

## SOMMARIO

0. PREMESSA	1
1. ORGANIZZAZIONE DELL'ATTIVITA	4
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	5
2.1 DESCRIZIONE DEL TERRITORIO	6
2.2 RICETTORI - RETICOLO IDROGRAFICO	6
2.3 DESCRIZIONE GENERALE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO URBANO	7
2.3.1 Inquadramento generale	7
2.3.2 Bacini	8
2.3.3 Rete	10
2.3.4 Impianti disperdenti e/o volanizzazione	11
3. STUDI PREGRESSI E RACCOLTA DATI	12
3.1 Punti critici monitorati	12
3.1.1 Criticità evidenziate dall'attività di gestione	12
3.1.2 Aree storicamente soggette ad allagamenti - problematiche segnalate dagli uffici comunali	14
4. MODELLAZIONE DELLA RETE FOGNARIA E DEL TERRITORIO	18
4.1 Livello di dettaglio dell'apparato modellistico	18
4.2 Dati reperiti e utilizzati per la costruzione del modello	18
4.2.1 Rilievo della rete (CAP, 2014)	18
4.2.2 Modello idraulico tarato della rete fognaria (CAP, 2021)	19
4.2.3 Modello Digitale del Terreno (DTM)	20
4.3 Scelta del modello	21
4.3.1 Codice di calcolo	21
4.3.2 Ipotesi modellistiche	23
4.4 Condizioni al contorno	24
4.4.1 Condizioni al contorno Geometriche	24
4.4.2 Condizioni al contorno Idrologiche	25
4.4.3 Condizioni al contorno Idrauliche	28
4.4.4 Condizioni iniziali	28
5. PROCEDURE DI CALIBRAZIONE	29
5.1 Calibrazione - tempo asciutto	31
5.2 Calibrazione durante eventi meteorici per il modello della rete	32

<b>5.3</b>	<b>Validazione del modello</b>	<b>33</b>
<b>6.</b>	<b>ANALISI STATO DI FATTO E CRITICITA'</b>	<b>49</b>
<b>6.1</b>	<b>Risultati delle simulazioni</b>	<b>49</b>
6.1.1	RETICOLO IDRICO PRINCIPALE	53
<b>6.2</b>	<b>SINTESI DELLE PROBLEMATICHE IDRAULICHE E IDROLOGICHE INDIVIDUATE</b>	<b>54</b>
<b>6.3</b>	<b>SCARICATORI DI PIENA</b>	<b>55</b>
<b>7.</b>	<b>SCENARIO DI INTERVENTO</b>	<b>56</b>
<b>7.1</b>	<b>INTERVENTI STRUTTURALI</b>	<b>56</b>
[IS01]	Piano Potenziamento Servizio Fognatura Comune di Marcallo con Casone - 9293_13	56
[IS02]	Lavori sulla vasca di dispersione in Comune di Marcallo con Casone - 6654_3	58
7.1.1	INTERVENTI A PIANO INVESTIMENTI AMIACQUE	58
<b>7.2</b>	<b>INTERVENTI STRUTTURALI PREVISTI DAL PRESENTE ELABORATO</b>	<b>59</b>
7.2.1	SCELTE E IPOTESI PROGETTUALI GENERALI	59
[IS03]	MIGLIORAMENTO DEFLUSSO DEL COLLETTORE DI VIA GORNATI E DISCONNESSIONE ACQUE METEORICHE DI VIA MAGELLANO NORD	61
[IS04]	SISTEMAZIONE RETE MISTA DI VIA MAGELLANO SUD	65
[IS05]	RIPRISTINO SEZIONE TUBAZIONE IN VIA DE GASPERI ANGOLO VIA PASTEUR E DISCONNESSIONE CADITOIE STRADALI	67
[IS06]	DISCONNESSIONE RETE DI DRENAGGIO ACQUE METEORICHE IN VIA MANZONI	71
[IS07]	MIGLIORAMENTO SISTEMA INFILTRAZIONE SOTTOPASSO VIA MENADRAGO	74
[IS08]	SISTEMAZIONE PLANIMETRICA COLLETTORE MARCALLO VICINO A VIA EINSTEIN	76
[IS09]	SISTEMA DI MONITORAGGIO ED ALLARME ALLAGAMENTI DEI SOTTOPASSI	79
<b>7.3</b>	<b>RIASSUNTO INTERVENTI STRUTTURALI</b>	<b>80</b>
<b>7.4</b>	<b>AREE DA DESTINARE AD INTERVENTI DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA</b>	<b>80</b>
<b>7.5</b>	<b>ULTERIORI INTERVENTI STRUTTURALI</b>	<b>80</b>
<b>7.6</b>	<b>INTERVENTI NON STRUTTURALI</b>	<b>84</b>
<b>8.</b>	<b>PRIORITA' DI INTERVENTO</b>	<b>85</b>
<b>9.</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>86</b>
<b>10.</b>	<b>ALLEGATI</b>	<b>87</b>
<b>10.1</b>	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO UTILIZZATI</b>	<b>87</b>
<b>10.2</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>88</b>
<b>10.3</b>	<b>REGISTRO DATI UTILIZZATI</b>	<b>89</b>
<b>10.4</b>	<b>ELENCO DEI PUNTI DI RECAPITO MODELLATI DELLA RETE FOGNARIA</b>	<b>90</b>

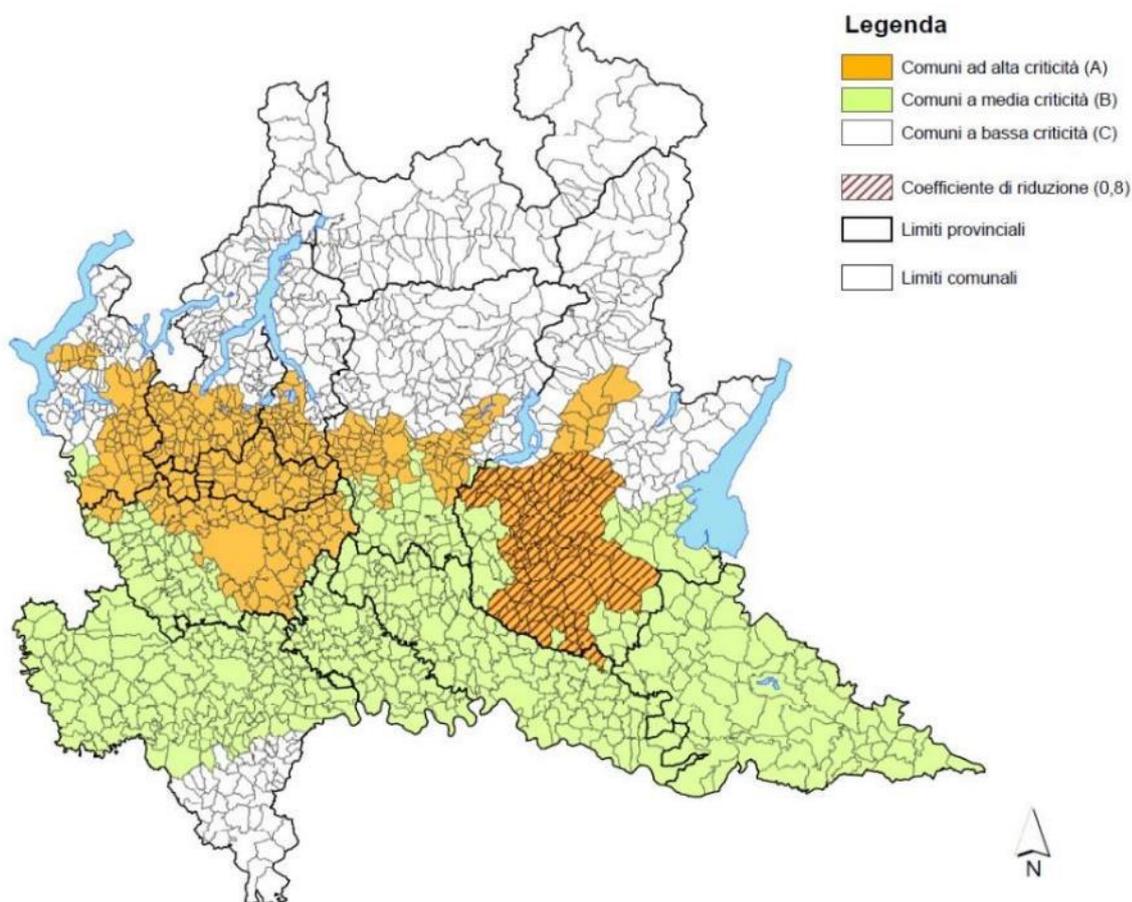


# STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO - RELAZIONE IDRAULICA

## 0. PREMESSA

Il presente documento è stato elaborato ai fini della predisposizione dello studio comunale di gestione del rischio idraulico del Comune di Marcallo con Casone 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 Marcallo con Casone (MI) ricade, secondo l’art. 7 del citato Regolamento, in area B, a media criticità idraulica.



**Fig. 0-1: 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 così 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:*

1. la definizione dell'evento meteorico di riferimento per tempi di ritorno di 10, 50 e 100 anni;
  2. 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;
  3. la delimitazione delle aree soggette ad allagamento (pericolosità idraulica) per effetto della conformazione morfologica del territorio e/o per insufficienza della rete fognaria. [...]
  4. 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;
  5. l'indicazione, comprensiva di definizione delle dimensioni di massima, delle misure strutturali, quali vasche di laminazione con o senza disperdimento in falda, vie d'acqua superficiali per il drenaggio delle acque meteoriche eccezionali, e l'indicazione delle misure 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;
  6. 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;
- 6 bis. 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:

" 3.1. 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).

3.2. 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;

3.3. 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;

3.4. 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;

3.5. 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, ovvero sarà 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 di Cap Holding (2019).

## 1. ORGANIZZAZIONE DELL'ATTIVITA

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: descrive il contesto spaziale di studio e la rete fognaria del comune di Marcallo con Casone con le relative caratteristiche;
- Capitolo 3: raccoglie i dati disponibili e gli studi pregressi con lo scopo di raggiungere la maggiore completezza delle informazioni;
- Capitolo 4: descrive il modello matematico, eseguito da CAP Holding, che riproduce lo stato di fatto della rete fognaria per gli scenari con tempo di ritorno 10, 50 e 100 anni;
- Capitolo 5: descrive la taratura 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 stato di fatto 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. È riportata inoltre una stima dei volumi minimi di laminazione per gli ambiti di trasformazione;
- Capitolo 8: sono definite le priorità di realizzazione degli interventi strutturali proposti;
- Capitolo 9: riporta le conclusioni relative allo studio;
- Capitolo 10: allegati.

## 2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il Comune di Marcallo con Casone appartiene amministrativamente alla Città Metropolitana di Milano e ne risulta ubicato nella porzione occidentale, con quote topografiche comprese tra la quota massima di circa 155 m s.l.m. a Nord Est, presso il centro abitato di Casone e la quota minima di circa 140 m s.l.m. a Sud ovest, in direzione della valle del Fiume Ticino; il Comune risulta attraversato dall’Autostrada A4 (Torino – Milano) in direzione est-ovest.



Figura 2-1 - Posizione del Comune nella Provincia di appartenenza

Il territorio comunale è caratterizzato da una morfologia per lo più pianeggiante e dall’assenza di corsi d’acqua naturali (RIP, RIM), ad eccezione di una fitta rete di canali a scopo irriguo (RIB) riportati nella Relazione Generale.

I dati principali che descrivono il comune di Marcallo con Casone sono riportati nella seguente tabella:

ABITANTI	6'133 (ISTAT 2021)
SUPERFICIE	8,13 km <sup>2</sup>
DENSITÀ	754 ab/km <sup>2</sup>
CONFINI COMUNALI	Nord: Ossona, Mesero
	Est: Santo Stefano Ticino
	Sud: Magenta
	Ovest: Bernate Ticino, Boffalora sopra Ticino

Tab. 2-1 – Dati del Comune di Marcallo con Casone

## 2.1 DESCRIZIONE DEL TERRITORIO

Il territorio è descritto in dettaglio nell'ambito dello Studio Geologico a supporto della pianificazione comunale e degli elaborati del P.G.T. elencati in precedenza, a cui si rimanda per approfondimenti.

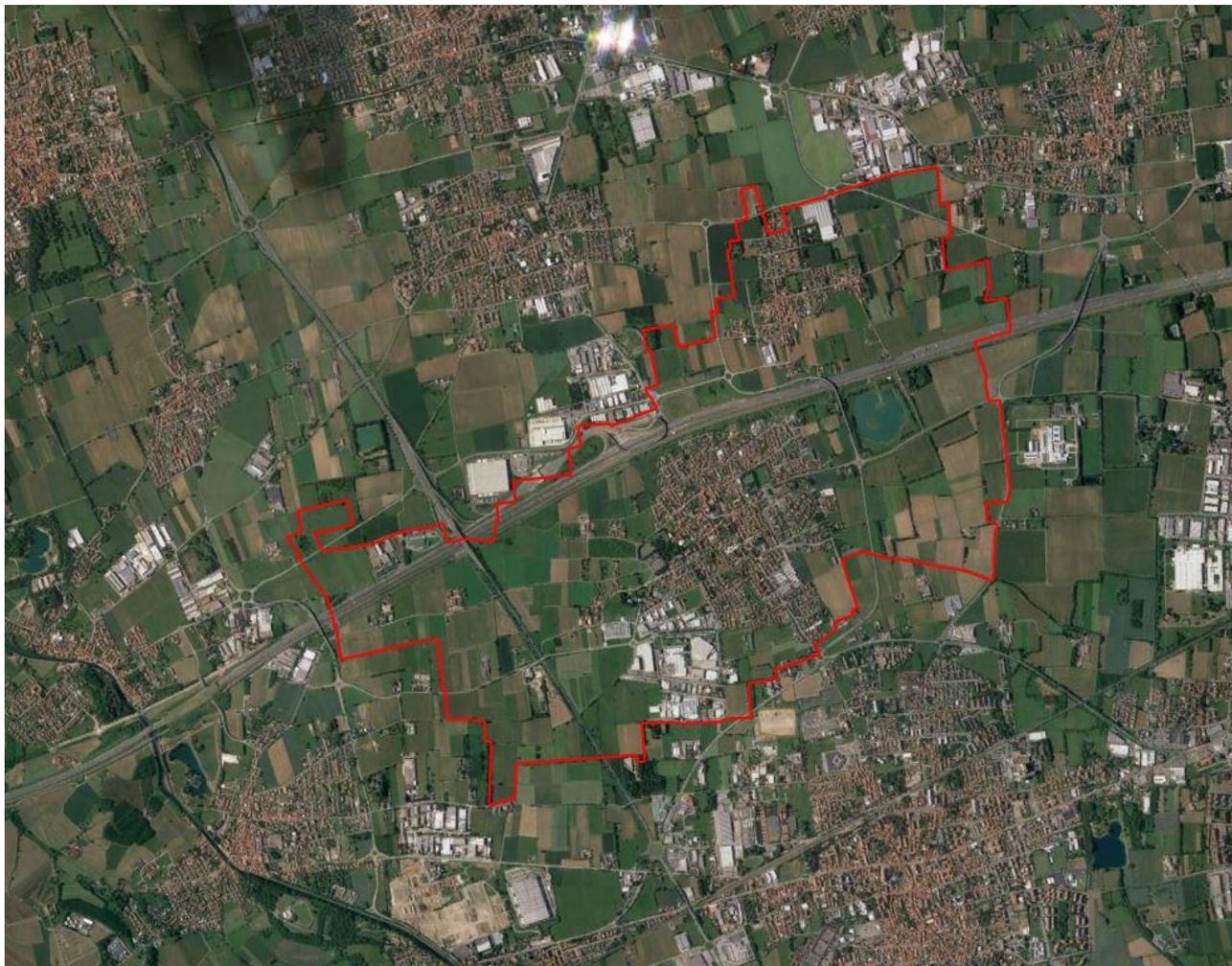


Fig. 2-1 - Immagine aerea di Marcallo con Casone - Ortofoto Lombardia

## 2.2 RICETTORI - RETICOLO IDROGRAFICO

Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione generale (Capitolo 1.1.2 e relativi).

## 2.3 DESCRIZIONE GENERALE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO URBANO

### 2.3.1 Inquadramento generale

La rete fognaria di Marcallo con Casone convoglia le acque raccolte all'interno di n. 3 collettori consortili: uno proveniente da Asmonte, frazione di Osson, uno proveniente da Inveruno e uno proveniente da Cuggiono (Figura 2-2). Questi collettori trasportano i reflui raccolti fino al confinante comune di Magenta e, successivamente, vengono convogliati al depuratore n. 5291 di Robecco sul Naviglio situato in Località Cascinello Valerio (n. 43 in Figura 2-2). Per il depuratore di Robecco sul Naviglio si stima una percentuale media di acque parassite del 40% per l'intero agglomerato.

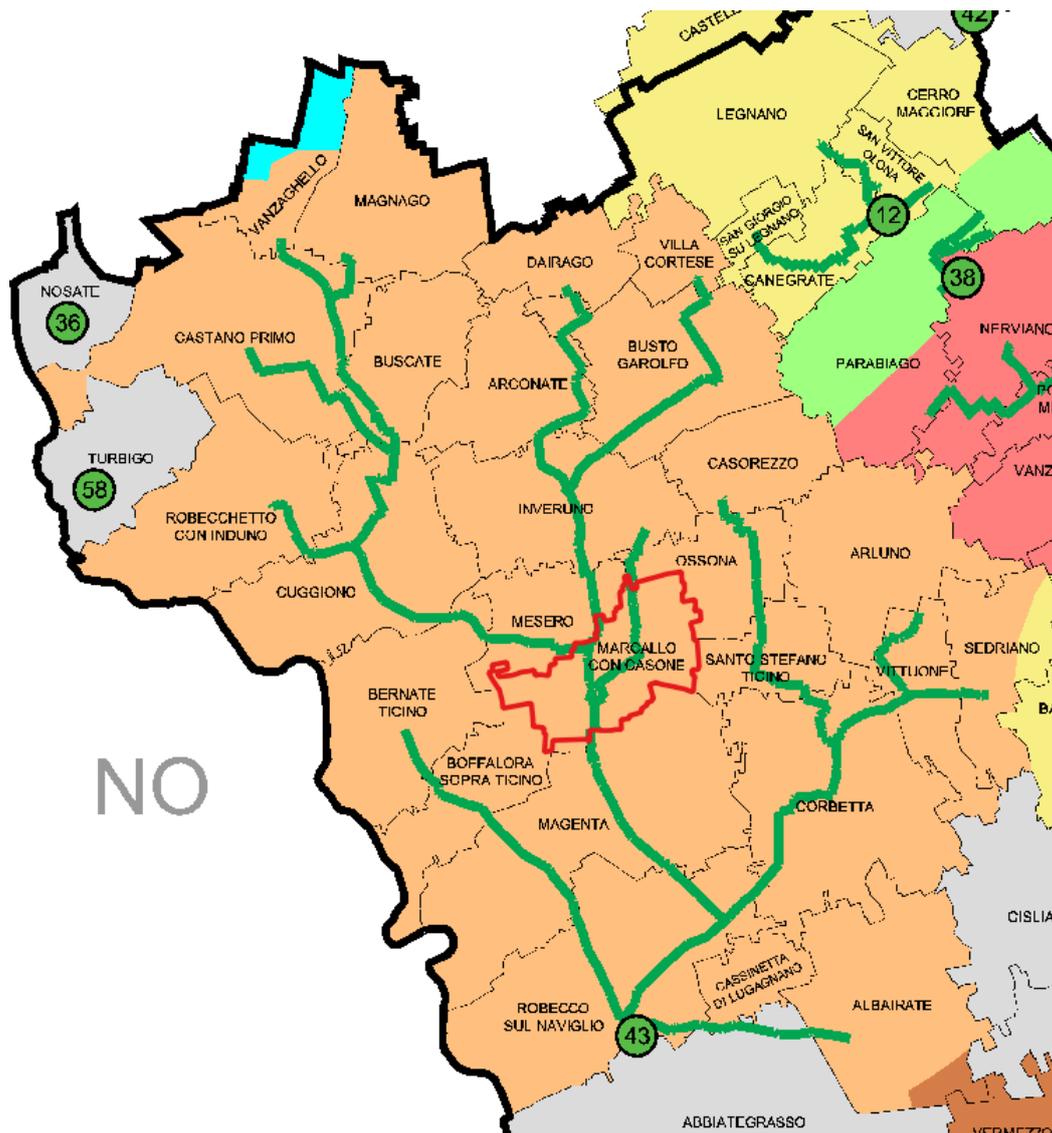


Figura 2-2 – Macrobacino di afferenza del Comune

### 2.3.2 Bacini

Con riferimento al rilievo condotto nel 2014, il territorio comunale di Marcallo con Casone si può suddividere in n.6 bacini di raccolta principali, come mostrato dalla Figura successiva.

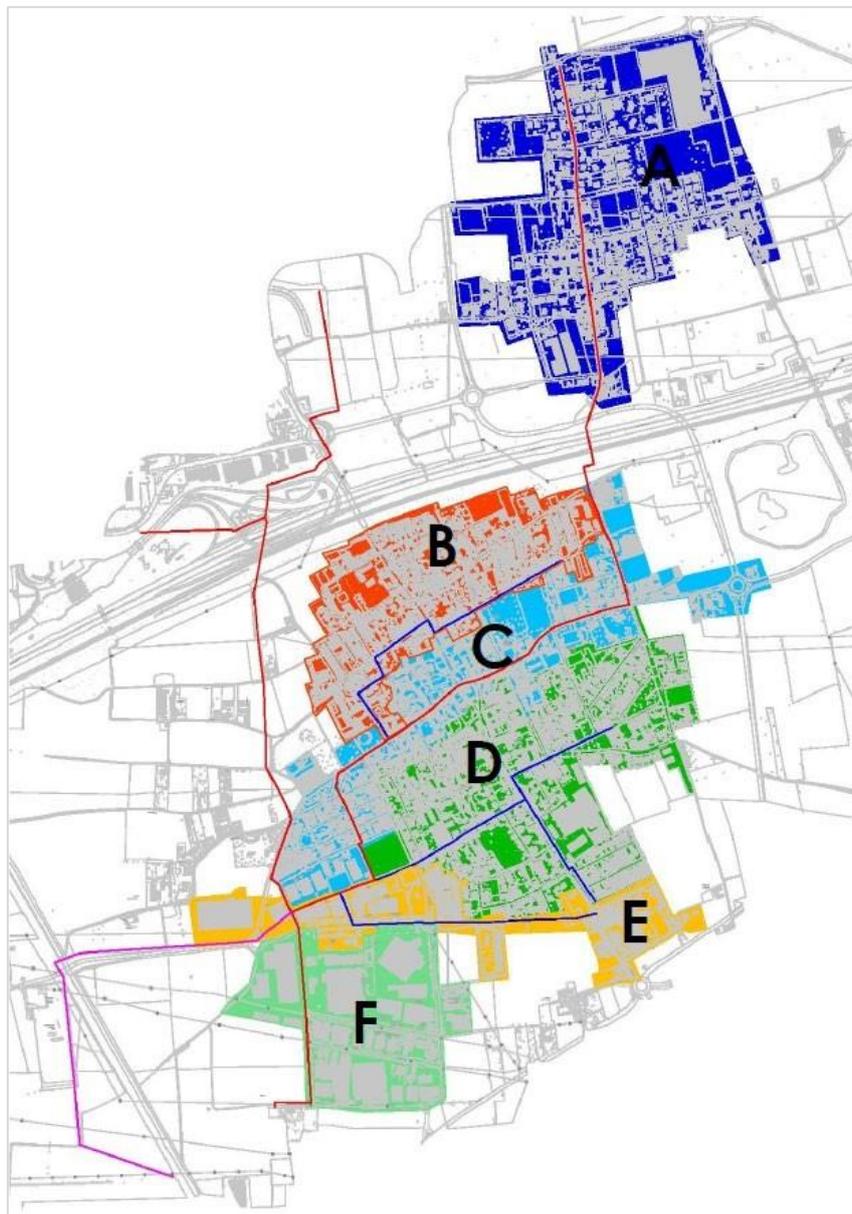


Figura 2-3 - Bacini di raccolta della rete fognaria

In particolare:

- Il **bacino di raccolta A** raccoglie le acque reflue dell'area urbanizzata nella zona Nord del territorio comunale. In questo bacino di raccolta, le acque reflue vengono raccolte da condotte esclusivamente di tipo misto e successivamente convogliate nella condotta principale (collettore intercomunale in arrivo da Ossona) che si sviluppa in direzione Nord-Sud a partire dal confine comunale con Osson; essa esce poi dal bacino, il cui confine è stato identificato nell'estremità Sud di via Jacini, e dopo aver attraversato l'Autostrada A4 Torino-Trieste entra nel bacino "C".

La condotta principale ha origine dalla cameretta n.405, posta in via Jacini, si sviluppa poi verso Sud fino alla cameretta n.549 posta all'interno dell'area autostradale; in questo tratto, in corrispondenza di ogni incrocio stradale, la condotta riceve i reflui delle vie che con esso si intersecano.

All'interno del bacino "A" non sono presenti reti di raccolta per le acque meteoriche, le quali vengono convogliate all'interno delle condotte di fognatura mista.

- Il **bacino di raccolta B** raccoglie le acque reflue di un'area residenziale immediatamente a Sud dell'Autostrada A4 Torino-Trieste. In questo bacino di raccolta le acque reflue raccolte sono esclusivamente di tipo misto, fatta eccezione per la rete di smaltimento delle acque meteoriche del sottopasso dell'Autostrada A4 Torino-Trieste (via Varese); le acque reflue miste vengono convogliate nella condotta principale che si sviluppa lungo la direttrice Est-Ovest a partire da via Pasubio fino al recapito, posto in via Manzoni, nel collettore intercomunale.

La condotta principale ha origine dal chiusino n.651, posizionato in via Pasubio, prosegue lungo via Pasubio ricevendo i reflui della zona Nord del bacino in corrispondenza degli incroci; gira poi verso Nord in via Varese (cameretta n.696) e immediatamente dopo (cameretta n.40) a Ovest in via Volta, ricevendo da Nord le acque reflue di via Varese e delle vie circostanti; prosegue quindi verso Ovest lungo via Volta fino alla cameretta n.35, in cui riceve una condotta in arrivo da Nord da via Galvani, e dalla quale svolta poi verso Sud, percorrendo un piccolo tratto in proprietà privata e arrivando in via Milani; qua si butta nuovamente verso Ovest e successivamente verso Sud lungo via Vitali; la condotta termina quindi il suo percorso nella cameretta n.118 (incrocio via Vitali – via Manzoni), immettendosi nel collettore intercomunale in arrivo da Est dai bacini "A" e "C".

È presente una sola rete di raccolta delle acque meteoriche, atta allo smaltimento delle acque bianche del sottopasso autostradale di Via Varese: le acque vengono raccolte tramite caditoie e convogliate nella stazione di sollevamento n.898 che rilancia il flusso verso lo scarico finale, identificato nell'effluente n.291.

- Il **bacino di raccolta C** raccoglie le acque reflue di un'area residenziale nella zona centrale del paese. In questo bacino di raccolta le acque reflue vengono raccolte da condotte esclusivamente di tipo misto (fatta eccezione per una rete di circa 40 m composta da quattro caditoie) e successivamente convogliate nella condotta principale che si sviluppa in direzione Est-Ovest a partire da via Damiano Chiesa fino a via Nobel: la condotta taglia in due il bacino ricevendo in corrispondenza di ogni incrocio i reflui in arrivo dai diversi isolati.

La condotta principale coincide con il collettore intercomunale in arrivo da Nord dal bacino "A" ed entra nel bacino "C" approssimativamente in corrispondenza della cameretta n.552; successivamente prosegue verso Sud lungo via Damiano Chiesa, dove, nella cameretta n.564, riceve da Nord una condotta  $\varnothing 100$  che in passato fungeva da linea collettrice: lungo quest'ultima condotta, a monte della già citata cameretta n.564, è presente la partizione n.559. Proseguendo verso sud ovest, lungo la direttrice posata su via Manzoni troviamo in corrispondenza della cameretta n.121 una partizione che alleggerisce le portate in eccesso sul vicino bacino D e più precisamente nella cameretta n.172.

- Il **bacino di raccolta D** raccoglie le acque reflue di un'area residenziale localizzata nel centro del paese e di alcuni insediamenti produttivi della zona Est. In questo bacino di raccolta le acque reflue vengono raccolte da condotte esclusivamente di tipo misto (fatta eccezione per una rete composta da un pozzo perdente ed una caditoia posata a margine di via Roma). Possiamo identificare due direttrici principali di smaltimento in questo bacino, una posata lungo la via Macchiavelli-Walt Disney ed una posata su via Roma e via Marconi.

In particolare, la condotta posata su via Walt Disney, si immette sulla direttrice posata su via Roma all'altezza della cameretta n.751, per poi percorrere tutta via Marconi, fino ad immettersi nel vicino bacino E.

All'altezza della cameretta n.182 la condotta principale posata su via Marconi, riceve da nord il contributo di una condotta  $\varnothing 100$  proveniente dalla partizione n.121 precedentemente elencata come elemento caratteristico della rete del bacino C.

- Il **bacino di raccolta E** raccoglie le acque reflue dell'area industriale di Via Kennedy e di un insediamento residenziale nella zona Sud-Est del paese. In questo bacino di raccolta le acque reflue

vengono raccolte da condotte esclusivamente di tipo misto e sono convogliate nella condotta principale che si sviluppa in direzione est-ovest a partire dalle vie Amendola e Meucci, per poi proseguire una volta attraversata una zona agricola lungo via Kennedy, per poi immettersi nella condotta intercomunale, posata su via Edison all'altezza della cameretta n.159.

Lungo via Kennedy è presente un manufatto di sfioro (cam.171) che collette le acque magre nel vicino ramo del collettore intercomunale e le acque sfiorate lungo una condotta che raggiunge la vasca volano presente a Sud della zona adibita alla discarica per il conferimento delle macerie.

- Il **bacino di raccolta F** raccoglie le acque reflue di una zona industriale nella zona Sud del paese. In questo bacino di raccolta le acque reflue vengono raccolte da condotte esclusivamente di tipo misto, ad eccezione di due piccoli tratti di rete meteorica anch'essi però recapitanti nella condotta principale mista.

Tutte le acque sono convogliate all'interno del collettore intercomunale proveniente dal vicino bacino E. Sono presenti due ramificazioni principali, una posata lungo via De Gasperi - via Flemming, avente recapito finale nella cameretta n.640, ed una posata nella zona su di via De Gasperi, avente come recapito finale l'innesto in condotta n.906.

Vi sono poi due zone di collettamento isolate, una posata lungo una zona residenziale presente lungo via Einaudi, la quale collette le acque reflue nel ramo di collettore intercomunale con direzione nord-sud proveniente da Cuggiono. Tali reflui, prima dell'ingresso nel collettore, attraversano una cameretta avente funzione di sfioratore n. 256, che collette le acque magre all'interno del collettore intercomunale (cameretta n.630) e le acque sfiorate all'interno di un manufatto avente funzione di pozzo perdente (n.257).

La seconda zona isolata invece è un posteggio di interscambio, presente nella zona interclusa dello svincolo autostradale di Marcallo - Mesero. In tale area avviene la raccolta di acque meteoriche di piattaforma. Tali acque sono convogliate lungo una serie di fossati presenti ai margini dell'area stessa.

### 2.3.3 Rete

La rete fognaria del comune di Marcallo con Casone risulta distribuita in modo omogeneo su tutto il territorio comunale per una lunghezza complessiva di 31.093 m. Le tipologie di reti fognarie riscontrate sono le seguenti (SIT CAP 2019):

- di tipo mista per l'87,7 % del totale;
- adibita alla raccolta delle acque meteoriche per il 5,3 % del totale;
- adibita alla raccolta delle acque nere per il 0,2 % del totale;
- adibita ad altre funzioni (sfioro, scarico da depuratore) per il 6,8 % del totale;
- N. di caditoie: 2.168 (Censimento Servizio fognatura CAP, 2019).

Ad essa vanno aggiunti i tracciati dei collettori consortili per un totale di 6.605 m.

### 2.3.4 Impianti disperdenti e/o volanizzazione

In comune di Marcallo con Casone sono presenti 6 pozzi disperdenti. CAP non gestisce direttamente alcuna vasca volano.

Sul territorio comunale è presente n. 1 vasca volano non gestita da CAP (Via Edison). La vasca è composta da un unico comparto ed è a cielo aperto (volume immagazzinabile pari a circa 50.000 mc). L’impianto risulta in esercizio.

id nodo SIT	Via	Tipo vasca	Denominazione	Recapito	Tipo Fognatura	Stato di servizio	Gestione
899	Via Edison	Vasca volano	Vasca di dispersione acque sfiorate di Via Edison (ID 8562)	Su suolo	Sfiorata	In esercizio	Non in gestione

Tabella 2-1 – Vasche volano e di laminazione sul territorio comunale

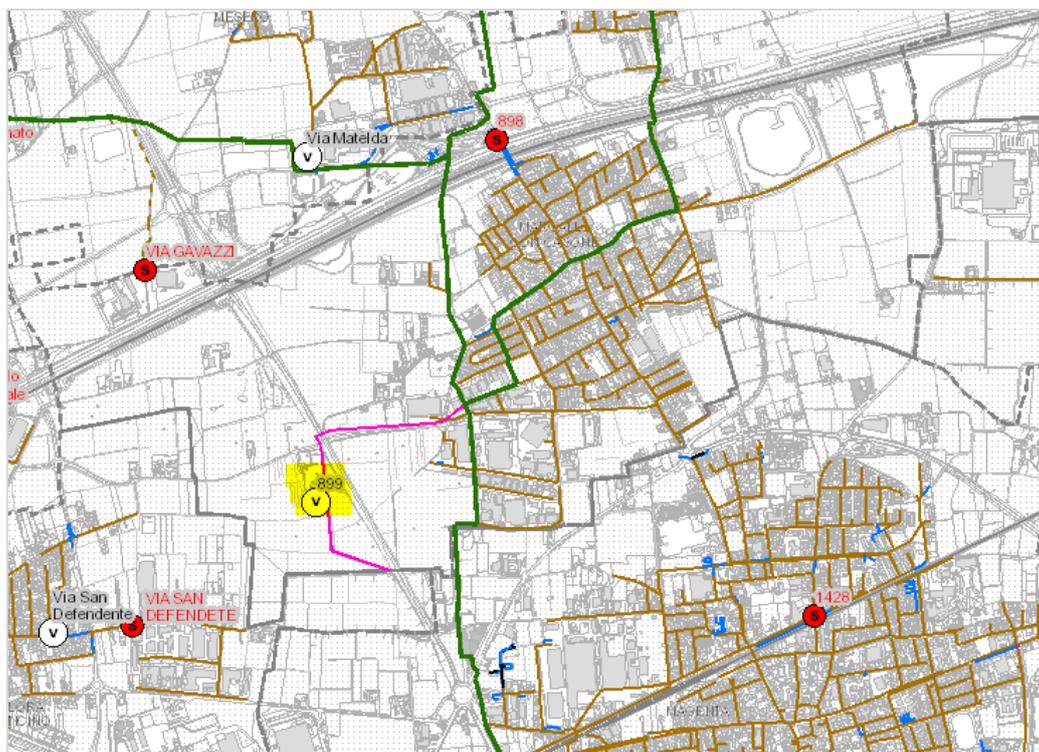


Figura 2-4 – Ubicazione vasca volano (non in gestione CAP)

### 3. STUDI PREGRESSI E RACCOLTA DATI

Le problematiche riportate di seguito sono tratte dalla Relazione del documento semplificato del rischio idraulico e derivano da informazioni fornite dal gestore della rete fognaria CAP Holding con la relazione “Criticità fognatura comunale” del Novembre 2020.

#### 3.1 Punti critici monitorati

Attualmente sono stati identificati tre punti ritenuti a criticità bassa. Di questi 2 sono sfioratori che, per caratteristiche fisiche e funzionali, necessitano di manutenzione programmata. La criticità restante è invece riferita ad un tratto di rete caratterizzato da rigurgiti.

ID	Via	Tipo di criticità	Cameretta iniziale	Cameretta finale	Note
Pt01	Via Nobel	Sfioratore	171	/	
Pt02	Via Einaudi	Sfioratore	256	/	
Ln01	Via Magellano	Rete	478	480	Rigurgiti - possibile contropendenza

Tabella 3-1 – Elenco principali criticità della rete fognaria e soggette a monitoraggio e manutenzione ordinaria

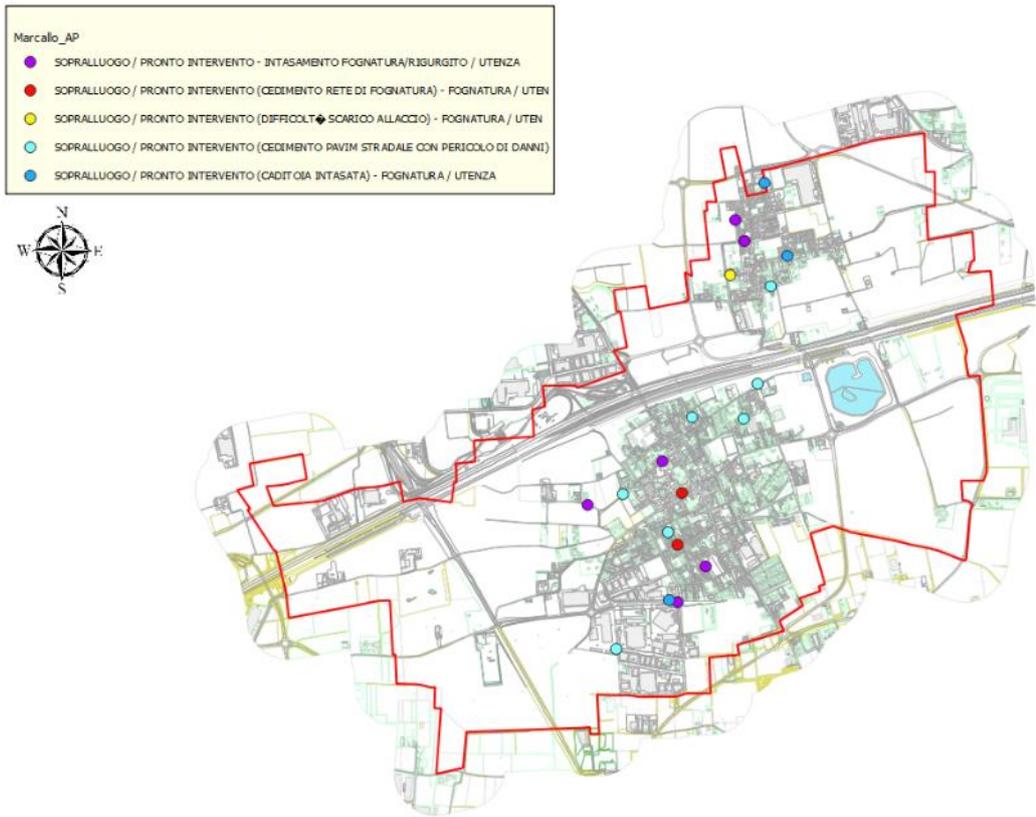
#### 3.1.1 Criticità evidenziate dall’attività di gestione

Dal report di pronto intervento fornito da CAP Holding (denominato “Marcallo con Casone \_AP” – Amiacque, Agosto 2020), contenente l’estrazione degli ultimi tre anni (2017-2020) delle segnalazioni e interventi del pronto intervento inerente problematiche di allagamento, non evidenzia particolari problematiche.

Si riassumono di seguito le segnalazioni, in forma tabellare.

TIPOLOGIA DI GUASTO	2017	2018	2019	2020	Totale
SOPRALLUOGO / PRONTO INTERVENTO - INTASAMENTO FOGNATURA/RIGURGITO / UTENZA	1	2	1	3	7
SOPRALLUOGO / PRONTO INTERVENTO (CADITOIA INTASATA) - FOGNATURA / UTENZA	1		1	1	3
SOPRALLUOGO / PRONTO INTERVENTO (CEDIMENTO PAVIM STRADALE CON PERICOLO DI DANNI)		1	5	1	7
SOPRALLUOGO / PRONTO INTERVENTO (CEDIMENTO RETE DI FOGNATURA) - FOGNATURA / UTEN	1		1		2
SOPRALLUOGO / PRONTO INTERVENTO (DIFFICOLTÀ SCARICO ALLACCIO) - FOGNATURA / UTEN	1				1
<b>Totale complessivo</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>20</b>

Tabella 3-2 - Segnalazioni e interventi di pronto intervento di gestione fognaria (2017-2020)



**Figura 3-1 - Geolocalizzazione punti di segnalazione Pronto Intervento 2017-2020**

La geolocalizzazione delle segnalazioni di pronto intervento non denota particolare concentrazione spaziale delle problematiche urgenti.

Da confronto con i tecnici di zona non si evidenziano criticità derivanti dall'attività di gestione degli impianti di sollevamento.

### 3.1.2 Aree storicamente soggette ad allagamenti - problematiche segnalate dagli uffici comunali

Dal confronto con gli uffici del Comune di Marcallo con Casone sono emerse sul territorio comunale le criticità idrauliche elencate nei paragrafi seguenti. Tali problematiche sono riportate graficamente in Tavola 2.

#### 3.1.2.1 (Po01) Allagamenti in quartiere di Via De Gasperi e Via Pasteur

Sono stati segnalati degli allagamenti che hanno interessato le cantine e i piazzali delle case poste nel quartiere ricompreso tra Via Pasteur e Via De Gasperi (Problematica Po01 di Figura 3-2). Oltre che a problematiche relative a possibili insufficienze della rete fognaria, gli allagamenti possono essere imputabili anche a fenomeni di risalita della falda, che in questa porzione di territorio si trova a basse profondità (mediamente inferiori a 2,5 m dal piano campagna).



Figura 3-2 - Area interessata da allagamenti in Via Pasteur e Via De Gasperi

### 3.1.2.2 (Po02) Allagamenti parcheggio del cimitero di Via Manzoni

Durante un evento di eccezionale intensità si è verificato l'allagamento del parcheggio del cimitero sito in Via Manzoni (Problematica Po02 di Figura 3-2). La problematica è probabilmente dovuta al fatto che le caditoie presenti recapitano le acque meteoriche direttamente nel collettore, che durante fenomeni meteo particolarmente intensi può non essere in grado di smaltire le portate provenienti dal parcheggio.



Figura 3-3 - Parcheggio di Via Manzoni interessato da allagamenti

**3.1.2.3 (Ln02) Allagamenti sede stradale di Via Magellano**

Durante gli eventi meteo di forte intensità si possono verificare allagamenti in Via Magellano a causa dell'insufficienza della rete di acque miste (Problematica Ln02 - Figura 3-4). Gli allagamenti coinvolgono principalmente la sede stradale e, più raramente, le proprietà che vi si affacciano.



Figura 3-4 - Via Magellano (Casone)

**3.1.2.4 (Po03) Allagamenti sede stradale di Via Einstein**

Durante gli eventi meteo di forte intensità si possono verificare allagamenti nella parte terminale di via Einstein (ovest) causa del possibile rigurgito da parte del collettore principale di Marcallo (Problematica Po03). Gli allagamenti coinvolgono principalmente la sede stradale.

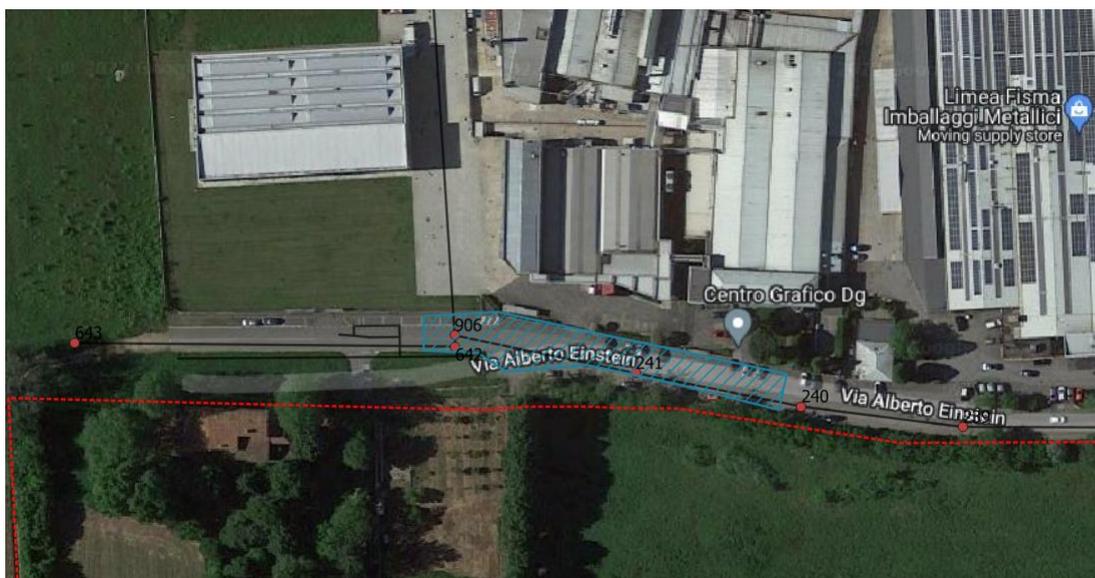


Figura 3-5 – Area critica Via Einstein

### 3.1.2.5 (Pt03-Pt04-Pt05) Sottopassi autostrada e linea ferroviaria di Via Varese, pista ciclopedonale e Via Mendrago

Sono stati segnalati i sottopassi alla Autostrada Milano-Torino e alla linea ad alta velocità di Via Varese (**Pt03**), della pista ciclopedonale (**Pt04**) e di Via Menadrigo (**Pt05**) (Figura 3-6) come sede di potenziali allagamenti che si possono verificare durante eventi meteo intensi. Il sottopasso di via Varese è dotato di impianto di sollevamento delle acque meteoriche.



Figura 3-6 - Sottopassi di via Varese (sx), pista ciclopedonale in via San Giovanni Bosco (cx) e via Menadrigo (dx)

## 4. MODELLAZIONE DELLA RETE FOGNARIA 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 Livello di dettaglio dell'apparato modellistico

Lo schema modellistico suggerito per il presente studio è classificato nelle “Linee guida per la redazione degli studi comunali di gestione del rischio idraulico” è di **Tipo II** (idoneo a comuni con classe di criticità idraulica B e numero abitanti < di 10'000).

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.

### 4.2 Dati reperiti e utilizzati per la costruzione del modello

Ai fini della modellazione idraulica della rete di drenaggio urbano sono stati recepiti una serie di dati fondamentali all'espletamento di tale operazione, che vengono riportati di seguito.

#### 4.2.1 Rilievo della rete (CAP, 2014)

La geometria della rete fognaria del Comune di Marcallo con Casone, utilizzata per la modellazione idraulica, è ricavata dal rilievo di dettaglio eseguito nel 2014 (richiamato anche nella relazione “*Criticità fognatura comunale*” di Ottobre 2021 – CAP Holding). La rete è stata aggiornata, ampliata ed integrata per adattare la rete alle necessità modellistiche ed estendendo la rete nelle zone di influenza.

I dati degli elementi utilizzati dalla modellazione eseguita da CAP, sono i seguenti:

<b>Numero Nodi</b>	1213
<b>Numero di Archi</b>	1215
<b>Numero Sottobacini</b>	728

Tabella 4-1 - Numero degli elementi geometrici della modellazione idraulica della rete fognaria

#### 4.2.2 Modello idraulico tarato della rete fognaria (CAP, 2021)

CAP Holding ha fornito il modello idraulico della rete fognaria (tarato e calibrato con i dati della campagna di monitoraggio iniziata a Febbraio 2020 e tutt'ora in corso), con le relative simulazioni dello stato di fatto per i tempi di ritorno di esercizio e progettazione delle reti fognarie, ovvero  $T = 2, 5$  e  $10$  anni.

Il modello consegnato, che presenta delle sistemazioni dei dati geometrici del rilievo, tramite ad esempio interpolazione lineare delle quote di scorrimento della fognatura, è stato utilizzato come base del presente studio.



Figura 4-1 - Immagine del modello ICM fornito da CAP Holding

### 4.2.3 Modello Digitale del Terreno (DTM)

Per la delimitazione delle aree di allagamento si è fatto riferimento, in assenza del rilievo Lidar di dettaglio e DSM (Digital Surface Model) per le aree urbane, al modello digitale del terreno (DTM) fornito dal Geoportale della Lombardia (<https://www.geoportale.regione.lombardia.it>).

Le quote del DTM sono riferite al terreno sia in ambiti urbanizzati sia in ambiti extra-urbani, mentre nelle zone con presenza di laghi ed invasi le quote sono riferite al livello dell'acqua. Le dimensioni delle celle a valore costante è 5 x 5 metri.

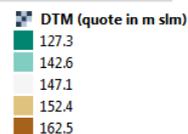
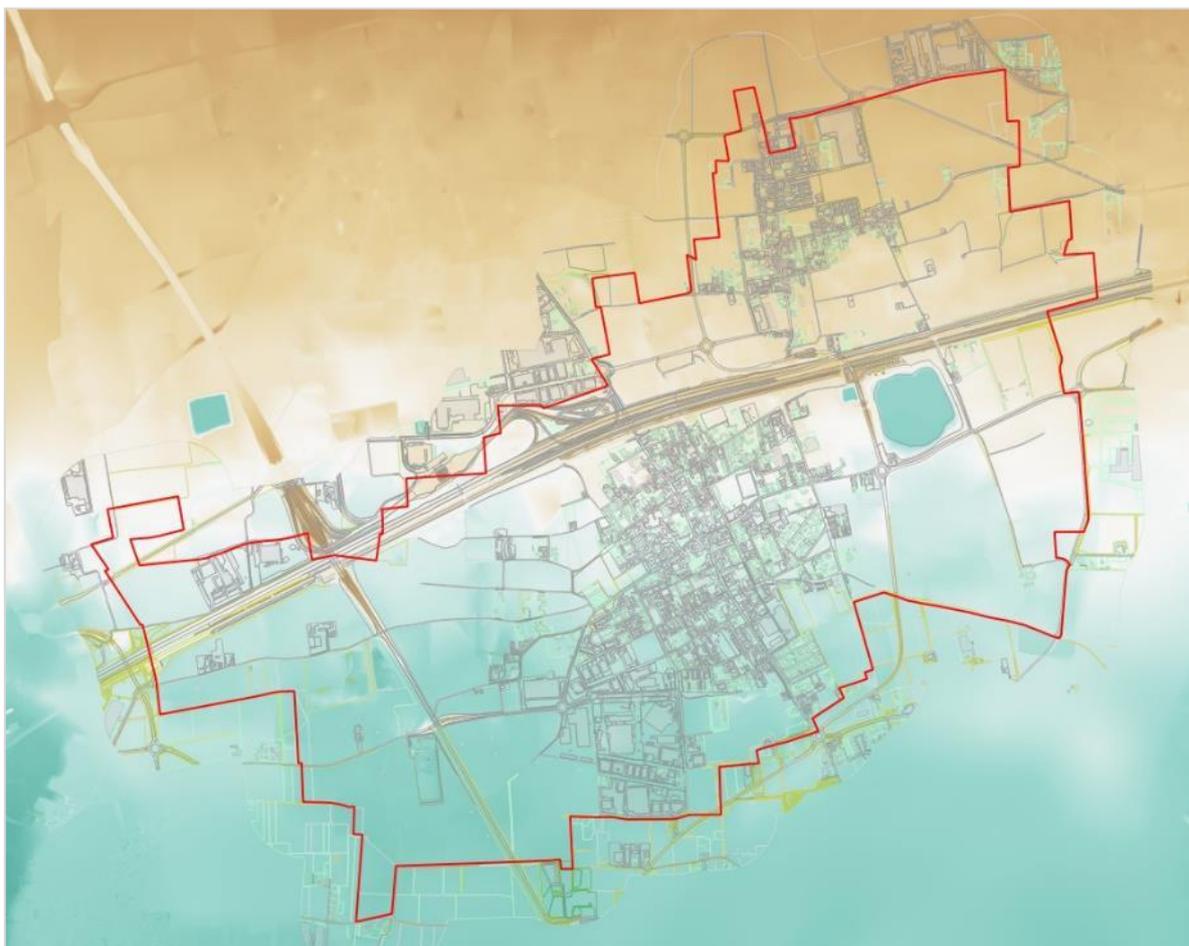


Figura 4-2 - Modello Digitale del Terreno (DTM) del comune

### 4.3 Scelta del modello

La scelta dell'apparato modellistico è stata effettuata sulla base delle "Linee guida per la redazione degli studi comunali di gestione del rischio idraulico" di CAP Holding.

Di seguito si riassume il percorso decisionale che ha guidato la scelta della tipologia di modello adottata per il presente studio.

- Contesto spaziale di studio: i fenomeni di allagamento storici sono notoriamente attribuiti all'**insufficienza della sola rete fognaria**; pertanto, il contesto spaziale di indagine è focalizzato solo su quest'ultima e il territorio direttamente servito; qualche allagamento potrebbe essere relativo alla bassa soggiacenza della falda acquifera (inferiore nella zona sud a 5 m);
- Livello di dettaglio dell'apparato modellistico: in funzione della **criticità idraulica (B)** dell'ambito territoriale comunale e del numero di abitanti (**6133 ab. < 10'000**) (fonte ISTAT 01/01/2021), si è optato per un livello di dettaglio di **Tipo II**, modelli con un buon grado di dettaglio e adatto a contesti comunali che non presentano criticità idrauliche particolari e senza problematiche legate agli scarichi nel RIM in aderenza a quanto suggerito nelle linee guida CAP;

Sulla base di quanto sopra esposto, si è provveduto a scegliere il modello idraulico per reti di drenaggio urbano della **tipologia C2 (Modelli 1D-2D disaccoppiati)**, che riproduce le condizioni di funzionamento delle reti fognarie in maniera monodimensionale e quando la capacità della rete viene superata, l'esondazione e la propagazione viene generata sul piano campagna, la cui altimetria viene ricostruita tramite modelli del terreno (DSM e DTM), che instradano le portate effluenti dal sistema sotterraneo attraverso le strade e intorno agli edifici.

La differenza con i modelli 1D-2D accoppiati consiste nel fatto che quest'ultimi riproducono il rientro dell'acqua esondata nel sistema fognario laddove vi siano le condizioni appropriate.

Ad ogni modo, il modello scelto è adatto a prevedere le aree allagabili, necessarie alla redazione delle mappe di pericolosità idraulica e del presente studio.

#### 4.3.1 Codice di calcolo

Le simulazioni dei sistemi idraulici oggetto di studio sono state eseguite con il software: Infoworks ICM, sviluppato dall'azienda inglese HR Wallingford.

ICM è un applicativo software per la verifica e la progettazione di sistemi idraulici complessi costituiti da reti idrauliche e corsi d'acqua naturali. Il software consente di creare e risolvere, in regime di moto vario, modelli idraulici monodimensionali (1D) per lo studio della propagazione dell'onda di piena in alveo, modelli idraulici bidimensionali (2D) per lo studio della propagazione dell'esondazione in aree su cui è definita una griglia di elementi triangolari sulla base di un modello digitale del terreno (DTM), e modelli idraulici misti (1D-2D) con la modellazione ibrida monodimensionale nel canale e bidimensionale nel territorio inondabile (floodplain). ICM è dotato di un risolutore del moto vario bidimensionale (2D) che utilizza la metodologia dei volumi finiti. Il modello idraulico allestito in ambiente Infoworks ICM è monodimensionale (1D) nella rete fognaria e bidimensionale nelle aree inondabili adiacenti all'alveo comprese nell'area modellata con magliatura triangolare (zona 2D). L'interfaccia tra l'alveo e la zona 2D è costituita da connessioni superficiali (pozzetti di ispezione fognaria).

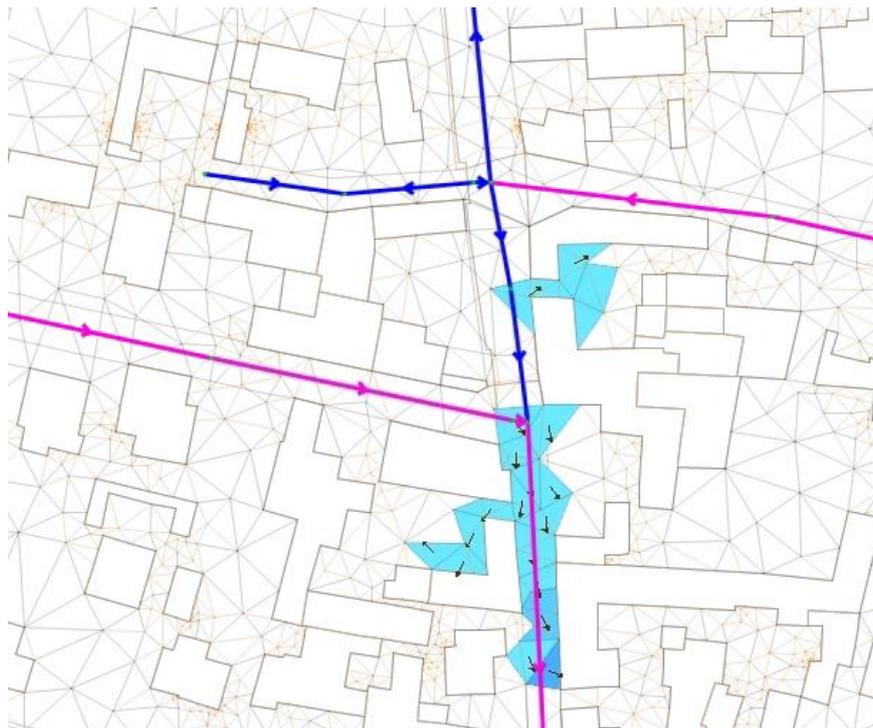


Fig. 4-1 - Esempio dei risultati di un modello 1D-2D disaccoppiato (INFOWORKS ICM)

Il motore di calcolo 2D utilizzato in InfoWorks ICM si basa sulle procedure descritte in Alcrudo e Mulet-Marti "Urban inundation models based upon the Shallow Water equations. Numerical and practical issues" (2005). A partire dalle equazioni di Navier-Stokes considerando un fluido incomprimibile e una profondità bassa rispetto alle dimensioni orizzontali del dominio si può ricavare un modello semplificato, chiamato 2D-Shallow Water Equations. Le equazioni delle acque basse (shallow water equations SWE), sono utilizzati per la rappresentazione matematica del flusso 2D. SWE assume che il flusso è prevalentemente orizzontale e che la variazione della velocità sopra la coordinata verticale può essere trascurata.

dove:

- h è la profondità dell'acqua

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(hu)}{\partial x} + \frac{\partial(hv)}{\partial y} = q_{1D} \quad (3)$$

$$\frac{\partial(hu)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( hu^2 + \frac{gh^2}{2} \right) + \frac{\partial(huv)}{\partial y} = S_{0,x} - S_{f,x} + q_{1D}u_{1d} \quad (3)$$

$$\frac{\partial(hv)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial y} \left( hv^2 + \frac{gh^2}{2} \right) + \frac{\partial(huv)}{\partial x} = S_{0,y} - S_{f,y} + q_{1D}v_{1d} \quad (3)$$

- U e V sono le velocità nelle direzioni x e y, rispettivamente
- $S_{0x}$  e  $S_{0y}$  sono le perdite di carico per attrito nelle direzioni x e y, rispettivamente;
- $Q_{1D}$  è la portata di transito per unità di superficie;
- $U_{1D}$  e  $V_{1D}$  sono le componenti di velocità della portata di transito  $Q_{1D}$  in direzioni x e y, rispettivamente.

La formulazione conservativa della SWE è essenziale al fine di preservare le grandezze fondamentali di base come la massa e la quantità di moto. Questo tipo di formulazione permette la rappresentazione di discontinuità di flusso e cambiamenti tra portata gradualmente e rapidamente variata.

### 4.3.2 Ipotesi modellistiche

Il modello di base utilizzato è quello consegnato da CAP Holding, calibrato e tarato come descritto ai punti precedenti, che riproduce il funzionamento della rete fognaria: meteorica, nera e mista.

Le portate nere sono inserite come apporti puntuali variabili in rete e sono state calcolate a partire dalla taratura della dotazione idrica pro-capite (220 l/ab/d), ricavata dai dati di fatturazione e dal bilancio idrico ed il numero gli abitanti equivalenti presenti in ogni sottobacino (33.6 ab/ha), basandosi sui dati forniti dal gestore (fonte “Relazione tecnica – Modellazione idraulica rete fognaria comunale”, Luglio 2021).

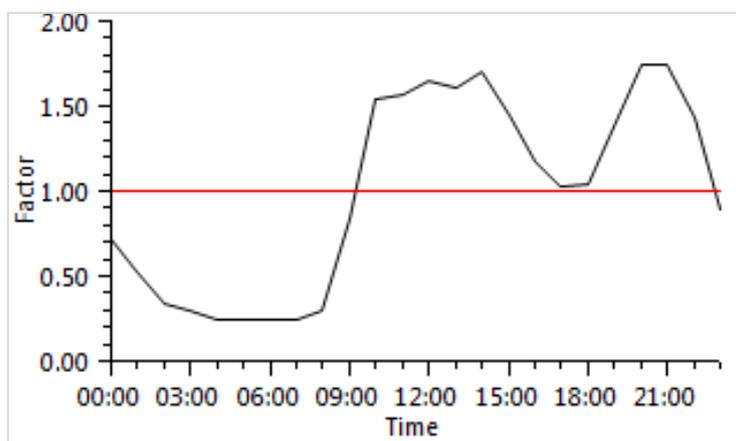


Figura 4-3 - Andamento temporale degli scarichi civili (fattorizzato)

Vista l’estensione del bacino scolante si è ritenuto di non procedere ad un ragguaglio all’area dello ietogramma di progetto.

## 4.4 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 divise 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.

### 4.4.1 Condizioni al contorno Geometriche

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 informazioni di interesse per la modellazione sono: coordinate geografiche assolute delle camerette, quota assoluta del chiusino (ottenute dal rilievo topografico), dimensioni della cameretta, geometria dei condotti allacciati alla stessa cameretta, altezza del sedimento depositato nei condotti (ottenuti dal rilievo geometrico).

Qualora, per la definizione completa dello schema della rete, sia risultato necessario aggiungere nel modello alcuni nodi non rilevati (immissioni senza cameretta, chiusini sigillati, paratoie, sfioratori, ecc.), si è proceduto ad una interpolazione (di solito lineare) dei dati in possesso.

Si è utilizzato, per quanto riguarda la scabrezza delle tubazioni, un coefficiente unico per pareti e fondo pari a 1,5 mm secondo Colebrook-White (pari a tubazioni usate in cemento armato).

Per quanto riguarda la modellazione del ruscellamento superficiale 2D dell'idrogramma di esondazione, è stata usata una scabrezza del suolo costante pari a  $n = 0.0125$  (Coefficiente di Scabrezza di Manning).

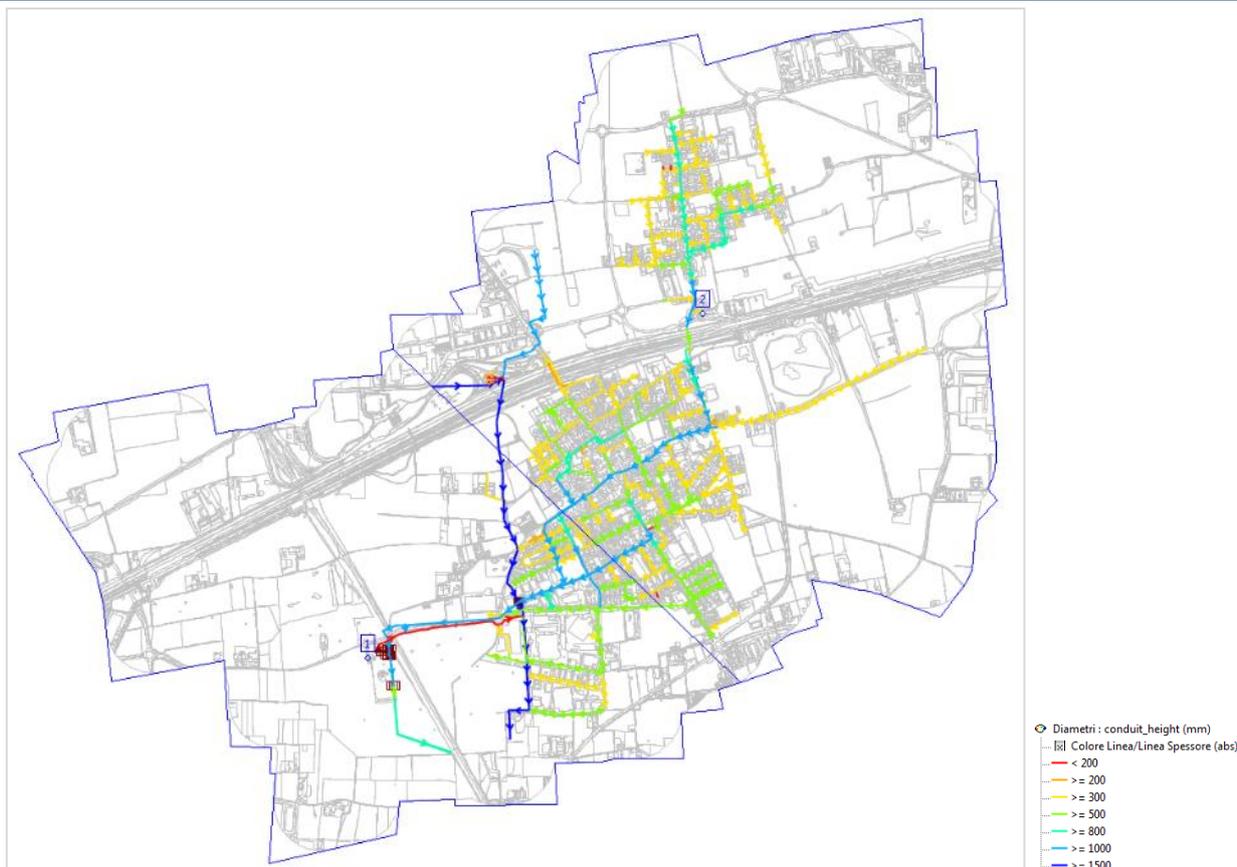


Figura 4-4 - Planimetria della rete fognaria con indicazione delle classi di diametro delle tubazioni

#### 4.4.2 Condizioni al contorno Idrologiche

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.

Sul sito di ARPA Lombardia è possibile accedere ai dati raster dei parametri a1 e n della LSPP con risoluzione al suolo di 2 km x 2 km, ricavati secondo il modello probabilistico GEV scala invariante, con stima dei parametri puntuali tramite il metodo degli L-moments ed estrapolazione spaziale dei quantili [[https://iris.arpalombardia.it/gisINM/common/webgis\\_central.php?TYPE=guest](https://iris.arpalombardia.it/gisINM/common/webgis_central.php?TYPE=guest)].

I dati della LSPP fanno riferimento al quadrante baricentrico del Comune come mostrato nell'immagine successiva.

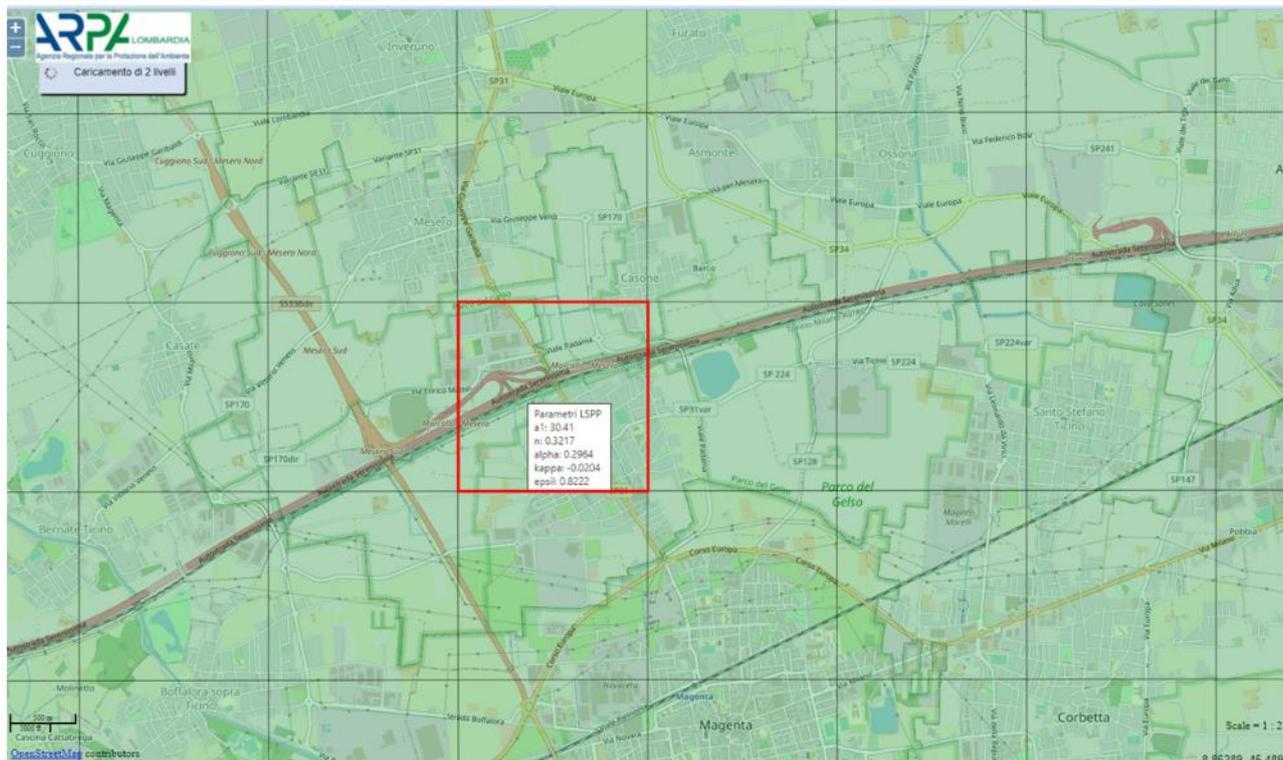


Figura 4-5 - Quadrante scelto per i parametri delle LSPP del sito di Arpa Lombardia

I calcoli idrologici e le modellazioni idrauliche sono stati effettuati per i tempi di ritorno 2, 10, 50 e 100 anni, i parametri della LSPP utilizzate per il territorio comunale sono riportati nella tabella seguente. 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.

COEFFICIENTI STATISTICI LSPP (ARPA)		
Coeff. pluviometrico orario	a1 =	30.41
Coeff. di scala	n =	0.3217
GEV - coefficiente alpha	α =	0.2964
GEV - coefficiente kappa	κ =	-0.0204
GEV - coefficiente epsilon	ε =	0.8222

Parametri LSPP	Tr = 2 anni	Tr = 10 anni	Tr = 50 anni	Tr = 100 anni
a (mm)	28.3	38.7	45.8	52.6
n (d >= 1 ora)	0.3217	0.3217	0.3217	0.3217
n (d < 1 ora)	0.4634	0.4634	0.4634	0.4634

Tabella 4-2 - Parametri LSPP

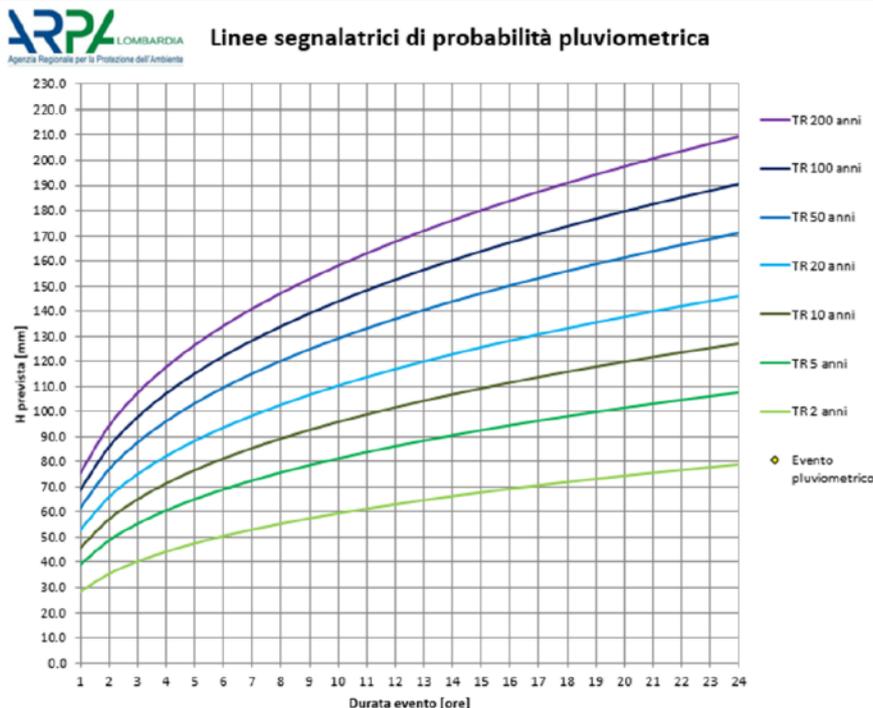


Figura 4-6- Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica [ARPA Lombardia]

Quale ietogramma di progetto si è adottato lo ietogramma TRIANGOLARE, costruito seguendo le Linee Guida di CAP Holding.

La durata dello ietogramma è quella critica, ovvero quella che produce la portata al colmo massima nella rete di drenaggio, stabilita circa il doppio del tempo di corrivazione, cioè 60 minuti per il bacino in oggetto. Il passo di discretizzazione scelto è pari ad 1 minuto.

Si è scelto di impiegare tale ietogramma per introdurre l'effetto di picco altrimenti trascurato da quello rettangolare, evitando le sovrastime associate all'utilizzo dello ietogramma Chicago; queste caratteristiche rendono lo ietogramma più verosimile agli eventi atmosferici reali degli ultimi anni.

Gli ietogrammi lordi così ottenuti, riportati nelle figure sottostanti, sono inseriti in INFOWORKS ICM e sono depurati dalle perdite idrologiche tramite il metodo di infiltrazione percentuale.

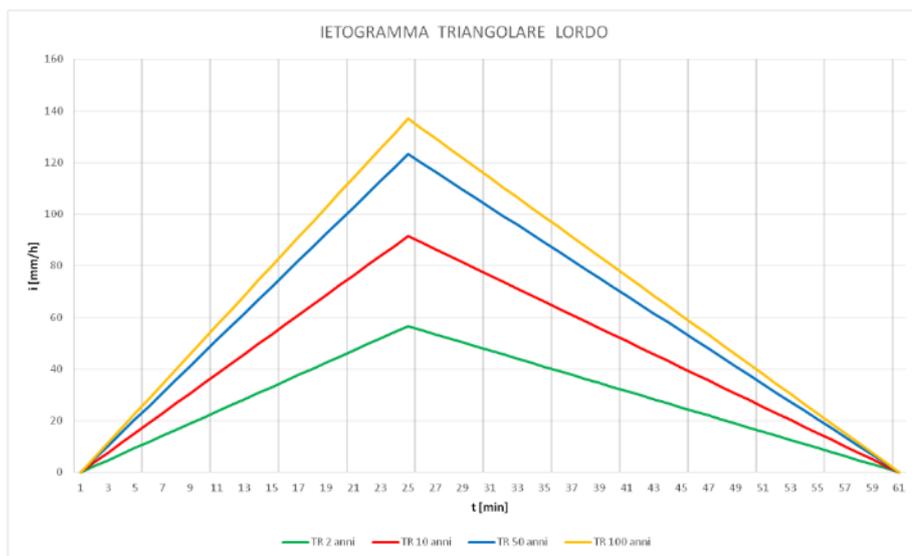


Figura 4-7 - Ietogrammi triangolari lordi usati per le simulazioni idrauliche

### 4.4.3 Condizioni al contorno Idrauliche

Per condizioni al contorno di tipo idraulico si intende in generale l'insieme dei vincoli imposti al sistema in termini di livello e/o di portata in corrispondenza dei suoi estremi di monte e di valle.

Il comune di Marcallo con Casone non presenta interazione con il reticolo superficiale principale, in quanto quest'ultimo è assente e non vi sono scarichi nei canali colatori o derivatori presenti; gli unici scarichi presenti, relativi alle acque sfiorate, sono due e uno recapita in un pozzo perdente (sfioratore 256) e l'altro in una vasca perdente (sfioratore 171), oggetto di riprogettazione.

Le condizioni al contorno idrauliche "di monte" sono relative alle portate idriche entranti ai nodi dei tre collettori intercomunali in ingresso, calcolate sulla base delle portate registrate durante la campagna di monitoraggio e rappresentate con un idrogramma costante, pari al massimo registrato.

Inoltre, vengono riportate le condizioni cosiddette "di valle":

- Non essendovi ricettori finali di reticolo idrico, non sono imposti dei livelli di valle in nessun nodo della rete;
- I recapiti in collettori intercomunali sono stati modellati come parte integrante della rete di drenaggio, in quanto i collettori stessi sono stati modellati all'interno di questa commessa;
- La superficie 2D è stata modellata considerando gli edifici come dei muri verticali infiniti ("*Vertical wall*"), mentre agli estremi del dominio l'altezza e la velocità vengono mantenute costanti quando l'acqua raggiunge il confine, in modo che l'acqua possa fluire al di fuori del poligono senza perdite di carico ("*Normal condition*"). I triangoli della magliatura che compongono il dominio sono adattivi di dimensioni minime 75 mq e massime 5000 mq, con scabrezza di Manning  $n = 0.0125$ , scelta in quanto le esondazioni interessano soprattutto zone urbane.

### 4.4.4 Condizioni iniziali

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

### 5. PROCEDURE DI CALIBRAZIONE

La taratura del modello è l’operazione che consente di garantire la bontà e l’affidabilità dei risultati teorici forniti dal modello stesso e la loro corrispondenza al comportamento effettivo della rete fognaria nelle reali condizioni di esercizio.

La campagna di monitoraggio piogge-portate utilizzata, che ha coperto il periodo febbraio 2020 – luglio 2021, ha permesso di tarare il modello di CAP Holding, tramite l’installazione di dieci misuratori di portata del tipo area-velocity e due pluviometri; la campagna di monitoraggio è ancora in corso e terminerà nel febbraio 2022.

ID PDM	ID WEB GIS	Comune WEB GIS	Forma condotta C=circolare, OV=ovoidale, S=scatolare, R=rilevata	Dimensione condotta (Larghezza [mm])	Dimensione condotta (Altezza [mm])	Latitudine (WGS84)	Longitudine (WGS84)	Data installazione	Tipo di installazione (AV, TTFM, PLV, LIV)
MAR01	2211	Marcallo con Casone	C	1800	1800	45.47254	8.86354	21/01/2020	AV
MAR03	292	Marcallo con Casone	C	1200	1200	45.47929	8.86466	23/01/2020	AV
MAR02	170	Marcallo con Casone	C	1400	1400	45.47827	8.86187	23/01/2020	AV
MAR05	822	Marcallo con Casone	C	1200	1200	45.48056	8.86920	23/01/2020	AV
MAR06	117	Marcallo con Casone	C	1200	1200	45.48399	8.86820	21/01/2020	AV
MAR07	89	Marcallo con Casone	C	1000	1000	45.48412	8.86747	23/01/2020	AV
MAR08	289	Marcallo con Casone	C	1800	1800	45.48935	8.85820	23/01/2020	AV
MAR09	270	Marcallo con Casone	C	1400	1400	45.49474	8.86526	23/01/2020	AV
MAR10	551	Marcallo con Casone	C	800	800	45.49041	8.87546	23/01/2020	AV
MAR11	593	Marcallo con Casone	C	600	600	45.50267	8.87495	23/01/2020	AV
PLV_MAR01	--	Marcallo con Casone	--	--	--	45.47406	8.84448	23/01/2020	PLV
PLV_MAR02	--	Marcallo con Casone	--	--	--	45.49282	8.87577	16/01/2020	PLV

AV: area velocity; TTFM: tempo di transito; PLV: pluviometro; LIV: livello.

Tabella 5-1 – Anagrafica dei punti di monitoraggio

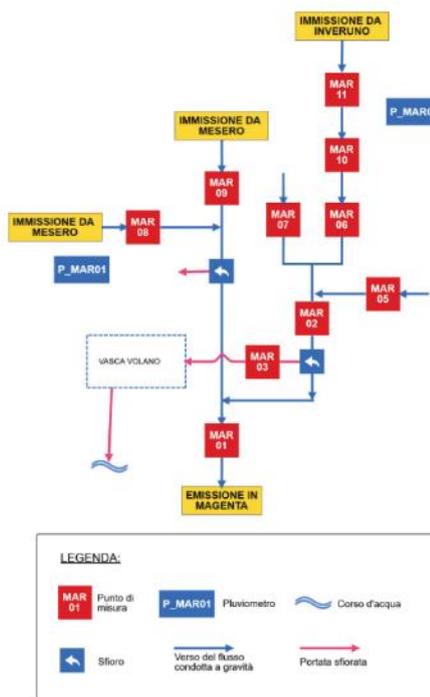


Figura 5-1 - Schema logico monitoraggio

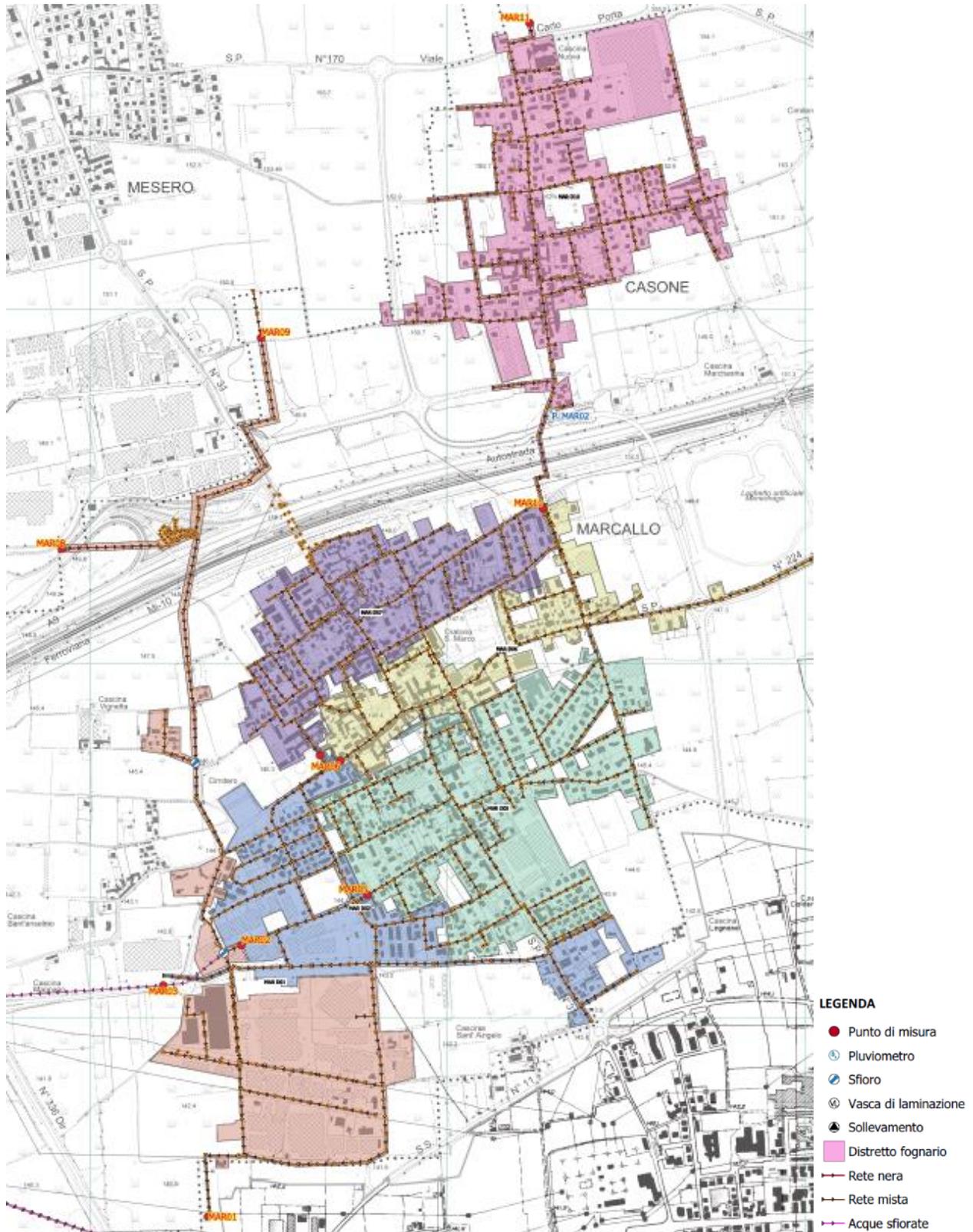


Figura 5-2 - Localizzazione misuratori

Validata la rete, sono state effettuate le prime simulazioni in tempo secco ed in tempo di pioggia, in occasione dei soli eventi registrati nel corso della campagna di monitoraggio. Il fine di queste attività è stato quello di valutare la bontà della taratura del modello e di fatto validarlo.

La campagna di monitoraggio ha coperto diversi mesi, dalla quale poi sono stati estrapolati gli eventi più significativi sia per la calibrazione in tempi di asciutto che quella durante eventi meteorici rilevanti; i dati sono stati utilizzati per la calibrazione della dotazione idrica pro-capite (in tempo di asciutto) e per l’aggiustamento dei parametri di trasformazione afflussi lordi in netti (coefficiente di afflusso delle aree impermeabili), durante eventi meteorici.

### 5.1 Calibrazione - tempo asciutto

Una prima analisi dei dati di monitoraggio consiste nel sovrapporre le serie registrate dai pluviometri a quelle dei misuratori di portata e livello, evidenziando i giorni non caratterizzati da eventi meteorici, cosiddetti “asciutti”, durante i quali si è registrata la portata reflua in transito.

La conoscenza dell’idrogramma medio relativo a più giorni asciutti è importante, non solo per comprendere il ritmo di vita della popolazione residente e l’impatto delle utenze industriali sui flussi fognari, valutando la correttezza delle registrazioni tramite l’aderenza agli andamenti medi attesi, ma soprattutto per “depurare” gli idrogrammi di piena dalle portate nere, calibrando i parametri idrologici e idraulici del modello di simulazione in tempo di pioggia sui soli deflussi prodotti dalle superfici scolanti sollecitate dall’evento meteorico.

Per la taratura, si è utilizzato un profilo medio settimanale della prima settimana di Aprile 2020, di cui si riporta l’andamento tra la portata registrata (linea rossa) e la portata simulata (linea verde).

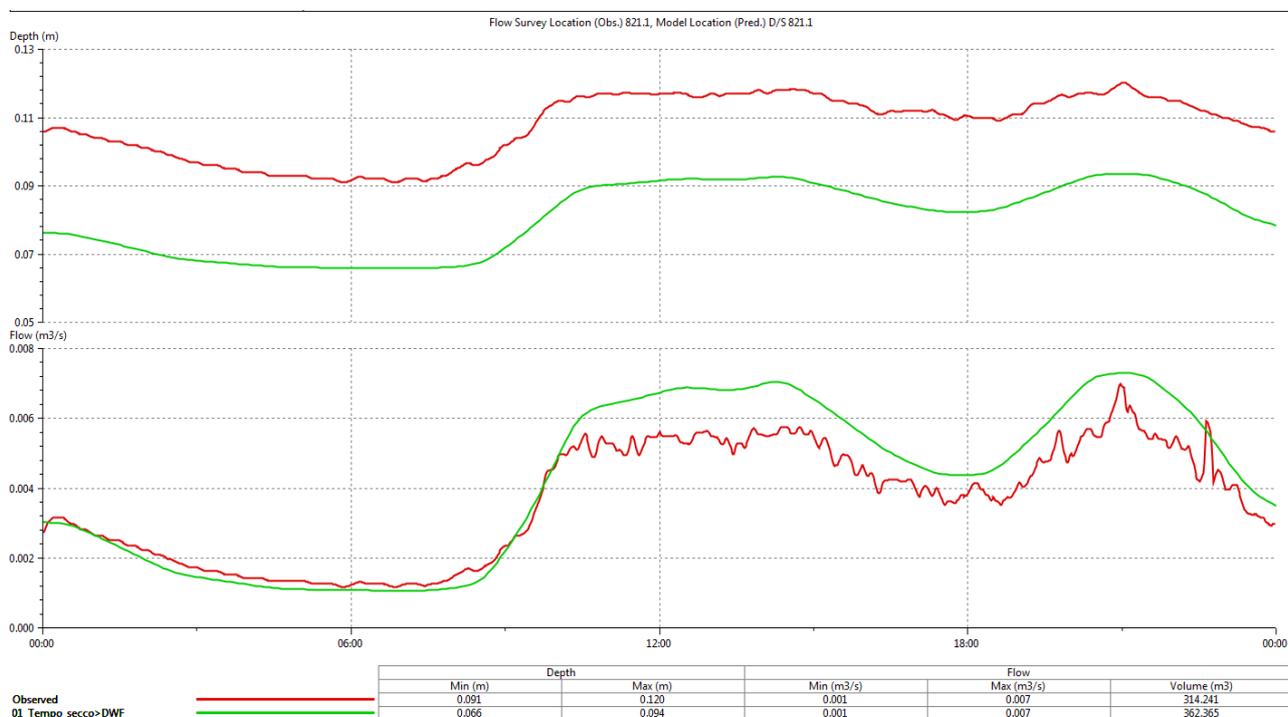


Figura 5-3 - Confronto in tempo di secco tra osserva (rosso) e simulato (verde) per il misuratore MAR.05

Come si può osservare dai grafici il modello risulta tarato dal punto di vista quantitativo (portate e volumi), che possono ritenersi con buona approssimazione i medesimi. I tiranti invece risultano disallineati.

## 5.2 Calibrazione durante eventi meteorici per il modello della rete

Il modello della rete fognaria fornito da Cap Holding risulta essere stato tarato sulla base del primo periodo di monitoraggio 2020, in particolare con riferimento all'evento del 3 Luglio 2020.

Onde verificare la bontà del modello nel riprodurre eventi reali e valutare la consistenza della calibrazione, è stata eseguita una validazione del modello, sulla base dei principali eventi meteorici registrati nei tre periodi di monitoraggio forniti.

La validazione del modello, che ha fornito dei buoni risultati in termini di responso del modello alle sollecitazioni reali, viene ampiamente descritta nel Capitolo successivo.

Di seguito si riportano i dati di calibrazione forniti da Cap Holding.

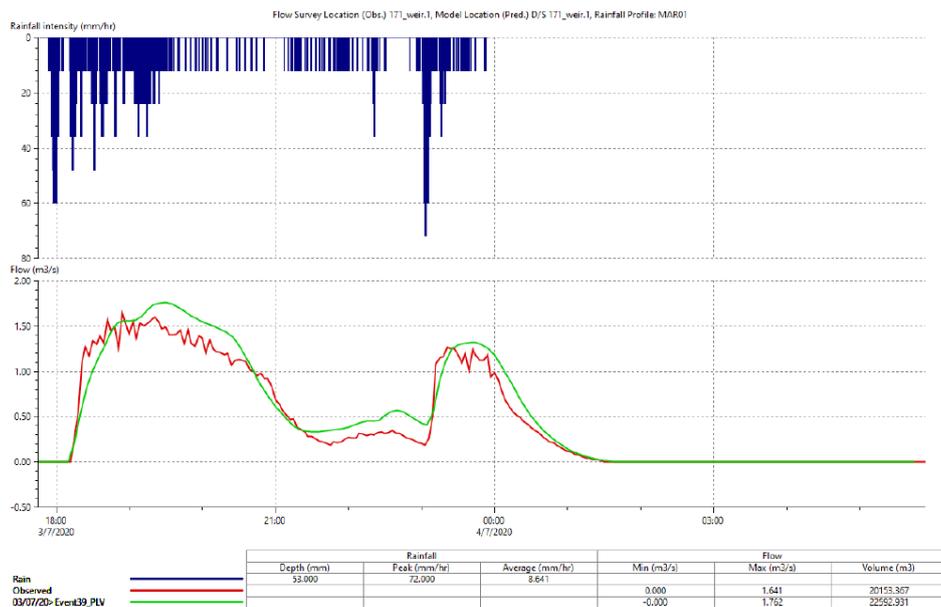


Figura 5-4 - Grafico di calibrazione MAR.03 evento 03/07/2020

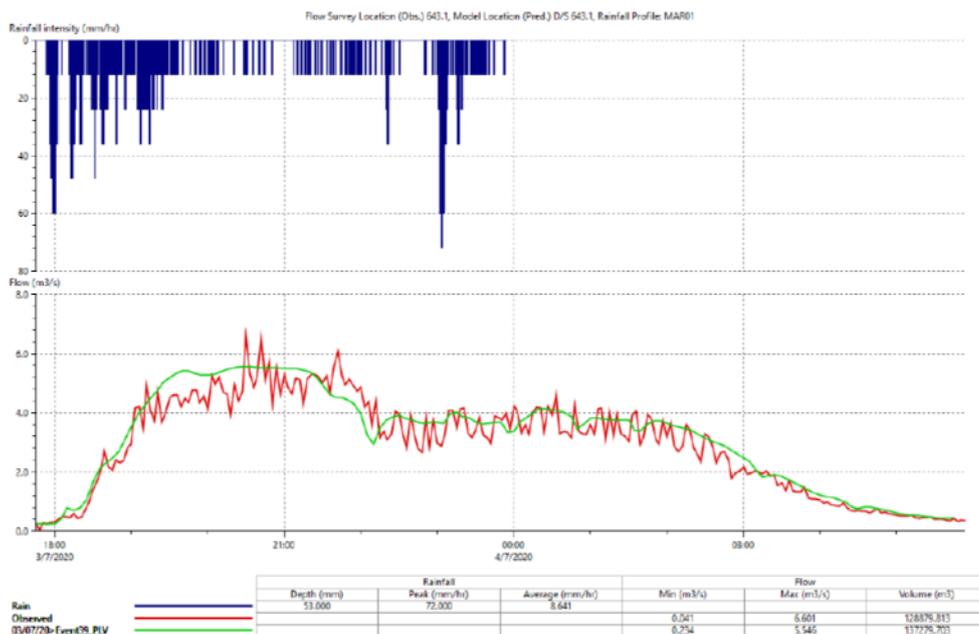


Figura 5-5 - Grafico di calibrazione MAR.01 evento 03/07/2020

Come si osserva dalle immagini sovrastanti il modello costruito inserendo i diversi parametri, mostra una buona rispondenza con la situazione reale sollecitata dalla stessa precipitazione.

La rispondenza è stata valutata tenendo conto di diversi fattori: forma degli idrogrammi, valori assoluti medi e di picco delle portate, sincronia temporale tra i picchi e tra i momenti di minimo relativo.

Nella seguente immagine sono rappresentati i parametri utilizzati per i sottobacini relativi ai punti di misura della nuova campagna di misure.

ID Tipologia Superficie	Descrizione	Coeff. Affl / Deflusso Fisso
10	strade	0.60000
20	tetti	0.60000
30	cortili	0.10000
40	ferrovie	0.10000
50	verde	0.00000

Figura 5-6 - Parametri di taratura dei coefficienti di afflusso delle superfici contribuenti al deflusso

### 5.3 Validazione del modello

Nel mese di febbraio 2020 è stata avviata una nuova campagna di monitoraggio, di durata biennale, i cui primi risultati sono stati messi a disposizione per la verifica della bontà del modello.

Nella campagna di monitoraggio, fino ad oggi eseguita, sono stati individuati tre periodi di sei mesi ciascuno, all'interno dei quali vengono identificati i maggiori eventi meteorici registrati, riportati nella seguente tabella:

- Periodo 1: 02/2020 – 07/2020

Pluviometro	Data evento meteorico	Jmax [mm/h]	Durata evento [h]	Cumulata evento	Cumulata semestre
PLV_MAR01	15/05/2020	60	36	48.2	513.2
	08/06/2020	252	72	46.8	
	03/07/2020	72	24	53.0	
	24/07/2020	120	24	37.2	
PLV_MAR02	15/05/2020	84	36	66.2	529.2
	08/06/2020	120	72	54.0	
	03/07/2020	84	24	56.6	
	24/07/2020	132	24	55.8	

- Periodo 2: 08/2020 – 01/2021

Pluviometro	Data evento meteorico	Jmax [mm/h]	Durata evento [h]	Cumulata evento	Cumulata semestre
PLV_MAR01	22/09/2020	60	42	22.2	642.6
	02/10/2020	60	48	88.8	
	26/10/2020	60	30	53.4	
	22/01/2021	12	36	47.2	
PLV_MAR02	22/09/2020	72	42	16.2	604.4
	02/10/2020	24	48	77.2	
	26/10/2020	24	30	52.0	
	22/01/2021	48	36	43.8	

- Periodo 3: 02/2021 – 07/2021

Pluviometro	Data evento meteorico	Jmax [mm/h]	Durata evento [h]	Cumulata evento	Cumulata semestre
PLV_MAR01	02/02/2021 08:17	18	216.2	95.4	333
	06/03/2021 04:09	6	6.2	6.2	
	10/04/2021 22:00	6	39.5	33.6	
	27/04/2021 00:35	12	123.6	32.4	
	10/05/2021 20:12	24	120.5	24.8	
	22/05/2021 02:37	24	3.5	9.4	
	24/05/2021 07:54	12	10	17.8	
	05/06/2021 17:29	132	92.2	35.8	
	20/06/2021 16:23	108	0.3	8.2	
	04/07/2021 14:10	60	1.1	11	
	07/07/2021 18:45	324	76.8	43.8	
PLV_MAR02	02/02/2021 06:25	18	203.2	96.4	306
	10/04/2021 22:00	6	39.4	35	
	27/04/2021 00:50	36	123	35.4	
	10/05/2021 20:10	18	20	20.4	
	22/05/2021 02:09	12	3.9	9.6	
	24/05/2021 08:05	6	9.8	15.2	
	05/06/2021 17:31	84	46.8	29.2	
	20/06/2021 16:27	84	0.4	6.8	
	04/07/2021 14:20	36	1	7.4	
	07/07/2021 18:49	180	76.8	25.2	
	24/07/2021 16:33	72	77.6	9.8	

Gli eventi scelti per la validazione del modello sono il 15.05.2020, 08.06.2020, 24.07.2020, 02.10.2020 e il 26.10.2020; non sono stati scelti eventi del terzo periodo in quanto giudicati non rappresentativi per lo scopo che ci si prefigge; ad ogni modo, gli eventi di precipitazione meteorica rilevanti, non superano il tempo di ritorno di 5 anni, secondo i parametri LSPP della zona, come rappresentato nella seguente immagine.

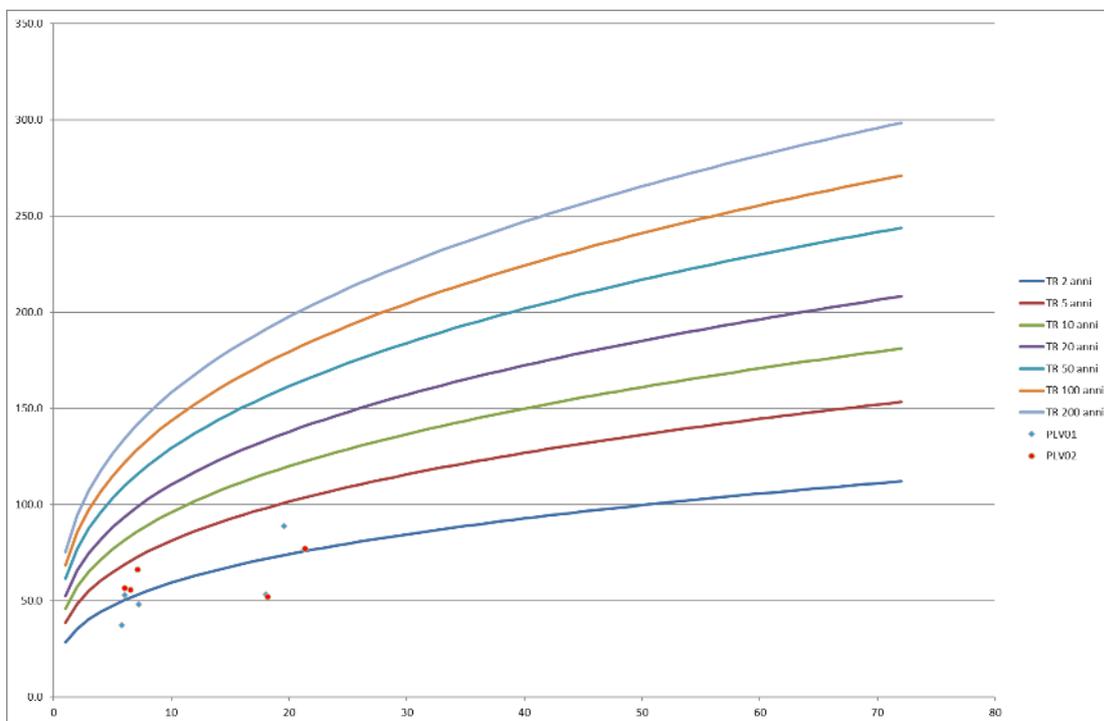


Figura 5-7 - Parametri di taratura dei coefficienti di afflusso delle superfici contribuenti al deflusso

Le piogge misurate dai due pluviometri posizionati sul territorio comunale, non vengono mediate, ma vengono assegnate alle diverse aree in funzione della loro distanza dal pluviometro di riferimento.

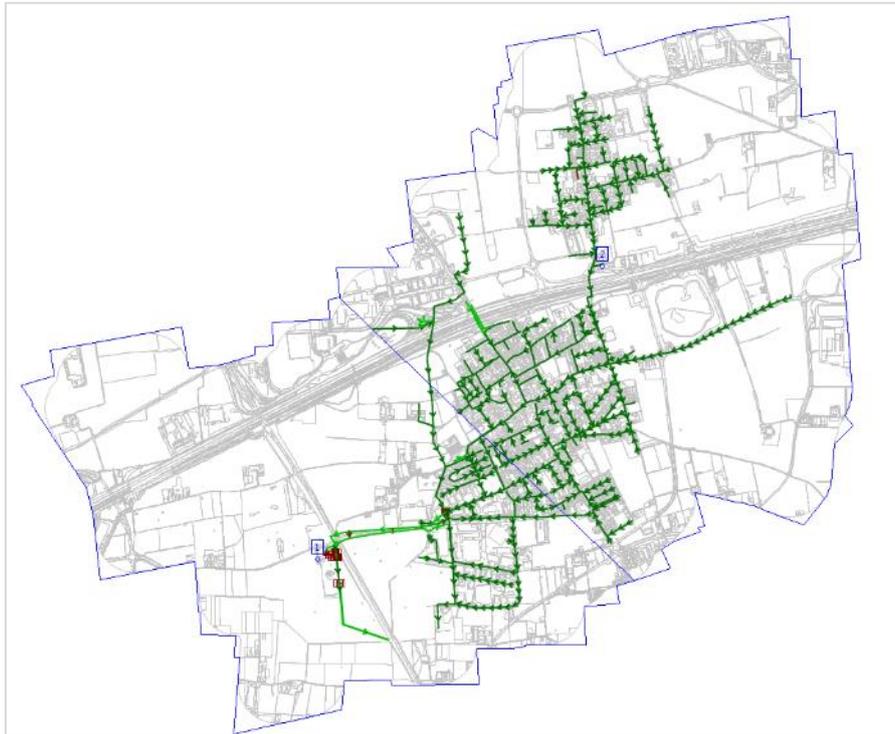


Figura 5-8 - Zone di influenza dei pluviometri per le piogge misurate

A titolo esemplificativo, si una figura che evidenzia la variabilità spaziale delle piogge misurate dai due pluviometri.

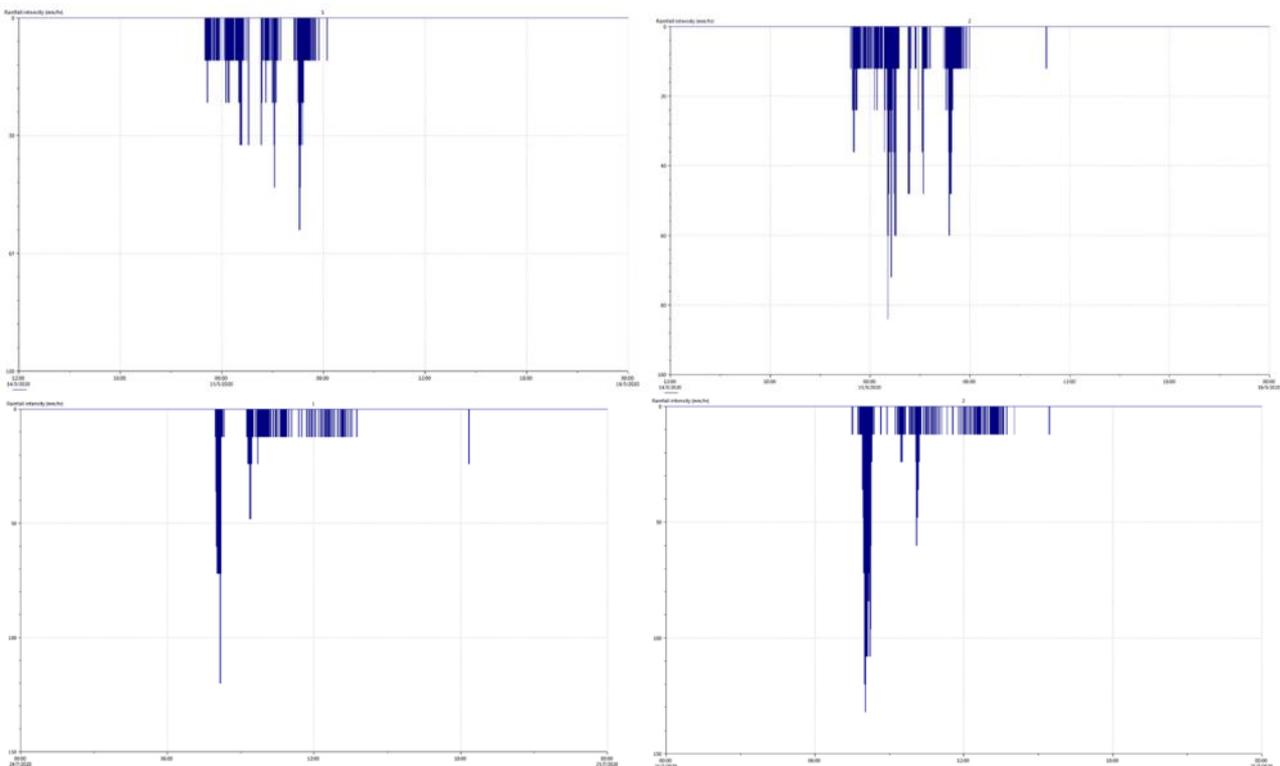


Figura 5-9 - Confronto tra ietogrammi misurati tra i pluviometri PLV01 (sx) e PLV02 (dx) di due eventi meteo campione 15.05.2020 (sopra) e 24.07.2020 (sotto)

Dal confronto si denota come per gli stessi eventi di precipitazione, la forma dello ietogramma possa cambiare notevolmente tra i due pluviometri (distanti circa 2.5 km), soprattutto per eventi molto intensi; anche la precipitazione cumulata ha segnato, per questi due eventi, dei valori differenti di 18 mm (circa tra il 30% e il 40% della media dei due pluviometri).

Si sottolinea che gli ietogrammi di bassa intensità e forma pressoché costante, sono più simili tra i due pluviometri.

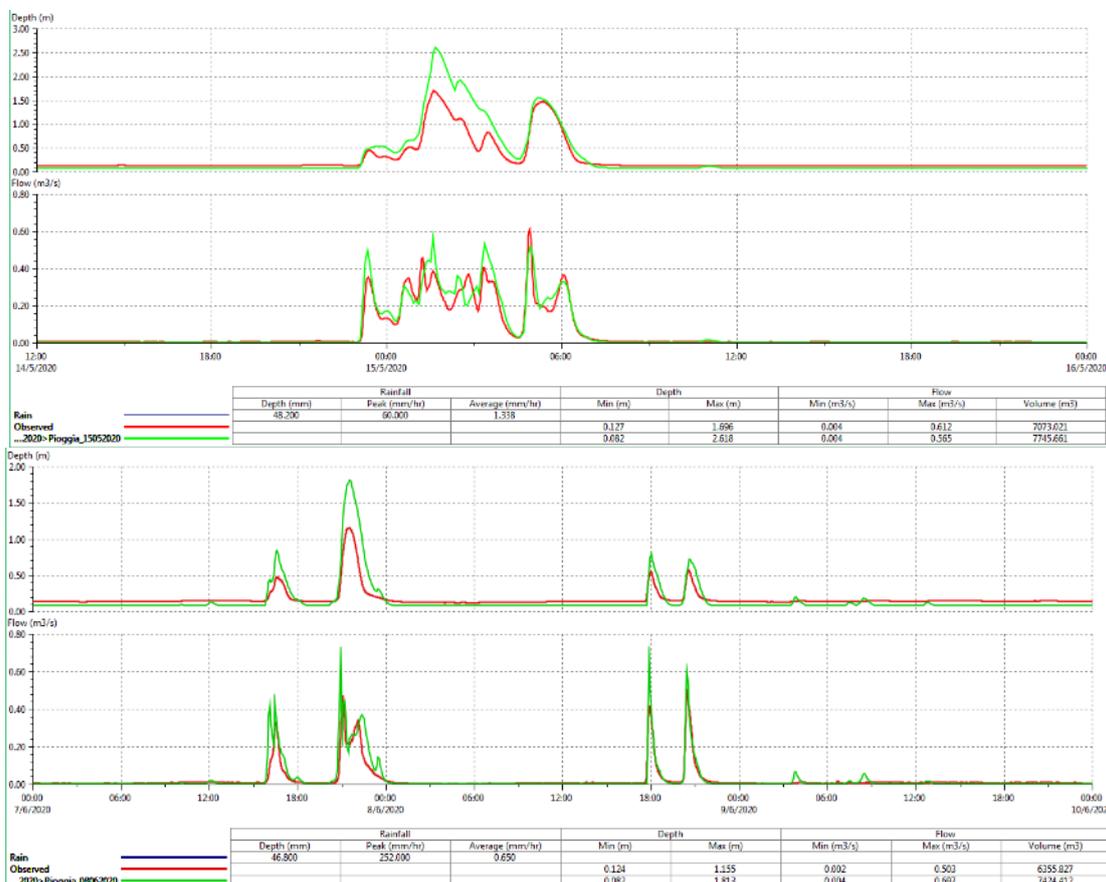
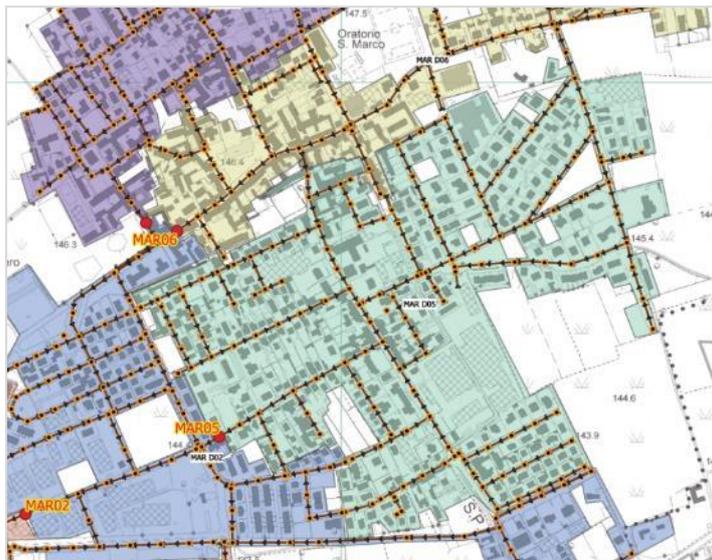
EVENTO	PLV01	PLV02	Delta (2-1) [mm]	Delta (%) sulla media
	h cum (mm)	h cum (mm)		
15/05/2020	48.2	66.2	18	31.5%
08/06/2020	46.8	54	7.2	14.3%
03/07/2020	53	56.6	3.6	6.6%
24/07/2020	37.2	55.8	18.6	40.0%
02/10/2020	88.8	77.2	-11.6	-14.0%
26/10/2020	53.4	52	-1.4	-2.7%

Tabella 5-2 - Confronto dei valori di altezza di pioggia cumulata tra gli i due pluviometri

Di seguito il confronto tra idrogrammi generati dalla simulazione (verde) e osservati a campo (rosso), per alcuni punti di misura e gli eventi meteorologici scelti per la validazione del modello.

Misuratore MAR.05

Il misuratore MAR.05 comprende un bacino prettamente civile-urbano, ma si posiziona un attimo a cavallo delle aree di influenza dei due pluviometri, tant'è che per alcuni eventi è maggiore l'influenza del PLV01 rispetto al PLV02; i grafici di confronto tra dato osservato e simulato sono relativi alla migliore risposta del modello, in funzione della scelta dello ietogramma in ingresso.



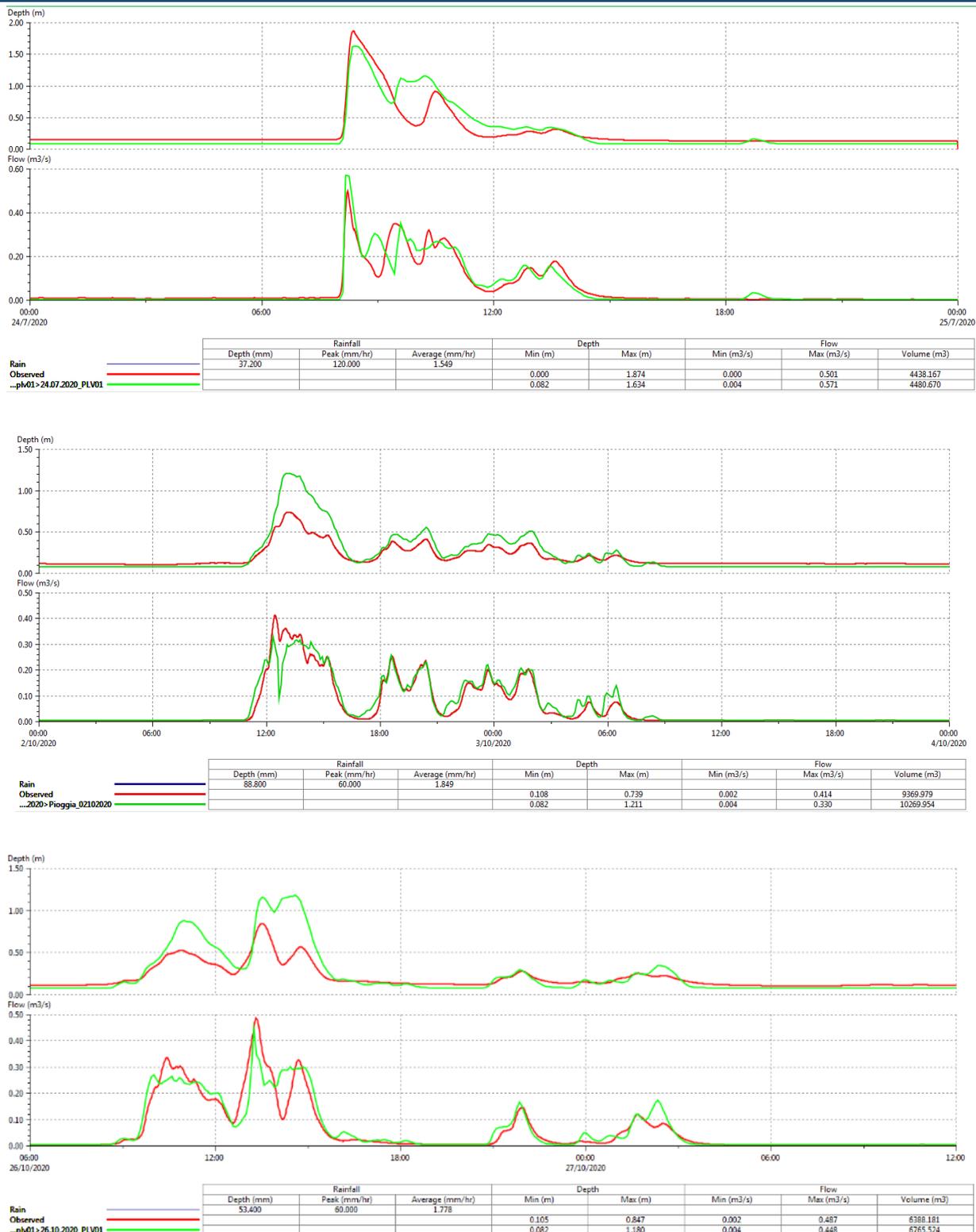
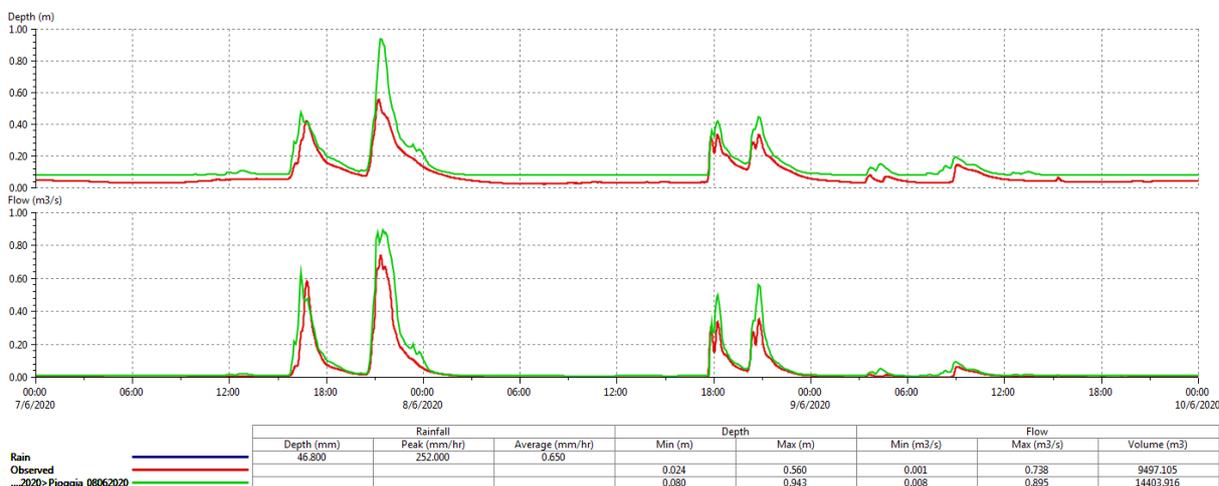
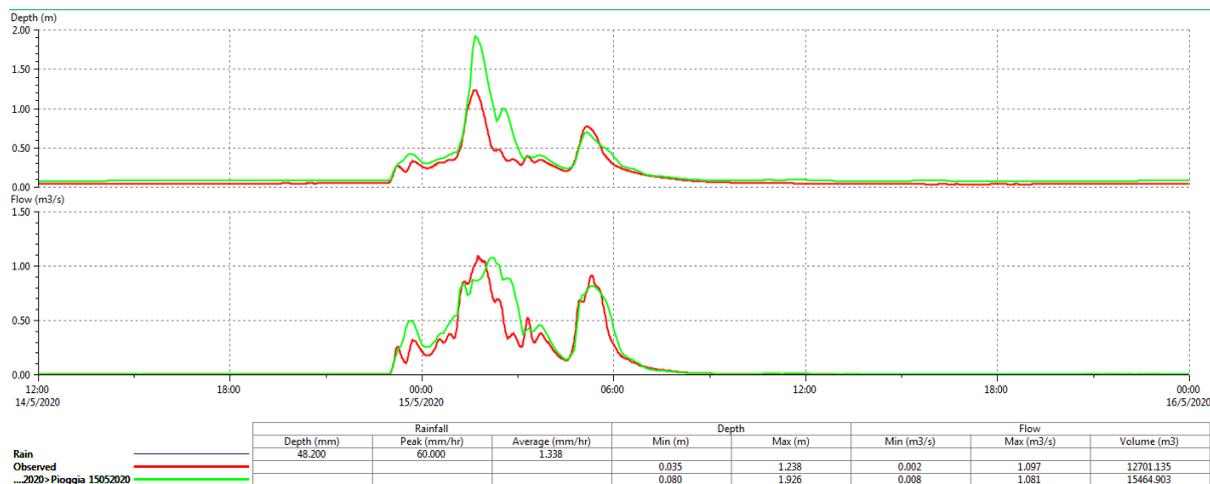
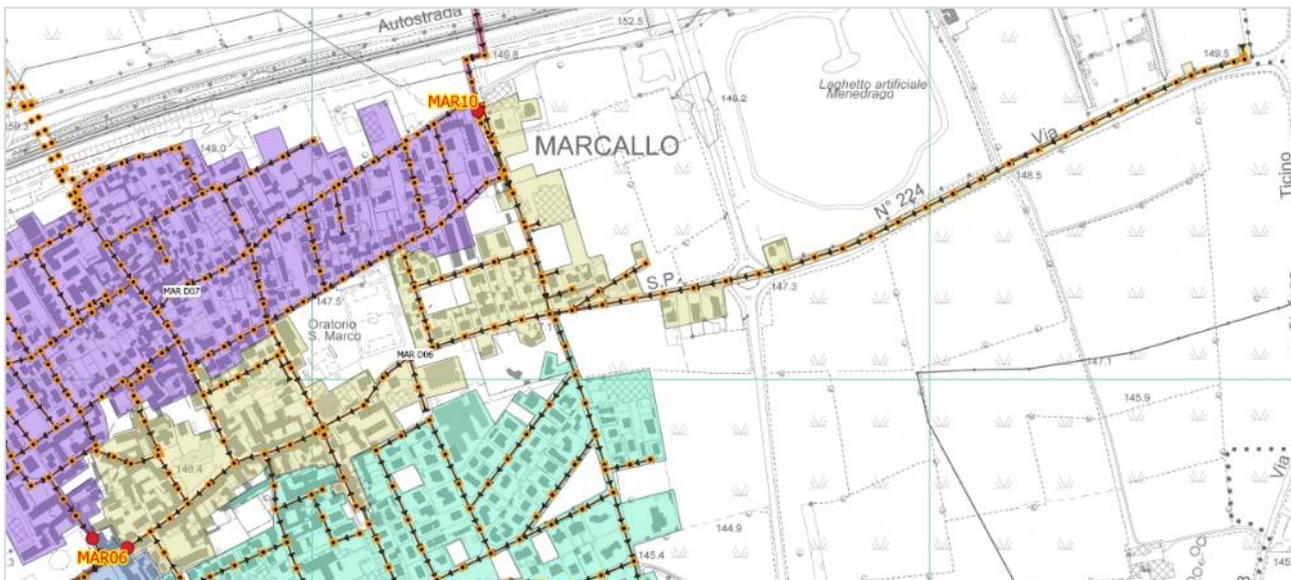


Figura 5-10 - Grafici di validazione bacino MAR.05

In termini di portate e volumi, i grafici denotano un’ottima capacità di riproduzione della situazione reale da parte del modello; il tirante idrico nella tubazione non è sempre ben riprodotto, infatti le condizioni locali che si possono verificare nella rete fognaria, in termini di cedimenti localizzati, depositi di detriti e altro, non si riescono a riprodurre in un modello matematico in quanto spesso è impossibile conoscere tutto ciò che avviene o è presente nelle singole tubazioni; questa considerazione, vale per tutti i successivi misuratori.

Misuratore MAR.06

Il misuratore MAR.06 è attraversato dal collettore intercomunale in arrivo da Asmonte (MAR.11), raccoglie le acque del bacino di Casone (MAR.10) e drena un'area residenziale a bassa densità abitativa e un tratto in arrivo da est dalla provinciale SP224.



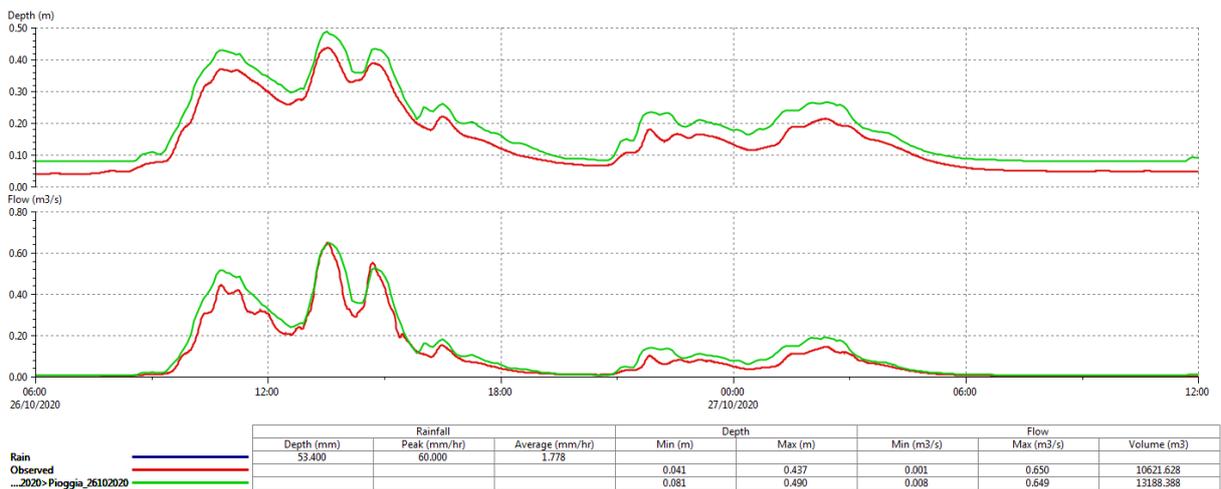
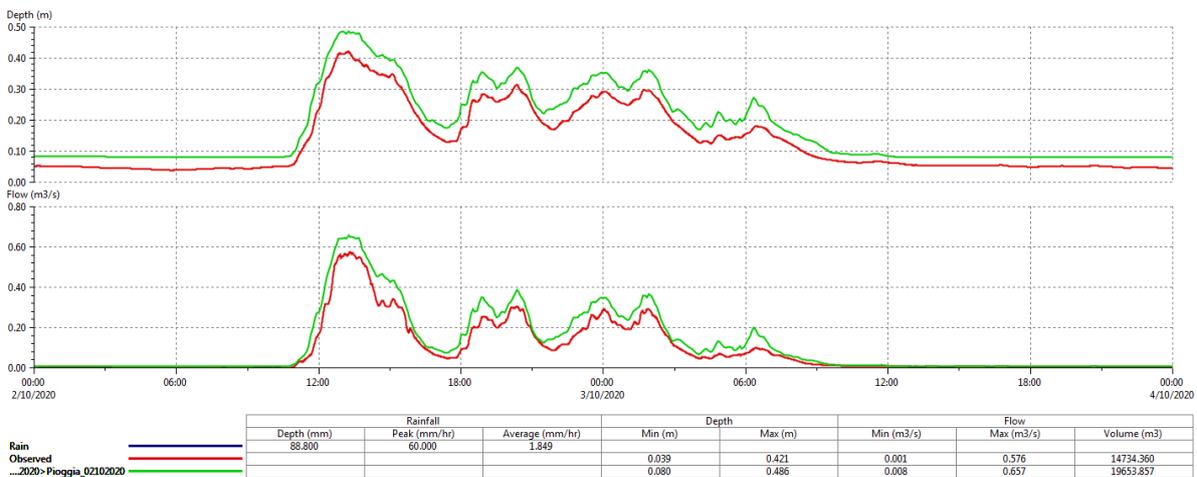
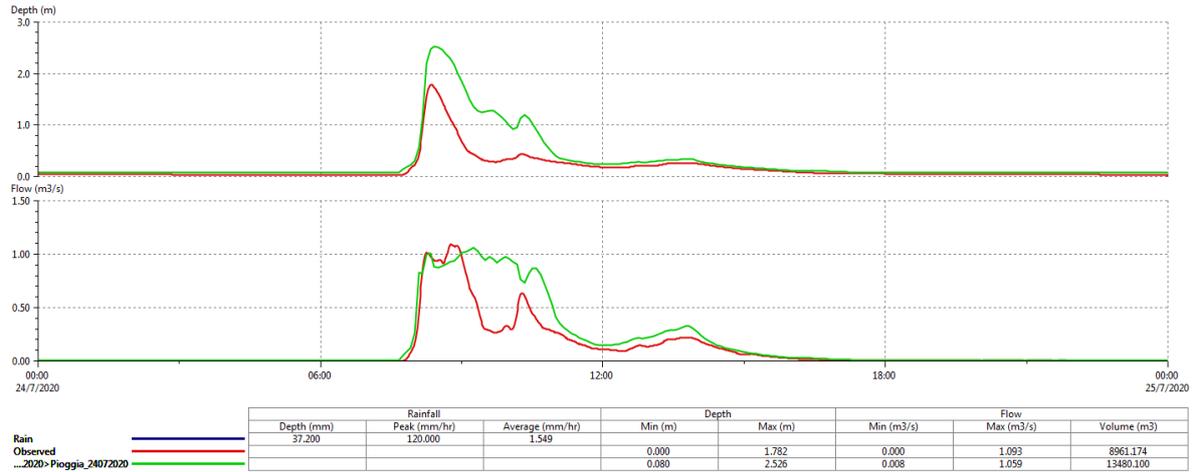
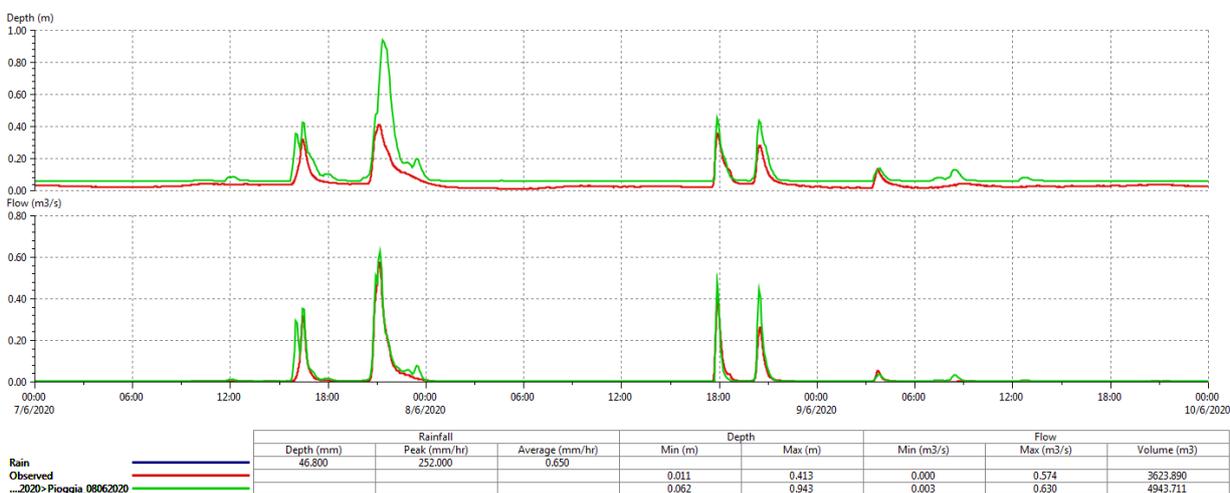
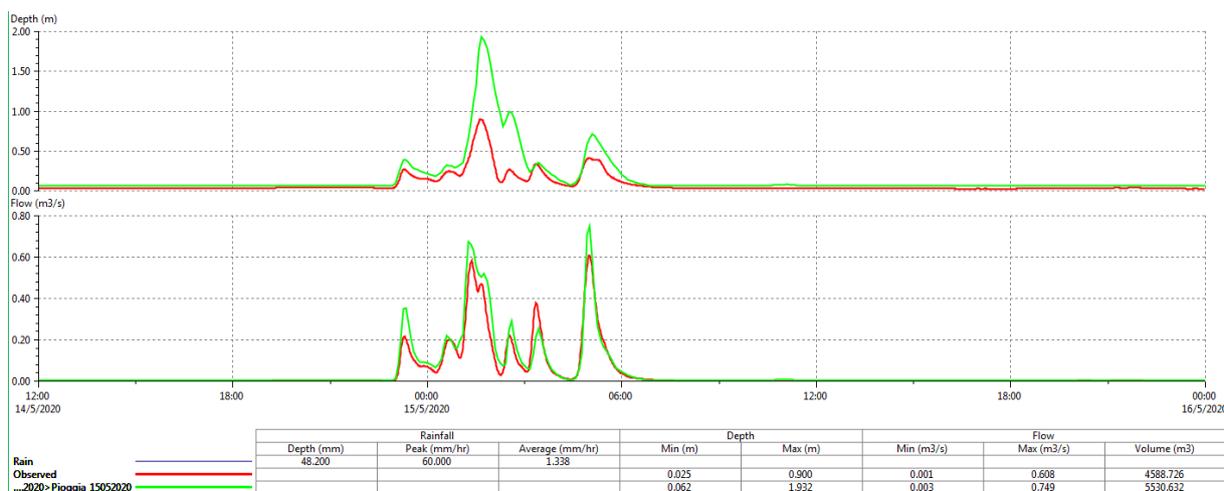
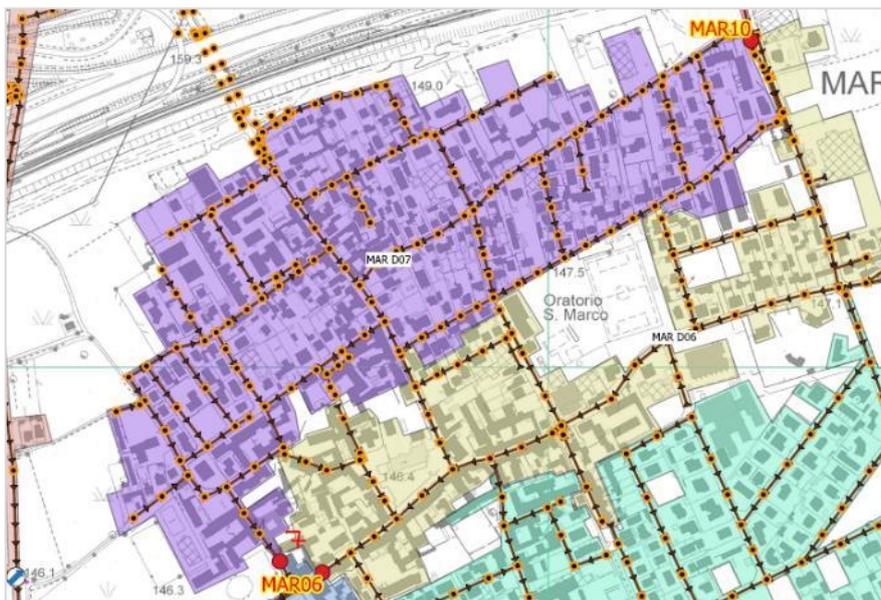


Figura 5-11 - Grafici di validazione bacino MAR.06

La rispondenza del modello è ottima in termini di portate e volumi idrici.

Misuratore MAR.07

Il misuratore MAR.07 è a sé stante, ovvero non ha ingressi da altri bacini o comuni, e drena l'area urbana del centro storico.



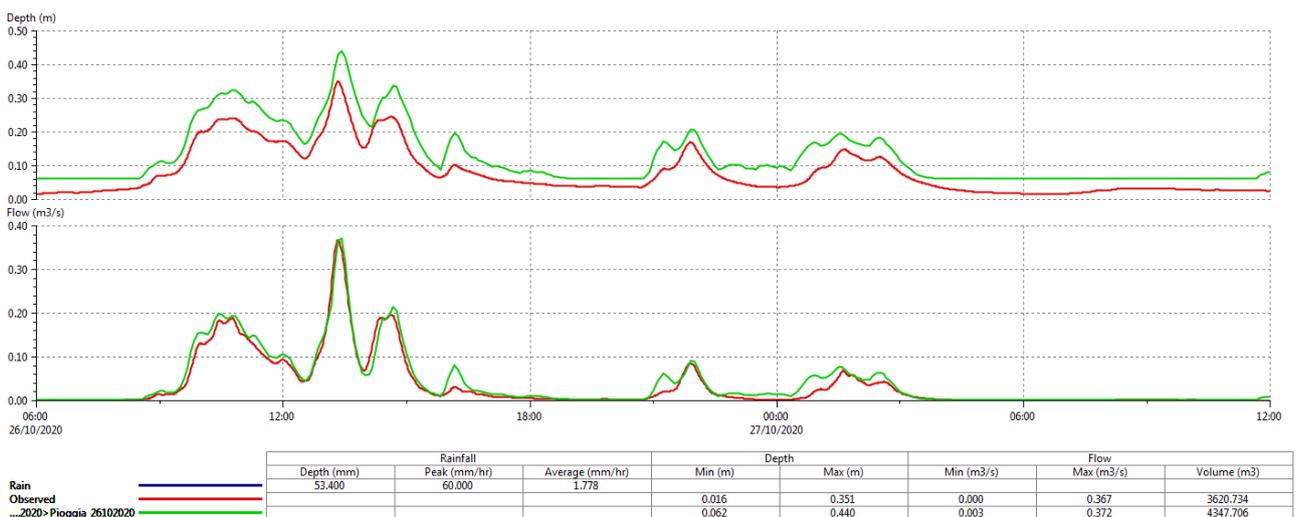
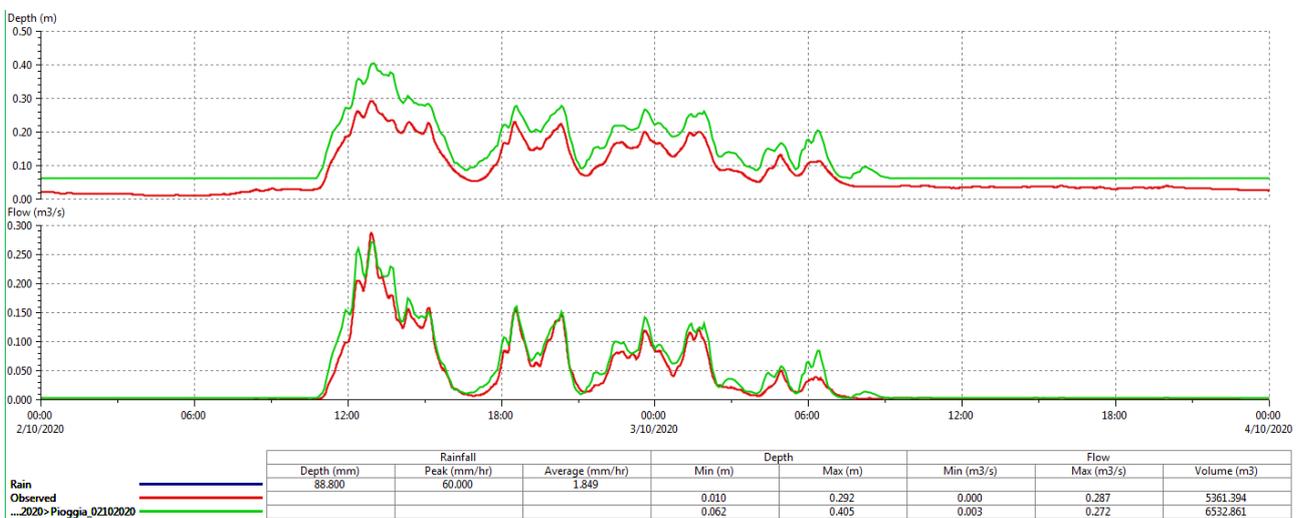
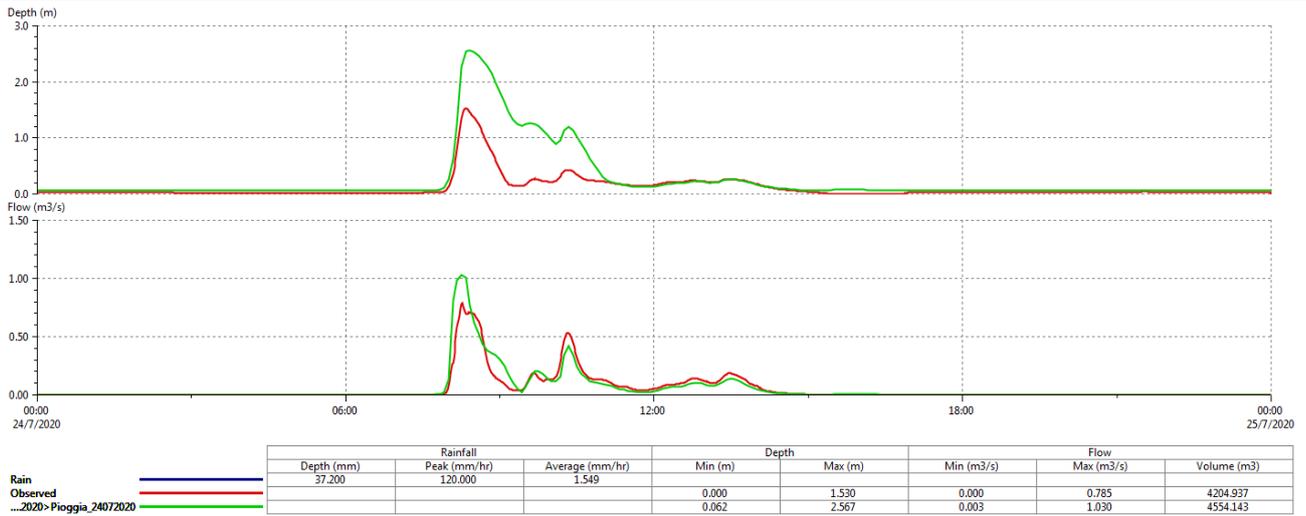
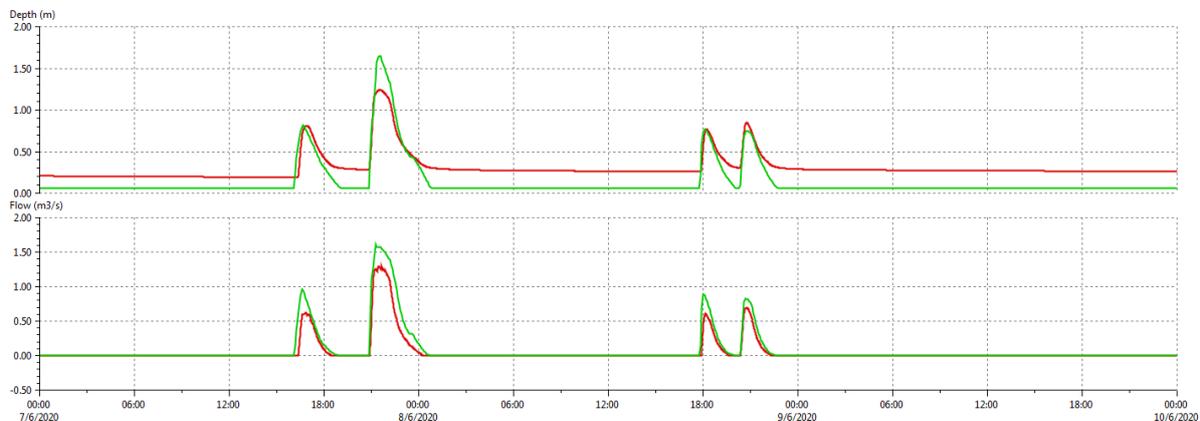
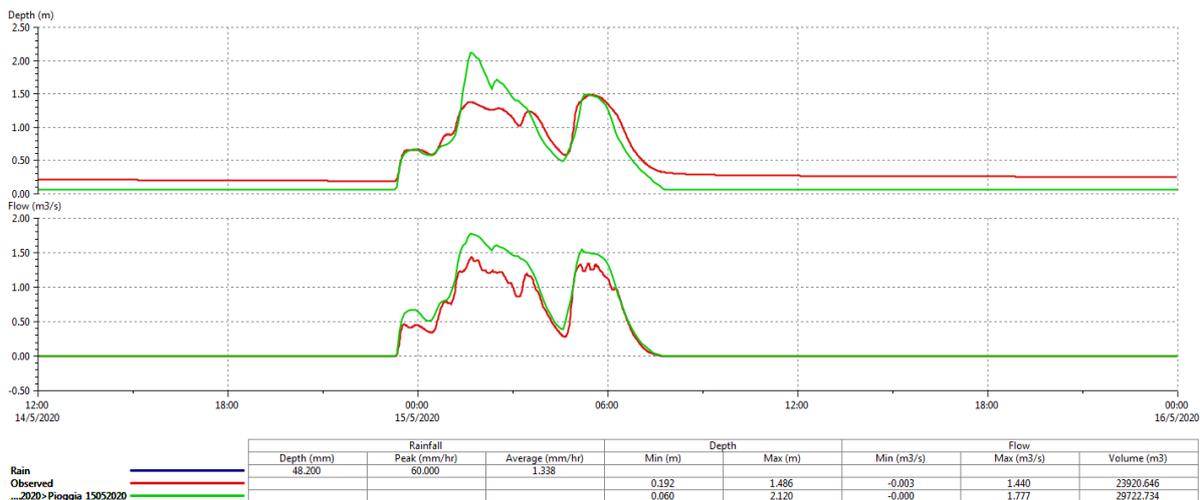
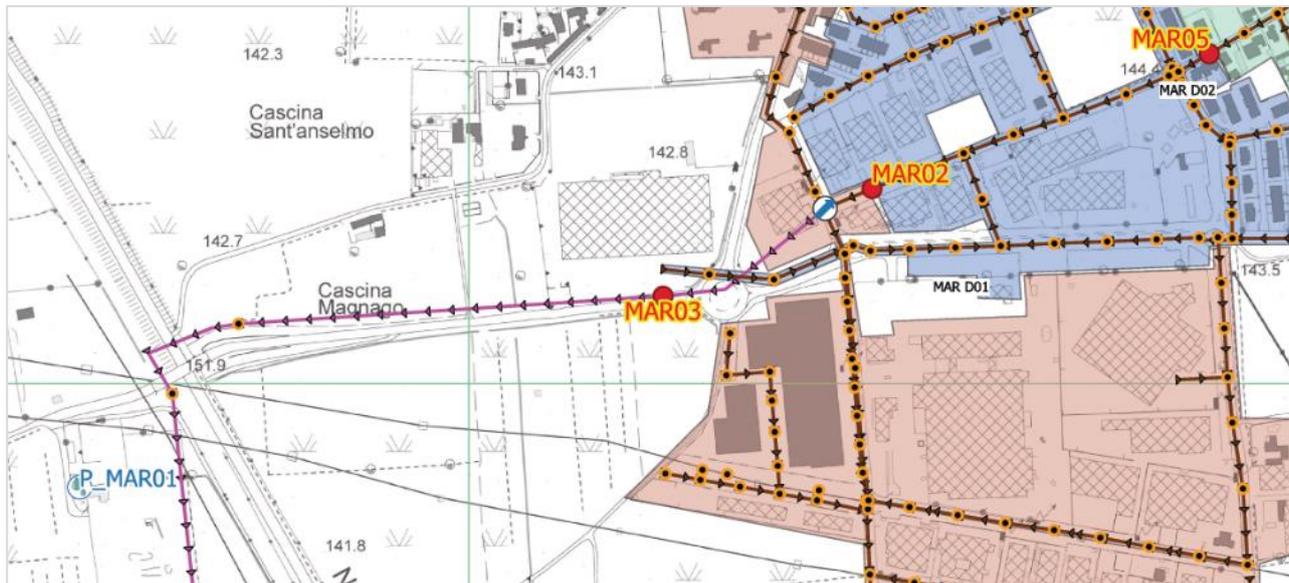


Figura 5-12 - Grafici di validazione bacino MAR.07

La rispondenza del modello è ottima in termini di portate e volumi idrici.

Misuratore MAR.03

Il misuratore MAR.03 registra le caratteristiche della portata idrica sfiorata dallo sfioratore principale (id 171).



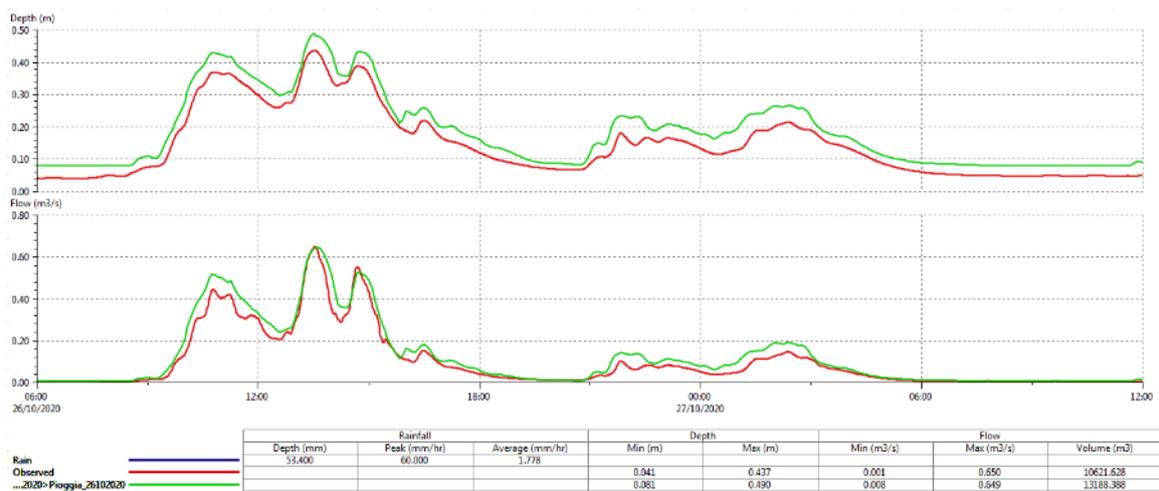
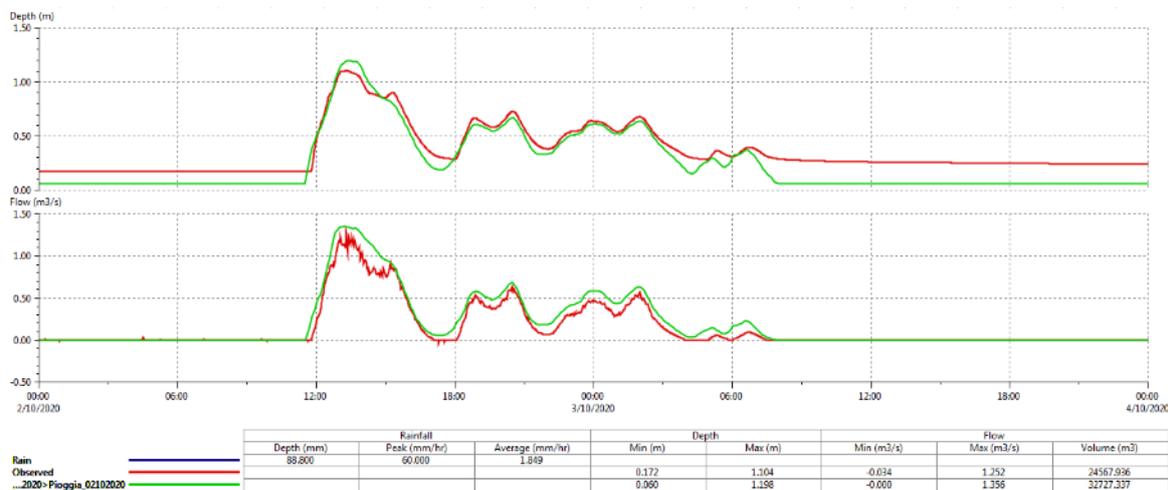
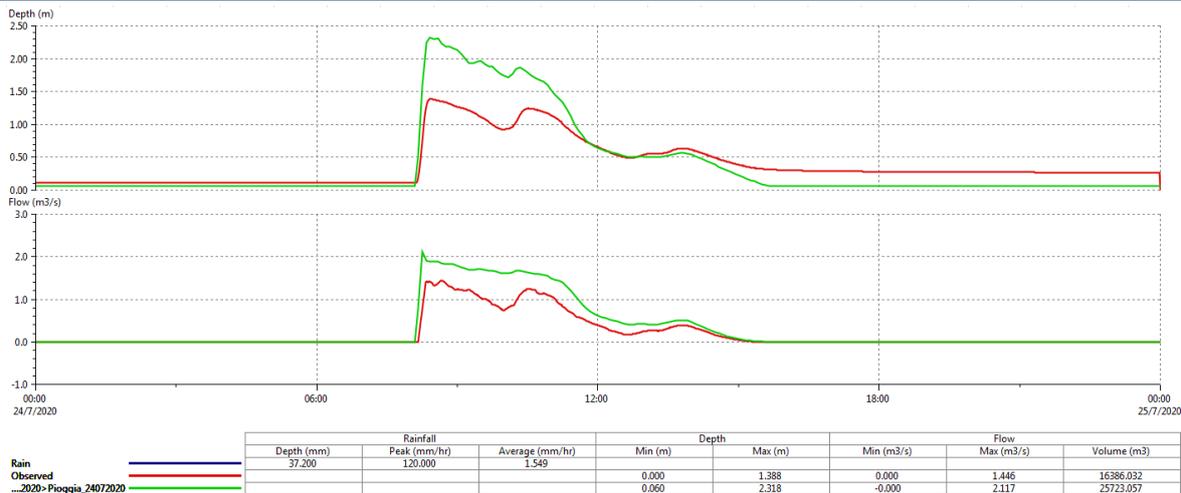
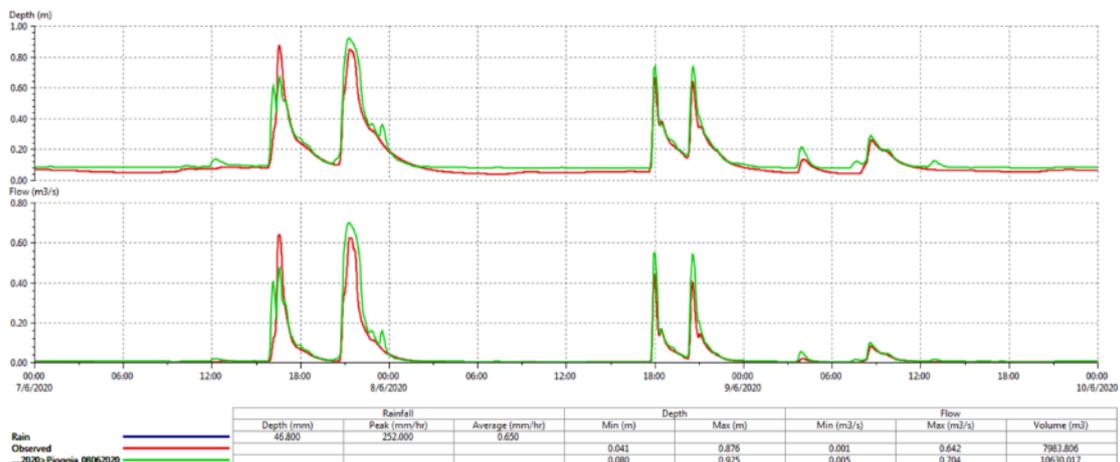
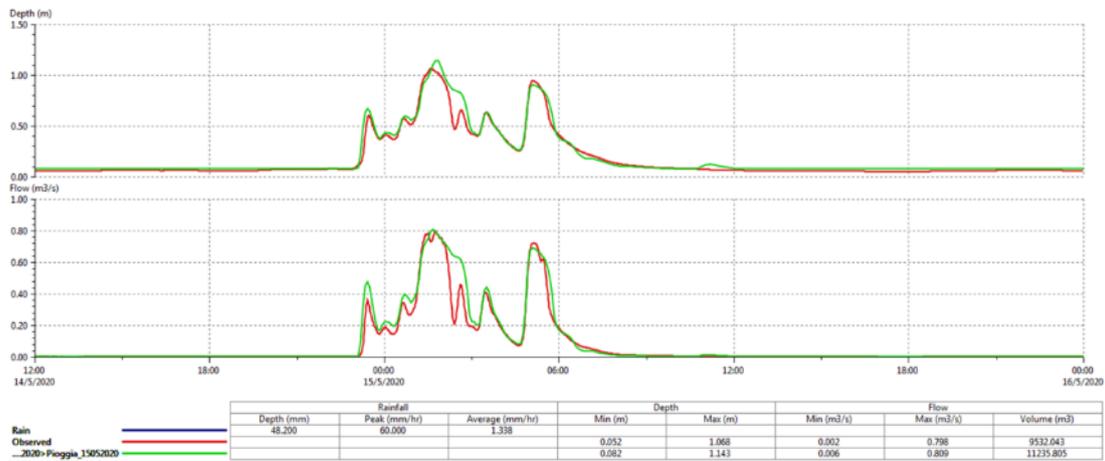


Figura 5-13 - Grafici di validazione bacino MAR.03

La rispondenza del modello è accettabile in termini di portate e volumi idrici; talvolta il modello sovrastima la portata sfiorata, probabilmente a causa di una diffusa sovrastima dei tiranti idrici che provoca un rigurgito di maggior entità nel collettore simulato, tale da incrementare la portata sfiorata.

Misuratore MAR.10

Il bacino10 raccoglie le acque provenienti da Asmonte (collettore intercomunale) e drena la zona urbana di Casone, immettendo poi l'acqua nel bacino 6.



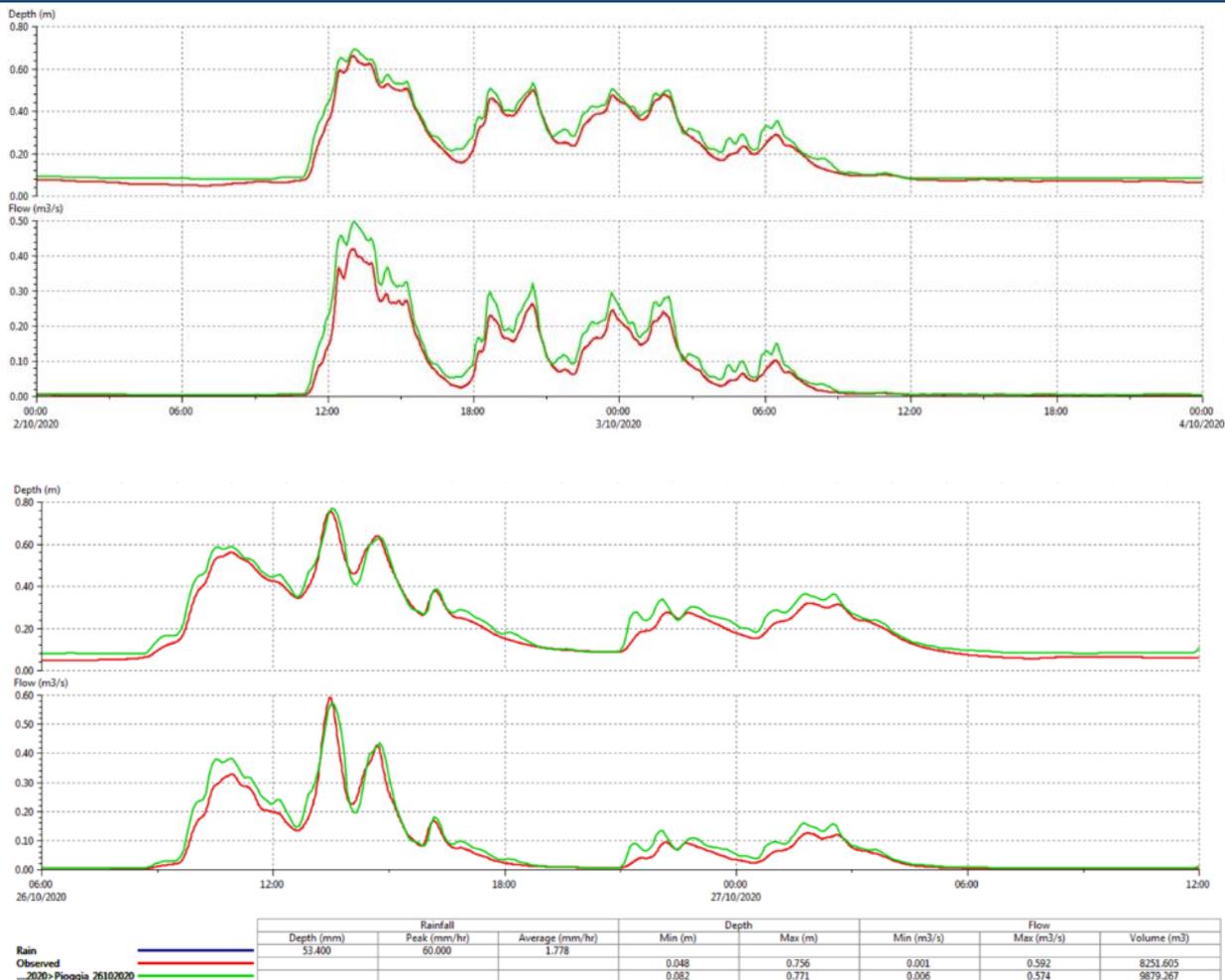
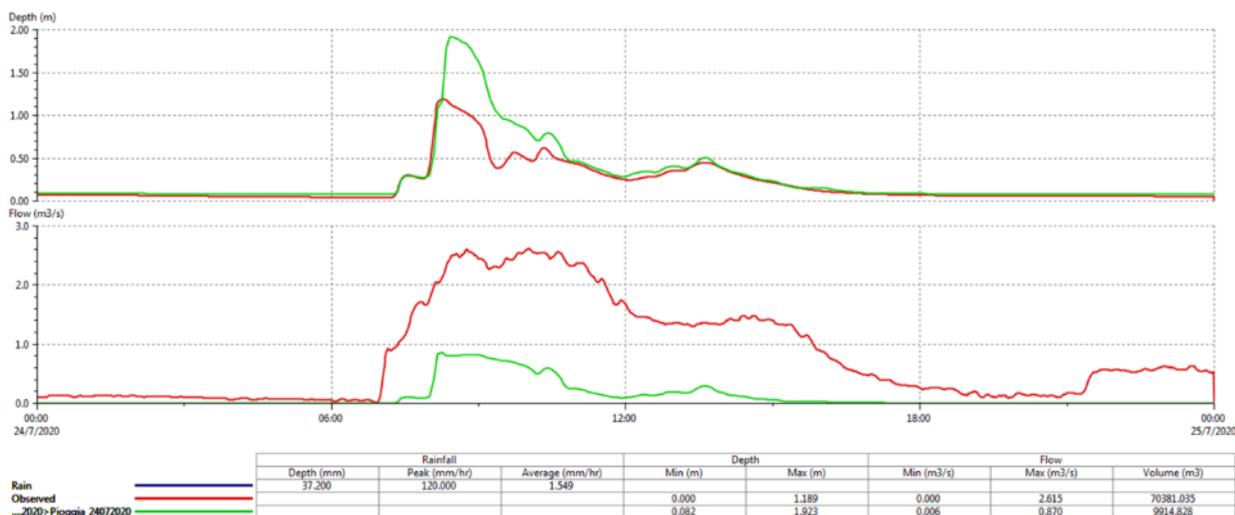


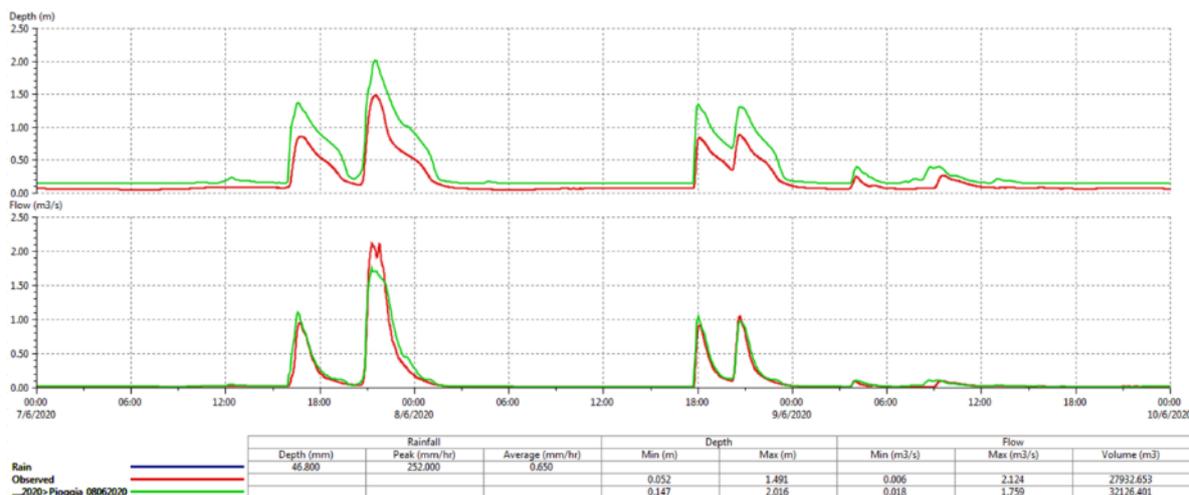
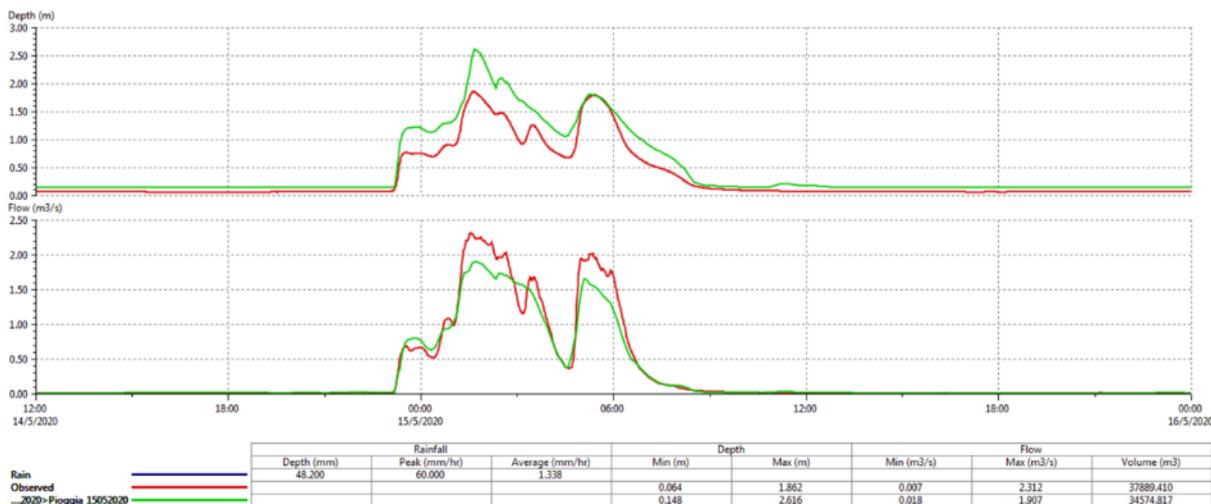
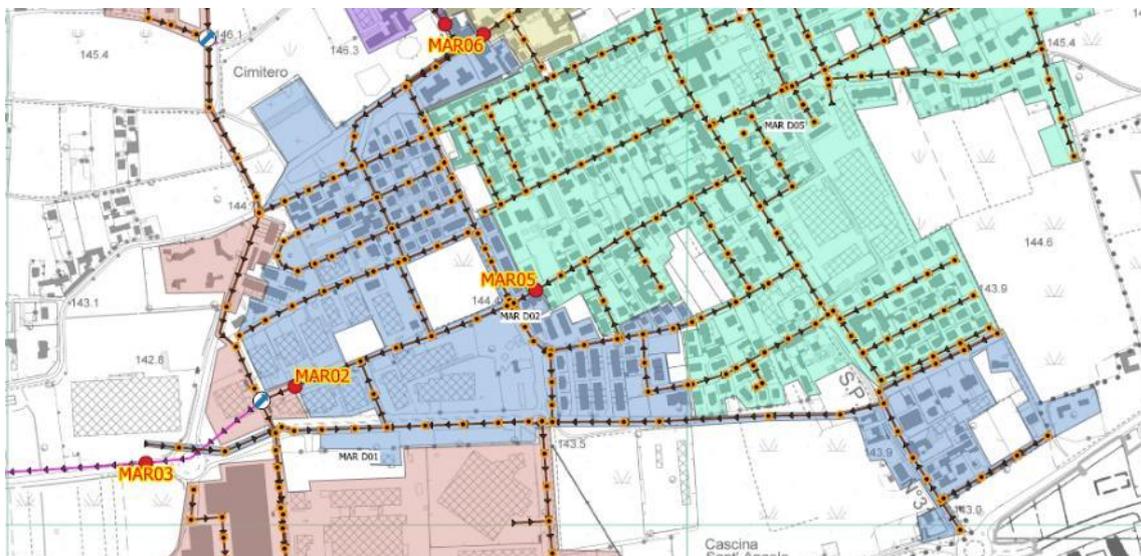
Figura 5-14 - Grafici di validazione bacino MAR.10

La rispondenza del modello è ottima in termini di portate e volumi idrici; l'unico evento di minor congruità del modello con le misure di campo è quello del 27.07.2020, in cui le misure sembrano evidenziare una situazione anomala della rete, difficilmente riproducibile.



Misuratore MAR.02

Il punto di misura MAR.02 rappresenta l'uscita dell'intero sistema urbano di Marcallo con Casone, prima che il contributo dei bacini 5, 6, 7, 10 e di Asmonte, entrino nel collettore principale (Cuggiono – Inveruno).



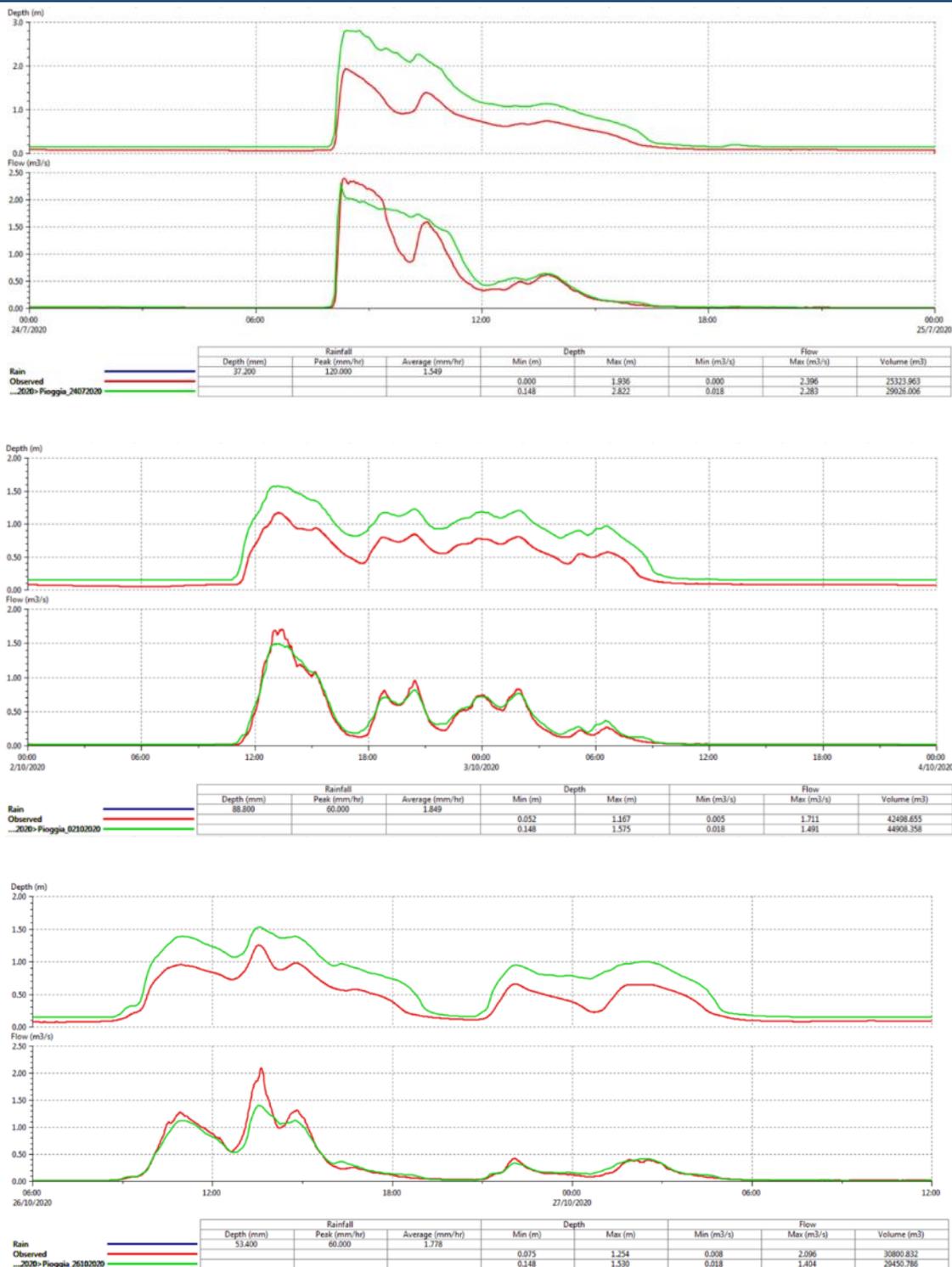


Figura 5-15 - Grafici di validazione bacino MAR.02

La rispondenza del modello per la validazione è risultata accettabile, senza modificare i parametri di afflusso – deflusso e quindi operare una nuova calibrazione.

Generalmente, il modello riproduce molto bene eventi di bassa intensità ma costanti, con altezze cumulate di pioggia anche consistenti (ad esempio gli eventi 02.10.2020 e 26.10.2020).

La generale sovrastima dei tiranti idrici delle tubazioni, già giustificata in precedenza, può portare a risultati, in termini di riempimento della condotta e allagamenti bidimensionali, leggermente sovrastimati rispetto alla realtà; ad ogni modo la congruità con gli allagamenti storici segnalati dal Comune è molto buona.

## 6. ANALISI STATO DI FATTO E CRITICITA'

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.

Infine, in aderenza alle Linee guida CAP nel rispetto di quanto previsto del RR 7/2017 il funzionamento della rete di Marcallo con Casone sarà testata per eventi pluviometrici eccezionali con tempi di ritorno pari a 50 e 100 anni.

### 6.1 Risultati delle simulazioni

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 T 2 anni per valutare il comportamento della rete anche in corrispondenza di eventi non eccezionali. Quest'ultimo è stato valutato ma non restituito in quanto il Comune non presenta criticità rilevanti con eventi lievi.

Le problematiche idrauliche messe in luce dal modello idraulico seguono la seguente simbologia:

- i **tratti/nodi in colore verde** rappresentano i condotti sufficienti a convogliare le portate in arrivo da monte (condotti funzionanti "a pelo libero", ossia con linea piezometrica interna alla sezione del tubo);
- i **tratti/nodi in colore giallo** rappresentano i condotti in rigurgito, la cui condizione di criticità e di funzionamento in pressione è strettamente correlata alle condizioni di insufficienza dei collettori di valle;
- i **tratti/nodi in colore viola** rappresentano i condotti insufficienti a convogliare le portate in arrivo da monte (condotti funzionanti in pressione, ossia con linea piezometrica superiore all'intradosso superiore del tubo) come meglio definito dalla legenda;

Le simulazioni effettuate hanno confermato il quadro di pericolosità rilevato nei paragrafi precedenti, evidenziando, inoltre, la seguente ulteriore problematica:

- **Possibili allagamenti lungo Via De Gasperi (Po04)**. La porzione sud di via De Gasperi, dopo la rotonda con via Fratelli Kennedy risulta sede di possibili allagamenti che normalmente si risolvono rapidamente grazie alla presenza del colatore sul lato est della carreggiata. Tale problematica è stata confermata dall'amministrazione solo in caso di eventi di portata eccezionale.

Le aree interessate sono caratterizzate da danno potenziale (definito nel Capitolo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) da moderato o nullo a molto elevato.

Di seguito sono riassunti i risultati delle simulazioni per gli eventi di riferimento sia per quanto riguarda la sollecitazione della rete fognaria, sia per quanto riguarda l'andamento degli allagamenti sul territorio comunale.

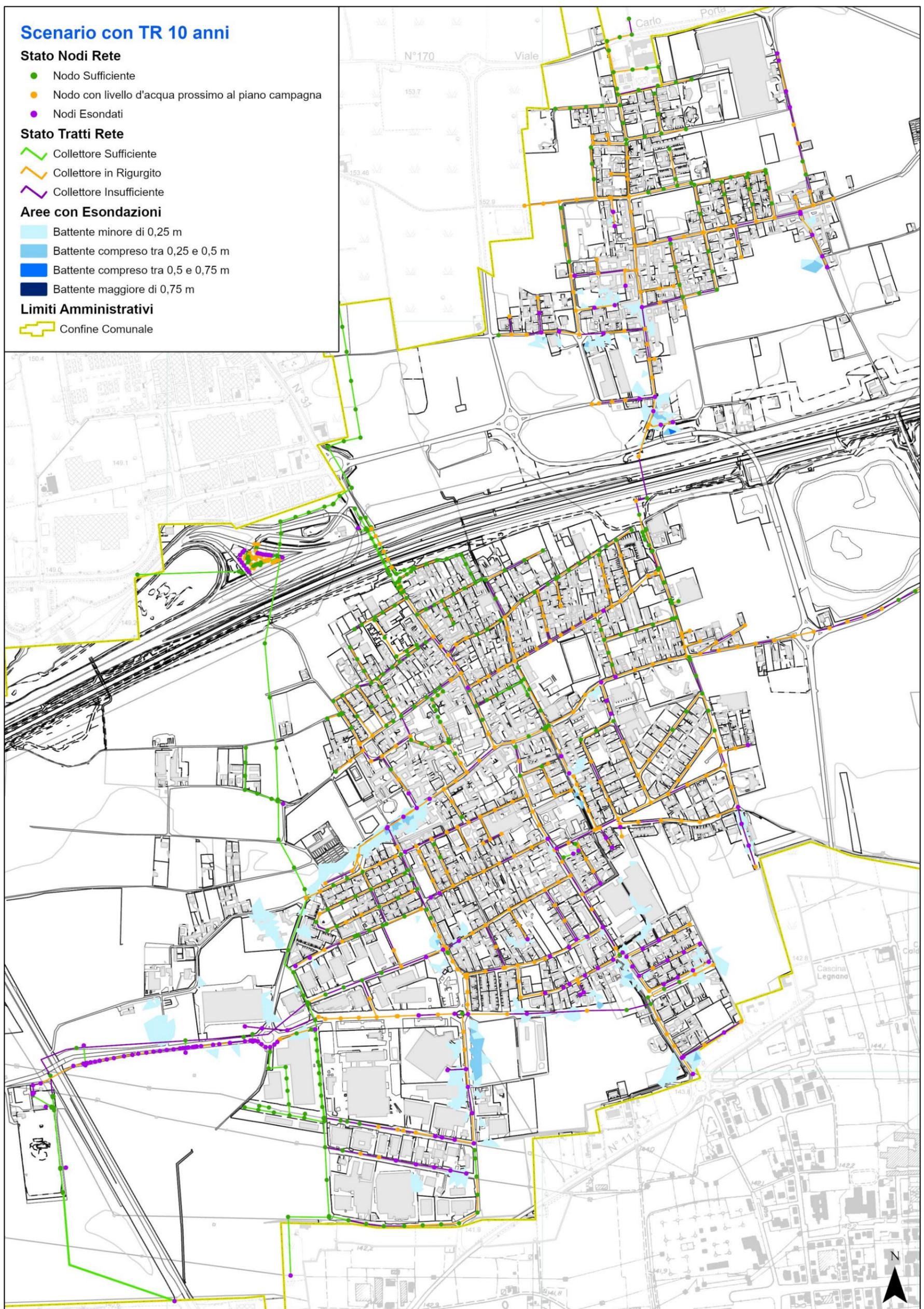


Fig. 6-1 - Simulazione rete fognaria e allagamenti TR 10 anni

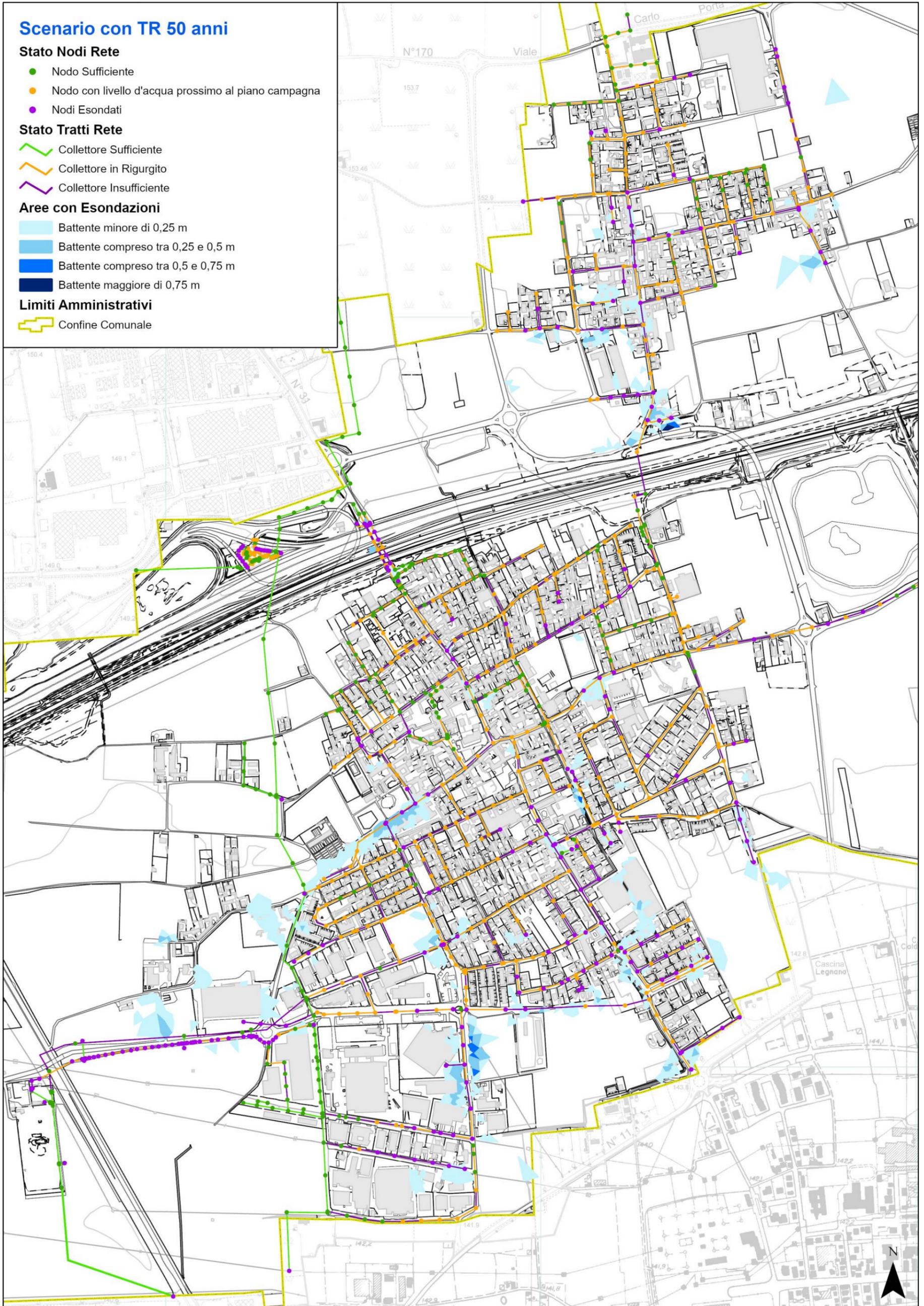


Fig. 6-2 - Simulazione rete fognaria e allagamenti TR 50 anni

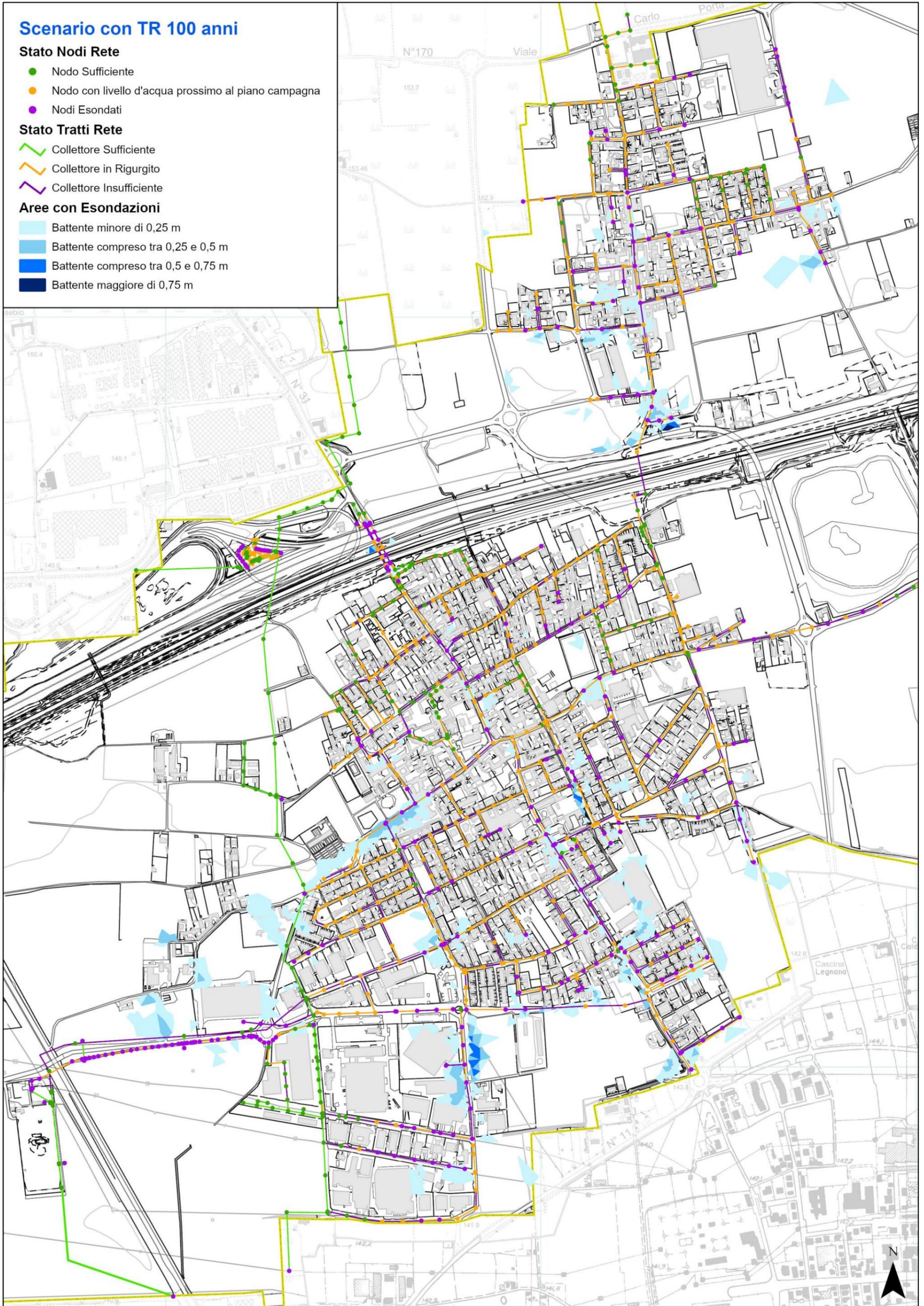


Fig. 6-3 - Simulazione rete fognaria e allagamenti TR 100 anni

Il sovraccarico diffuso 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. Tuttavia, non si registrano esondazioni oltre il piano campagna se non per porzioni e volumi di lieve entità (i tiranti inferiori a 0,05 m, per chiarezza rappresentativa, non vengono visualizzati in cartografia in quanto reputati, in accordo con CAP, non significativi e inferiori all'incertezza intrinseca del dato iniziale).

Le zone dove si evidenziano le maggiori esondazioni sono:

- in prossimità del parcheggio di Via Manzoni angolo via De Gasperi, già segnalato come critico;
- la porzione sud di via De Gasperi, dopo la rotonda con via Fratelli Kennedy; quest'area non risulta come critica all'amministrazione se non per eventi eccezionali, ma la presenza del colatore sul lato est della carreggiata, permette un deflusso rapido delle acque esondabili;
- la porzione sud di via Magellano nell'abitato di Casone, che come noto è caratterizzata da forte contropendenza.

### 6.1.1 RETICOLO IDRICO PRINCIPALE

Come esplicitato in precedenza, il comune di Marcallo con Casone non è caratterizzato da reticolo idrico principale, bensì sul territorio comunale è presente una fitta rete idrografica rappresentata da un sistema di canalizzazioni a scopo irriguo gestita dal Consorzio di Bonifica Est – Villorosi.



Fig. 6-4 – Rete di colatori del Consorzio di Bonifica Est-Villorosi

Il “Regolamento di Gestione della Polizia Idraulica”, approvato dal comitato esecutivo del Consorzio nel dicembre 2016, definisce le regole di uso di questi colatori, la cui funzione principale è quella di raccogliere le acque di irrigazione, drenando i terreni circostanti; in particolare l'art.10 definisce le regole degli scarichi di acque non consortili in tali fossi, ammettendo lo scarico delle sole acque meteoriche o di falda, non suscettibili di contaminazione, entro i limiti di scarico compatibili con la capacità idraulica del ricettore e non superiore ai 40 l/s/ha\_imp (per aree già provviste di pubblica fognatura) o ai 20 l/s/ha\_imp (per aree di ampliamento).

## 6.2 SINTESI DELLE PROBLEMATICHE IDRAULICHE E IDROLOGICHE INDIVIDUATE

Nella seguente tabella sono sintetizzate le problematiche idrauliche riscontrate a livello comunale nell'analisi dei paragrafi precedenti con i codici riferiti alle stesse utilizzate nella Tavola 02:

ID	LOCALIZZAZIONE	FONTE	DESCRIZIONE
<b>Ln01</b>	Via Magellano/Piazza Barco	Gestore SII	Rigurgiti per possibile contropendenza (camere 480-478)
<b>Ln02</b>	Via Magellano sud	UT	Allagamenti lungo la sede stradale e in alcuni rari casi di proprietà private
<b>Po01</b>	Via De Gasperi / Via Pasteur	UT	Allagamenti nelle cantine e nei piazzali del quartiere
<b>Po02</b>	Parcheggio Via Manzoni	UT	Allagamento del parcheggio a servizio del cimitero in occasione di fenomeni intensi
<b>Po03</b>	Via Einstein	UT	Rigurgiti dal collettore in caso di eventi meteo eccezionali
<b>Po04</b>	Via De Gasperi	SCGRI	Allagamenti in caso di eventi meteo eccezionali
<b>Pt01</b>	Via Edison/Via Nobel	Gestore SII	Sfioratore criticità potenziale - camera 171
<b>Pt02</b>	Via Einaudi	Gestore SII	Sfioratore criticità potenziale - camera 256
<b>Pt03</b>	Via Varese	UT	Sottopasso autostrada e linea ferroviaria
<b>Pt04</b>	Pista Ciclopedonale San Giovanni Bosco	UT	Sottopasso autostrada e linea ferroviaria
<b>Pt05</b>	Via Menadrago	UT	Sottopasso autostrada e linea ferroviaria

**Tab. 6-1 - Elenco delle problematiche riscontrate nel territorio comunale**

### 6.3 SCARICATORI DI PIENA

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”. Secondo il comma 5, “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, ovvero la quota parte della superficie scolante totale che contribuisce a generare i deflussi; in funzione della superficie scolante impermeabile è definita la massima portata ammissibile allo scarico nei ricettori finali autorizzata dal R.R. 7/2017, ovvero 40l/s ha<sub>imp</sub>.

All’interno del territorio comunale sono presenti due sfioratori:

- **Sfioratore 171**: manufatto principale, del tipo a soglia frontale, che limita le portate di tutto l’agglomerato drenato dal collettore in arrivo da Asmonte, quindi tutto l’abitato di Marcallo con Casone; lo sfioratore deriva le acque nel collettore principale di Robecchetto-Vanzaghello, mentre le acque sfiorare si dirigono verso una vasca di prima pioggia (in fase di ultimazione) e una vasca disperdente per le acque in eccesso;
- **Sfioratore 256**: manufatto di piccole dimensioni, del tipo con tubo a livello, che drena una serie di abitazioni di via Einaudi, derivando la portata di magra nel collettore Robecchetto-Vanzaghello, mentre le acque sfiorate (quasi un troppo pieno) in un pozzo perdente; date le caratteristiche del manufatto è molto probabile che si tratti di uno sfioratore di alleggerimento della portata idrica.

Si riportano per completezza i valori di riferimento per lo sfioratore principale come la massima portata ammissibile, che è stata confrontata con il valore al colmo dell'idrogramma in uscita risultante dal modello per il tempo di ritorno 10, 50 e 100 anni.

Sfioratore	Tempo ritorno	Q max [m3/s]	Q max [l/s]	A impermeabile [ha]	Coeff. udometrico [l/s ha <sub>imp</sub> ]
171	10	2.25	2250	47.406 (solo Marcallo)	47.46
	50	2.34	2340	47.406 (solo Marcallo)	49.36
	100	2.47	2470	47.406 (solo Marcallo)	52.10

Tab. 6-2 – Portate scaricate dagli sfioratori di Marcallo con Casone

Si sottolinea che l’area impermeabile dello sfioratore 171 è riferita alla sola porzione di territorio di Marcallo con Casone; l’analisi si dovrebbe completare col modello della rete a monte di Casone, tale da permettere la valutazione della porzione impermeabile del territorio a nord, drenato dal collettore.

## 7. SCENARIO DI INTERVENTO

Nel presente paragrafo si riassumono i principali interventi tesi alla risoluzione delle criticità individuate riguardanti l'invarianza idraulica. Tra gli interventi che verranno elencati di seguito vi sono anche alcuni interventi già previsti da CAP Holding nelle verifiche idrauliche e nelle progettazioni generali delle opere di sistemazione delle reti di fognatura.

In particolare, si è cercato di agire anche sulla riduzione degli apporti di acque meteoriche in rete, in accordo con i tecnici comunali. Questo approccio consente di intervenire su una pluralità di obiettivi con interventi di riqualificazione del territorio, alleggerendo la pressione idraulica sulla rete, riducendo gli apporti di acque meteoriche al depuratore e intervenendo anche su eventi con bassa intensità ed elevata frequenza.

### 7.1 INTERVENTI STRUTTURALI

L'assetto di progetto è strutturato a partire dagli interventi ipotizzati nel Documento Semplificato del rischio idraulico, dalle segnalazioni dei tecnici comunali e dai risultati della modellazione numerica.

Gli interventi strutturali proposti mirano a ridurre le condizioni di rischio dell'abitato connesse agli allagamenti fognari attraverso il riordino di tratti di rete fognaria con alleggerimento di condotte insufficienti, disconnessioni di reti meteoriche e gestione in loco delle acque. In alcuni casi si rende necessario prevedere opere di drenaggio superficiale in quanto inesistenti allo stato attuale con problematiche correlate di allagamenti, come segnalato dai tecnici comunali.

Di seguito si riporta una sintesi degli interventi inseriti nel Piano degli investimenti attualmente in corso che interessano direttamente il territorio comunale di Marcallo con Casone o indirettamente essendo realizzati al di fuori dei confini comunali ma collegati idraulicamente alla rete di Marcallo con Casone.

#### [IS01] Piano Potenziamento Servizio Fognatura Comune di Marcallo con Casone - 9293\_13

<b>ID Commessa</b>	9293_13
<b>Descrizione Commessa</b>	Piano Potenziamento Servizio Fognatura Comune di Marcallo con Casone
<b>Descrizione Commessa per Piano d'Ambito</b>	Piano Potenziamento Servizio Fognatura Comune di Marcallo con Casone
<b>Id problematiche</b>	--
<b>Stato</b>	Da progettare
<b>Anno di Riferimento</b>	2020 - 2022
<b>Comuni Interessati</b>	Marcallo con Casone

La finalità del presente progetto è quella di potenziare la rete di fognatura in una zona attualmente non servita. Il potenziamento della rete fognaria prevede la realizzazione di due estensioni della rete che consentiranno il convogliamento a depurazione delle acque nere provenienti da Via Savonarola, Via Mazzini e Via Turati.



**[IS02] Lavori sulla vasca di dispersione in Comune di Marcallo con Casone - 6654\_3**

<b>ID Commessa</b>	6654_3
<b>Descrizione Commessa</b>	Lavori sulla vasca di dispersione in Comune di Marcallo con Casone
<b>Descrizione Commessa per Piano d'Ambito</b>	Lavori sulla vasca di dispersione in Comune di Marcallo con Casone
<b>Id problematiche</b>	--
<b>Stato</b>	Da progettare
<b>Anno di Riferimento</b>	2020 - 2022
<b>Comuni Interessati</b>	Marcallo con Casone

L'intervento in oggetto deve ancora essere progettato e la realizzazione dei lavori è prevista presumibilmente tra il 2020 e il 2022.

**7.1.1 INTERVENTI A PIANO INVESTIMENTI AMIACQUE**

Ad oggi nel Piano degli investimenti di Amiacque attualmente in corso non sono presenti interventi, non ancora realizzati, che interessano direttamente o indirettamente il territorio comunale di Marcallo con Casone. Quanto previsto è già stato realizzato negli anni precedenti.

## 7.2 INTERVENTI STRUTTURALI PREVISTI DAL PRESENTE ELABORATO

### 7.2.1 SCELTE E IPOTESI PROGETTUALI GENERALI

Il dimensionamento di massima delle opere strutturali seguono le prescrizioni contenute nel R.R. 07/2017, e in particolare si basano sulle seguenti ipotesi:

- $T_r = 10$  anni per interventi di posa di nuove tubazioni non connesse a sistemi di dispersione;
- $T_r = 50$  anni per interventi di realizzazione delle opere di infiltrazione e per coerenza anche del nuovo sistema di drenaggio che vi afferisce;
- Le durate critiche considerate, da cui si ricava l'intensità di precipitazione massima dello ietogramma (rettangolare), sono state ipotizzate sulla base dell'estensione del bacino afferente (tempo di ingresso alla rete) e dell'eventuale tempo di corrivazione della rete di monte del punto considerato;

Gli interventi strutturali sono poi stati rappresentati nella Tavola 04 come elementi lineari, puntuali o areali, e introdotti nello scenario di simulazione dello stato di progetto, onde valutarne gli effetti sugli allagamenti risultanti da modello; gli interventi non strutturali sono stati rappresentati in planimetria solo quando ben identificabili (quindi non riconducibili a semplici buone pratiche di gestione della rete fognaria), ma non vengono introdotti nello scenario di simulazione idraulica dello stato di progetto.

Si seguito si riportano le formule utilizzate per il dimensionamento di massima degli interventi strutturali.

#### Calcolo della portata massima

La sollecitazione idraulica agente in ciascuna sezione di calcolo è stata determinata applicando il metodo razionale. Tale metodo consente di valutare la massima portata al colmo mediante la seguente espressione:

$$Q_{max} = 0.00278 \cdot \varphi \cdot i \cdot S$$

con:

$S$  = superficie del sottobacino [ha];

$i$  = intensità di pioggia [mm/h];

$\varphi$  = coefficiente di deflusso.

Tale metodo si basa sulle seguenti ipotesi:

- gocce di pioggia cadute contemporaneamente in luoghi diversi del bacino, arrivano alla sezione di chiusura in tempi diversi;
- il contributo di ogni singolo punto del bacino alla portata di piena è direttamente proporzionale all'intensità di pioggia caduta in quel punto per il tempo necessario al raggiungimento della sezione di chiusura da parte del contributo stesso;
- tale tempo è caratteristico di ogni singolo punto e rimane costante per tutta la durata del fenomeno pluviometrico.

Ne consegue che le massime portate al colmo si ottengono per tempi di pioggia pari al tempo di concentrazione determinati alla sezione di chiusura in esame.

La riduzione dell'afflusso ( $\phi$ ) alla rete si considera dovuta principalmente a impermeabilità e ritardo, che variano a seconda della densità delle costruzioni e della topografia della zona.

Se esistono bacini tributari di area  $A_i$  sarà:

$$\phi = \frac{\sum \phi A_i}{\sum A_i}$$

### Metodologia di verifica idraulica

L'analisi idraulica dei tratti di tubazione e di canalette grigliate verrà eseguita mediante valutazione del deflusso della corrente a pelo libero in condizioni di moto uniforme.

La formula utilizzata è quella di Gauckler-Strickler valida per deflussi a pelo libero:

$$Q = k_s \cdot \Omega \cdot R^{2/3} \cdot i_f^{1/2} = k_s \cdot \Omega^{5/3} \cdot B^{3/2} \cdot i_f^{1/2}$$

nella quale:

$Q$  = portata liquida all'interno delle canalette e delle tubazioni;

$k_s$  = coefficiente di scabrezza (assunto cautelativamente pari a  $90 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$  per tubazioni in materiale plastico.  $60 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$  per elementi in cls);

$\Omega$  = area della sezione di deflusso;

$i_f$  = pendenza tubazione o canaletta di scolo;

$R$  = raggio idraulico;

$B$  = perimetro bagnato.

Sia le tubazioni sia le canalette dovranno essere sempre verificate con un grado di riempimento massimo  $GR_{\max}=80\%$ . calcolato mediante la formula di Gauckler-Strickler.

### Sistemi di dispersione nel sottosuolo – pozzi perdenti

La portata smaltita dal singolo pozzo è calcolata mediante la formula di Darcy nella formulazione proposta da Sieker:

$$Q = K \left( \frac{L+z}{L+\frac{z}{2}} \right) A_f$$

in cui:

- $K$  permeabilità media espressa in m/s
- $L$  indica il dislivello tra il fondo del pozzo ed il sottostante livello di falda. Per la determinazione del livello  $L$  si sono adottate le informazioni presenti nella documentazione geologica a corredo del PGT Comunale e dello studio semplificato;
- $Z$  indica l'altezza utile di drenaggio;
- $A_f$  indica l'area drenante del pozzo pari alla superficie di un anello di larghezza  $z/2$  attorno alla base del pozzo.

Si propongono di seguito i seguenti interventi strutturali al fine di mitigare le problematiche emerse nel presente elaborato ed elencate nel paragrafo 2.1 della Relazione Generale.

Si specifica che, come previsto dal Regolamento, i seguenti interventi sono una serie di ipotesi di risoluzione che andranno verificate nel dettaglio e affinate nelle successive fasi di progettazione che potrebbero anche modificarne pesantemente l’assetto previsto nel presente elaborato.

**[IS03] MIGLIORAMENTO DEFLUSSO DEL COLLETTORE DI VIA GORNATI E DISCONNESSIONE ACQUE METEORICHE DI VIA MAGELLANO NORD**



Fig. 7-2 – Foto sopralluogo via Magellano nord

Attualmente la situazione del tratto di rete fognaria, da camera 480 a camera 479 (innesto sul collettore), non presenta contropendenza ( $i > 8 ‰$ ) e risulta sufficiente a trasportare le acque meteoriche di tetti e strade afferenti ( $A = 3000 \text{ mq}$ ) con tempo di ritorno di 10 e 50 anni ( $Q_{10} = 116 \text{ l/s}$ ;  $Q_{50} = 145 \text{ l/s}$ ).

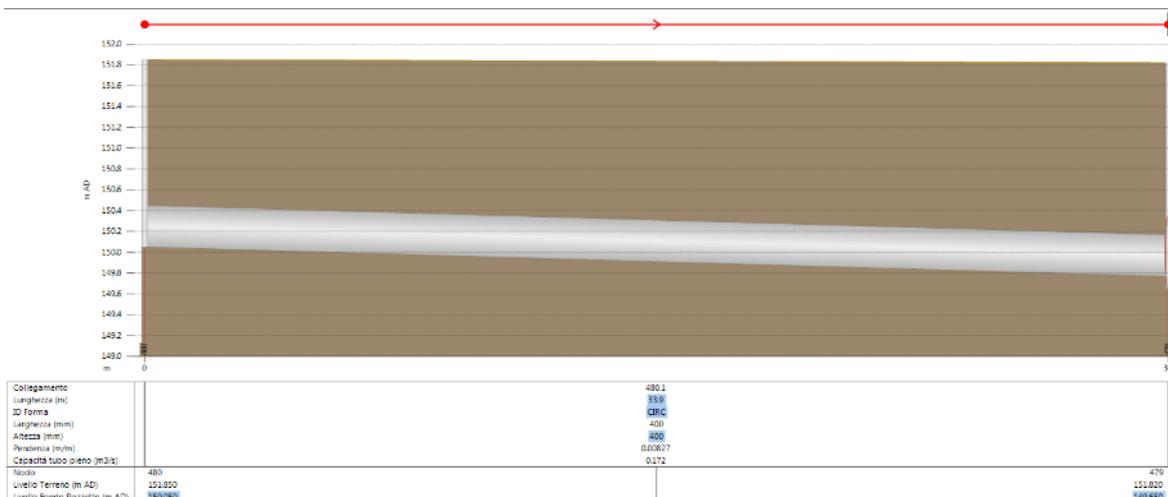


Fig. 7-3 – Profilo esistente camera 480 - camera 479

Lo stato di fatto, pertanto, induce a pensare che il problema di rigurgito sia probabilmente attribuibile a:

- Riempimento della tubazione da parte di materiale inerte grossolano, che riduce la sezione idraulica; il trasporto è dovuto probabilmente alla presenza di vicoli e cortili sterrati che si affacciano sulla strada, i quali vengono erosi dall'azione delle acque superficiali di scorrimento;



- Rigurgito dalla tubazione del collettore, che presenta sia dei tratti a bassa pendenza o contropendenza, sia delle curve a gomito proprio in corrispondenza di Piazza Barco, tali da generare dei livelli alti in condotta;

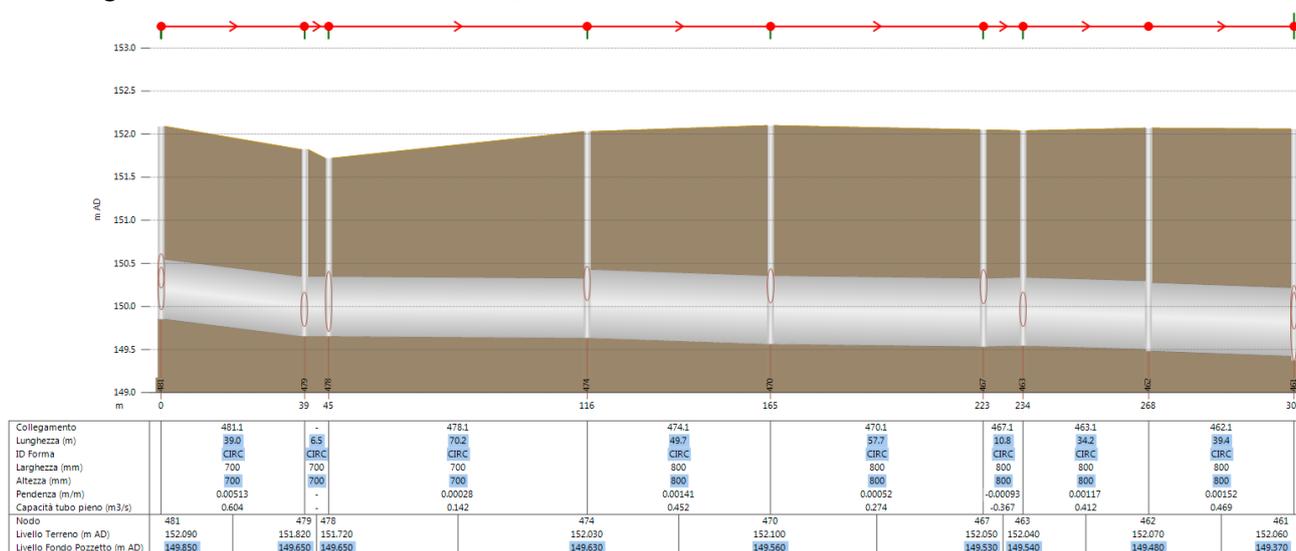


Fig. 7-4 – Profilo esistente camera 481 - camera 463

Bisogna altresì considerare che il tratto di strada interessato è ribassato rispetto alla piazza limitrofa e che inoltre i manufatti di captazione superficiale sono esigui (due sole caditoie su 320 mq di asfalto); questi fatti possono generare il ristagno dell'acqua piovuta o di quella eventualmente rigurgitata.

Al fine di prevenire i rigurgiti nel tratto da via Magellano a Piazza Barco [Ln01], si prevedono una serie di interventi:

1. RETTIFICA DELLA PENDENZA DEL TRATTO DI COLLETTORE DN700, dalla camera 481 alla camera 463, per una lunghezza totale di circa 240 metri, con tubazione prevista di diametro variabile tra 500-700 mm, posata a pendenza costante di 1.8 ‰; il rifacimento della tubazione deve considerare anche la rettifica planimetrica del tracciato, con riduzione degli angoli di curvatura in prossimità di Piazza Barco e il raccordo dei tratti di tubazione laterali di via Magellano (480-479 e 492-478); il tratto 480-479 verrebbe raccordato aumentando la sua pendenza all' 1 ‰ e alzando la sua quota di recapito in camera 479;

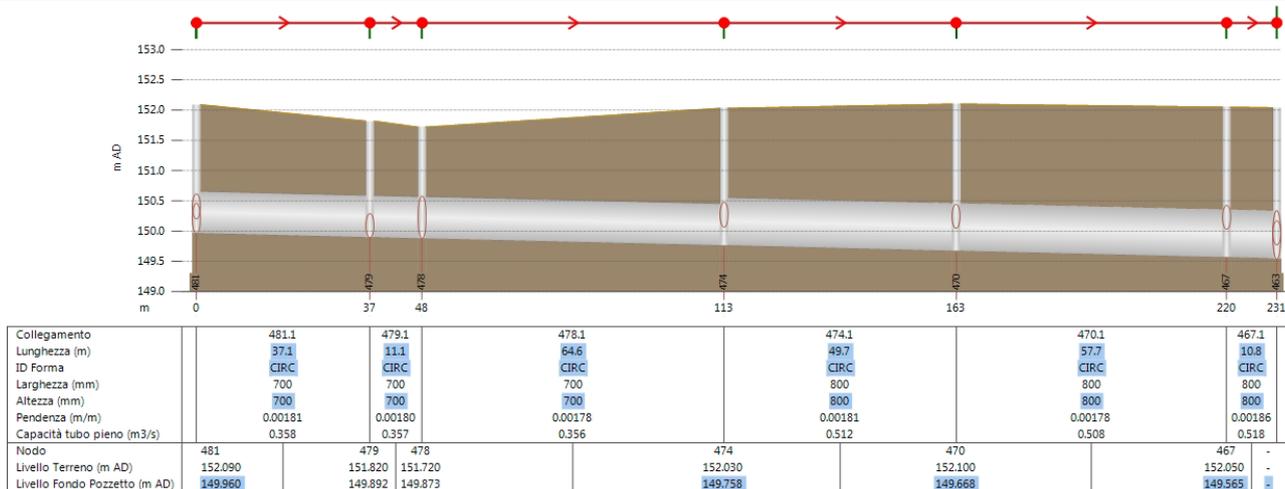


Fig. 7-5 – Profilo di progetto camera 481 - camera 463

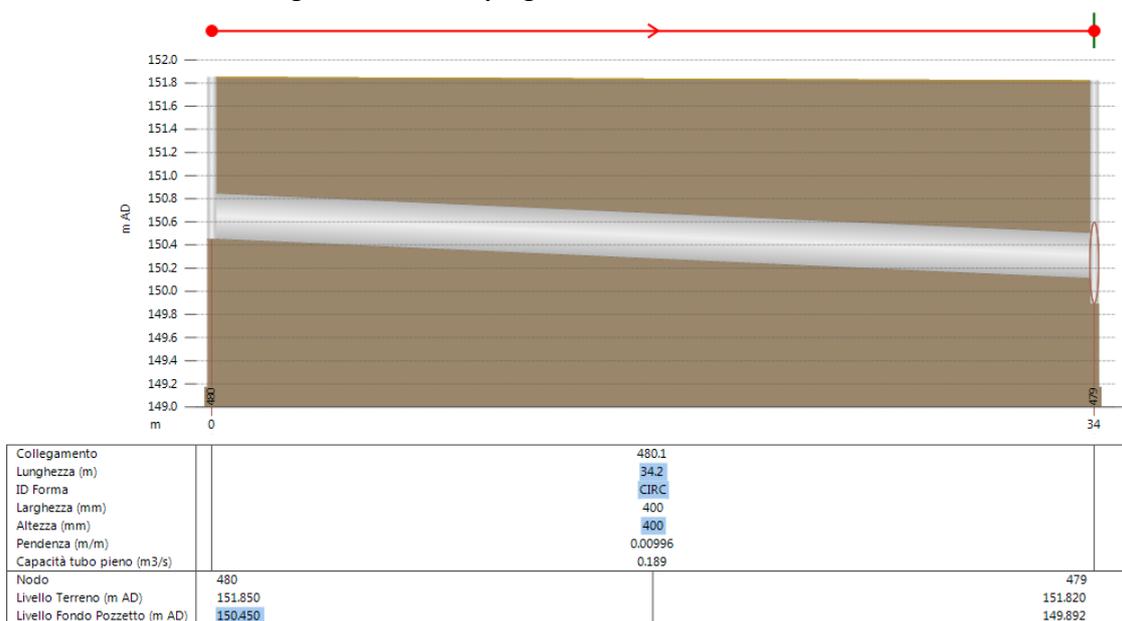


Fig. 7-6 – Profilo di progetto, raccordo laterale tratto da camera 480 a camera 479

2. IMPLEMENTAZIONE DEL SISTEMA DI CAPTAZIONE SUPERICIALE DI VIA MAGELLANO NORD, tramite la sostituzione delle griglie presenti con manufatti a più alto assorbimento e la posa di due nuove caditoie;
3. DISCONNESSIONE DELLE ACQUE METEORICHE DI TETTI E STRADA DALLA FOGNATURA, con un sistema di convogliamento delle acque in una batteria di pozzi perdenti (n. 5 con dn1500 mm e H utile 1.5 m), che potrebbe allocarsi all'interno del giardino della corte o in un'area predisposta dell'ambito di trasformazione ATR02.

<b>IS05</b>	<b>Via Magellano LN01</b>
A strada (ha)	0.3
coeff di deflusso	1
i (mm/h)	138.7
<b>Precipitazione</b>	
Q ingresso (mc/s)	0.116
Q ingresso (l/s)	115.7
<b>Diametro tubo</b>	
Ks (m <sup>1/3</sup> /s)	80
Materiale	CLS
Diametro	400
Grado di riempimento	52.5%
V (m/s)	1.61
Q (l/s)	170
Pendenza (m/m)	0.0083
<b>Dispersione</b>	
classe	C1 (1.53*10 <sup>-3</sup> // 1.24*10 <sup>-1</sup> )
permeabilità k (m/s)	0.00153
profondità pozzo (m da p.c.)	2
profondità falda (m da p.c.)	10
dislivello fondo - falda L (m)	8
diametro int pozzo (m)	1.5
altezza utile di drenaggio (m)	1.5
Area dreaante efficace (mq)	14.14
Q smaltibile (mc/s)	0.0235
Q smaltibile (l/s)	23.5
numero pozzi necessari	5.0
DISTANZA TRA POZZI >=	1.5

È interessante prevedere delle opere accessorie a quelle idrauliche come la posa di un cordolo a raso di separazione delle aree sterrate, che fermi il materiale inerte diretto verso la fognatura o i pozzi perdenti.

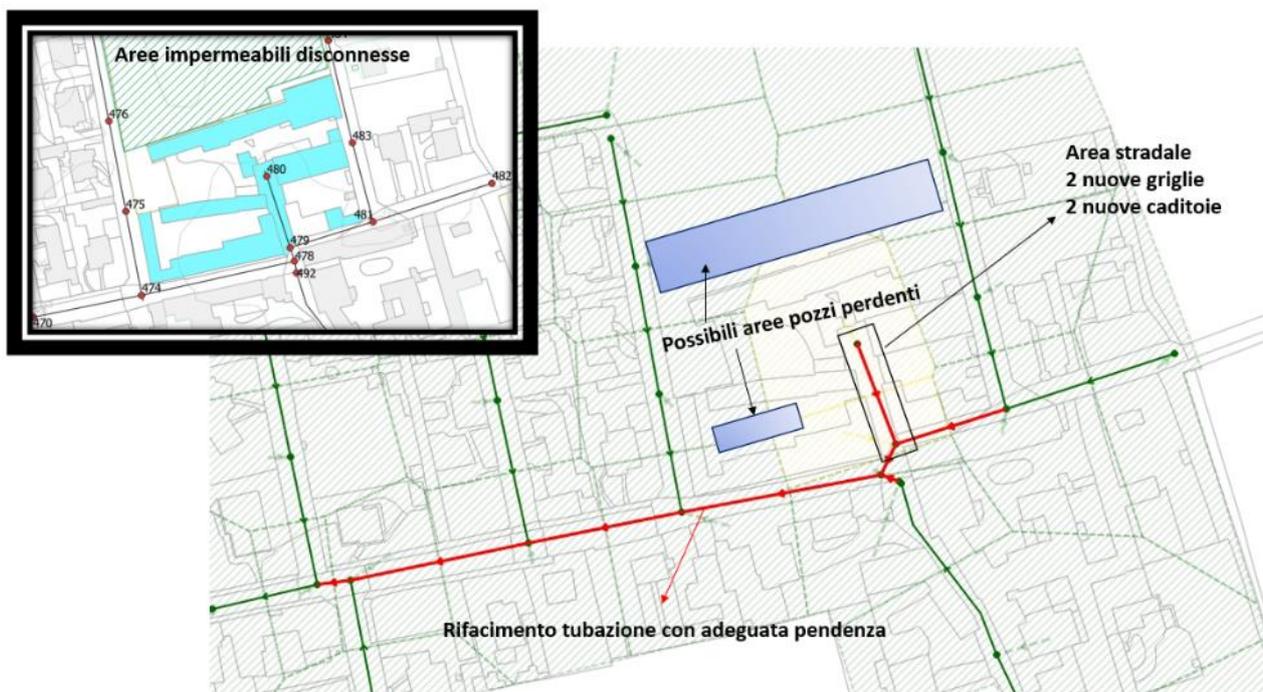


Fig. 7-7 – Area di intervento – stato di progetto IS05

[IS04] SISTEMAZIONE RETE MISTA DI VIA MAGELLANO SUD

La rete fognaria mista di via Magellano, posta a sud di Piazza Barco, dovrebbe funzionare con direzione di flusso sud-nord, dalla camera 495 alla camera 478, dove vi è l’innesto sul collettore in arrivo da Asmonte; il profilo della tubazione, nonché il livello alto nell’ultima cameretta (id495), denotano una forte contropendenza della tubazione, che è stata posata parallela al piano campagna (che scende verso sud).

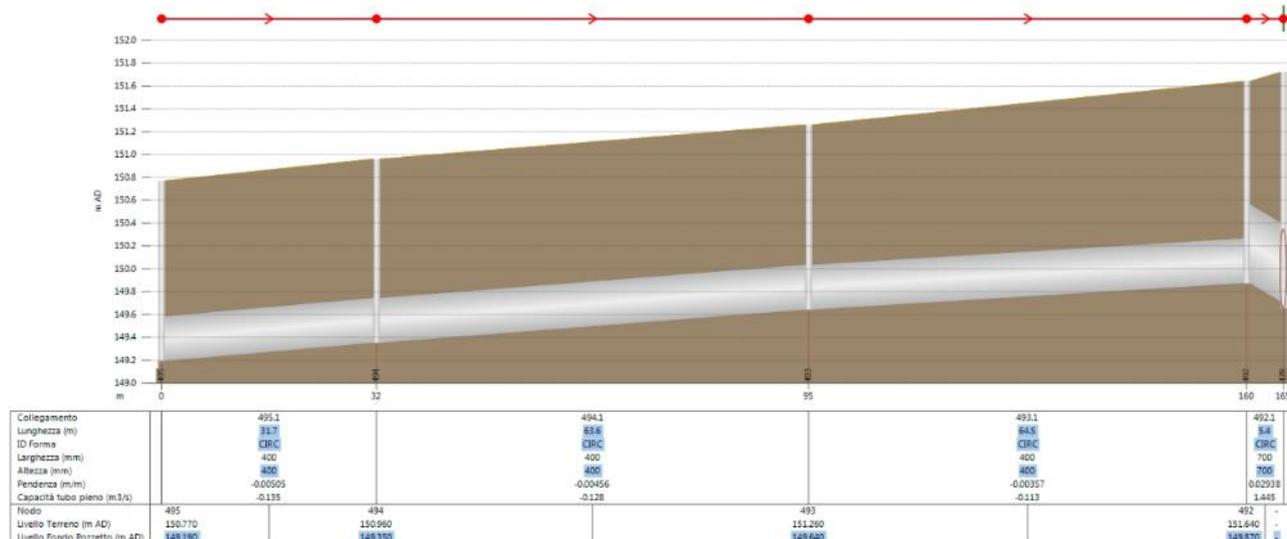


Fig. 7-8 – Profilo tubazione esistente via Magellano, dalla camera 495 alla camera 478



Fig. 7-9 – Fotografia interno camera 495 effettuata durante il sopralluogo di gennaio 2022

Al fine di prevenire il cattivo funzionamento della linea di via Magellano [Ln02] ed evitare gli allagamenti della sede stradale, denunciati dall’amministrazione comunale, si prevede di riprogettare il funzionamento della rete mista a gravità, tramite la disconnessione della rete esistente alla camera 492, il mantenimento della linea presente fino alla camera 495, che funzionerebbe a gravità in direzione nord-sud, come il profilo attuale e l’installazione di una stazione di pompaggio in prossimità della camera 495, al fine di rilanciare le acque miste a nord in camera 492.

Al fine di migliorare la captazione superficiale delle acque di dilavamento stradale si prevede la sostituzione delle sole griglie con delle nuove ad alto assorbimento, su tutta la strada interessata dalla riqualificazione (n. griglie 11).

Tale intervento risulta l'unico possibile in quanto le quote del piano campagna e del recapito (camera 478) non permettono di rifare la linea (495-478) a gravità con la pendenza desiderata (sud-nord); inoltre non è possibile collettare la linea esistente verso sud, in quanto sono assenti e lontane altre linee di fognatura.

L'unico onere di tale intervento rimane, oltre all'investimento iniziale, le spese di esercizio e di manutenzione del manufatto e delle apparecchiature elettromeccaniche ivi presenti.

Non si è provveduto a suggerire una disconnessione delle acque meteoriche della zona in quanto il rapporto costi-benefici di tale intervento ha fatto propendere per evitarlo.

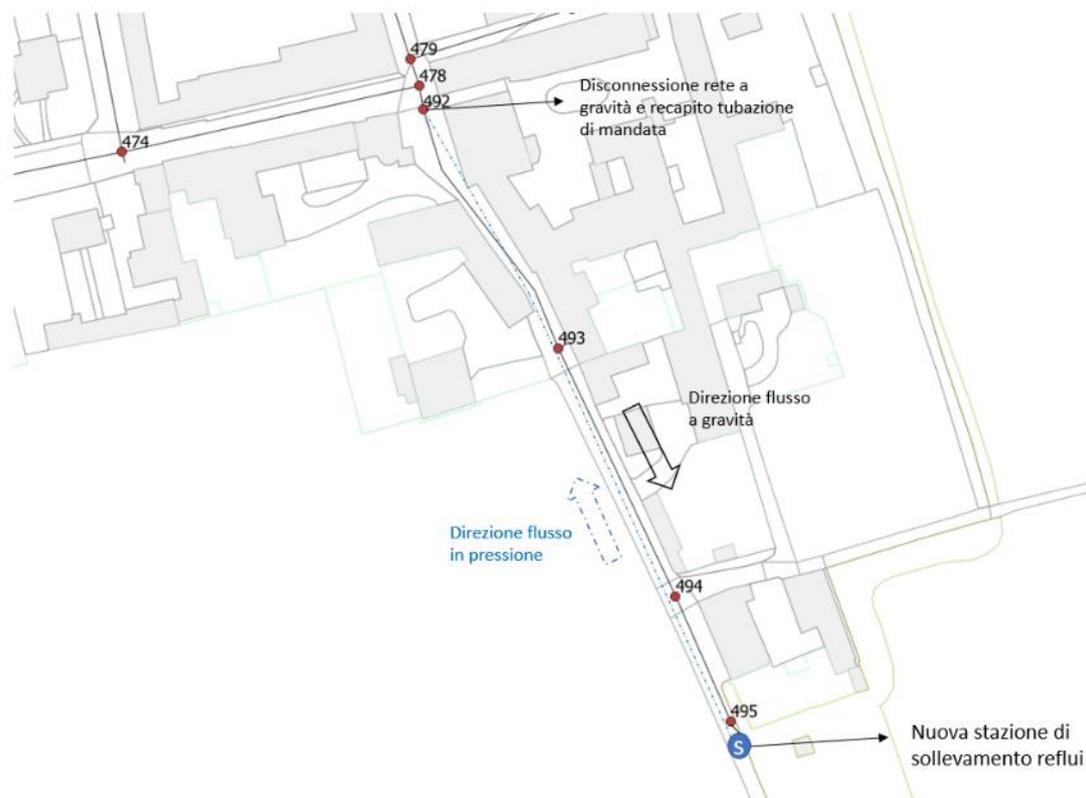


Fig. 7-10 – Area di intervento – stato di progetto IS06

La stazione di sollevamento viene un attimo sovradimensionata per poter permettere un eventuale allaccio di nuovi complessi residenziali nell'ambito di trasformazione ATAR01, e potrebbe avere i seguenti parametri.

Dislivello Geodetico [m]	1.3 – 2.3
Lunghezza mandata [m]	160
Diametro e materiale mandata [mm]	PE DE125 mm (PN16)
Q max ingresso T10 [l/s]	100
Q pompa [l/s]	20-30
Diametro interno vasca [mm]	4000

Tab. 7-1 – Parametri di possibile funzionamento stazione di pompaggio via Magellano

**[IS05] RIPRISTINO SEZIONE TUBAZIONE IN VIA DE GASPERI ANGOLO VIA PASTEUR E DISCONNESSIONE CADITOIE STRADALI**

In quest'area vengono segnalati dall'ufficio tecnico comunale, problemi di allagamento di cantine e piazzali delle case nel quartiere ricompreso tra via Grandi, via Pasteur e via de Gasperi.



Fig. 7-11 – Criticità quartiere di via Pasteur – stato di fatto [Po01]

Il sopralluogo effettuato nel Gennaio 2022 ha permesso di evidenziare alcune peculiarità della zona e della rete fognaria:

- La rete fognaria di via Pasteur (dn600 mm) ha direzione di flusso est-ovest e raccoglie due piccole tubazioni in arrivo da via Pasteur (inizio) e via Grandi e le convoglia in un partitore di portata all'altezza dell'incrocio con via Archimede (camera 812), con predilezione di flusso verso nord; la restante parte delle acque reflue continua in via Pasteur e recapita le acque alla quota di fondo della tubazione di via De Gasperi (dn1000 mm); la tubazione è spesso caratterizzata sia da pendenze basse o contropendenze, sia da presenza di detriti sullo scorrimento;



Fig. 7-12 – Profilo via Pasteur (camere 818-905) e immagine partitore cam. 812

- La zona di via de Gasperi risulta molto impermeabilizzata, con la presenza di un grande parcheggio e di una stazione di distribuzione della benzina e autolavaggio (utenza industriale); al di sotto corre una tubazione di acque miste in calcestruzzo dn1000, con pendenze dell'ordine dell'1-2 ‰, e due colatori (Colatore Marcallo e Colatore 7 Magenta) di cui però non si conoscono dimensioni e quote; il sistema di drenaggio superficiale (caditoie) è presente su entrambi i lati, ma essendo sifonato non è stato possibile verificare se l'allacciamento è sui colatori o nella rete fognaria mista;

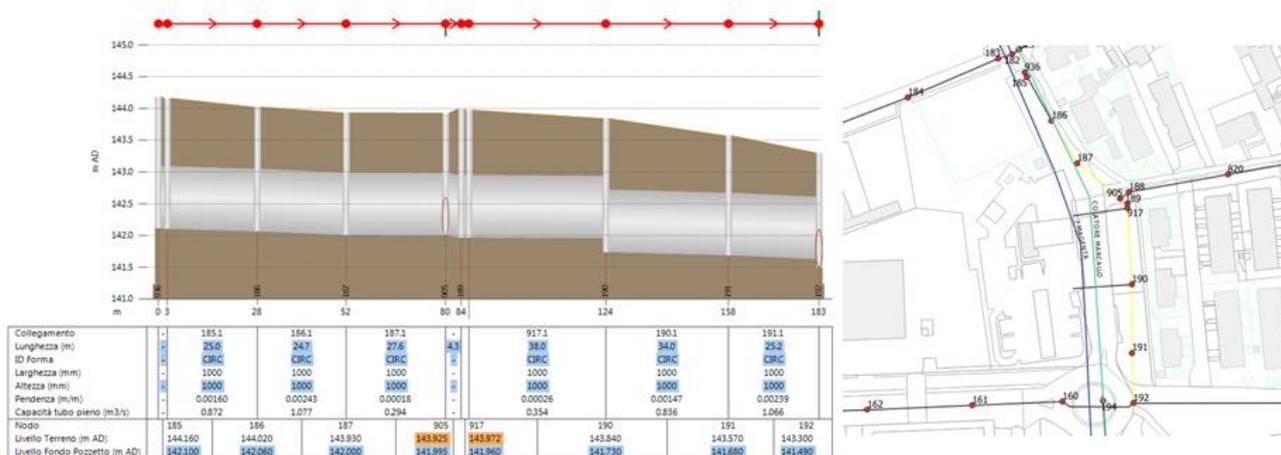


Fig. 7-13 – Profilo via de Gasperi (camere 936-192)

In via de Gasperi, la rete fognaria ha alcune particolarità:

- In testa (nord, camera 185) c'è un ingresso di una tubazione dn1000 che il rilievo non ha identificato da dove arrivi; è possibile che vi sia un collegamento con la rete di via Marconi/Edison oppure che un colatore entri in fognatura;
- Il tratto che passa sotto dei grandi alberi, tra le camere 189-190, è interessato dalla forte presenza di apparati radicali che ostruiscono la sezione utile al deflusso;
- La rete recapita nella camera 192, dove vi è un importante incrocio con un altro collettore dn600 mm, in arrivo da ovest, più basso ma interrato per il 20 % della sua altezza.



Innesto dn1000 in testa (cam. 185)



Presenza radici tratto 189-190



Collettore dn 600 mm in camera 192

- Gli abitanti del quartiere non denotano difficoltà di scarico in via Pasteur, ad eccezione del solo quartiere interessato dagli allagamenti, e inoltre non dichiarano che l'acqua esce dalla strada per entrare nei cortili interessati, fatto che può far supporre che la problematica sia di carattere privato, ovvero sottodimensionamento degli impianti di pompaggio dei box o delle tubazioni di recapito, in una zona dove la falda freatica è mediamente sub affiorante (soggiacenza < 2.5 m).



superficiale delle acque di scorrimento tramite la modifica e/o nuova posa di 20 caditoie ambo i lati;

- **IMPLEMENTAZIONE STATO DI PROGETTO N. 2 - DISCONNESSIONE RETE ACQUE BIANCHE VIA GRANDI – VIA PASTEUR – VIA DE GASPERI:** l'intervento, previsto nel documento semplificato, è costoso e con diverse criticità tecniche di realizzazione, ma permetterebbe di fornire un nuovo recapito alle acque meteoriche della zona, rappresentato da una nuova tubazione di almeno 600 mm, che recapita nel colatore Marcallo, previo trattamento di disoleazione e dissabbiatura;

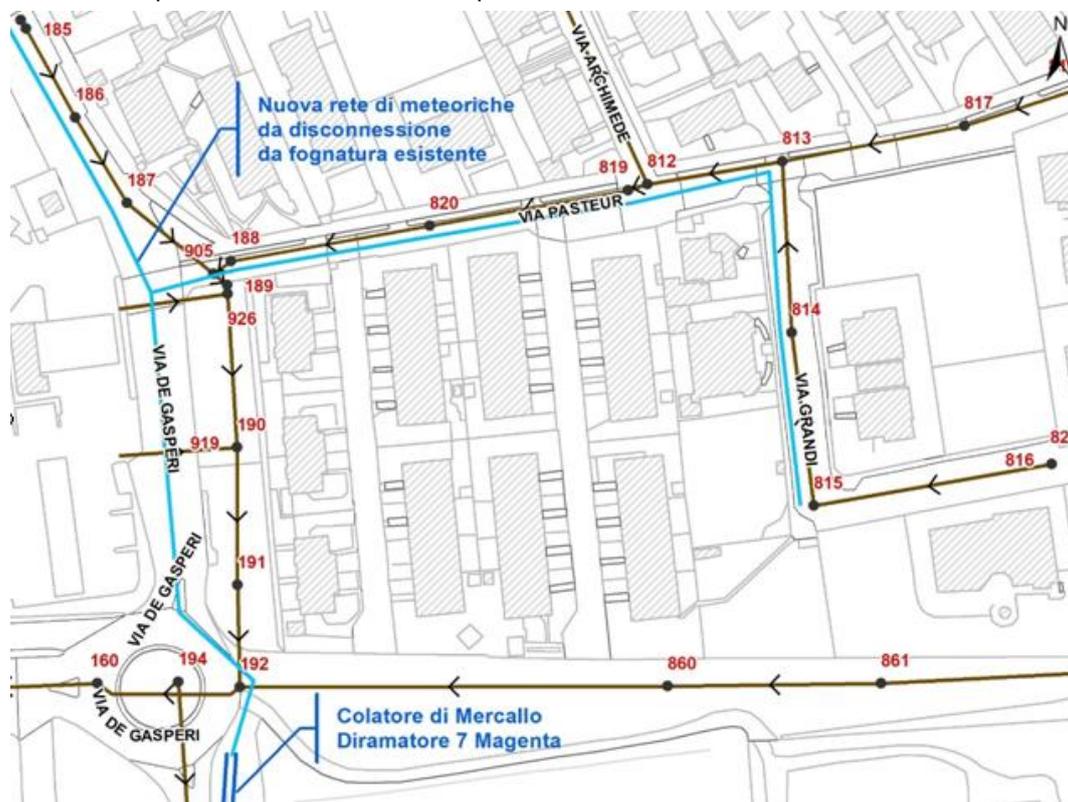


Fig. 7-15 – Area di intervento – variante stato di progetto IS07-2

Quest'ultima variante permetterebbe di escludere una superficie totale di circa 2.5 ha, dal recapito in fognatura di acque meteoriche, ma non può prescindere dalla separazione delle acque in ambito privato, da una valutazione della capacità idraulica del recettore finale e della qualità delle acque scaricate.

Il costo delle due varianti, che possono essere contemporaneamente complementari e indipendenti, è:

<b>IMPLEMENTAZIONE N. 1 IS07-1</b>	<b>185'000 €</b>
<b>IMPLEMENTAZIONE N.2 IS07-2</b>	<b>450'000 €</b>

Tab. 7-2 – Alternative progettuali IS07-1 e IS07-2

**[IS06] DISCONNESSIONE RETE DI DRENAGGIO ACQUE METEORICHE IN VIA MANZONI**

L'area interessata, sita in prossimità del parcheggio vicino al cimitero di via Manzoni, all'angolo con viale de Gasperi, è interessata da allagamenti del parcheggio stesso per piogge eccezionali, come dichiarato dal tecnico comunale.



**Fig. 7-16 – Parcheggio di via Manzoni [Po02]**

Il sopralluogo effettuato nel gennaio 2022 ha permesso di constatare lo stato dei luoghi:

- Il parcheggio è delimitato da cordatura alta, che potrebbe permettere il riempimento del 70 % della superficie con battente anche di 10 cm; il drenaggio del parcheggio è caratterizzato da quattro caditoie sifonate; pertanto, non è stato chiaro dove fossero collegate;
- La rete fognaria, in arrivo da via Manzoni, prima presenta una confluenza di grandi tubazioni (dn1000 e dn1200) in camera 118 (via Manzoni ang. Via Vitali), poi doppie tubazioni del dn1000 fino all'incrocio con viale de Gasperi, infine si separa in due linee; una linea del dn1000, corre verso il cimitero e poi si dirige a sud, l'altra, di dn800, si dirige in viale de Gasperi, verso sud.

Le considerazioni sopra esposte evidenziano una chiara riduzione dei diametri da monte verso valle;

- Il colatore '7 Magenta' passa proprio in mezzo al parcheggio, tagliandolo da nord a sud ed è caratterizzato da una tubazione in calcestruzzo dn800, abbastanza superficiale (profondità media della quota di scorrimento dal piano stradale di circa 135 cm); il colatore era completamente secco e con un po' di residui di terra sul fondo;

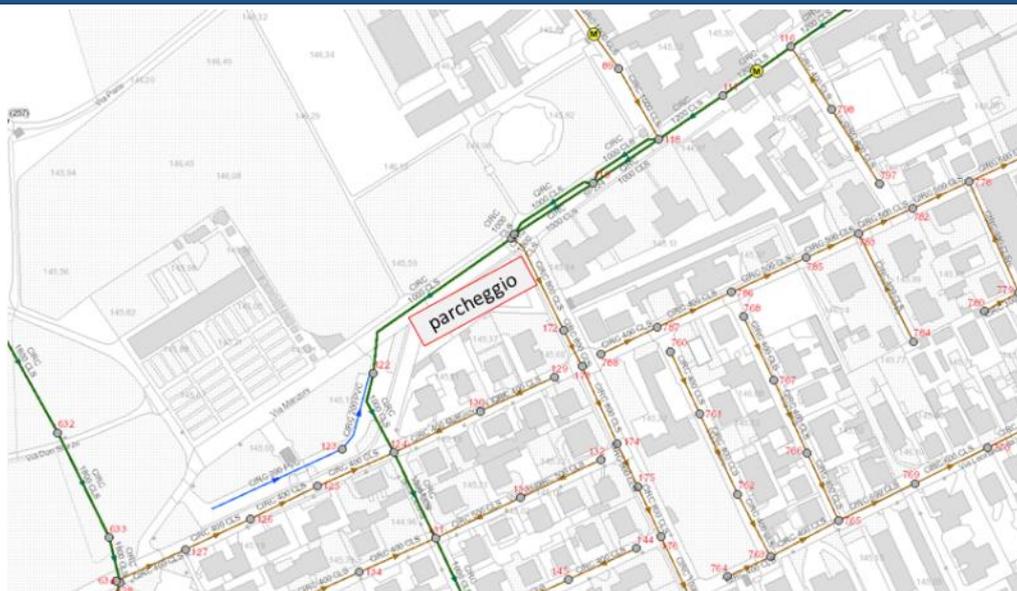


Fig. 7-17 – Inquadramento rete fognaria di Via Manzoni [Po02]

Il modello evidenzia inoltre come il rigurgito dei due collettori che partono da via Manzoni, viene causato da valle, nei punti di confluenza con le altre reti di maggior importanza (camere 157 e 182) in via Edison, dove passa il collettore principale che recapita allo sfioratore in fondo alla via (SF 171).

Inoltre, sia il modello che il modello digitale del terreno evidenziano come la superficie stradale del tratto di via Manzoni, tra via Vitali e viale de Gasperi, sia un vaso naturale, che riceve le acque di via Manzoni, via Vitali e di viale de Gasperi fino al dosso; il modello, che riproduce gli allagamenti dell’area, inonda proprio da questa porzione di via Manzoni.

La nota però più importante risiede nel fatto che il tecnico comunale afferma che il parcheggio si allaghi per un rigurgito del collettore fognario (che il modello riproduce bene), mentre lo stradino, incontrato per caso durante il sopralluogo, ci sottoponeva il fatto che la problematica di allagamento possa essere dovuta dal riempimento del colatore ‘7 Magenta’; a supporto di questa osservazione vige il fatto che i chiusini del colatore siano sigillati o dotati di sigilli anti-sollevamento.



Fig. 7-18 – Immagine del parcheggio di via Manzoni e dei manufatti del colatore ‘7 Magenta’ ivi passante

Al fine di prevenire le problematiche di allagamento del parcheggio di via Manzoni [Po02] si potrebbe prevedere:

- DISCONNESSIONE DELLE ACQUE METEORICHE DI DILAVAMENTO DELLA STRADA E DEL PARCHEGGIO di via Manzoni, tramite la posa di una nuova tubazione di acque bianche, in più direzioni (in un raggio di massimo 80 m dal colatore per una questione di quote e pendenze), capaci di convogliare le acque superficiali in un manufatto dissabbiatore e disoleatore, prima di inserirsi nel colatore; Le tubazioni, di PVC-U 250 mm e di lunghezza totale di 350 metri, avrebbero una pendenza media del 5 ‰; non è possibile infiltrare le portate nel sottosuolo, in quanto la falda è sub affiorante;
- IMPLEMENTAZIONE DELLA CAPTAZIONE SUPERIFICALE DELLE ACQUE NEL PARCHEGGIO E SULLA STRADA tramite la sostituzione delle griglie presenti e l’implementazione di nuove ad alto assorbimento, per un totale di 30 unità.

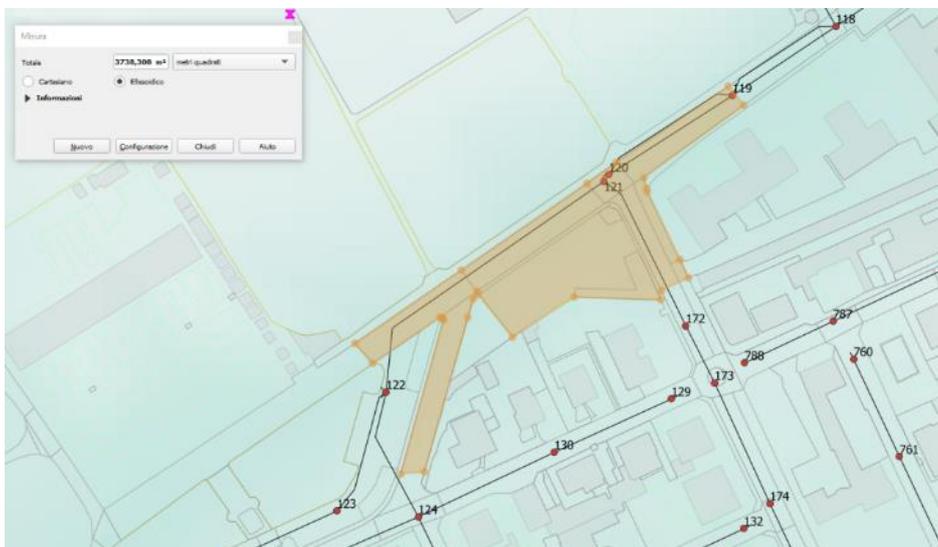


Fig. 7-19 – Area impermeabile drenata dall’intervento IS08 (totale circa 3'900 mq)

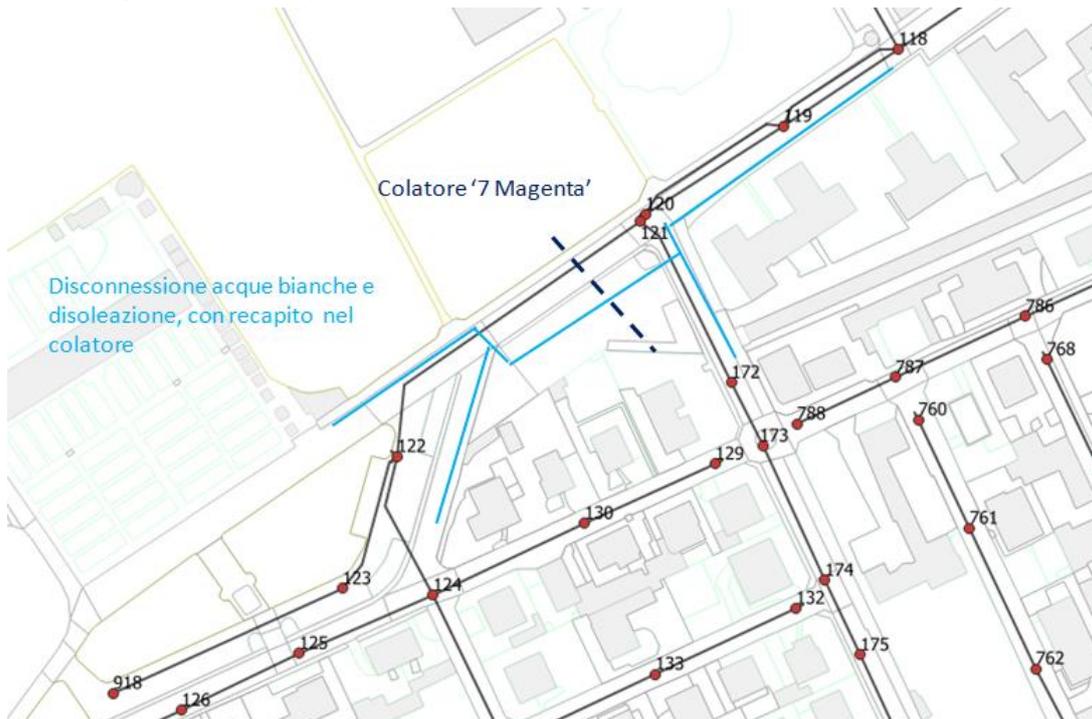


Fig. 7-20 – Area di intervento – stato di progetto IS08

L'intervento presentato è subordinato alle indagini supplementari sul colatore, per definirne pendenze, allacci e capacità idraulica; è ovvio che qualora fosse il colatore ad allagare il parcheggio, un ulteriore sovraccarico di portata non avrebbe senso; pertanto, ci si limiterebbe a migliorare la captazione superficiale delle acque meteoriche all'interno del parcheggio stesso e ad un approfondimento nella gestione delle campagne irrigue e dei colatori ad esse asservite.

**[IS07] MIGLIORAMENTO SISTEMA INFILTRAZIONE SOTTOPASSO VIA MENADRAGO**

La problematica denunciata riguarda l'allagamento del sottopasso autostradale e ferroviario di via Menadrigo in occasione di eventi meteorologici importanti.



**Fig. 7-21 – Inquadramento area – Sottopasso di via Menadrigo [Pt05]**

Il sopralluogo effettuato ha permesso di evidenziare alcune peculiarità dell'area:

- Il sottopasso è sprovvisto e lontano da qualsiasi linea fognaria mista, bianca o nera;
- Il colatore Menadrigo passa sotto l'autostrada, con quello che sembra un sifone; il manufatto però non è protetto;



**Fig. 7-22 – Sifone sul colatore 'Menadrigo'**

- Il sistema di drenaggio è costituito da due grosse griglie trasversali all’inizio e alla fine del sottopasso, con quattro pozzi perdenti, che in realtà sembrano essere camerette quadrate senza fondo (parzialmente interrate); la presenza di terra sul lato della strada, denota però che il sottopasso si allaga, nonostante il sistema di drenaggio.



Fig. 7-23 – Progetto esecutivo drenaggio sottopasso ‘Menadrigo’ e immagini stato di fatto

Al fine di prevenire le problematiche di allagamento del sottopasso di via Menadrigo [Pt05] si potrebbe prevedere, oltre ai sistemi di monitoraggio e allarme descritti al punto [IS09], anche:

- SOSTITUZIONE POZZI PERDENTI**, con quattro nuovi manufatti, posati a regola d’arte, di diametro interno pari a 1500 mm e altezza utile 1.5 metri; i manufatti vanno posati a regola d’arte, con ghiaia e tnt sui lati e sul letto di posa; prima di realizzare l’intervento, si consiglia di pulire i manufatti esistenti e capirne la reale natura;

IS02	Sottopasso Menedrago	
A strada (ha)		0.15
coeff di deflusso		1
i (mm/h)		138.7 [T50, d 15 min]
Precipitazione		
Q ingresso (mc/s)		0.058
Q ingresso (l/s)		57.8
Dispersione		
classe	C1 (1.53*10-3 // 1.24*10-1)	
permeabilità k (m/s)		0.00153
profondità pozzo (m da p.c.)		2
profondità falda (m da p.c.)		10
dislivello fondo - falda L (m)		8
diametro int pozzo (m)		1.5
altezza utile di drenaggio (m)		1.5
Area dreanante efficace (mq)		14.14
Q smaltibile (mc/s)		0.0235
Q smaltibile (l/s)		23.5
numero pozzi necessari		3.0
DISTANZA TRA POZZI >=		1.5

- MESSA IN SICUREZZA DEL SIFONE SUL COLATORE MENADRAGO, tramite l'installazione di parapetti in acciaio zincato o inossidabile, a protezione dell'ingresso e dell'uscita del sifone.

Siccome il rischio di allagamento può essere ridotto, ma mai azzerato, si consiglia di provvedere ad installare il sistema di monitoraggio e allarme, che potrebbe prevenire e deresponsabilizzare eventuali danni a cose o persone, causati dalla temporanea inondazione del piano stradale.

### [IS08] SISTEMAZIONE PLANIMETRICA COLETTORE MARCALLO VICINO A VIA EINSTEIN

La problematica segnalata dal tecnico comunale riguarda la fuoriuscita di acque diluite, in occasione di eventi meteorologici importanti, nella parte ovest di via Einstein.



Fig. 7-24 – Immagine di inquadramento parte ovest di via Einstein [Po03]

Il sopralluogo, l'analisi del modello e la planimetria della rete fognaria ivi passante, permettono di fare alcune considerazioni sullo stato di fatto:

- La zona è molto impermeabile, con una carreggiata larga e diverse aziende di trasporto e logistica che vi insistono; a sud è presente il colatore '10 Magenta', ma le acque stradali vengono captate dalle caditoie poste centralmente e recapitate in fognatura;
- La modellazione della rete fognaria di via Einstein, per un tempo di ritorno pari a 10 anni, evidenzia una debole insufficienza dell'ultimo tratto (camere 238-241) senza però esondazione a piano campagna; il collegamento con il collettore principale (cls dn1800 mm) sembrerebbe essere alto e non rigurgitato dalla portata del collettore stesso;

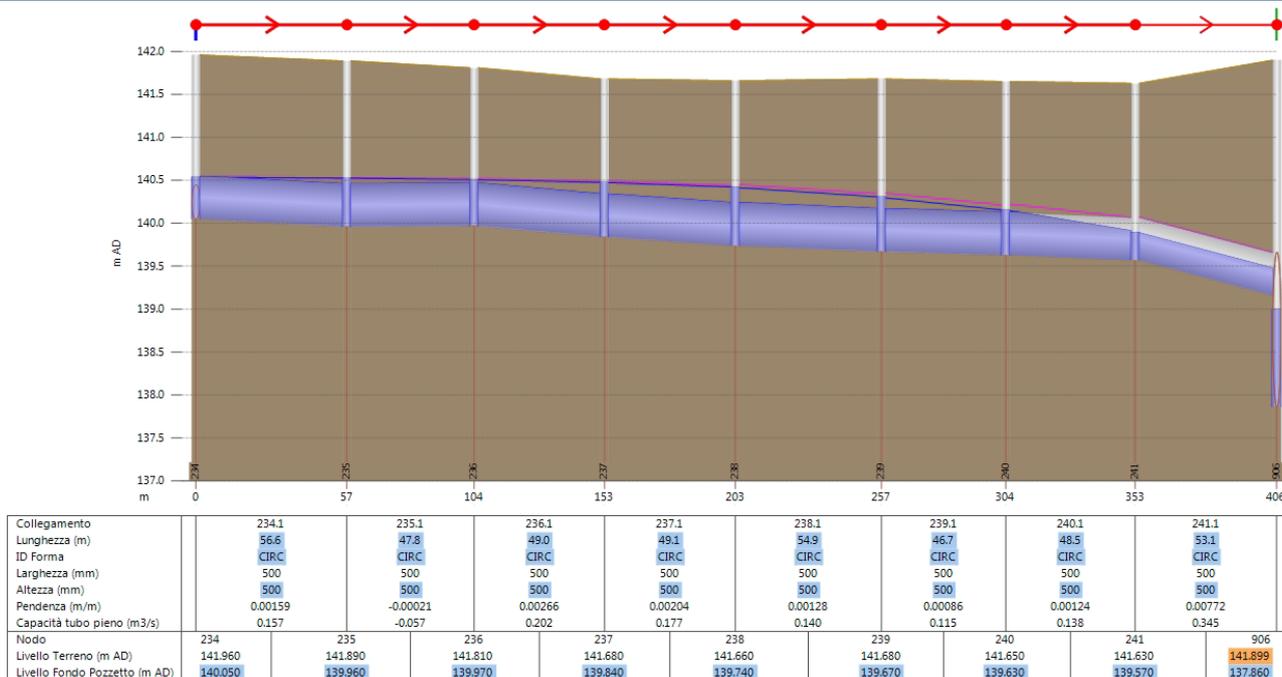


Fig. 7-25 – Profilo tubazione via Einstein – risultati simulazione T10 anni

- La planimetria della rete fognaria evidenzia un forte curvatura (90°) del collettore principale, dn1800, in una camera di circa 2.3\*2.1 metri; per grandi portate, queste curve ‘secche’ possono generare un improvviso innalzamento del tirante idrico, che può provocare rigurgiti nelle linee che vi si innestano lateralmente;

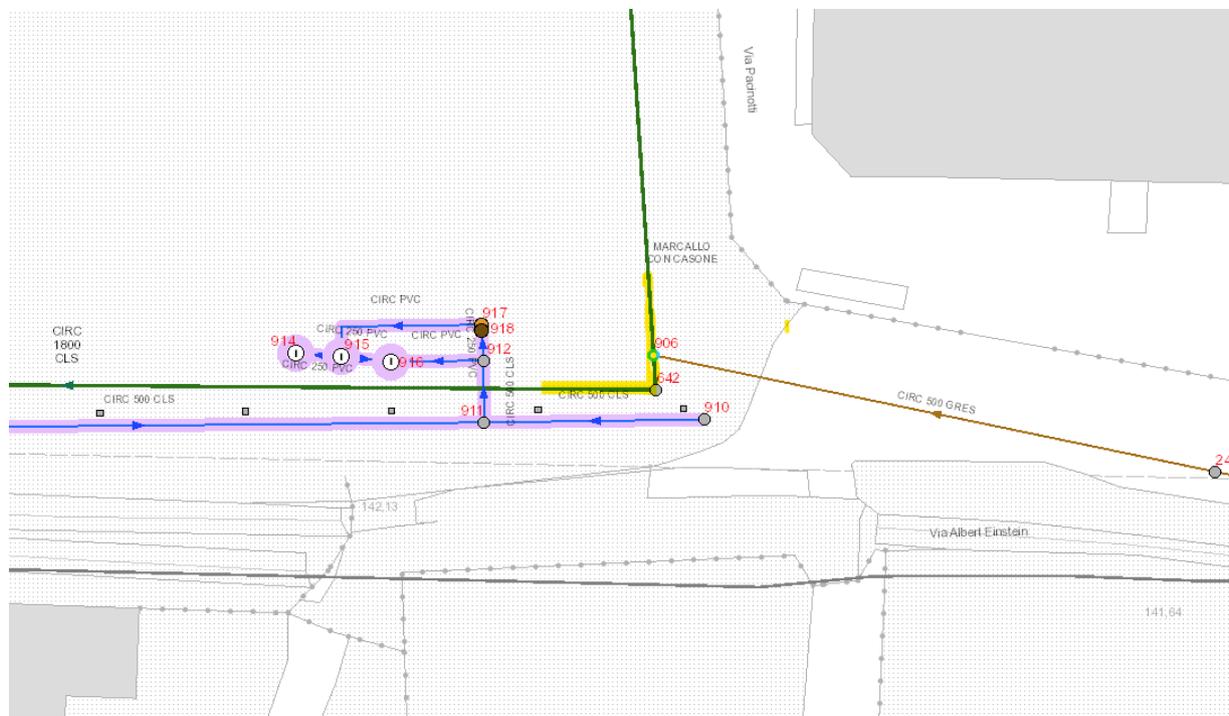


Fig. 7-26 – Planimetria rete fognaria – stato di fatto

Al fine di ridurre il rischio di rigurgito del tratto terminale della tubazione di via Einstein [Po03], si prevede di RIDURRE L'ANGOLO DI CURVATURA DEL COLLETTORE DN1800, da 90° a 45°, introducendo due nuove camerette di collegamento di grandi dimensioni (dim. int. > 2\*2 m), un nuovo tratto di pari diametro lungo circa 7 metri, il raccordo della tubazione di via Einstein sulla nuova cameretta di monte e la rimozione del tratto ad angolo della parte di collettore dismesso.

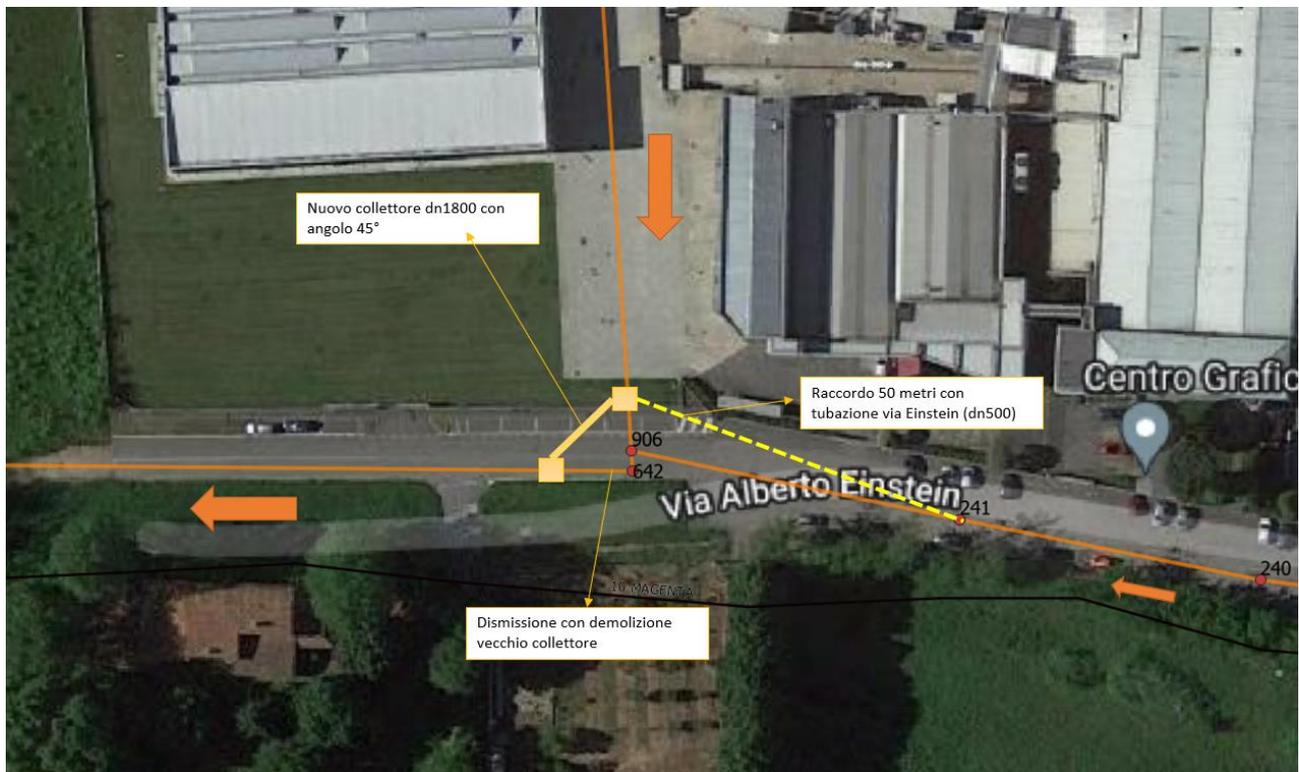


Fig. 7-27 – Area di intervento – stato di progetto IS10

### [IS09] SISTEMA DI MONITORAGGIO ED ALLARME ALLAGAMENTI DEI SOTTOPASSI

I sottopassi autostradali e ferroviari di via Varese [Pt03], della pista ciclopedonale di Via San Giovanni Bosco [Pt04] e di via Menadrigo [Pt05], in quanto punti di depressione artificiale del suolo, sono soggetti ad allagamenti e pertanto critici dal punto di vista idraulico.

Al fine di ridurre i rischi correlati con l'allagamento di tali strutture, nel presente piano vengono computati parametricamente, le installazioni di impianti semaforici e sensori atti a segnalare tempestivamente l'arresto della marcia agli utenti che usufruiscono del sottopasso, appena prima dell'allagamento dell'area.

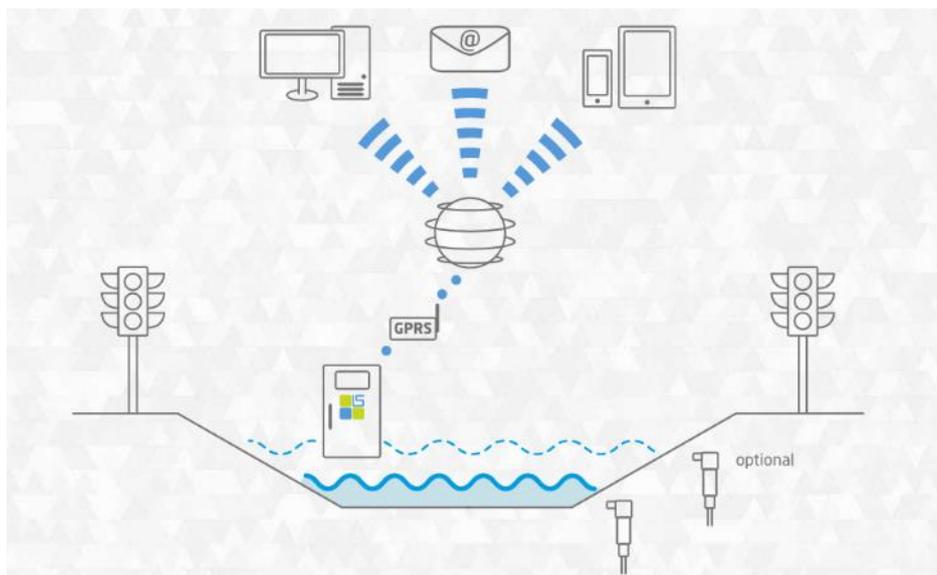


Fig. 7-28 – Esempio di sistema di monitoraggio e allarme per l'allagamento di sottopassi stradali

### 7.3 RIASSUNTO INTERVENTI STRUTTURALI

Nella seguente tabella si riassumono gli interventi visti in precedenza con associata una stima economica parametrica di massima da verificare in sede dei successivi livelli di progettazione.

COD.	DENOMINAZIONE INTERVENTO	PROBLEMATICHE PARAGRAFO 6.2	COSTO DI REALIZZAZIONE
[IS01]	Piano Potenziamento Servizio Fognatura Via Savonarola	-	-- <sup>1</sup>
[IS02]	Lavori sulla vasca di dispersione in Comune di Marcallo con Casone	Pt01	-- <sup>1</sup>
[IS03]	Miglioramento deflusso del collettore di via Gornati e disconnessione acque meteoriche di via Magellano nord	Ln01	€ 335'000
[IS04]	Sistemazione rete mista di via Magellano sud	Ln02	€ 55'000
[IS05]	Ripristino sezione tubazione in via de Gasperi angolo via Pasteur e disconnessione caditoie stradali	Po01	€ 80'000
[IS06]	Disconnessione rete di drenaggio acque meteoriche in via Manzoni	Po02	€ 170'000
[IS07]	Miglioramento sistema infiltrazione sottopasso via Menadrago	Pt05	€ 15'000
[IS08]	Sistemazione planimetrica collettore Marcallo vicino a via Einstein	Po03	€ 60'000
[IS09]	Sistema di monitoraggio ed allarme allagamenti dei sottopassi	Pt03-Pt04-Pt05	€ 75'000
		<b>TOTALE</b>	<b>€ 790'000.00</b>

Tab. 7-3 - Elenco degli interventi strutturali previsti e costi parametrici

### 7.4 AREE DA DESTINARE AD INTERVENTI DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA

Il R.R. 7/2017 (art. 14, c. 7) richiede l'individuazione di aree da destinare per l'attuazione delle misure di invarianza idraulica e idrologica. Con riferimento agli interventi strutturali riportati nel capitolo precedente, le tavole allegate riportano la corrispondente ubicazione; in fase progettuale si renderanno necessarie ulteriori precisazioni relative alle aree coinvolte, sulla base degli strumenti urbanistici e in accordo con i privati proprietari, eventualmente coinvolti.

### 7.5 ULTERIORI INTERVENTI STRUTTURALI

Il Comune, indipendentemente dagli interventi strutturali individuati in precedenza, ha l'obbligo di provvedere alla progettazione di idonee misure di invarianza idraulica per gli interventi di propria competenza che ricadano nelle casistiche previste dal regolamento ed elencate nel Capitolo 0.3. Per aiutare nell'orientarsi sulla tipologia di opera e, conseguentemente, di filosofia progettuale, si faccia riferimento all'Allegato L del Regolamento riportante le "Indicazioni Tecniche Costruttive ed Esempi di Buone Pratiche di Gestione delle Acque Meteoriche in Ambito Urbano".

Nelle figure sottostanti sono riportate le mappe rappresentanti la percentuale di riempimento delle condotte e i volumi esondati dai nodi per i tempi di ritorno considerati di 10, 50 e 100 anni. Successivamente sono riportati gli allagamenti sul territorio comunale generati dalla fuoriuscita di acqua dai pozzetti della fognatura nodi per i tempi di ritorno 10, 50 e 100 anni.

<sup>1</sup> Per i costi relativi agli interventi IS01-IS04 fare riferimento al Piano Investimenti CAP Holding.

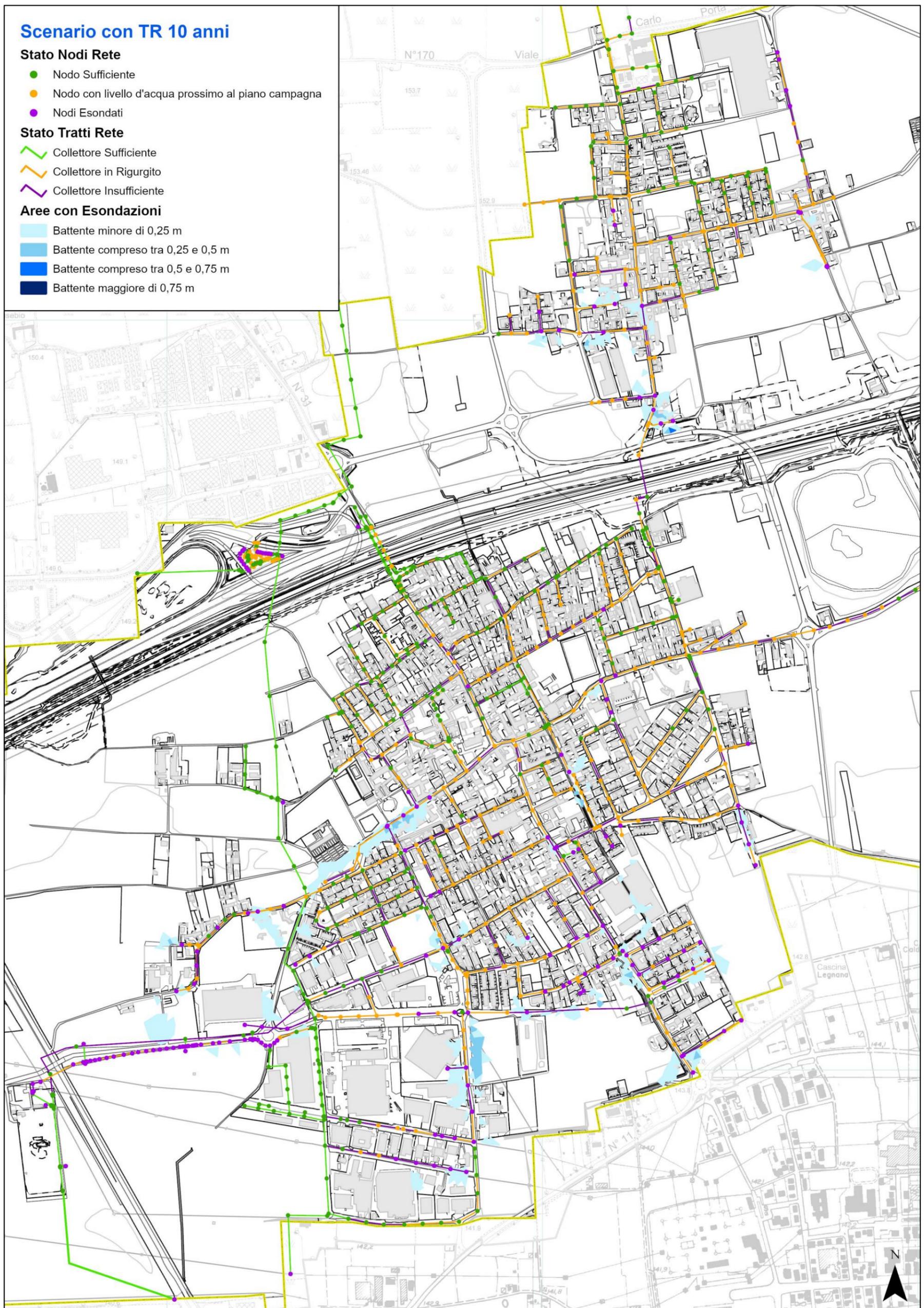


Fig. 7-29 - Simulazione rete fognaria e allagamenti TR 10 anni - Stato di Progetto

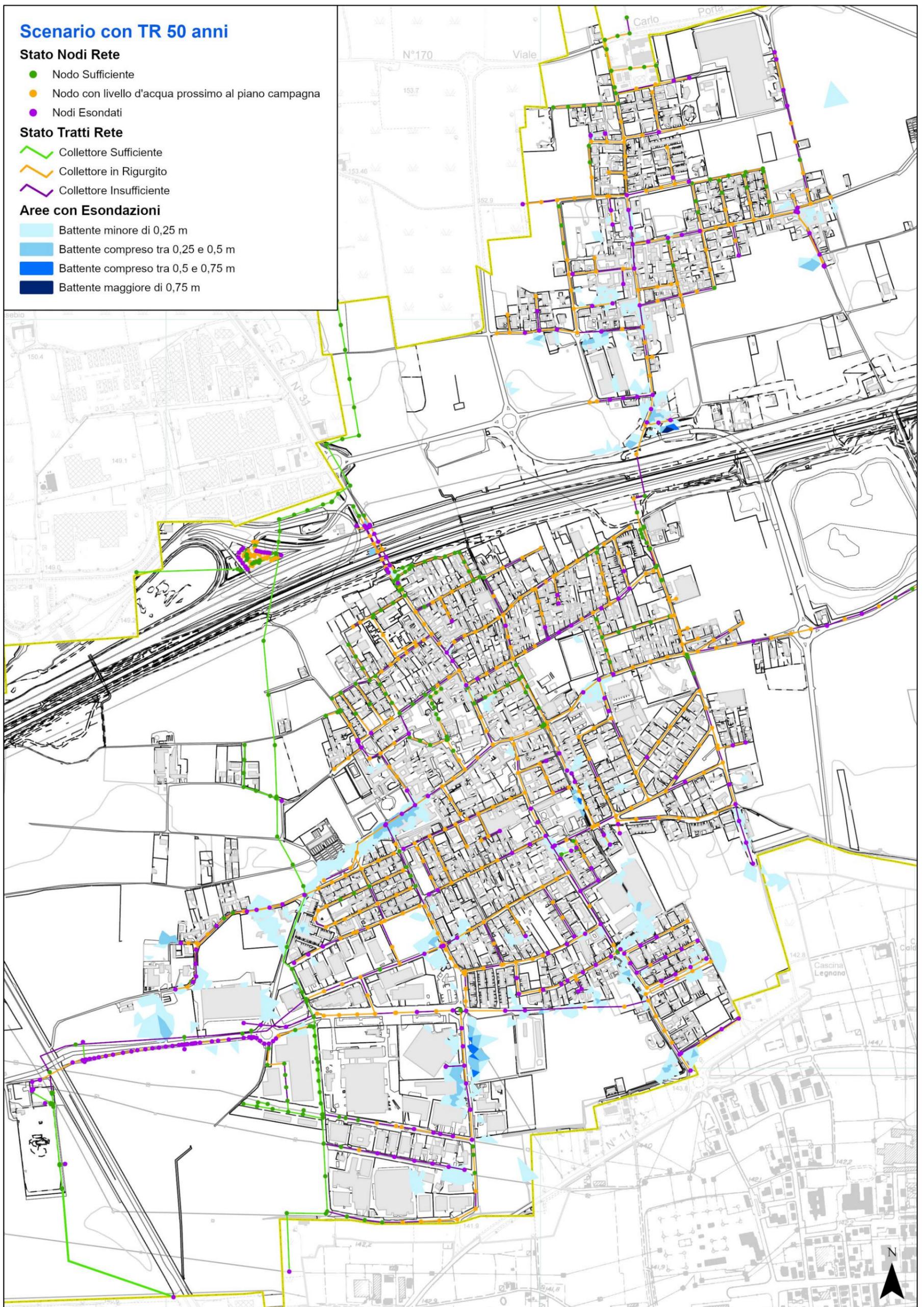


Fig. 7-30 - Simulazione rete fognaria e allagamenti TR 50 anni - Stato di Progetto

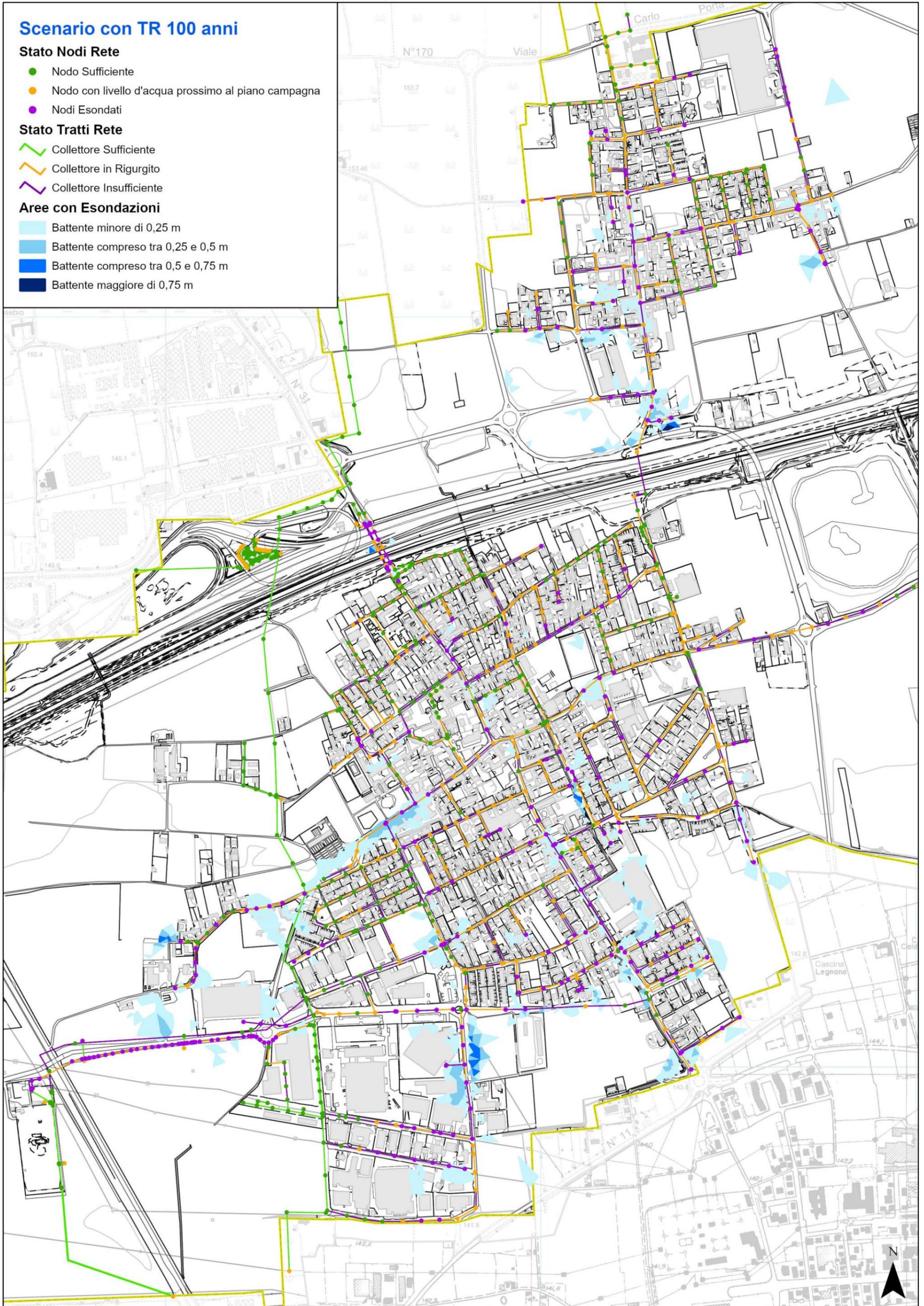


Fig. 7-31 - Simulazione rete fognaria e allagamenti TR 100 anni - Stato di Progetto

Gli interventi ipotizzati risolvono parte delle criticità segnalate per 10 anni di tempo di ritorno. Ovviamente, poiché le opere sono dimensionate per tale tempo di ritorno, i benefici non sono sempre risolutivi per i tempi di ritorno 50 e 100 anni, eccedenti gli usuali tempi di ritorno di riferimento per il dimensionamento delle fognature esistenti.

La modellazione numerica evidenzia inoltre alcuni allagamenti residui sul resto del territorio. In questi casi, in particolare dove, in contraddittorio con i tecnici comunali gli eventi eccezionali non generano problematiche di allagamento, è auspicabile un approfondimento del rilievo con campagne di misurazione e monitoraggio mirate al fine di consentire l'affinamento della modellazione.

## 7.6 INTERVENTI NON STRUTTURALI

Le misure ulteriori di carattere non strutturale sono ampiamente descritte nella relazione generale al Capitolo 2.2 alla quale si rimanda.

Gli interventi NON strutturali non sono stati inseriti all'interno del modello nello stato di progetto in quanto non riguardano modifiche nella geometria delle condotte o dei manufatti. Per quanto riguarda la manutenzione della rete, la vetustà delle tubazioni non viene modellata in quanto risulta essere un parametro troppo aleatorio e non discretizzabile puntualmente.

Di seguito un riassunto per completezza.

COD.	DESCRIZIONE	AMBITO TERRITORIALE/PROBLEMATICHE <i>PARAGRAFO 1.4</i>
[INS01]	Procedure di controllo e manutenzione ordinaria da parte del Gestore del SII	Pt01, Pt02, Ln01
[INS02]	Rilievo, monitoraggio e analisi idrauliche del reticolo idrico di bonifica	Po01, Po02, Pt05
[INS03]	Recepimento della normativa di invarianza idraulica e promozione di misure di drenaggio urbano sostenibile nel regolamento edilizio	Tutti
[INS04]	Misure di protezione civile	Pt03, Pt04, Pt05, Po01, Po02, Po03, Po04
[INS05]	Indicazione di massima delle misure di invarianza idraulica e idrologica da prevedere nei nuovi ambiti di trasformazione	AMBITI DI TRASFORMAZIONE INDIVIDUATI e Ln01, Ln02
[INS06]	Gestione delle aree agricole	AREE AGRICOLE
[INS07]	Modifiche al Piano di Governo del Territorio	AREE DEL TERRITORIO COMUNALE COINVOLTE DAL PRESENTE STUDIO

Tab. 7-4 - Elenco degli interventi non strutturali previsti.

## 8. PRIORITA' DI INTERVENTO

Nello studio condotto, dopo aver analizzato la situazione stato di fatto, sono stati ipotizzati degli interventi strutturali (per tempo di ritorno 10 anni), volti a eliminare o ridurre gli allagamenti segnalati, secondo quanto previsto nel R.R. 7/2017.

Nel presente paragrafo viene proposta una priorità di intervento determinata in funzione della pericolosità idraulica, di quanto definito in sede di documento semplificato del rischio idraulico comunale e degli approfondimenti effettuati in questa fase.

COD.	DESCRIZIONE	PROBLEMATICHE RICONTRATE	PRIORITA' INTERVENTO
<b>Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.</b>	Adeguamento scarico rete fognaria Marcallo con Casone	Pt01	-
[IS01]	Piano Potenziamento Servizio Fognatura Via Savonarola	-	-
[IS02]	Lavori sulla vasca di dispersione in Comune di Marcallo con Casone	Pt01	-
<b>Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.</b>	Tombinatura Derivatore di Magenta	-	-
[IS03]	Miglioramento deflusso del collettore di via Gornati e disconnessione acque meteoriche di via Magellano nord	Ln01	MEDIA
[IS04]	Sistemazione rete mista di via Magellano sud	Ln02	ALTA
[IS05]	Ripristino sezione tubazione in via de Gasperi angolo via Pasteur	Po01	MEDIA
[IS06]	Disconnessione rete di drenaggio acque meteoriche in via Manzoni	Po02	ALTA
[IS07]	Miglioramento sistema infiltrazione sottopasso via Menadrago	Pt05	MEDIA
[IS08]	Sistemazione planimetrica collettore Marcallo vicino a via Einstein	Po03	BASSA
[IS09]	Sistema di monitoraggio ed allarme allagamenti dei sottopassi	Pt03-Pt04-Pt05	ALTA
[INS01]	Procedure di controllo e manutenzione ordinaria da parte del Gestore del SII	Pt01, Pt02, Ln01	ALTA
[INS02]	Rilievo, monitoraggio e analisi idrauliche reticolo idrico di bonifica	Po01, Po02, Pt05	ALTA
[INS03]	Recepimento della normativa di invarianza idraulica e promozione di misure di drenaggio urbano sostenibile nel regolamento edilizio	Pt03, Pt04, Pt05, Po01, Po02, Po03, Po04	ALTA
[INS04]	Misure di protezione civile	Ln02, Po02, Pt03, Pt04, Pt05	ALTA
[INS05]	Indicazione di massima delle misure di invarianza idraulica e idrologica da prevedere nei nuovi ambiti	AMBITI DI TRASFORMAZIONE	MEDIA

COD.	DESCRIZIONE	PROBLEMATICHE RISCONTRATE	PRIORITA' INTERVENTO
Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.	Adeguamento scarico rete fognaria Marcallo con Casone	Pt01	-
[IS01]	Piano Potenziamento Servizio Fognatura Via Savonarola	-	-
[IS02]	Lavori sulla vasca di dispersione in Comune di Marcallo con Casone	Pt01	-
Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.	Tombinatura Derivatore di Magenta	-	-
[IS03]	Miglioramento deflusso del collettore di via Gornati e disconnessione acque meteoriche di via Magellano nord	Ln01	MEDIA
[IS04]	Sistemazione rete mista di via Magellano sud	Ln02	ALTA
	di trasformazione	INDIVIDUATI e Ln01, Ln02	
[INS06]	Gestione delle aree agricole	AREE AGRICOLE	MEDIA
[INS07]	Modifiche al Piano di Governo del Territorio	AREE DEL TERRITORIO COMUNALE COINVOLTE DAL PRESENTE STUDIO	MEDIA

Tab. 8-1 - Elenco degli interventi strutturali e non strutturali con relative priorità di intervento

## 9. CONCLUSIONI

La presente relazione riporta le elaborazioni condotte ed i risultati ottenuti nell'ambito delle attività condotte ai sensi dell'art. 14 comma 7 del Regolamento Regionale 7/2017.

Lo scenario di progetto è stato definito con l'obiettivo di intervenire principalmente dove sono stati segnalati i reali problemi nel drenaggio urbano comunale e allagamenti, riducendo la pericolosità idraulica.

Dato il contesto urbanizzato e lo stato attuale dell'infrastruttura, nell'ottica del cambiamento climatico a cui si assiste negli ultimi anni, è fortemente auspicabile perseguire una generale riduzione degli apporti in rete, sia da parte dei soggetti privati, sia nella pianificazione territoriale e nella programmazione di interventi da parte di soggetti istituzionali, coerentemente con i principi dell'invarianza idraulica.

Rimane altresì fondamentale perseguire la conoscenza e l'indagine di tutto il sistema idraulico comunale costituito dalla rete fognaria, dalla rete di acque meteoriche e dal reticolo idrico di bonifica, al fine di affinare il modello idraulico del sistema, in maniera tale da poter prevedere, e quindi prevenire, eventuali allagamenti futuri, non ancora verificatesi.

## 10. ALLEGATI

### 10.1 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO UTILIZZATI

- Regolamento regionale 23 novembre 2017 - n. 7 – Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica ed idrologica e s.m.i.;
- Regolamento regionale 24 marzo 2006, n. 4 – Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne;
- Regolamento regionale 29 marzo 2019, n. 6 – Disciplina e regimi amministrativi degli scarichi di acque reflue domestiche e di acque reflue urbane;
- Piano di Governo del territorio (relazioni e tavole) del Comune di Marcallo con Casone (aggiornamento Marzo 2019);
- Regolamento di gestione della polizia idraulica (Consorzio di Bonifica Est Ticino Villoresi, Dicembre 2016);
- Documento semplificato del rischio idraulico del Comune di Marcallo con Casone (Datek22 S.r.l., Novembre 2020);
- WebGIS Acquedotto e fognatura (CAP Holding);
- Criticità fognatura comunale (CAP Holding, Ottobre 2021);
- Modellazione idraulica rete fognaria comunale (Cap Holding, Luglio 2021);
- Servizio di campagne di monitoraggio delle portate nelle reti fognarie e dei collettori di proprietà CAP - Comune di Marcallo con Casone – Report 1 (Idrostudi-BM Tecnologie, Ottobre 2020);
- Servizio di campagne di monitoraggio delle portate nelle reti fognarie e dei collettori di proprietà CAP - Comune di Marcallo con Casone – Report 2 (Idrostudi-BM Tecnologie, Febbraio 2021);
- Servizio di campagne di monitoraggio delle portate nelle reti fognarie e dei collettori di proprietà CAP - Comune di Marcallo con Casone – Report 3 (Idrostudi-BM Tecnologie, Settembre 2021);
- Adeguamento scarico rete fognaria Marcallo con Casone - Relazione tecnica generale del progetto esecutivo e planimetrie (Studio SPS – Cap Holding, Luglio 2020);
- Piano di potenziamento servizio fognatura Marcallo con Casone – Relazioni e tavole (Cap Holding, Febbraio 2021).

## 10.2 BIBLIOGRAFIA

- “Linee guida per la redazione degli studi comunali del rischio idraulico” (Cap Holding, Luglio 2019);
- Manuale di uso – INFOWORKS ICM versione 11.0.3.22023 (Luglio 2020);
- Masseroni D., Massara F., Gandolfi C., and Bischetti G.B. 2018. “Manuale sulle buone pratiche di utilizzo dei sistemi di drenaggio urbano sostenibile” (Cap Holding, Università degli Studi di Milano);
- Becciu G., Paoletti A. “Fondamenti di costruzioni idrauliche” (2016);
- CIRIA, “SuDS Manual” (2015);
- Politecnico di Milano, 2019, “Catalogue of nature-based solutions for urban regeneration”.

## 10.3 REGISTRO DATI UTILIZZATI

TIPOLOGIA DATO	Descrizione dato	Livello di affidabilità	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	<a href="http://idro.arpalombardia.it/pmapper-4.0/map.phtml">http://idro.arpalombardia.it/pmapper-4.0/map.phtml</a>
Modello idraulico rete fognaria	Geometria e funzionamento 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	-
Modello digitale del terreno	DTM risoluzione 5x5 m	3	Simulazione propagazione degli allagamenti superficiali	Geoportale Regione Lombardia	<a href="http://www.geoportale.regione.lombardia.it/">http://www.geoportale.regione.lombardia.it/</a>
Uso e copertura del suolo (DUSAF 2015)	Classificazione del territorio in 5 livelli gerarchici in funzione di uso e copertura del suolo	3	Scabrezza modello propagazione degli allagamenti superficiali	Geoportale Regione Lombardia	<a href="http://www.geoportale.regione.lombardia.it/">http://www.geoportale.regione.lombardia.it/</a>
Databse Topografico regionale (2021)	Base topografica e geografica di riferimento del SIT regionale	3	Modellazione 2D e progettazione interventi	Geoportale Regione Lombardia	<a href="http://www.geoportale.regione.lombardia.it/">http://www.geoportale.regione.lombardia.it/</a>
Campagna di misure 2021-2021	Serie di misure di portata, livello e pioggia	3	Verifica della bontà della taratura del modello	CAP Holding	-

#### **10.4 ELENCO DEI PUNTI DI RECAPITO MODELLATI DELLA RETE FOGNARIA**

Il comune di Marcallo con Casone non presenta punti di recapito nel reticolo.

#### **10.5 SERIE DELLE PORTATE NEI PUNTI DI SCARICO DEL MODELLO**

Il comune di Marcallo con Casone non presenta punti di recapito nel reticolo.