripristinato.

Le pavimentazioni permeabili discontinue sono collocate sopra una struttura riempita di ghiaia molto permeabile in modo che i vuoti fungano da bacino di accumulo del deflusso. Un filtro in tessuto è posto sotto il riempimento, in modo da evitare che le sottili particelle di terreno entrino nella struttura provocandone l'ostruzione.

In ogni caso le pavimentazioni permeabili continue e discontinue possono essere sagomate in modo da consentire la raccolta e laminazione anche parziale delle acque, prima dell'immissione nel sistema di drenaggio.

Figura 33 - Elementi modulari prefabbricati in calcestruzzo per pavimentazioni erbose (ASSOBETON, Associazione Nazionale Industrie Manifatti in Calcestruzzo Sezione Blocchi e Pavimenti)

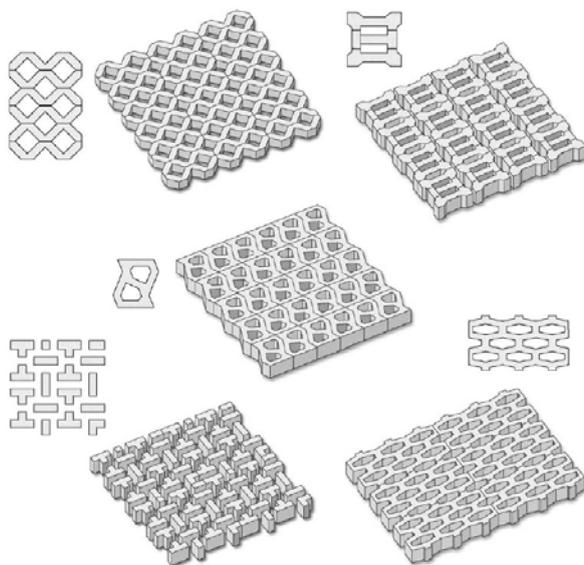


Figura 34 - Esempi di pavimentazioni permeabili



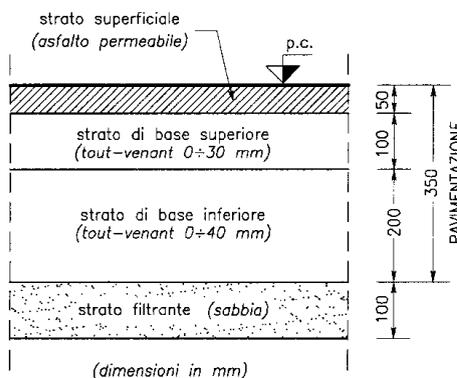
Nel progettare questo tipo di strutture è necessario considerare una serie di fattori come l'efficienza, l'impatto inquinante sul corpo ricettore e la localizzazione di siti adatti.

L'efficienza di una pavimentazione permeabile dipende, oltre che dalla corretta esecuzione e manutenzione dello strato più superficiale, dalla tipologia adottata per gli strati sottostanti, posti fra quello più superficiale

e il terreno di base. A sua volta, tale tipologia dipende dalla natura del sottosuolo: risulta infatti chiaro che, qualora questo possieda già buone caratteristiche drenanti, tali strati hanno solo la funzione di vettori delle portate infiltrate e di eventuale filtro nei confronti degli inquinanti da queste veicolate; invece, qualora non sussistano le garanzie di permeabilità del sottosuolo, l'intera pavimentazione assume un ruolo di accumulo, anche se temporaneo, delle acque infiltrate, che vengono gradualmente restituite al sistema drenante di cui la pavimentazione deve essere dotata e che è direttamente collegato al ricettore.

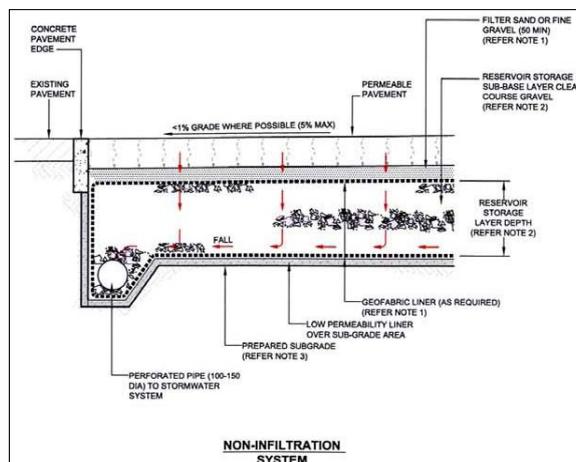
Nella seguente Figura 35, è riportato uno schema di pavimentazione permeabile continua: da essa si rileva chiaramente l'obiettivo di garantire una sufficiente permeabilità della pavimentazione stessa, grazie a due strati in ghiaia o pietrisco di pezzatura non superiore a 30÷40 mm, oltre che di proteggere il sottosuolo dalla filtrazione di inquinanti, mediante lo strato di sabbia (Watanabe, 1995).

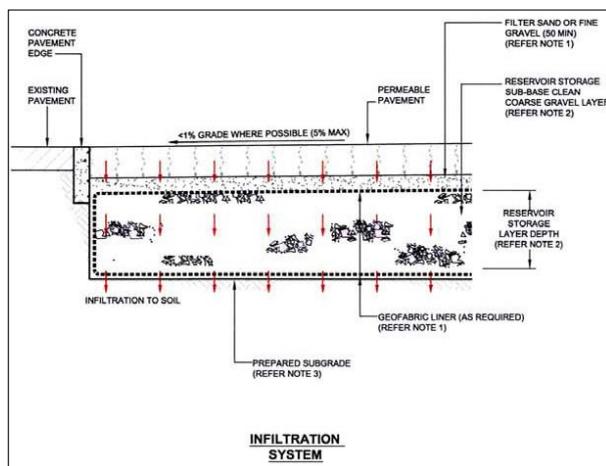
Figura 35 – Esempio di pavimentazione porosa



Invece nella seguente Figura 36 vengono riportati due schemi di pavimentazioni drenanti con due differenti “strutture a serbatoio”, dimensionate al fine di garantire una prefissata capacità di accumulo. la prima struttura prevede uno scarico solamente mediante la rete di drenaggio, la seconda prevede l’infiltrazione. Oltre ai materiali tradizionali (sabbia, ghiaia), possono essere utilizzati anche quelli sintetici, caratterizzati da una percentuale di vuoti superiore al 90%, grazie alla particolare forma a nido d'ape (Balades e altri, 1995).

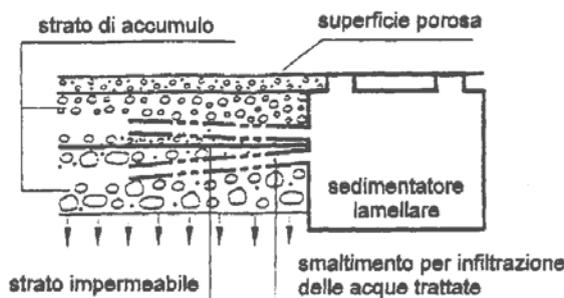
Figura 36 – Schema di pavimentazioni drenanti con due diversi tipi di drenaggio (Technical Guidelines for Western Sydney 2004)





Nel caso in cui si voglia proteggere il sottosuolo dalla propagazione di inquinanti, e in particolar modo dai pericoli di occlusione prodotta dalla presenza di eccessive concentrazioni di solidi sospesi nelle acque infiltrate, si può ricorrere alla realizzazione di due strutture serbatoio sovrastanti, in comunicazione mediante due sistemi di dreni collegati da un bacino di sedimentazione, attraverso il quale le acque devono obbligatoriamente passare per raggiungere il serbatoio sottostante (Figura 37) (Balades e altri, 1991).

Figura 37 - Esempio di strutture serbatoio con pretrattamento delle acque a monte dell'infiltrazione nel suolo (Balades e altri, 1991)



Indagini su campo eseguite in Florida hanno evidenziato che le pavimentazioni filtranti utilizzate nelle aree di parcheggio, se correttamente installate e controllate, continuano ad infiltrare le acque piovane anche dopo 15 anni.

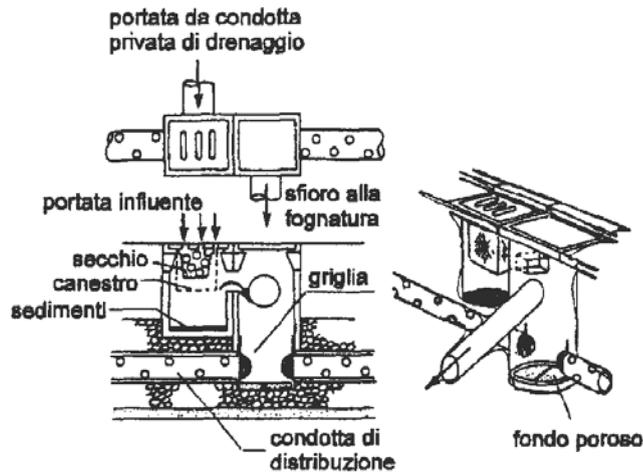
Caditoie filtranti

Attraverso l'utilizzo delle caditoie filtranti si cerca di facilitare l'infiltrazione nel suolo delle acque di origine meteorica che si raccolgono sui tetti o sulle superfici stradali (Figura 38).

Le acque accumulate lungo le cunette stradali sono scaricate in caditoie munite di una prima camera finalizzata alla separazione dei solidi grossolani (foglie e inerti); successivamente, le acque passano in una seconda camera, munita di fondo drenante, da cui si diparte la trincea drenante.

L'ingresso in questa è protetto da una griglia, al fine di evitare pericoli di occlusione; anche in questo caso, un tubo centrale consente l'avvio delle acque in fognatura, qualora venga superata la capacità d'infiltrazione del sistema, evitando così il pericolo di allagamenti superficiali. La manutenzione di tali strutture consiste nella rimozione dei materiali grigliati o sedimentati alcune volte l'anno.

Figura 38 - Esempio di caditoia utilizzata per lo smaltimento delle acque provenienti da superfici stradali (Fujita, 1994)



In relazione al dimensionamento delle caditoie si può fare riferimento agli stessi metodi validi per le trincee drenanti.

4. ALTRE OPERE DI INVARIANZA IDROLOGICA: TETTI E PARETI VERDI

Il verde pensile e le pareti verdi si inseriscono a pieno titolo tra gli strumenti di mitigazione e compensazione ambientale, presentando le seguenti utilità:

- riducono gli afflussi ai sistemi di drenaggio mediante la ritenzione e la detenzione delle acque meteoriche;
- permettono di contenere l'aumento delle temperature, attraverso l'evapotraspirazione e l'assorbimento della radiazione solare incidente
- abbattano considerevolmente il ricircolo delle polveri inquinanti, mediante la capacità di assorbimento e trattenuta delle stesse
- preservano la biodiversità grazie alla creazione di nuovi ambienti di vita per animali e piante;
- mitigano l'inquinamento acustico con la riduzione della riflessione del suono all'esterno e della diffusione all'interno;
- attuano i processi del ciclo dell'acqua, tramite la ritenzione (immagazzinamento e dispersione) del volume di pioggia.

Le diverse tecnologie attualmente impiegate per la realizzazione dei tetti verdi e, in generale, del verde pensile, devono riprodurre, in linea di principio, una stratificazione composta da diversi elementi, oltre all'elemento di supporto strutturale (soletta, copertura) e all'elemento di tenuta (impermeabilizzazione) che rappresentano la superficie di posa per il verde pensile. Vengono, infatti, generalmente impiegati i seguenti elementi:

1. strato antiradice (integrato o meno) e strato d'accumulo e protezione meccanica;
2. strato drenante;
3. strato filtrante;
4. substrato di vegetazione;
5. accessori (per il drenaggio e l'irrigazione);
6. vegetazione.

Figura 39 - Tecniche costruttive convenzionali di tetto verde estensivo (tratti dall'articolo Green Roofs as Urban Ecosystems: Ecological Structures, Functions, and Services, pubblicato sul sito <http://www.bioone.org> dell'American Institute of Biological Sciences). (a) Impianti completi: ogni componente, compresa la membrana del tetto, viene installato come parte integrante del tetto. (b) Impianti modulari: vassoi di vegetazione coltivata ex situ vengono installati al di sopra del sistema di copertura esistente. (c) strati di vegetazione precoltivata: il terreno di coltura, le piante, stuoie di drenaggio, e le barriere vengono srotolate sulla copertura esistente. Grafica: Jeremy Lundholm

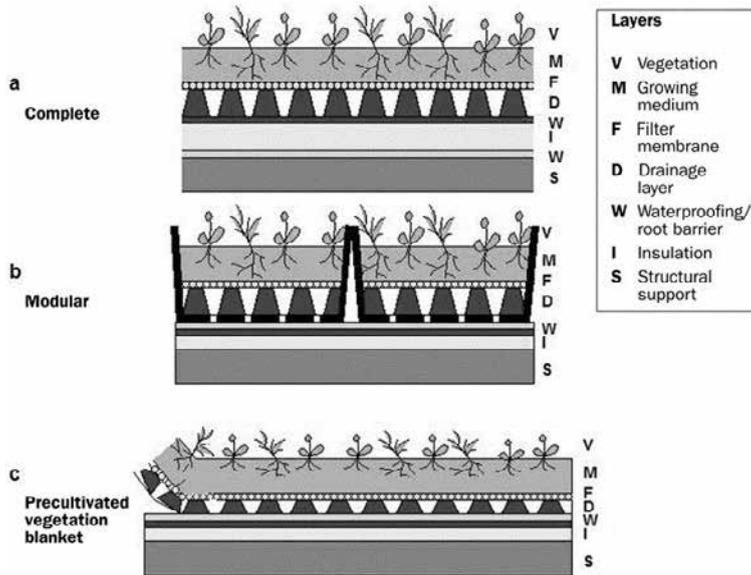


Figura 40 – Schema della composizione di un tetto verde (da Palla et al, Università di Genova, in atti del corso di aggiornamento Stadium tenuto dal Politecnico di Milano – Marzo 2012)

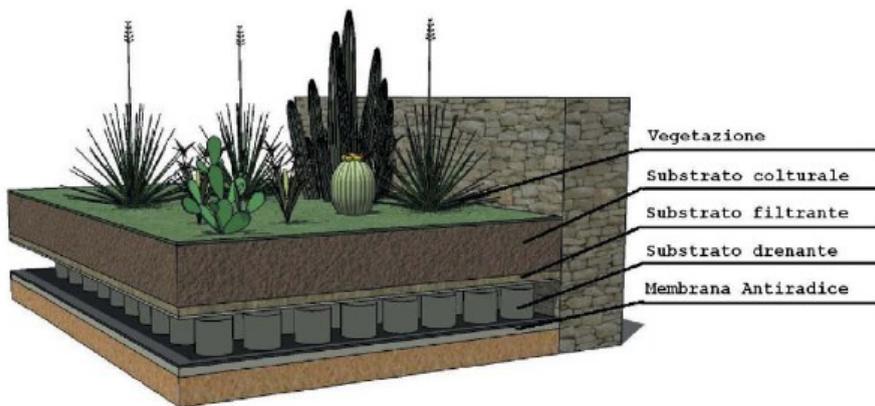


Figura 41 - Esempio pratico di tecnica costruttiva di tetto verde/ verde pensile



Le esperienze effettuate su molteplici siti pilota, ad esempio quelle effettuate presso l'Università di Genova, indicano che le prestazioni idrauliche di una copertura verde sono molto influenzate dalle condizioni meteo climatiche in cui avviene la precipitazione, comportando comunque riduzioni significative sia dei volumi idrici scaricati sia delle portate di picco degli idrogrammi per effetto della volatizzazione esercitata dal volume idrico contenuto nel substrato dell'apparato sia del consumo per evapotraspirazione dell'acqua di imbibizione del medesimo.

Alcune indicazioni tecniche possono essere ricavate dal sito dell'EPA (United States Environmental Protection Agency), agenzia governativa statunitense per la protezione dell'ambiente, il cui sito internet risulta molto esaustivo e utile (www.epa.gov), anche in base alla lunga esperienza in termini di utilizzo di sistemi LID.

Nel sito sono presenti anche utili riferimenti a studi condotti in merito all'efficienza dei tetti. Si riportano qui, in particolare, le conclusioni del seguente studio pubblicato dall'EPA: EPA/600/R-09/026 February, 2009 (Il lavoro è stato svolto dal Penn State Green Roof Center of The Pennsylvania State University at University Park, PA)

Questo progetto ha valutato i tetti verdi come strumento di gestione delle acque piovane, in termini di riduzione del volume scaricato e del controllo degli inquinanti. In particolare, sono stati confrontati: la quantità e la qualità del deflusso dai tetti verdi e asfaltati pianeggianti; l'evapotraspirazione da tetti verdi piantumati e l'evaporazione da tetti spogli. Sono stati studiati l'influenza del tipo e dello spessore del supporto e l'effetto dei periodi asciutti (e secchi) durante l'impianto del sistema verde, sullo sviluppo delle piante e sulla gestione a lungo termine del pH dei supporti. L'obiettivo del progetto era quello di fornire dati di alta qualità che possano essere utilizzati per fornire indicazioni attendibili di volumi di deflusso e di carichi prevedibili dai tetti verdi, oltre a valutare i fattori di impatto sulla crescita e lo sviluppo delle piante. I risultati indicano che i tetti verdi sono in grado di rimuovere il 50% del volume annuale delle precipitazioni da un tetto attraverso la conservazione e l'evapotraspirazione. La rimanente parte di precipitazione deve essere trattenuta mediante una laminazione. Naturalmente ogni precipitazione reale può generare effetti molto variabili in funzione delle sue caratteristiche in termini di durata, intensità, nonché in funzione dello stato del supporto all'inizio del fenomeno. Si sottolinea anche il fatto che il deflusso dal tetto verde contiene concentrazioni non trascurabili di alcune sostanze nutritive e di altri parametri, ma i valori riscontrati sono in linea con altri sistemi piantumati.

Un'altra fonte (Figura 42) mostra di fatto lo stesso ordine di grandezza di efficacia del verde pensile in termini di laminazione delle acque meteoriche.

Figura 42 - Confronto tra la capacità di regimazione idrica di una copertura con zavoratura in ghiaia e una copertura a verde pensile estensivo con spessore del substrato di 10 cm (Germania)

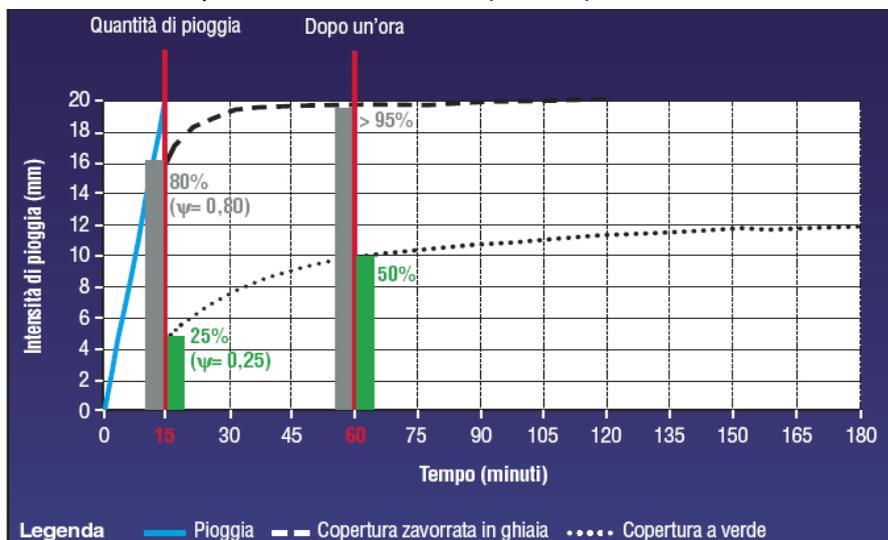


Figura 43 - Esempi di applicazione di verde pensile orizzontale e inclinato



I tetti e le pareti verdi, oltre ai suddetti indubbi vantaggi di tipo idrologico e ambientale, anche per le ottime ricadute in termini di minore esigenza energetica di condizionamento degli ambienti interni, presentano per contro oneri manutentivi (soprattutto le pareti verdi) non indifferenti che devono essere opportunamente considerati in un bilancio costi-benefici complessivo.

5. OPERE DI SCARICO E MANUFATTI DI CONTROLLO

Il manufatto idraulico per la regolazione e restituzione alla fognatura o al corpo idrico ricevente della portata di acque meteoriche ammessa al recapito dovrà essere costituito da pozzetto a doppia camera, tale da consentire l'ispezionabilità dello scarico e la misura delle portate scaricate e delle tubazioni di collegamento con il ricettore. Gli schemi riportati in Allegato I possono essere un utile riferimento tecnico.

Sarà opportuno, per le installazioni relative a piccole estensioni e per le quali, quindi, risulta più problematico garantire contemporaneamente una ridotta portata di deflusso e la garanzia di non ostruzione della tubazione di scarico, installare, in corrispondenza dello scarico, opportuni sistemi di regolazione di portata a luce variabile (Figura 44) o i regolatori di portata a vortice (Figura 45).

Il loro scopo è quello di mantenere la portata in uscita il più possibile costante al variare del carico idraulico. Generalmente sono bocche a battente con paratoie regolabili, con imbocco mobile o deformabile.

Figura 44 - Sistemi di regolazione di portata a luce variabile per la gestione delle portate scaricate dalle opere di laminazione

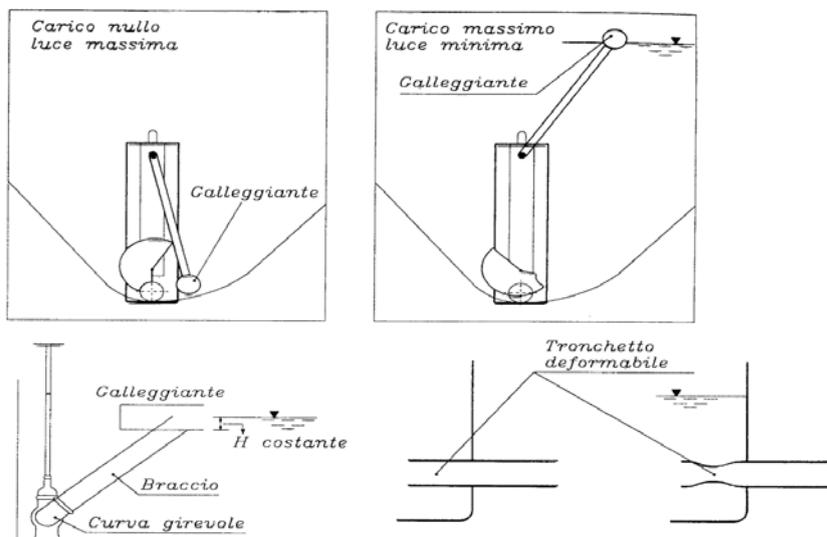
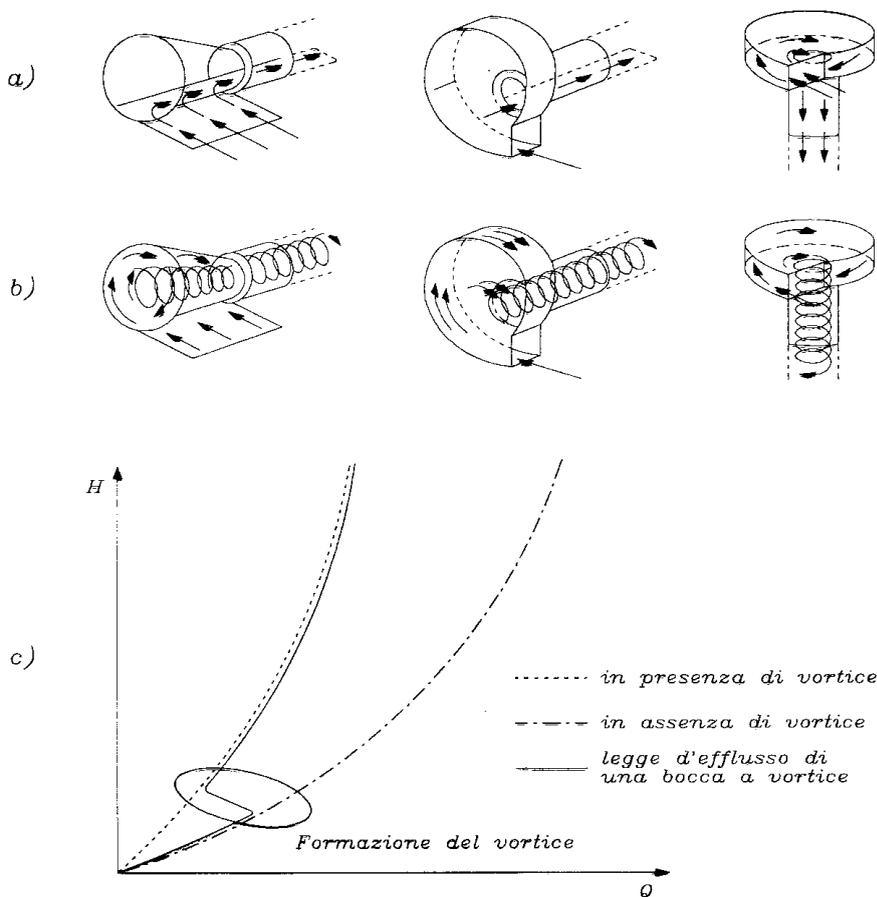


Figura 45 - Regolatori di portata a vortice



Essi vengono chiamati anche hydrobrake o vortex amplifier nella terminologia anglosassone. Possono essere a due o a tre vie. Il moto vorticoso riduce sensibilmente il coefficiente d'efflusso a valori prossimi a $(0.2 \div 0.3)$. La loro installazione consente di mantenere le luci di efflusso più ampie, quindi meno intasabili, e di garantire l'autopulizia dello scarico per effetto del vortice.

Infine, qualora fosse temibile il rigurgito dal ricettore, risulta opportuno installare sull'uscita una valvola di non ritorno o ventilabro, a protezione degli invasi propri, a salvaguardia dalla intromissione di acque parassite per il sistema acque meteoriche.