



Comune di
CHIARANO

Provincia di Treviso

PIANO DELLE ACQUE

RELAZIONE IDRAULICA

Committente:
Comune di Chiarano
Via G. Marconi, 21 - 31040 - Chiarano (TV)

Estensori:
Ing. Andrea De Götzen
Ordine degli Ingegneri
della Provincia di Venezia n.3130



Adastra Engineering srl
Collaboratori:
Dott. Geol. Giovanni Rigatto
Ordine dei Geologi della Regione Veneto nr.839

Dr.ssa Chiara Levorato



31/01/2023 – Rev.00 Gennaio 2023
11/07/2023 – Rev.01 Luglio 2023



dati identificativi dell'incarico

Committente

Comune di Chiarano
Via G. Marconi, 21 – 31040 Chiarano (TV)

Referente

Servizi Tecnici
Arch. Claudio Tallon

Affidatario

Adastra Engineering srl
sede legale: v. Xola, 41b 30020 Torre di Mosto (Ve)
sede operativa: v. Confin, 87b 30020 Torre di Mosto (Ve)
tel. e fax 0421-325683 www.adastra.it info@adastra.it
c.f. p. iva - reg. impr.ve 04251560274 - n° rea cciaa VE 378954

Documento di affidamento d'incarico

Determinazione n. 83 del 18.05.2022

Progetto

Redazione Piano Delle Acque – C.I.G. Z0D3661B60

Estensori

Ing. Andrea de Götzen
Via A. Diaz, 27 – 30026 Portogruaro (VE)
c.f. DGTNDR71H08L483X p.iva 03816290278

Collaboratori

Dr.ssa Chiara Levorato
Dr. Geol. Giovanni Rigatto



COMUNE DI CHIARANO

PIANO DELLE ACQUE

INDICE

DATI IDENTIFICATIVI DELL'INCARICO	2
1. DESCRIZIONE DELLA RETE IDROGRAFICA	5
1.1 SCHEMA IDROGRAFICO	5
2. VERIFICA DELLA RETE SCOLANTE.....	6
2.1 GENERALITÀ	6
2.2 DESCRIZIONE DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA	6
2.3 DEFINIZIONE DELL'EVENTO PLUVIOMETRICO DI PROGETTO	6
3. LA MODELLAZIONE IDRAULICA.....	12
3.1 DISCRETIZZAZIONE MATEMATICA DELLA RETE IDROGRAFICA	12
3.1.1 Modello via Baldizza e strade laterali	13
3.1.2 Modello via Roma e laterali	14
3.1.3 Frazione di Fossalta Maggiore.....	15
4. PARAMETRI IDRAULICI DI SIMULAZIONE	17
4.1 GEOMETRIA E PARAMETRI SULLA RETE DI DRENAGGIO	17
4.2 STIMA DELLA CAPACITÀ DI INFILTRAZIONE DEI TERRENI	17
4.3 IETOGRAMMI DI PROGETTO	18
4.4 CONDIZIONI AL CONTORNO	20
5. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI DELLO STATO DI FATTO E DEFINIZIONE DELLE CRITICITA'	21
5.1 MODELLO VIA BALDIZZA E LATERALI	21
5.1.1 Zona ovest - lottizzazione via Mons. G. B. Ferrari	22
5.1.1 Zona est – via Zanardo e Baldizzetta	24
5.2 MODELLO VIA ROMA E LATERALI	26
5.3 MODELLO FOSSALTA MAGGIORE	31
6. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI PER LA RISOLUZIONE DELLE CRITICITA' RISCOstrate	35
6.1 MODELLO VIA BALDIZZA E LATERALI	35
6.2 MODELLO VIA ROMA E LATERALI	37
6.3 MODELLO FOSSALTA MAGGIORE	40
7. APPENDICE – DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO SWMM.....	43



TAVOLE GRAFICHE

1. Carta di inquadramento su ortofoto
2. Carta di inquadramento con individuazione dei bacini idrografici
3. Carta pedologica e uso del suolo
4. Carta del microrilievo
5. Carta delle competenze amministrative sui principali corsi d'acqua
6. Carta dei sottobacini, della rete idrografica e della rete di fognatura
7. Carta della rete di fognatura nera
8. Carta delle fragilità e vincoli
8. Carta della pericolosità e delle principali criticità segnalate
9. Carta della pericolosità e del rischio idraulico secondo il Piano Gestione Rischio Alluvioni del Distretto Alpi Orientali
10. Approfondimento Fossalta Maggiore stato di fatto e di progetto
11. Approfondimento via Roma stato di fatto e di progetto
12. Approfondimento Chiarano sud stato di fatto e di progetto



1. DESCRIZIONE DELLA RETE IDROGRAFICA

1.1 SCHEMA IDROGRAFICO

Il territorio comunale di Chiarano è interessato da una rete ben strutturata sull'idrografia principale, **Piavon, Bidoggia e Magnadola**, canali consistentemente alterati dall'uomo con il proposito di integrarli in una più vasta rete di scolo di bonifica per utilizzarli come assi di scolo secondari per i territori compresi tra i due fiumi principali.

All'interno del territorio si nota la presenza di corsi secondari, legati alla gestione agricola del territorio, dove la componente antropica non ha soppiantato il disegno naturale e più tradizionale del territorio, mantenendo un certo grado di naturalità.

Si ricorda inoltre che parte del territorio comunale è attualmente interessato da bonifica idraulica a scolo meccanico e quindi con sollevamento artificiale per garantire il corretto drenaggio dei terreni.

La gestione del sistema idrico è affidata a due consorzi: il primo, Consorzio di Bonifica Piave ha competenza su circa un terzo del territorio comunale di Chiarano, mentre i rimanenti due terzi sono gestiti dal Consorzio di Bonifica del Veneto Orientale.

Procedendo da ovest e procedendo verso est troviamo i seguenti principali corsi d'acqua:

- **Canale Bidoggia**, corso d'acqua consortile, scorre lungo il confine occidentale e raccoglie tutte le acque della parte ovest del territorio comunale;
- **Canale Piavon**, scorre in direzione sud-est attraversando il centro di Chiarano e raccoglie le acque del canale Piovega in sinistra idrografica;
- **Canale Magnadola**, scorre sud nel settore orientale del territorio comunale.



2. VERIFICA DELLA RETE SCOLANTE

2.1 GENERALITÀ

Sulla base delle conoscenze acquisite mediante i rilievi effettuati in campo e l'analisi della documentazione esistente è stato possibile simulare, a mezzo di opportuni strumenti matematici, il funzionamento delle reti di drenaggio urbano, oltre ai principali fossati cielo aperto. Tali analisi permettono di definire scientificamente le aree di criticità idraulica e le cause che le generano, ponendo a riferimento eventi meteorici intensi con elevati tempi di ritorno.

Il modello idraulico implementato permette, inoltre, di simulare il comportamento della rete idrica negli scenari futuri in seguito alla realizzazione di interventi per la mitigazione del rischio idraulico.

2.2 DESCRIZIONE DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA

Per la simulazione idraulica delle reti di drenaggio si è utilizzato il modello EPA SWMM 5.1, che, risolvendo le equazioni di De Saint Venant a moto vario, consente di verificare il comportamento dei canali e delle condotte a seguito di un evento pluviometrico di progetto.

A tale scopo la rete è stata schematizzata come una sequenza di nodi e tronchi.

Le caratteristiche geometriche dei canali sono state ricavate dai sopralluoghi e dai rilievi topografici compiuti mediante strumento GPS. Gli stessi hanno permesso di assegnare agli elementi della schematizzazione matematica le quote di fondo della rete idraulica, le dimensioni delle condotte, le sezioni trasversali medie dei corsi d'acqua, l'andamento del piano campagna e della viabilità.

I bacini imbriferi afferenti ai diversi tronchi e nodi della rete sono stati anch'essi schematizzati, caratterizzandoli in base alla forma, alle dimensioni, alla percentuale di territorio urbanizzato e alla tipologia del suolo. Per la trattazione teorica del modello matematico utilizzato si rimanda all'*appendice*.

2.3 DEFINIZIONE DELL'EVENTO PLUVIOMETRICO DI PROGETTO

Per le simulazioni idrauliche della rete di drenaggio urbano è necessario definire uno o più eventi di pioggia specifici per la zona, caratterizzati da un certo tempo di ritorno. A tal fine si fa ricorso alle curve pluviometriche disponibili in letteratura, che vengono generalmente utilizzate dai Consorzi di bonifica. Il territorio del Comune di Chiarano ricade all'interno di due Consorzi di bonifica:

- CONSORZIO DI BONIFICA VENETO ORIENTALE: comprendente il centro abitato e la zona ad est.
- CONSORZIO DI BONIFICA PIAVE: comprendente la zona più ad ovest,



Per le valutazioni di calcolo, verranno utilizzati i parametri della zona omogenea **Media Sinistra Piave**, che rientra nel territorio del Consorzio Piave, che si ritiene maggiormente rappresentativa per il territorio comunale di Chiarano. Infatti, va considerato che i parametri del Veneto Orientale vengono mediati anche considerando stazioni pluviometriche prossime alla zona costiera (Eraclea, Lugugnana di Portogruaro), che presentano regimi pluviometrici differenti e meno gravosi rispetto a zone più nord, come la Media Sinistra Piave.

In genere la curva di possibilità pluviometrica assume la forma:

$$h = a \cdot t^n$$

Con:

- a, n parametri da determinare per regressione dei dati di pioggia;
- t il tempo di pioggia [ore];
- h la quantità di pioggia attesa [mm].

La determinazione dei parametri *a* ed *n* avviene, secondo il metodo di Gumbel, quantificando rispettivamente l'intercetta e la pendenza della retta che secondo il metodo dei minimi quadrati meglio approssima i punti sperimentali:

$$(\log(t); \log(h)).$$

$$h = \log(a) + n \log(t)$$

Per meglio interpolare eventi di durate diverse si può prevedere l'utilizzo di una curva di forma triparametrica:

$$h = \frac{a}{(t + b)^c} t$$

Con:

- a,b,c, parametri da determinare per regressione dei dati di pioggia;
- t il tempo di pioggia [minuti];
- la quantità di pioggia attesa [mm].

Tali curve presentano, per lo stesso metodo con cui sono state elaborate, numerosi vantaggi ed in particolare:

- sono affidabili anche per tempi di ritorno elevati (oltre 50 anni a partire da circa 15 anni di osservazioni);
- risentono meno della presenza di valori eccezionali (non si studiano separatamente i dati di ciascuna stazione ma se ne fa un'indagine sinottica);
- hanno carattere regionale (sono validi per un'intera area omogenea);
- esprimono correttamente le maggiori sollecitazioni odierne (precipitazioni intense) rispetto a previsioni basate su serie storiche di notevole lunghezza che portano con sé il rischio di una caratterizzazione media dei fenomeni nel periodo di osservazione.

Si riportano di seguito i parametri delle curve di possibilità pluviometrica per le due zone, Veneto Orientale e Media Sinistra Piave.

COMPENSORIO CONSORZIO DI BONIFICA VENETO ORIENTALE

Le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica (CPP) sono quelle determinate nell'ambito dell'Analisi regionalizzata condotta per l'Unione Veneta Bonifiche (Bixio V. et al, Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento, Nordest Ingegneria S.r.l.- UVB, 2011).

Le stazioni utilizzate per la regionalizzazione delle piogge nell'area Veneto Orientale sono state 11, di seguito individuate:

Nome stazione	Quota [m s.l.m.]	Anno attivazione	Interno all'area
Cavallino	1	1992	Si
Eraclea	-1	1992	Si
Fossalta di Portogruaro	4	1992	Si
Lugugnana di	0	1992	Si
Mogliano Veneto	5	1997	No
Noventa di Piave	2	1992	Si
Oderzo	8	1992	Si
Ponte di Piave	6	1995	No
Portogruaro Lison	2	1992	Si
Roncade	6	1992	No
Venezia Cavanis	20	2000	No

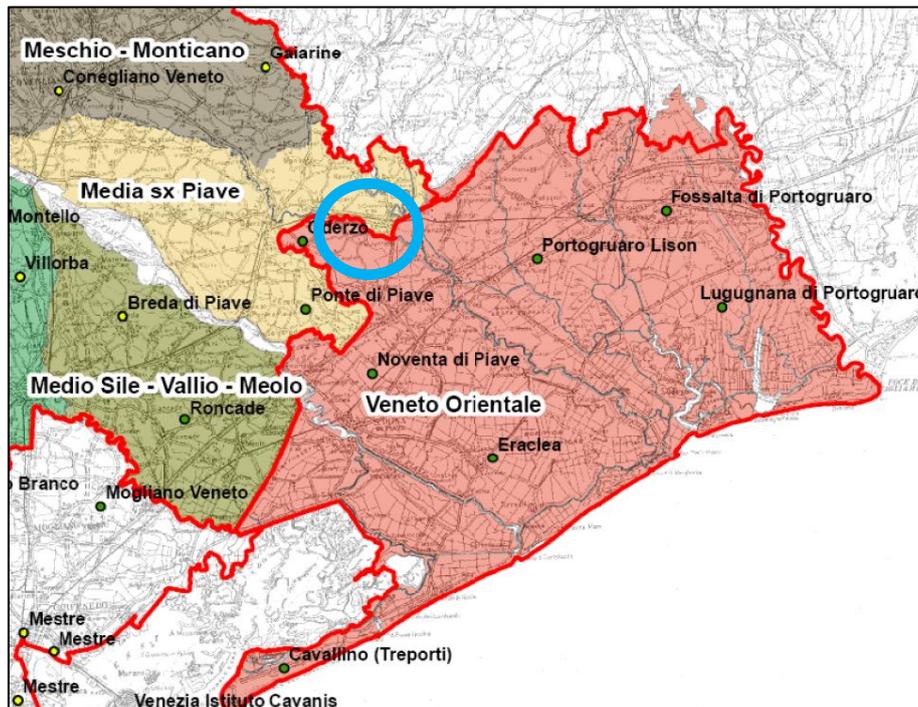


Figura 1. Indicazione dei pluviometri nel comprensorio Veneto Orientale.



La stima dei coefficienti della formula a tre parametri è stata eseguita mediante ottimizzazione numerica: per analogia con il metodo descritto per la classica formula bi-parametrica, si è quindi provveduto a minimizzare la somma dei quadrati degli errori relativi, in modo che tutte le durate da 5 minuti a 24 ore pesino in misura simile sulla procedura di calcolo, a differenza di quanto sarebbe accaduto considerando gli errori assoluti di ciascuna stima.

T _R anni	Durata di precipitazione									
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	30 minuti	45 minuti	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
2	9,2	15,7	15,9	27,5	31,5	33,7	42,0	49,5	59,6	72,5
5	11,5	19,6	52,2	35,4	40,9	44,0	57,4	66,3	79,3	97,3
10	13,0	21,8	28,3	39,9	46,1	49,9	67,0	78,2	92,9	114,5
20	14,4	23,7	30,9	43,6	50,4	54,9	76,1	90,3	106,2	131,6
30	15,2	24,6	32,2	45,5	52,7	57,6	81,3	97,5	114,1	141,8
50	16,1	25,8	33,8	47,7	55,2	60,7	87,9	106,8	124,1	154,8
100	17,3	27,1	35,7	50,3	58,3	64,5	96,6	120,0	137,9	172,8
200	18,5	28,3	37,4	52,6	61,0	67,9	105,4	133,7	152,1	191,5

Altezze attese per i diversi T_R e durate per la zona omogenea Veneto Orientale.

T	a	b	c
2	18.5	10.8	0.819
5	23.8	11.8	0.813
10	25.4	11.7	0.799
20	25.9	11.3	0.781
30	25.8	10.9	0.769
50	25.4	10.4	0.754
100	24.5	9.6	0.732
200	23.2	8.7	0.709

Tabella 1. Coefficienti per la formulazione della CPP a tre parametri 5 minuti-24 ore

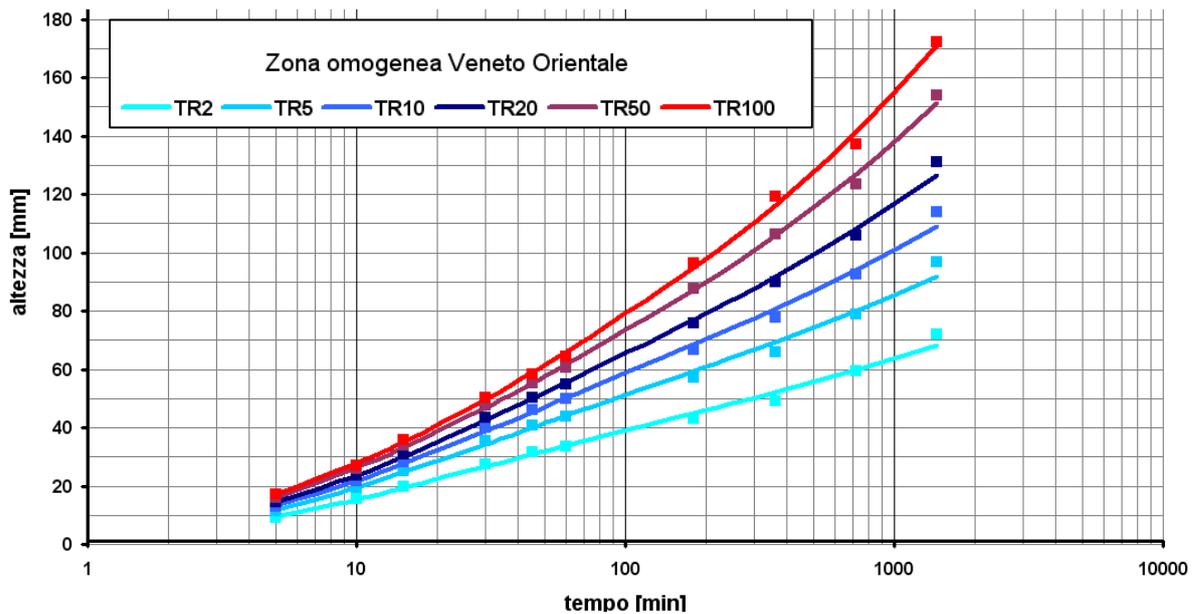


Figura 2. Curve di possibilità pluviometrica a tre parametri ricavate dall'analisi regionalizzata.

L'analisi regionalizzata ha portato anche alla definizione delle curve di possibilità climatica per eventi di durata 1-5giorni, mantenute in questo caso nella tradizionale forma bi-parametrica.

Per i dimensionamenti di reti fognarie ed opere idrauliche, in genere, si fa riferimento alle curve per durate inferiori alle 24 ore, paragonabili ai tempi di propagazione delle piene per i corsi d'acqua di bonifica.

T	a	n
2	65	0.325
5	88.4	0.325
10	104.9	0.326
20	121.6	0.327
30	131.5	0.328
50	144.4	0.329
100	162.5	0.331
200	181.5	0.333

Tabella 2. Coefficienti per la formulazione della CPP bi-parametrica 1-5 giorni

COMPENSORIO CONSORZIO DI BONIFICA PIAVE

Analoghe valutazioni sono state condotte per il comprensorio del Consorzio di Bonifica Piave. Si riportano di seguito le tabelle con valori attesi di precipitazione per differenti durate e tempi di ritorno, oltre ai parametri delle curve segnalatrici per l'impiego della formula triparametrica per la Zona



territoriale omogenea Media Sinistra Piave, in cui ricade anche il Comune di Chiarano, come evidenziato nella planimetria al punto precedente:

Durata (min)	5 min	10 min	15 min	30 min	45 min	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
h	10,466	17,155	21,694	28,536	32,701	34,706	46,751	57,160	68,283	83,280

T anni	Durata di precipitazione									
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	30 minuti	45 minuti	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
2	10,2	16,8	21,1	27,6	31,5	33,9	44,3	53,4	64,2	77,9
5	12,6	20,9	26,5	35,2	40,5	43,8	57,2	69,0	82,9	101,6
10	14,1	23,2	29,6	39,8	46,0	49,9	65,8	80,1	95,9	118,3
20	15,4	25,2	32,4	43,8	51,1	55,5	74,0	91,6	108,9	135,0
30	16,1	26,2	33,8	46,0	53,8	58,6	78,7	98,5	116,5	145,0
50	17,0	27,4	35,6	48,7	57,2	62,4	84,6	107,5	126,3	157,9
100	18,0	28,8	37,7	52,1	61,4	67,3	92,6	120,4	139,9	175,9
200	19,0	30,1	39,7	55,2	65,5	71,9	100,5	134,0	153,9	194,6

T	a	b	c
2	15,4	7,6	0,782
5	19,8	8,3	0,780
10	22,0	8,6	0,773
20	23,5	8,8	0,764
30	24,2	8,9	0,758
50	24,9	9,0	0,749
100	25,5	9,0	0,737
200	25,9	9,1	0,724

Tabella 3. Coefficienti per la formulazione della CPP a tre parametri 5 minuti-24 ore

Come già visto per la zona omogenea del Veneto Orientale, anche per la zona in questione si riportano i valori della curva segnalatrice a due parametri per eventi di durata 1-5giorni.

T	a	n
2	70,9	0,347
5	92,9	0,336
10	108,0	0,327
20	123,0	0,317
30	131,8	0,310
50	143,1	0,303
100	158,7	0,292
200	174,8	0,281

Tabella 4. Coefficienti per la formulazione della CPP a due parametri 1-5 giorni.

3. LA MODELLAZIONE IDRAULICA

La modellazione è stata svolta relativamente alle zone maggiormente urbanizzate del territorio comunale, caratterizzate da maggiore probabilità di accadimento di eventi meteorici in grado di determinare problematiche di allagamento e dove sono state segnalate le principali criticità idrauliche. Le simulazioni condotte hanno riguardato 3 tipi di eventi meteorici, rispettivamente con tempo di ritorno pari a 10, 30 e 50 anni.

La rete idraulica è stata schematizzata con nodi e condotte, oltre ai fossati presenti prevalentemente nelle aree a destinazione agricola. La maggior parte degli elementi rappresentati nel modello sono stati oggetto di puntuali rilievi in campo, in alcuni casi sono state effettuate interpolazioni rispetto a nodi rilevati. Gli approfondimenti hanno riguardato le seguenti aree:

- VIA BALDIZZA E LATERALI
- VIA ROMA E LATERALI
- FRAZIONE DI FOSSALTA MAGGIORE

3.1 DISCRETIZZAZIONE MATEMATICA DELLA RETE IDROGRAFICA

Di seguito si riportano graficamente le geometrie dei modelli idraulici implementati: in rosso i nodi idraulici della rete di drenaggio, in verde i corsi d'acqua a cielo aperto e in azzurro le condotte. Vengono anche rappresentati i sottobacini idrografici individuati afferenti a ciascuna tratta di condotta o canale a cielo aperto. L'esatta individuazione dei bacini è avvenuta mediante sopralluoghi e rilievi in campagna per l'individuazione dei principali versi di scorrimento e delle linee spartiacque, dall'analisi del DTM, nonché dalla consultazione di letteratura, progetti eseguiti ed informazioni ottenute dal Consorzio di bonifica Piave, Consorzio di bonifica Veneto Orientale e dal Comune di Chiarano.

A ciascuna area è stato associato un grado di impermeabilizzazione legato alla configurazione del territorio e alla presenza o meno di zone impermeabili quali strade, parcheggi, piazzali, fabbricati ecc. Per quanto riguarda le zone di espansione previste da PAT che potranno subire delle trasformazioni urbane e quindi variare il proprio coefficiente di deflusso, è stato considerato nel modello idraulico il grado di impermeabilizzazione attuale: infatti, nel rispetto del principio dell'invarianza idraulica, l'eventuale aumento del grado di impermeabilizzazione delle superfici dovrà essere compensato con interventi strutturali mediante la realizzazione di invasi compensativi o comunque con il sovradimensionamento della rete di drenaggio, in modo da garantire il mantenimento del coefficiente udometrico allo scarico.

Nota: Nella geometria dei modelli implementati si è ritenuto opportuno riportare tutti i punti della rete che sono stati oggetto di indagine durante la fase di rilievi, anche se solo con informazioni di quota di piano stradale. Ciò ha consentito di poterli utilizzare per eseguire interpolazioni di quote di scorrimento, ove necessario, oltre ad evidenziare riferimenti certi su tratte di condotte e valori di quota, utili

soprattutto nella fase di definizione degli interventi di progetto. Tali punti, che risultano scollegati dalla rete di condotte e quindi non considerati a livello matematico, sono stati quindi mantenuti all'interno del modello per eventuali future modifiche ed integrazioni.

3.1.1 *Modello via Baldizza e strade laterali*

Il modello idraulico implementato comprende due distinti comparti separati da via Baldizza: ad ovest il sistema di via Marconi e la lottizzazione di via Monsignor G. B. Ferrari, con recapito in un capofosso che segue via Borotta e scarica le acque nel canale Piavon; ad est il sistema di drenaggio dell'area di via Zanardo e via Baldizzetta, con recapito in un altro capofosso che attraversa la campagna fino allo scarico nel canale Magnadola.

I punti di "uscita" (outfall) del modello sono stati inseriti a valle dei capofossi con condizione di valle NORMAL, simulando l'effetto della condizione di moto uniforme verso valle, con riferimento alla livelletta rilevata dei fossati: tale condizione in effetti può considerarsi favorevole, in quanto priva di fenomeni di rigurgito della rete, proprio in ragione della pendenza accentuata che presentano detti fossati al di fuori dell'area abitata.

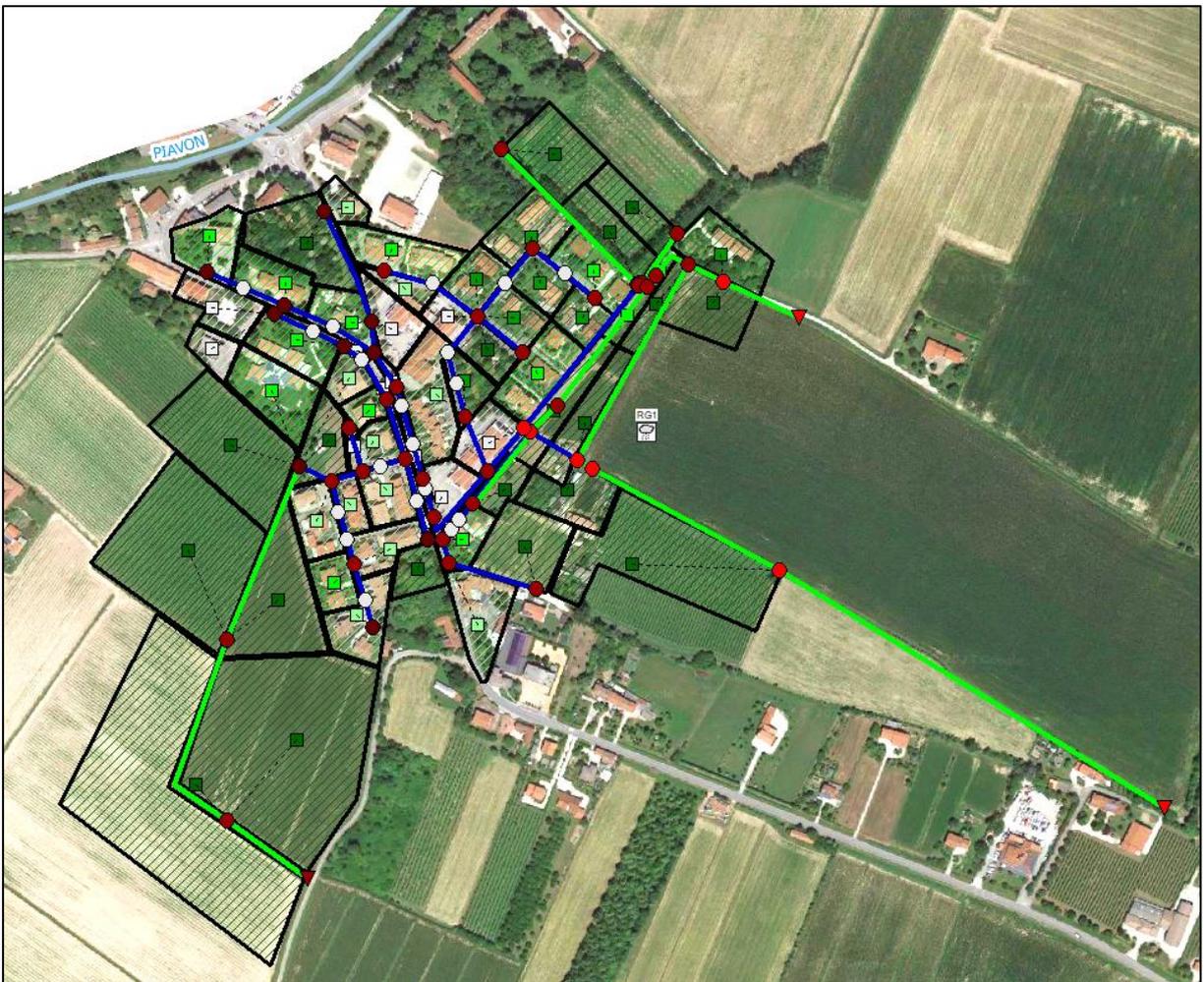


Figura 3. Modello idraulico di via Baldizza e laterali.



3.1.2 *Modello via Roma e laterali*

È stato simulato il tratto di via Roma compreso all'interno dell'ampia ansa che forma il canale Piavon nella zona centrale del capoluogo e comprendente varie lottizzazioni composte principalmente da villette unifamiliari a nord e a sud rispetto alla Strada Provinciale SP54 via Roma. La zona industriale a ovest non è stata implementata nel modello matematico in quanto disconnessa idraulicamente dal sistema di drenaggio simulato.

I principali recapiti della rete drenante sono presenti in 4 punti distinti nel canale Piavon:

- uno scarico a est di via Roma, quale recapito delle acque dell'area urbanizzata posta a nord della Strada provinciale, rappresentata dalle vie Gratentour, Fermi, Cenedese, dell'Asilo. In quest'area è stato individuato anche un ulteriore scarico a nord di via Fermi;
- uno scarico a ovest, che, anche in considerazione delle quote più alte della condotta in tale tratto della Strada provinciale, rispetto al rimanente profilo a est, si ritiene risulti a servizio della zona più occidentale di questo comparto, peraltro di modesta estensione;
- infine uno scarico in via Ponticello del Piavon, accanto al ponticello pedonale. Si tratta del punto di recapito più importante della zona, in quanto verso di esso confluiscono le acque di pioggia provenienti dall'area urbanizzata a sud della SP54, tra via Dosa di Sotto e il canale Piavon, come anche la lottizzazione di via Gino Cavezzan a nord della SP54 e più a ovest la rete di drenaggio di via Dosa di Sopra, dopo attraversamento della strada provinciale.

Tale linea di deflusso, a partire da via Dosa di Sopra, quindi l'attraversamento della SP54, più a valle quello di via Dosa di Sotto fino al recapito in Piavon, in vicinanza del ponticello pedonale, rappresenta il tracciato di un ampio capofosso che è sempre stato a servizio di quest'area contenuta nell'ansa formata dal canale Piavon e che nel tempo è stato tombinato in seguito all'espansione dell'area urbanizzata.

Quali condizioni al contorno del modello idraulico sono stati considerati i livelli dello stesso canale Piavon.

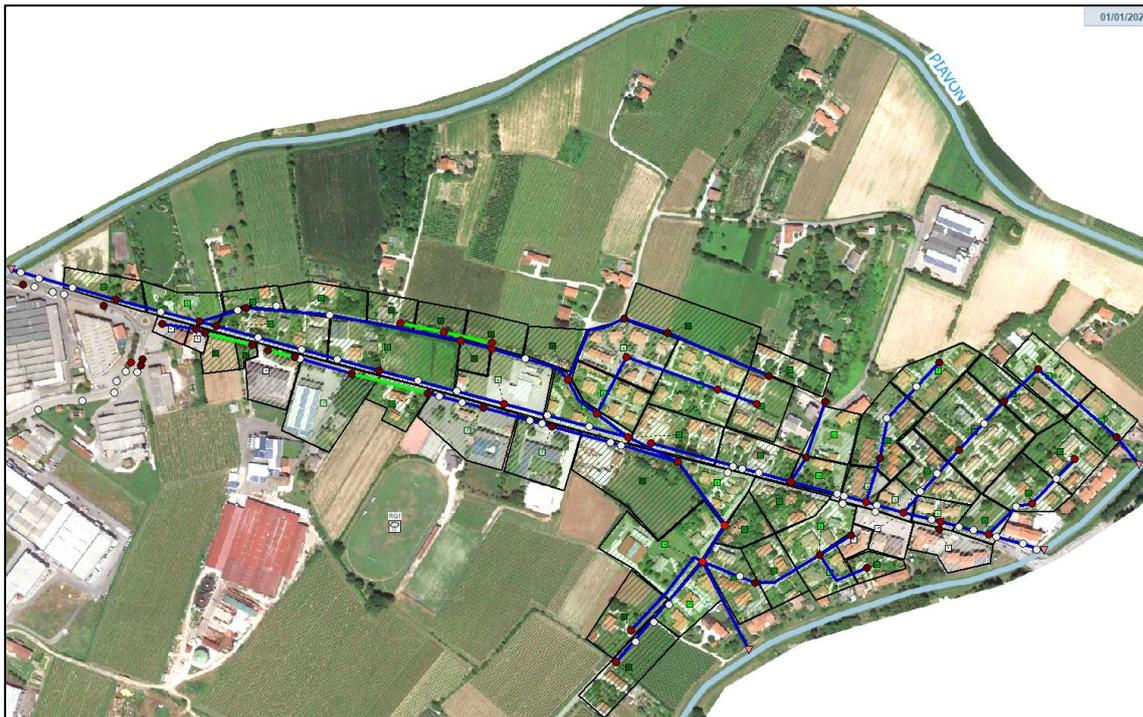


Figura 4. Modello idraulico di via Roma e laterali.

3.1.3 Frazione di Fossalta Maggiore

La frazione di Fossalta Maggiore è divisa idraulicamente in 2 distinti comparti:

- ad ovest vi è la zona appartenente al bacino Bidoggia-Grassaga, che trova recapito nel canale Formosa Peressina a sud ovest, tramite una condotta realizzata recentemente dal Comune lungo via Cella, che ha consentito di risolvere una condizione di criticità idraulica che si verificava lungo la stessa strada;
- ad est vi è l'area urbanizzata da considerarsi compresa nel bacino Pivon, in quanto le acque vengono raccolte tramite la dorsale principale in via Tabacchi, quindi in via Carbonere Vecchie, e infine recapitate nel canale Pivon tramite capofosso che attraversa una zona a destinazione agricola a nord di via Roma.

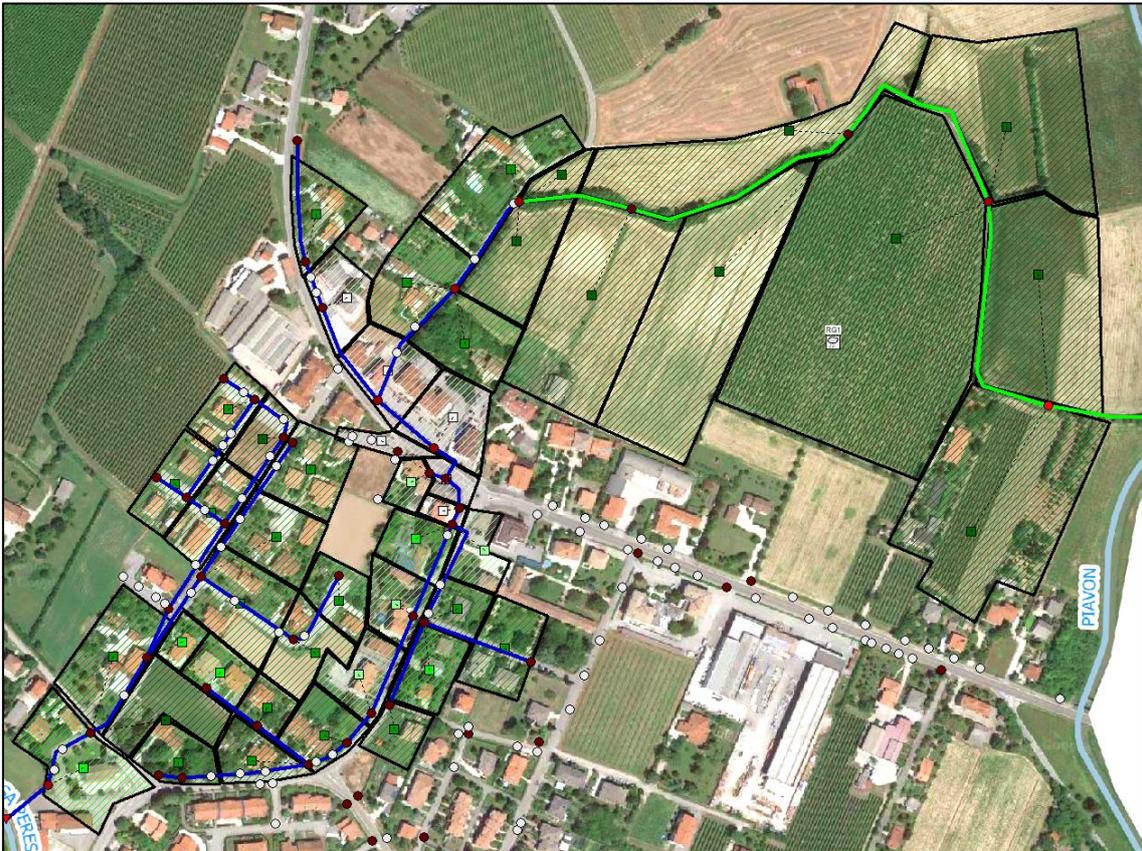


Figura 5. Modello idraulico di Fossalta Maggiore.

- Materiali alluvionali a tessitura prevalentemente limo-argillosa per la zona di Fossalta Maggiore;
- Materiali alluvionali a tessitura prevalentemente sabbiosa per le zone di via Roma e via Baldizza.

I valori dei parametri sono stati tratti da dati disponibili in letteratura, e assunti pari a:

Terreni Limo Argillosi	Terreni Sabbiosi
$f_0 = 125 \frac{mm}{h}$	$f_0 = 200 \frac{mm}{h}$
$f_c = 6,3 \frac{mm}{h}$	$f_c = 12,7 \frac{mm}{h}$
$k = 2 h^{-1}$	$k = 2 h^{-1}$

4.3 IETOGRAMMI DI PROGETTO

Riguardo alla pioggia di progetto per la stima dell'idrogramma di piena relativo all'area considerata, è stato utilizzato lo ietogramma di tipo Chicago, con tempo di pioggia pari a 12 ore, che presenta un picco molto accentuato dell'evento meteorico a metà del tempo di pioggia e simula gli effetti di una precipitazione breve ed intensa che mette in crisi le reti di drenaggio urbane. I parametri idrologici utilizzati sono quelli del bacino Media Sinistra Piave, come sopra specificato, ed è stata utilizzata la curva triparametrica. Come precedentemente specificato, sono stati implementati 3 grafici per i 3 eventi considerati con differente tempo di ritorno.

- IETOGRAMMA_1:
 - Tempo di ritorno = 10 anni
 - Durata dell'evento: 12 ore
 - Quantità di pioggia totale: 96,78 mm

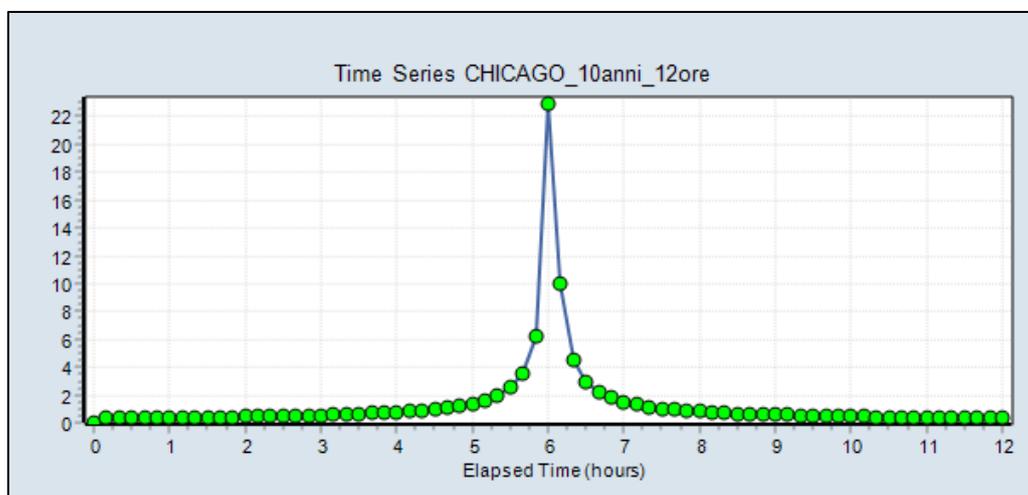


Figura 6. Grafico di pioggia per l'evento con tempo di ritorno 10 anni.

- IETOGRAMMA_2:
 - Tempo di ritorno = 30 anni
 - Durata dell'evento: 12 ore
 - Quantità di pioggia totale: 118,19 mm

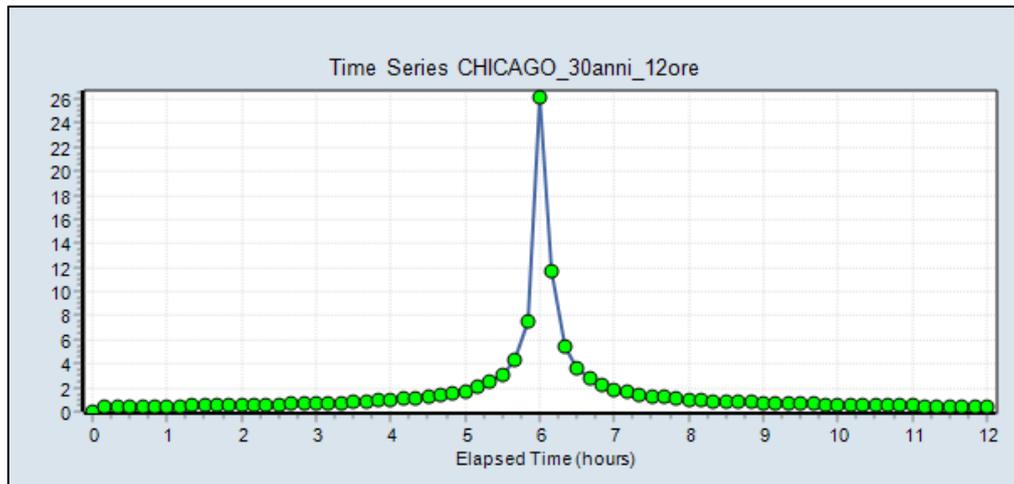


Figura 7. Grafico di pioggia per l'evento con tempo di ritorno 30 anni.

- IETOGRAMMA_3:
 - Tempo di ritorno = 50 anni
 - Durata dell'evento: 12 ore
 - Quantità di pioggia totale: 128,45 mm

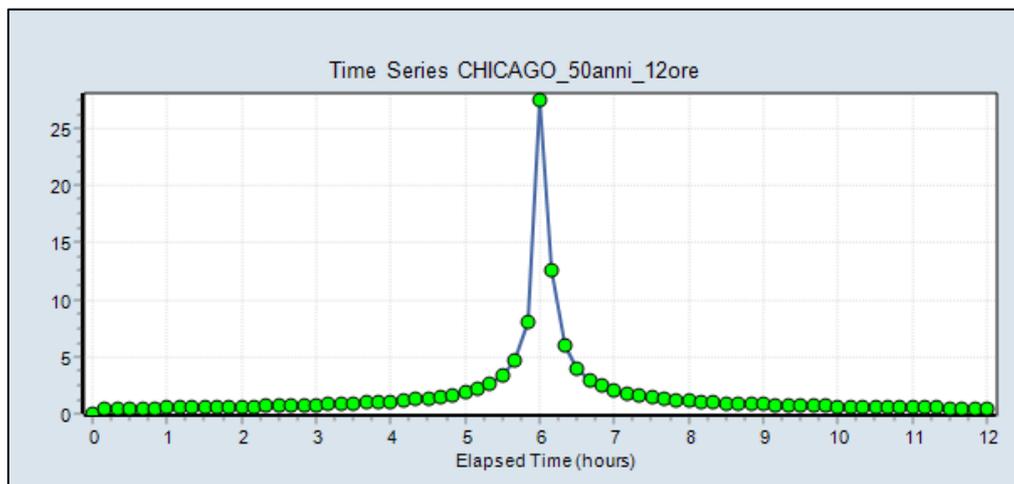


Figura 8. Grafico di pioggia per l'evento con tempo di ritorno 50 anni.

Si precisa che le simulazioni condotte per determinare gli interventi di progetto sono state eseguite con l'evento pluviometrico con tempo di ritorno 50 anni.



4.4 CONDIZIONI AL CONTORNO

Le condizioni al contorno impostate nei vari punti del modello, ovvero la definizione delle condizioni di valle nei punti di uscita dal sistema (chiamati “outfall”) sono di due tipologie:

- Condizione NORMAL: questa condizione è stata impostata quando la rete di drenaggio confluisce in un capofosso che recapita le acque ad un ricettore principale più a valle dell’area di studio; in questo caso nel punto di uscita viene instaurato un livello idrico pari a quello di moto uniforme dell’ultimo tratto di fosso.
- Condizione FIXED: quando viene impostata una quota costante nel punto di scarico. Tale condizione è stata utilizzata nei punti di scarico delle condotte direttamente nel canale Piavon. In particolare, per questa condizione è stata condotta specifica indagine con il Consorzio di Bonifica Veneto Orientale per verificare la gestione dei manufatti di regolazione che viene condotta nel corso dell’anno e quindi i diversi livelli che vengono ad instaurarsi lungo il corso d’acqua. Il **sostegno denominato Fossalta Maggiore** poco a monte della Strada provinciale determina un dislivello tra monte e valle di circa 60/80 cm, che è stato debitamente considerato nell’impostare le suddette condizioni al contorno nelle diverse zone del centro abitato. Inoltre, va considerato che durante la stagione irrigua i livelli sul Piavon risultano più alti rispetto alle condizioni normali di circa 80 cm, sia a monte che a valle del manufatto Fossalta Maggiore, ciò a motivo della regolazione anche del manufatto posto a valle in Comune di Cessalto. Al fine di verificare la capacità di deflusso della rete di drenaggio si è inteso simulare un evento meteorico particolarmente intenso in concomitanza con i livelli del canale Piavon nel periodo irriguo.



5. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI DELLO STATO DI FATTO E DEFINIZIONE DELLE CRITICITA'

Si riportano di seguito le considerazioni valide per i sottobacini oggetto di studio e i risultati delle modellazioni idrauliche. Tali modellazioni sono state condotte per eventi meteorici con tempo di ritorno di 50 anni, avendo implementato gli ietogrammi descritti nel paragrafo precedente.

Dall'analisi delle simulazioni condotte si sono rese evidenti diverse criticità, che vengono rappresentate dal modello tramite il funzionamento in pressione delle condotte, oltre ad allagamenti localizzati in corrispondenza dei nodi della rete, di intensità più o meno significativa. Per ogni area oggetto di approfondimento si riportano di seguito i risultati con planimetrie, profili di riempimento delle condotte e grafici di portata.

5.1 MODELLO VIA BALDIZZA E LATERALI

Come specificato precedentemente la zona simulata è idraulicamente distinta in 2 diverse zone, non connesse tra di loro, separate fisicamente dalla dorsale via Marconi e via Baldizza.

Una importante caratteristica di questa zona riguarda l'altimetria: si nota infatti come la zona urbanizzata si trovi rialzata rispetto alla campagna circostante, con pochi ingressi di fossi in fognatura e consentendo quindi più facilmente il deflusso delle acque dalle zone edificate verso i vicini recapiti in campagna.

Si riporta di seguito il DTM dell'area di studio con evidenza della zona urbanizzata oggetto di studio.

grazie al collegamento idraulico che è presente dalla condotta di via Baldizza verso l'area boscata a sud lungo la stessa strada: è evidente che, seppure la quota di fondo di detto punto di scarico risulti più alta rispetto alla rete di drenaggio della zona, si ha in ogni caso un'ulteriore possibilità di alleggerimento delle condotte allorché si verificano precipitazioni particolarmente intense che possono determinare condizioni di funzionamento in pressione della rete.

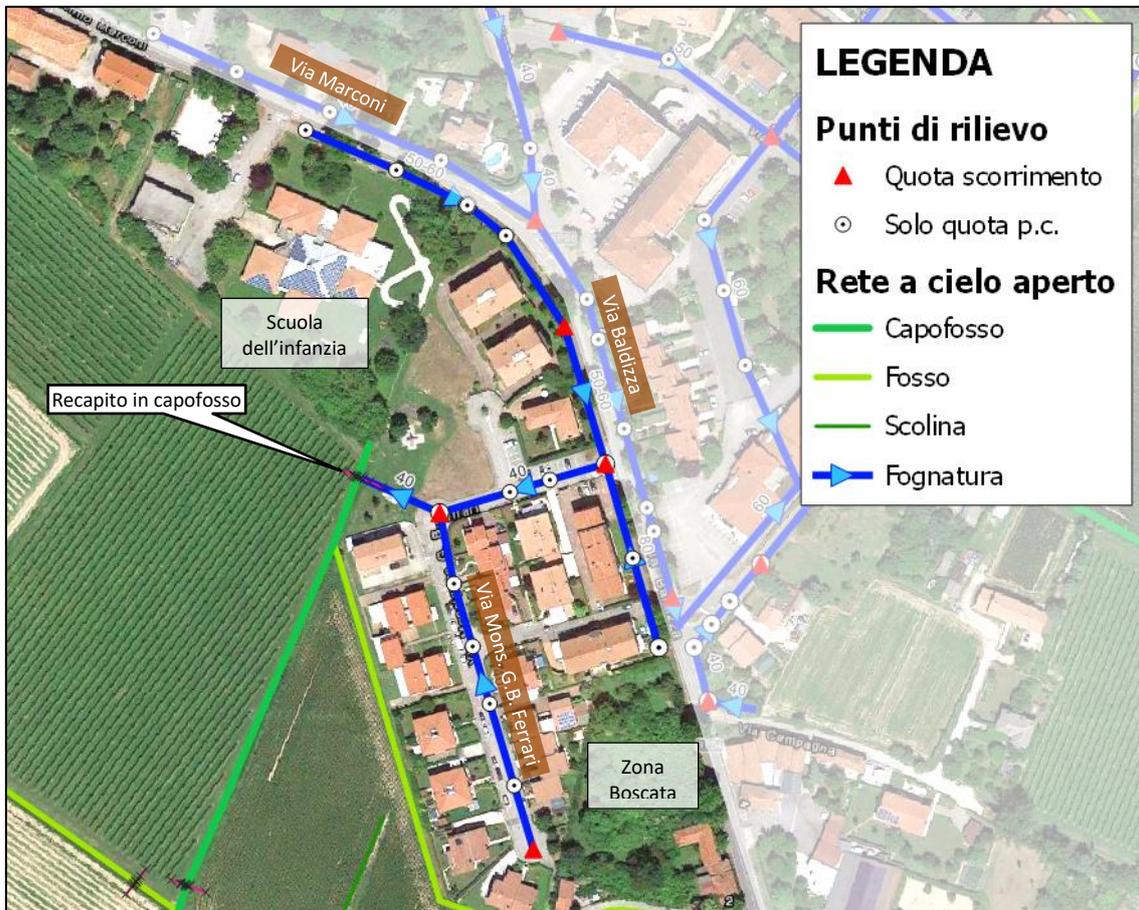


Figura 10. Schema della rete di via Mons. G. B. Ferrari.

Le simulazioni effettuate hanno evidenziato, per l'evento pluviometrico con tempo di ritorno pari a 50 anni, le difficoltà di sgrondo dell'area, dovute alla dimensione ridotta delle condotte (DN40 cm) e alla presenza del punto di scarico ostruito. Di seguito il profilo longitudinale della condotta a partire da via Marconi (fronte asilo) fino al capofosso che arriva fino a via Borotta a sud.

Come risulta evidente dal profilo longitudinale, lo stesso fosso di recapito sul retro della lottizzazione presenta quote più alte rispetto alla rete di drenaggio interna alla lottizzazione, richiedendo pertanto un intervento di risezionamento dello stesso fosso.

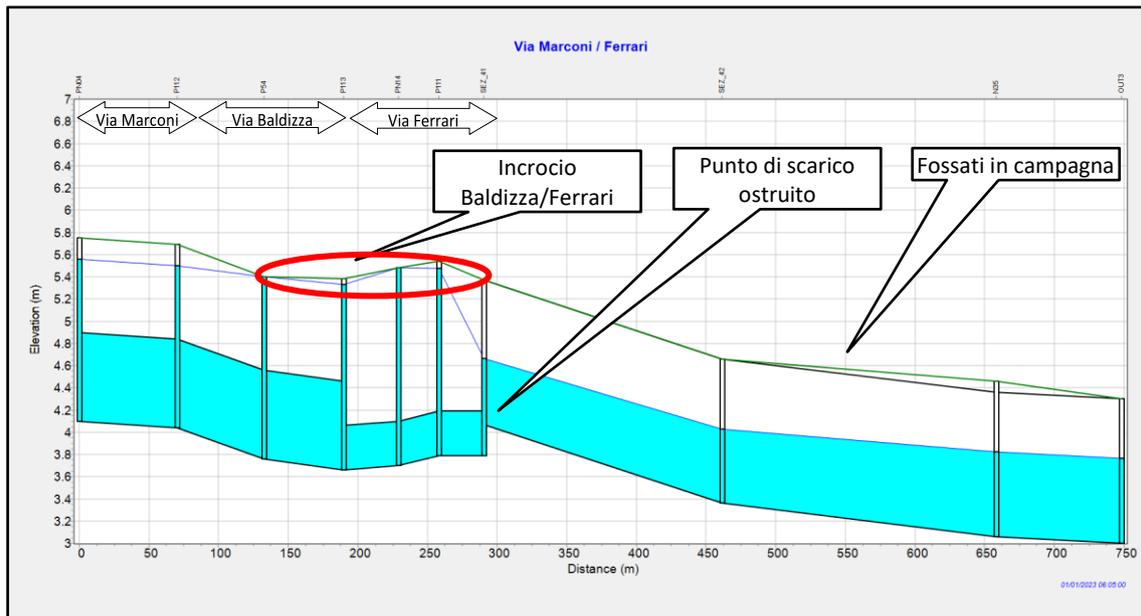


Figura 11. Profilo longitudinale da via Marconi, passando per via Ferrari, fino alla rete di fossi di drenaggio in campagna. $Tr=50$ anni.

5.1.1 Zona est – via Zanardo e Baldizzetta

La zona ad est di via Baldizza presenta un nodo principale in via Baldizzetta, posto in corrispondenza dell'ingresso sul retro del supermercato, dove giungono le acque delle varie aree sottese. Da nord-est giungono una condotta DN40 cm collegata con alcuni fossi a monte ed un piccolo fosso parallelo alla strada; da sud-ovest invece giungono le acque di via Baldizza e della lottizzazione di via Zanardo (probabilmente con una condotta che passa attraverso l'area del fabbricato adibito a supermercato o comunque contermine al fabbricato stesso) tramite condotta DN60 cm, e, dal lato opposto della strada, le acque da via Campagna tramite condotta DN40 cm. In questo punto, tramite una condotta DN60 cm posta adiacente ad una capezzagna, le acque trovano recapito in un capofosso con direzione sud-est che recapita le acque nel canale Magnadola, verso il confine comunale.

Da rilievi effettuati in campo si può notare che il fosso di recapito presenta un primo breve tratto in contropendenza, dovuto probabilmente a problemi di deposito nel tempo di materiale terroso, oltre che una vegetazione spontanea fitta. Ciò favorisce un rigurgito verso la rete di fognatura e quindi difficoltà di sgrondo delle acque nelle zone urbanizzate, in particolare per eventi particolarmente intensi.

Si precisa tuttavia che le problematiche descritte vengono mitigate dal fatto che la rete trova un ulteriore punto di uscita all'estremità nord est di via Baldizzetta, dove la rete di drenaggio a cielo aperto è collegata ad un capofosso di grande dimensione che, sempre con direzione sud-est, recapita anch'esso nel canale Magnadola e che è stato nel recente passato anche oggetto di un intervento di manutenzione straordinaria da parte del Consorzio di Bonifica Veneto Orientale.

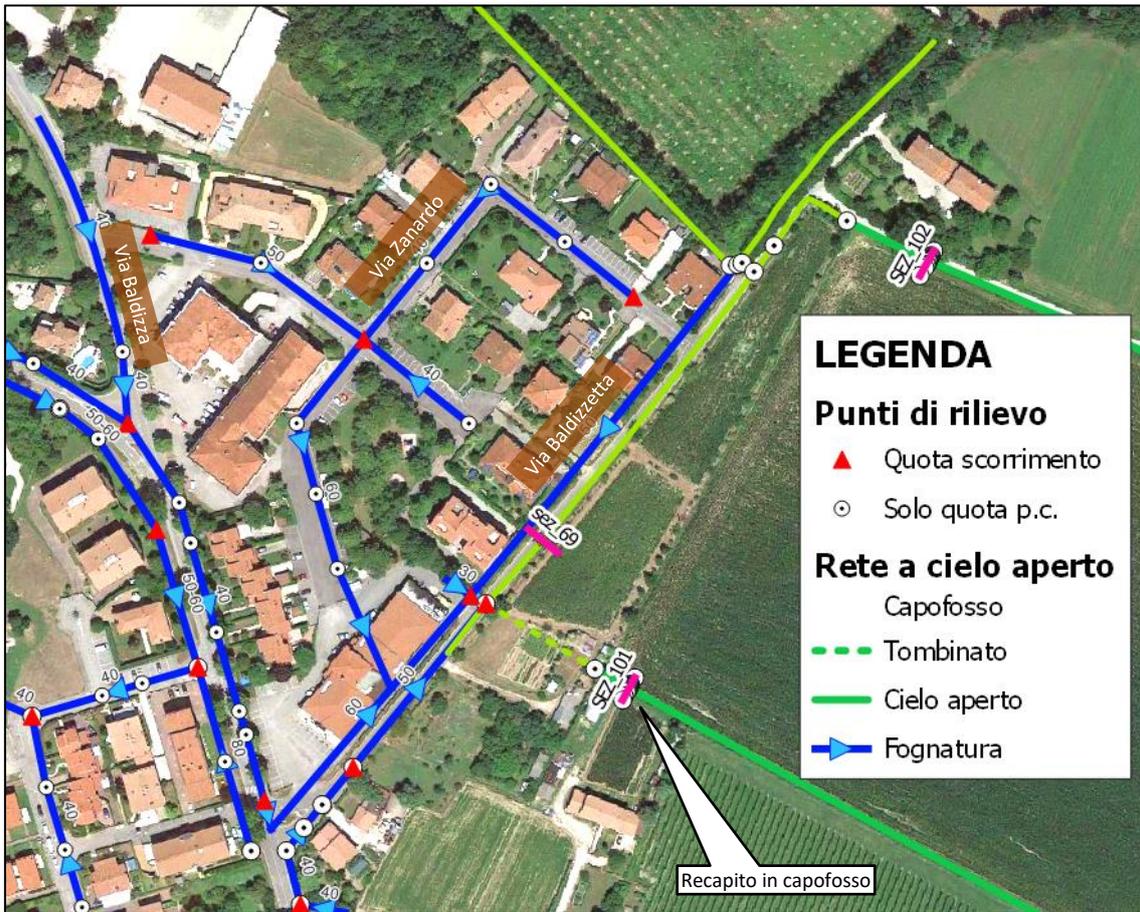


Figura 12. Schema della rete via Baldizza / Baldizzetta.

Si riporta di seguito il profilo longitudinale di via Baldizza/Baldizzetta e del fosso di recapito per la simulazione con tempo di ritorno 50 anni.

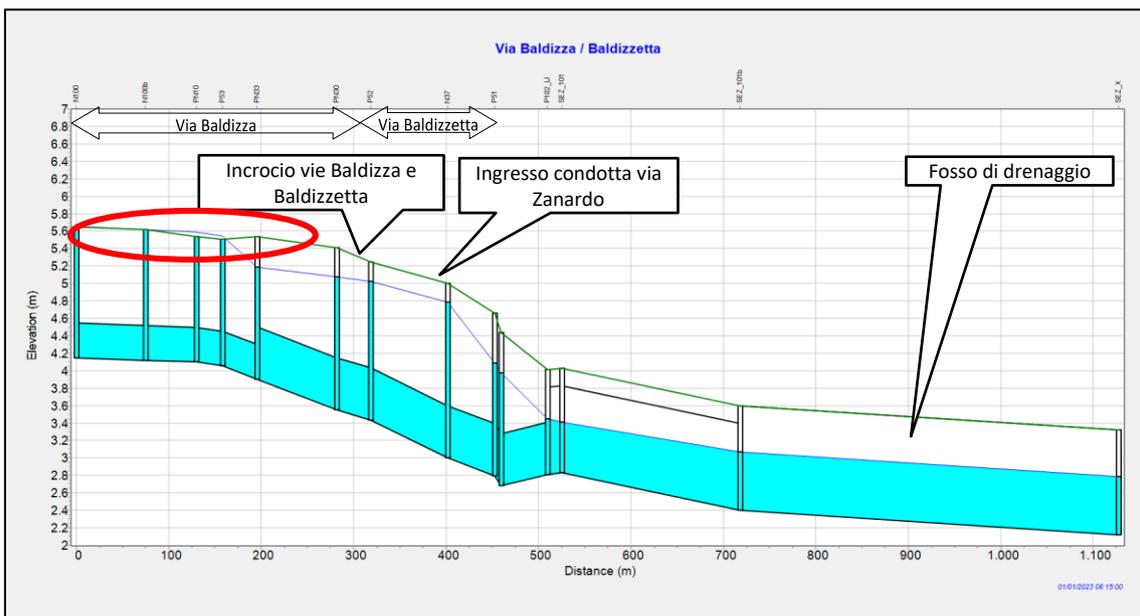


Figura 13. Profilo longitudinale da via Baldizza, Baldizzetta e fosso di recapito. $T_r=50$ anni.



Come si evince dal profilo longitudinale, lungo via Baldizza vi è una fuoriuscita consistente nella zona a monte, dovuta sia alle dimensioni insufficienti della rete composta da condotte DN40 cm (come si evince dal repentino abbassamento della piezometrica nel punto di incremento del diametro della condotta), sia alle condizioni del fossato a valle, che presenta una quota a monte più alta rispetto alla condotta che vi si immette, creando un ostacolo al regolare deflusso delle acque.

5.2 MODELLO VIA ROMA E LATERALI

Il modello idraulico di questa zona si estende lungo via Roma nel tratto ricompreso all'interno dell'ansa formata dal fiume Piavon a nord della Strada Provinciale SP54, comprendendo le lottizzazioni delle vie laterali (via Gratentour, via Fermi, via dell'Asilo, via Dosa di Sopra, ecc.), oltre a qualche limitata zona di campagna. Infatti, anche in questo caso l'altimetria del territorio presenta condizioni favorevoli, in quanto le aree appena al di fuori della zona urbanizzata trovano recapito verso nord nel Piavon, direttamente o tramite capofossi e fossi a cielo aperto, o verso la campagna a sud per la fascia di territorio al di sotto della SP54. Le zone di campagna che contribuiscono alla portata nella fognatura urbana posta lungo la SP54 sono quindi trascurabili rispetto all'area urbanizzata che si trova nell'immediato intorno della Strada Provinciale.

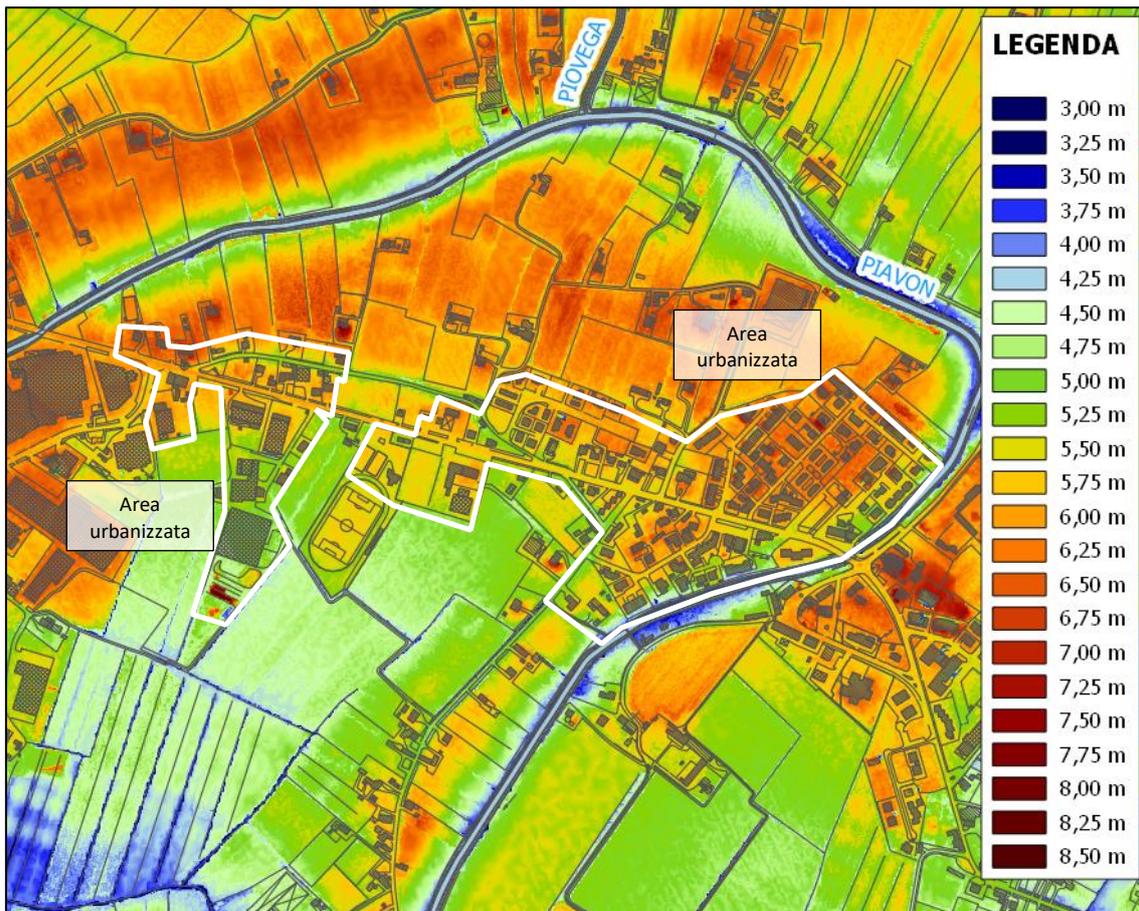


Figura 14. DTM dell'area di studio con evidenziate le zone urbane.

La rete di drenaggio del comparto urbano è caratterizzata dalla dorsale principale lungo la pista ciclopedonale di via Roma (SP54), lato nord. Si è già fatto cenno nel paragrafo 3.1.2 in merito ai punti di scarico in Piavon di quest'area. Merita ricordare i due più importanti: ovvero quello all'estremità di via Ponticello del Piavon che più a monte con condotta DN80/100cm riceve le acque da via Dosa di Sotto, via della Resistenza, quindi più a monte dalla condotta di via Dosa di Sopra e dalla condotte ai margini della SP54 DN60cm poste a ovest dell'incrocio tra le due strade, e l'altro scarico in Piavon a est ai margini della Strada Provinciale su cui confluisce la dorsale DN80cm lungo la stessa strada, che si è avuto modo di verificare risulta non collegata con il sistema descritto in precedenza. Quest'ultima condotta riceve le acque dalle strade laterali della SP54.

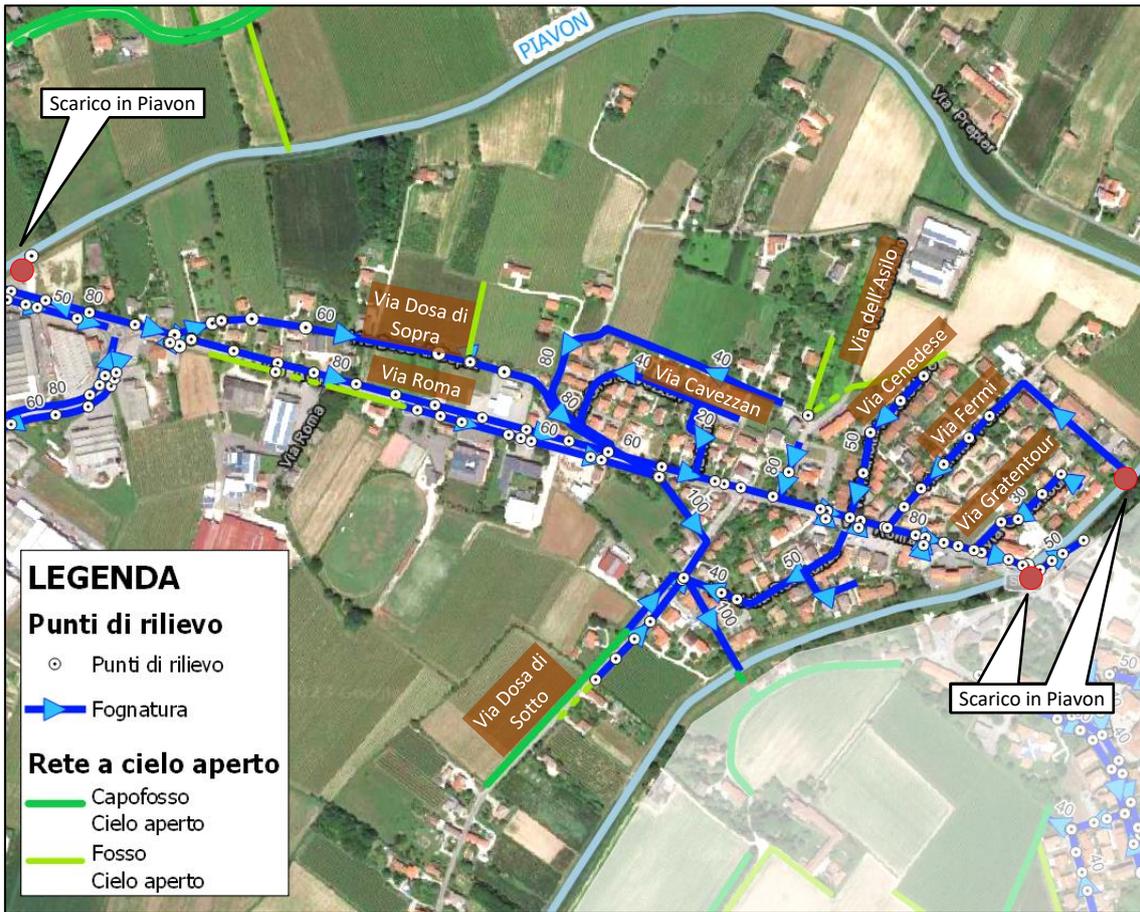


Figura 15. Schema della rete di via Roma.

Si riportano di seguito alcuni profili longitudinali a seguito delle modellazioni effettuate con tempo di ritorno pari a 50 anni.

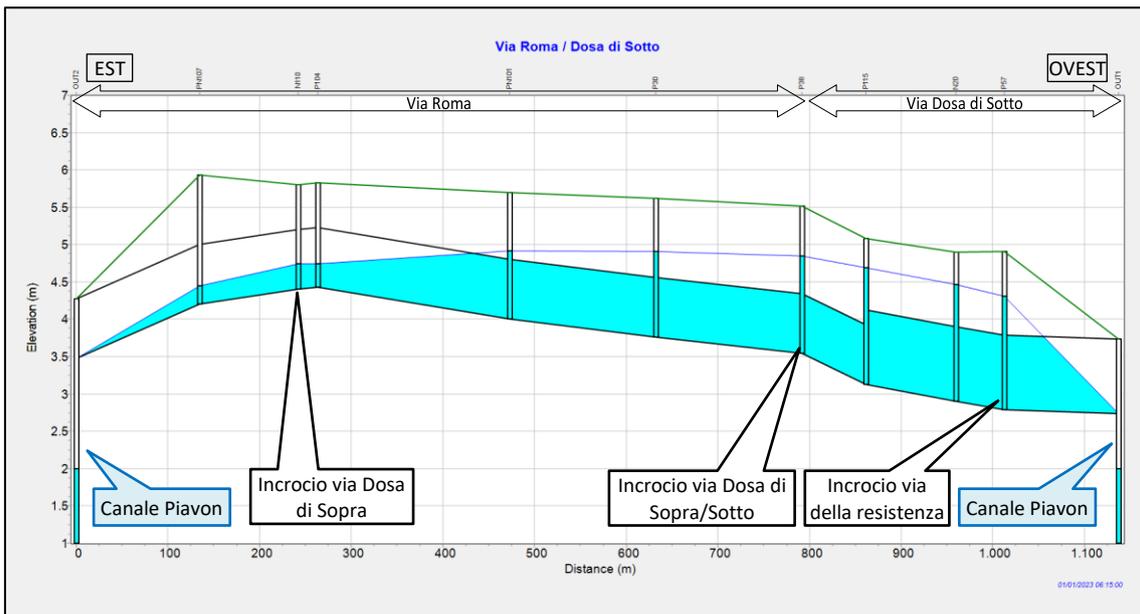
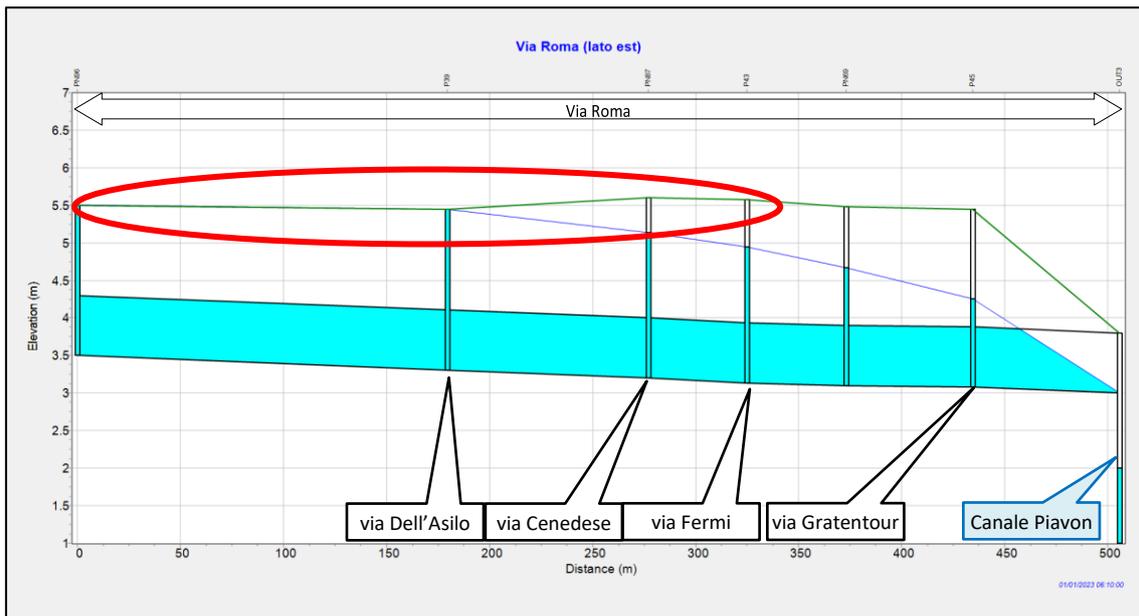
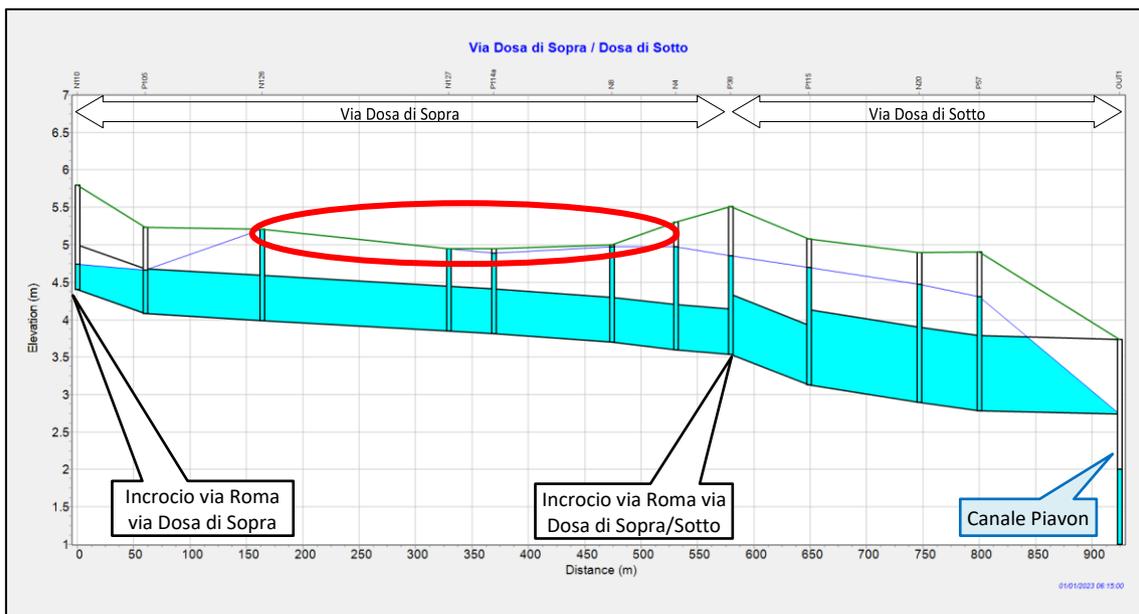


Figura 16. Profilo longitudinale di via Roma, lato ovest, via Dosa di Sotto, fino allo scarico in Piavon. Tr=50 anni.

Figura 17. Profilo longitudinale di via Roma, lato est. $Tr=50$ anni.Figura 18. Profilo longitudinale di via Dosa di Sopra (incrocio con via Roma), via Dosa di Sotto, fino allo scarico in Piavon. $Tr=50$ anni.

Come si evince dai grafici dei profili longitudinali, la parte ovest di via Roma non presenta particolari problematiche anche per eventi meteorici con tempo di ritorno 50 anni: va tenuto presente, infatti, che le aree contribuenti risultano limitate, oltre al fatto che vi sono 2 recapiti nel canale Piavon alle estremità della condotta, peraltro con livello, anche nella condizione irrigua, che non determina possibili fenomeni di rigurgito nella rete di dreaggio. Si nota comunque che per eventi intensi la parte centrale della condotta di via Roma si ha un funzionamento a pressione.

Le maggiori problematiche si verificano invece lungo via Dosa di Sopra, via Cavezzan e via Roma lato

est. Lungo via Dosa di Sopra, dove peraltro sono state segnalate alcune difficoltà di sgrondo delle acque, la piezometrica risulta prossima al piano campagna, anche a causa del fatto che la strada presenta quote più depresse rispetto a via Roma.

Lungo via Cavezzan, per gli eventi simulati, si verificano fuoriuscite dalla rete, dovute all'insufficienza della rete composta da condotte DN40 e 50 cm, che non risultano in grado di convogliare le portate di progetto. Di seguito il profilo longitudinale di via Cavezzan.

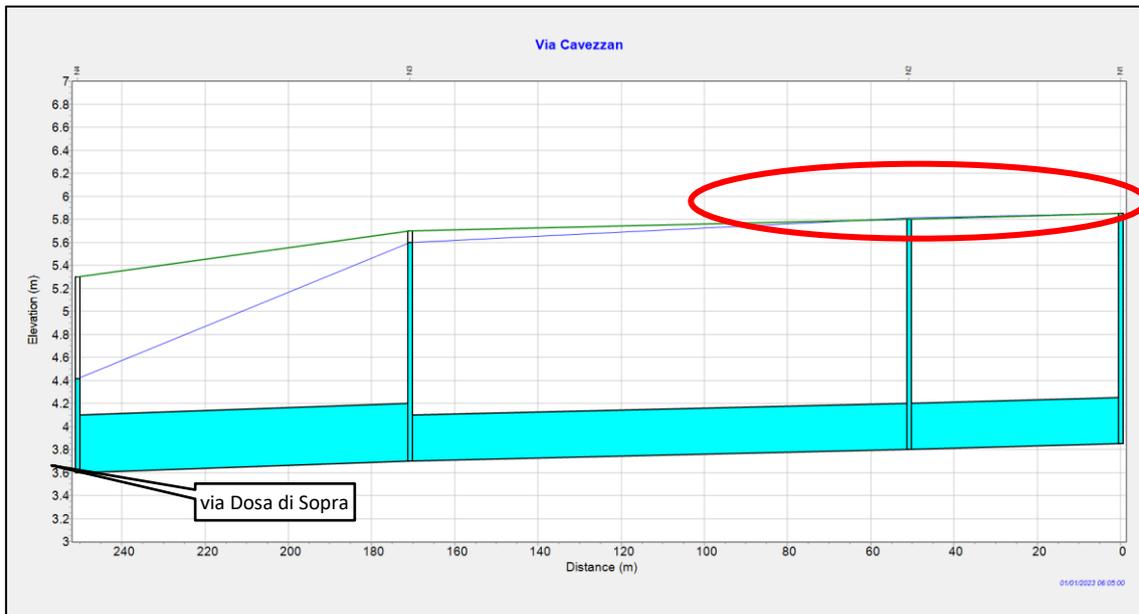


Figura 19. Profilo longitudinale di via Cavezzan. $T_r=50$ anni

Lungo via Roma, lato est, vi sono alcune immissioni delle condotte delle strade laterali che, senza sistemi di laminazione a monte, immettono le loro portate di piena nello stesso istante creando un rigurgito che determina le condizioni pressione della condotta durante eventi eccezionali. Tuttavia, nel modello idraulico non si registrano fuoriuscite dalla rete anche grazie al fatto che alcune strade laterali trovano recapito all'estremità opposta a nord, come ad esempio via Fermi che a monte è collegata direttamente con il canale Piavon tramite condotta di scarico. Si riporta il profilo longitudinale di via Fermi dove si può notare un funzionamento in pressione della condotta che tuttavia non provoca fuoriuscite significative dalla rete.

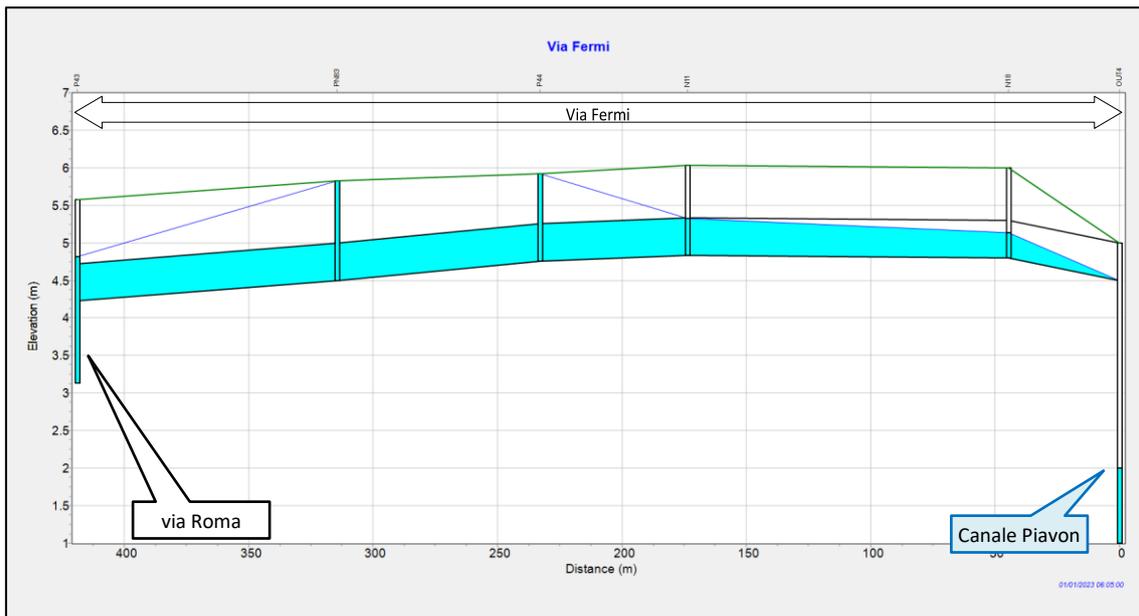


Figura 20. Profilo longitudinale di via Fermi. Tr=50 anni

5.3 MODELLO FOSSALTA MAGGIORE

La parte urbana della frazione di Fossalta Maggiore è divisa idraulicamente in due zone, con suddivisione che avviene in corrispondenza di via Carbonere Nuove (SP54) fino all'incrocio con la rotonda, per poi continuare verso sud in via Tabacchi e seguire poi via Commissarie (SP117).

Ad ovest, nell'ambito del bacino Bidoggia-Grassaga, l'abitato di via Cella e via Caduti sul lavoro scarica le acque nel canale Formosa-Peressina, tramite una condotta recentemente realizzata dal Comune di Chiarano, al fine risolvere problematiche di ristagno delle acque, che si presentavano in questa zona.

La zona di via degli Alpini, invece, trova il recapito delle acque meteoriche verso via Commissarie a sud, scaricando in una condotta DN80 cm posta sul lato sud della strada in corrispondenza con la pista ciclopedonale.

Ad est, nel bacino del Piavon, le acque seguono percorsi differenti: via Roma viene drenata tramite condotte poste ai lati della strada con scarico diretto in canale Piavon; le lottizzazioni di via Redipuglia e IV Novembre seguono via Commissarie tramite condotta e fossi a cielo aperto; via Monte Grappa e via XXV Aprile invece hanno recapito delle acque in un capofosso con direzione sud-est, che drena le campagne circostanti oltre che, più a valle, ricevere le acque da una parte della zona industriale, all'incrocio con via Vittorio Veneto.

Via Tabacchi invece è servita da una condotta DN50/80 cm con direzione nord che attraversa via Carbonere Nuove (ad ovest dell'incrocio con rotonda) fino a percorrere via Carbonere Vecchie e immettersi in un fosso a cielo aperto che scarica direttamente in Piavon, dopo percorso sinuoso in ambito agricolo.

In particolare, in quest'ultimo sistema di deflusso si è potuto constatare nell'ambito dei rilievi eseguiti per il Piano delle Acque la presenza di molto sedimento in alcuni tratti di condotta e di acqua ferma, segnale che il drenaggio non avviene correttamente.

Analizzando il DTM si può notare che, come negli altri casi, la zona urbanizzata è più alta rispetto alle campagne circostanti, tuttavia alcune aree, come ad esempio via Tabacchi e via Cella, risultano leggermente più depresse rispetto alle lottizzazioni a sud ovest di via Tabacchi.

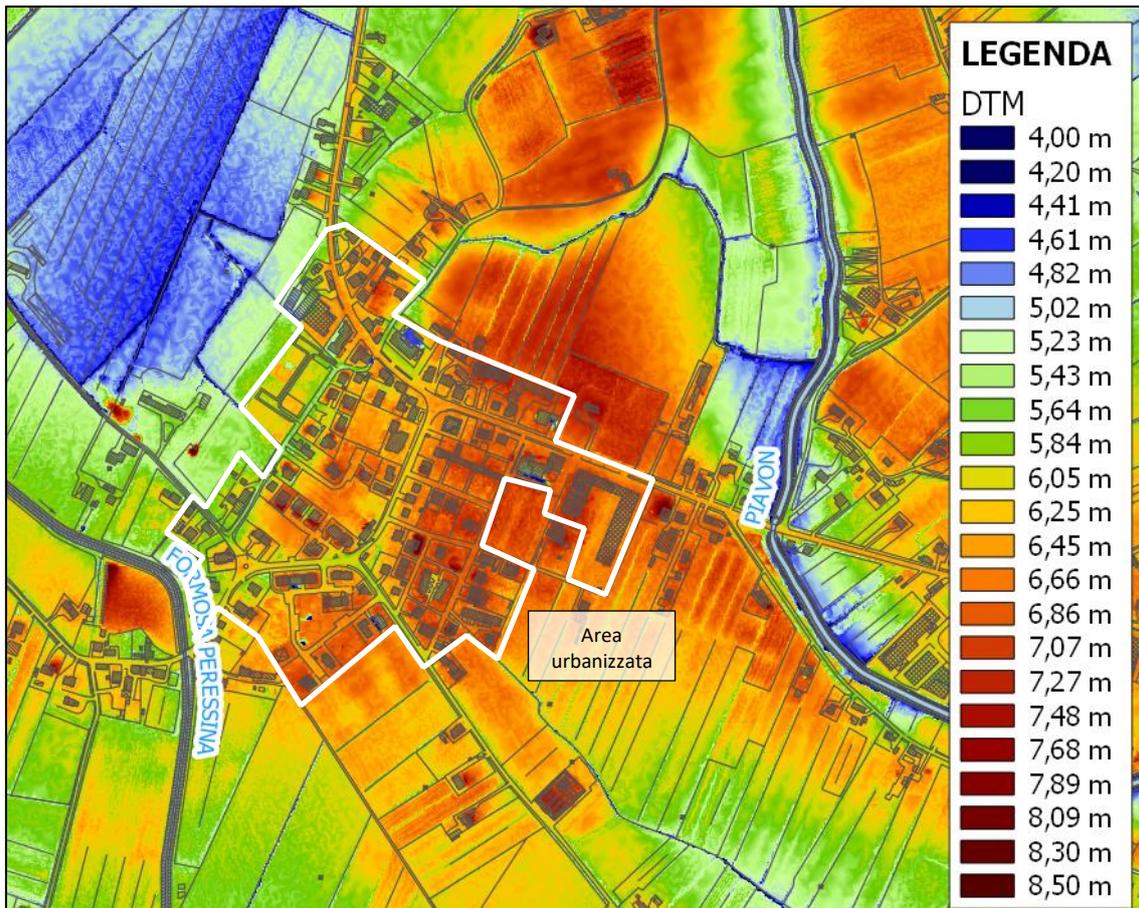


Figura 21. DTM dell'area di studio con evidenziate le zone urbane.

La modellazione idraulica ha riguardato la dorsale via Tabacchi / Carbonere Vecchie fino allo scarico in Pivon. Si riporta di seguito la planimetria della rete di drenaggio del sottobacino di studio.



Figura 22. Schema della rete di Fossalta Maggiore, via Tabacchi.

Di seguito si riporta il profilo longitudinale della condotta per la simulazione con tempo di ritorno 50 anni.

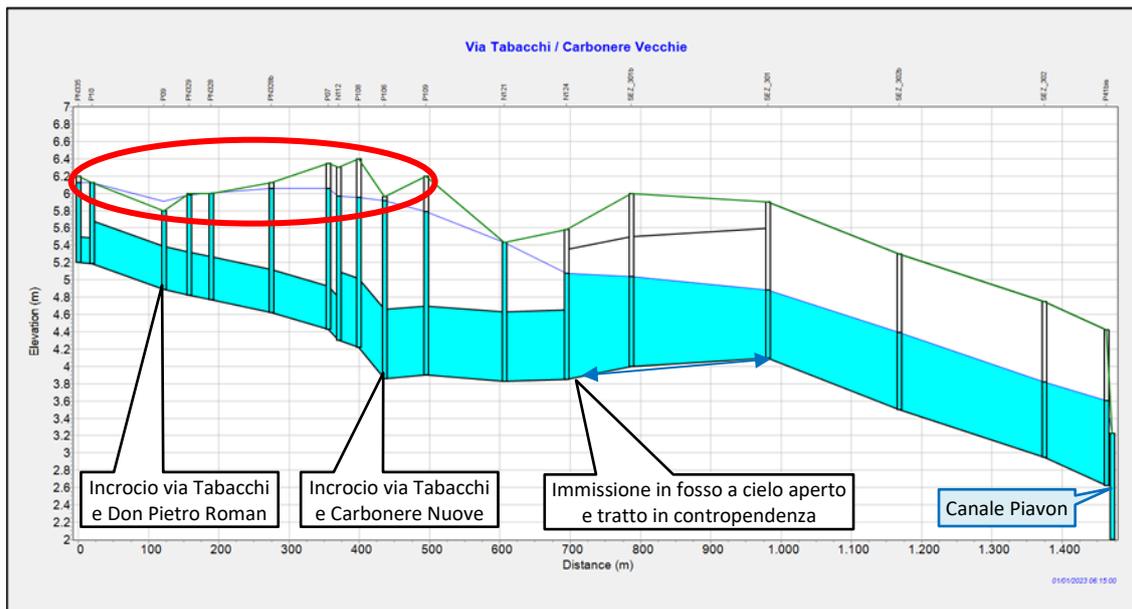


Figura 23. Profilo longitudinale via Tabacchi, Carbonere Vecchie e fosso di recapito in canale Piavon. $T_r=50$ anni.



Come si evince dal profilo longitudinale, vi sono delle difficoltà di deflusso lungo la dorsale che da via Tabacchi recapita le acque nel fosso a cielo aperto a nord con scarico diretto in canale Piavon. In corrispondenza con via Don Pietro Roman si nota una fuoriuscita di acque dalla rete, facilitata dall'altimetria che risulta particolarmente depressa in quel punto. Più a valle, la condotta ha un funzionamento in pressione, con la piezometrica che raggiunge una quota poco al di sotto del piano stradale fino al raggiungimento del fosso a cielo aperto. Qui la livelletta del primo tratto risulta leggermente in contropendenza rispetto alla direzione di deflusso, favorendo il rigurgito e la permanenza di acqua all'interno delle tubazioni, come peraltro notato in fase di rilievo topografico. Allo stato attuale, inoltre, il fosso si presenta molto ostruito da folta vegetazione che ne impedisce un deflusso regolare verso lo scarico.

6. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI PER LA RISOLUZIONE DELLE CRITICITA' RISCONTRATE

Analizzando le situazioni critiche riportate nel capitolo precedente tramite la modellazione idraulica, si è proceduto all'individuazione degli interventi da eseguire per risolvere le problematiche idrauliche diffuse lungo la rete di drenaggio. A partire dai modelli implementati sono stati inseriti una serie di interventi consistenti nel potenziamento del sistema di drenaggio delle acque meteoriche valutandone gli effetti in termini di miglioramento del sistema di deflusso. Le simulazioni vengono condotte per tempi di ritorno di 50 anni, potendo confrontarle con quelle dello stato di fatto.

6.1 MODELLO VIA BALDIZZA E LATERALI

1 MAG - Potenziamento collettore via Mons. G.B. Ferrari e risezionamento fosso di recapito

L'intervento previsto consiste nel rifacimento della condotta di via Ferrari dall'incrocio con via Baldizza e fino all'uscita nel fosso retrostante la lottizzazione, per un tratto di circa 100 m, con una tubazione DN80 cm, ed il risezionamento del primo tratto del fosso di recapito con approfondimento della quota di scorrimento. La quota di recapito della tubazione di progetto all'interno del fosso è ipotizzata pari 3,50 m s.m.m. e consente di far defluire le acque di via Ferrari e di via Baldizza e Marconi, avendo così una livelletta continua fino allo scarico senza contropendenze.

Di seguito si riporta il profilo longitudinale della situazione di progetto, per l'evento con tempo di ritorno 50 anni, con evidenziati i tratti oggetto di intervento, avendo in tal modo risolto le problematiche di deflusso.

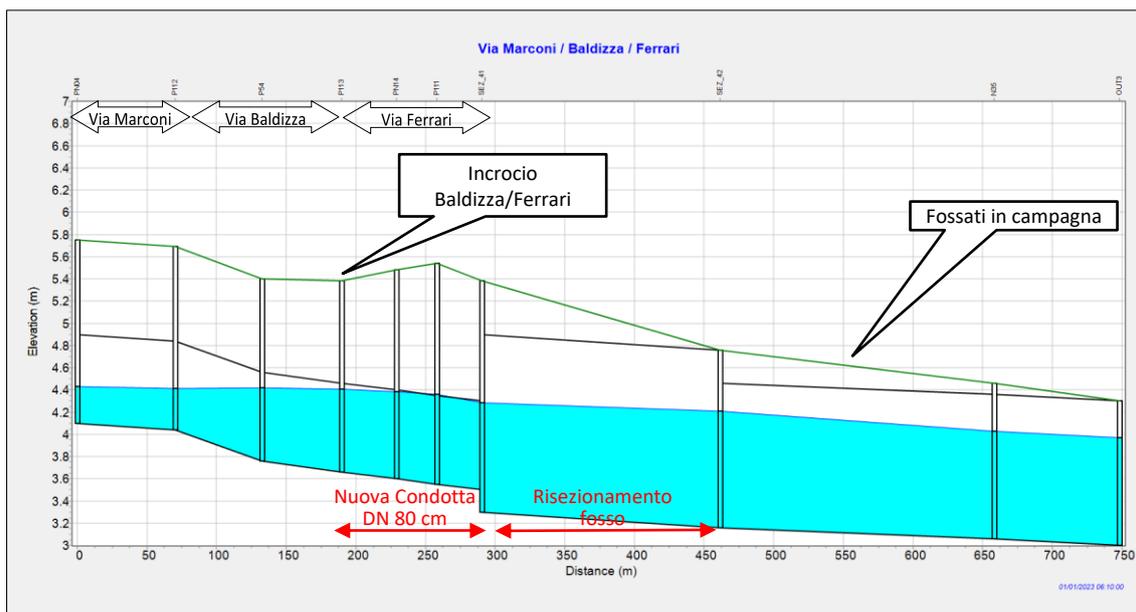


Figura 24. Profilo longitudinale da via Marconi, passando per via Ferrari, fino alla rete di fossi di drenaggio in Campagna. Tr=50 anni.

2 MAG - Rifacimento scarico in campagna (via Baldizzetta) e risezionamento fosso

Le problematiche idrauliche che si verificano lungo via Baldizza e Baldizzetta vengono notevolmente attenuate mediante il potenziamento del collettore che da via Baldizzetta porta le acque verso il fosso di recapito. Viene previsto il rifacimento della condotta mediante una tubazione DN100 cm in luogo di quella DN60 cm attualmente presente, per un tratto di lunghezza pari a 50 m, ed il successivo risezionamento del fosso a valle creando una livelletta continua senza contropendenze.

Si riporta di seguito il profilo longitudinale della situazione di progetto.

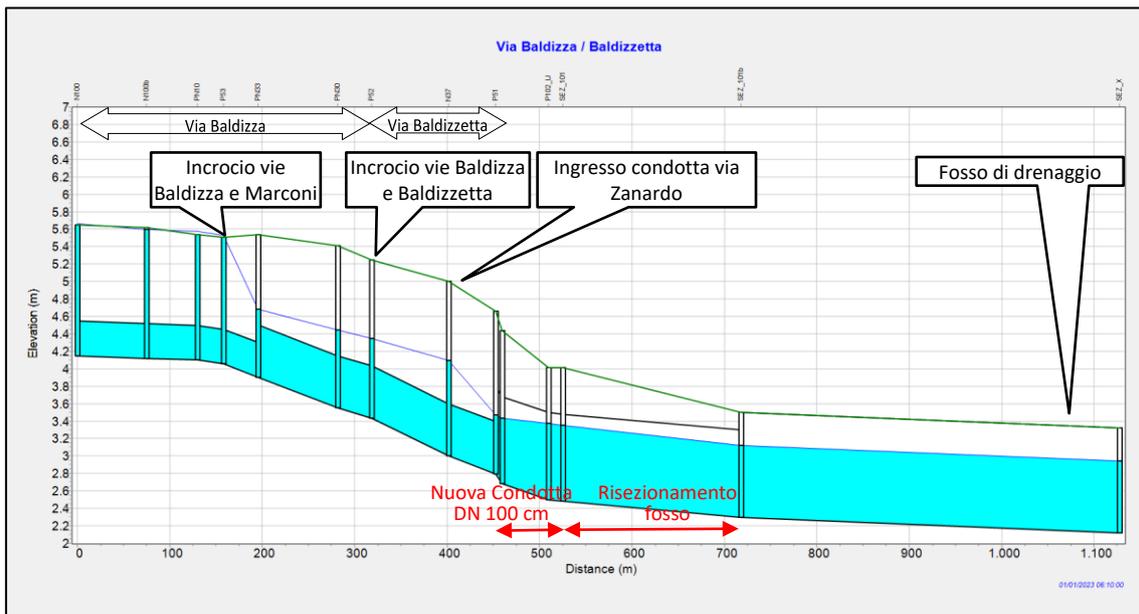


Figura 25. Profilo longitudinale da via Baldizza, via Baldizzetta, attraversamento della strada e condotta DN100 cm di progetto, fino alla rete di fossi di drenaggio in campagna. Tr=50 anni.

3 MAG - Rifacimento condotta via Baldizza

Per quanto riguarda il tratto di monte di via Baldizza, dopo l'inserimento del precedente intervento, si nota ancora una modesta criticità idraulica nel tratto dove è presente verso nord la condotta DN40 cm, ed un successivo e repentino abbassamento della piezometrica dal punto in cui la condotta aumenta di dimensioni con diametro pari a DN60 cm. Ciò è dovuto al fatto che la condotta DN40 cm non è in grado di convogliare rapidamente la portata in arrivo, determinando un problema localizzato dovuto quindi all'insufficienza del collettore, se rapportato, peraltro, all'evento pluviometrico di Progetto, con il diagramma di tipo Chicago, simula l'effetto di una pioggia di durata limitata ma di eccezionale intensità, che tipicamente mette in crisi le reti di drenaggio urbane, laddove sia no presenti condotte insufficienti.

Per risolvere tale problematica si necessita quindi la sostituzione della condotta da DN40 cm a DN 80 cm per un tratto di circa 200 m, aumentando la capacità di portata del collettore. Si riporta di seguito il profilo longitudinale con l'inserimento di questo intervento oltre a quello descritto nel punto precedente.

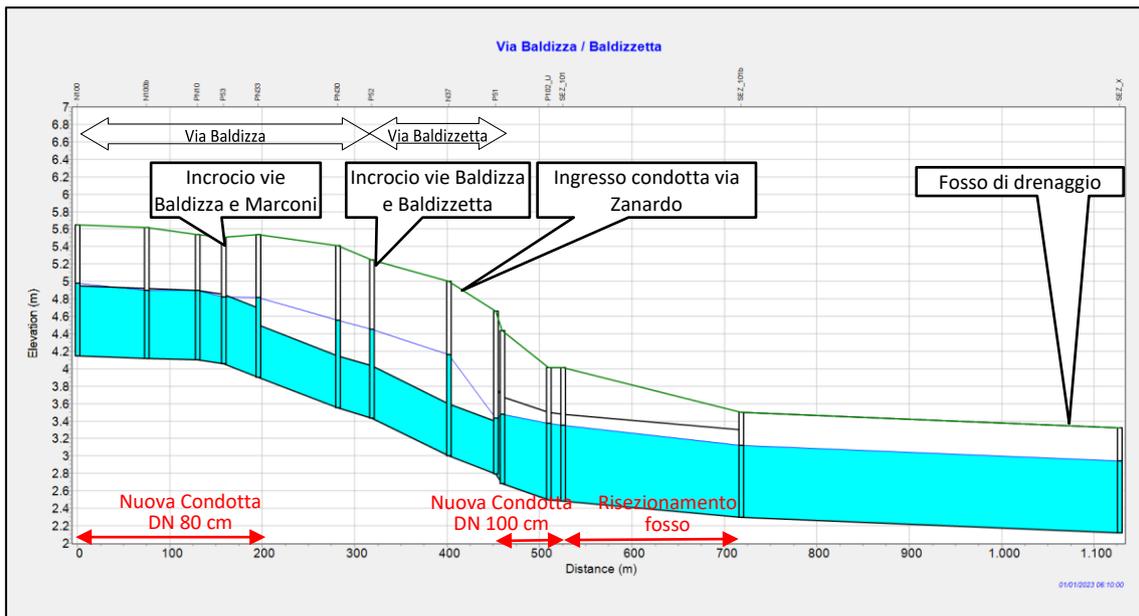


Figura 26. Profilo longitudinale da via Baldizza, via Baldizzetta fino alla rete di fossi di drenaggio in campagna. Simulazione di progetto con l'inserimento della condotta DN80 cm nel tratto di monte di via Baldizza. $Tr=50$ anni.

6.2 MODELLO VIA ROMA E LATERALI

1 PIA - Pulizia e risezionamento fosso via Dosa di Sopra e realizzazione di invaso lineare

Per mitigare gli effetti dell'allagamento che si verifica nelle simulazioni dello stato di fatto lungo via Dosa di Sopra, si ipotizza il risezionamento del fosso adiacente alla strada, lato nord, con la realizzazione di invasi lineari lungo la sezione dello stesso. Di seguito si riporta una sezione del fosso, con il confronto tra stato di fatto e di progetto.

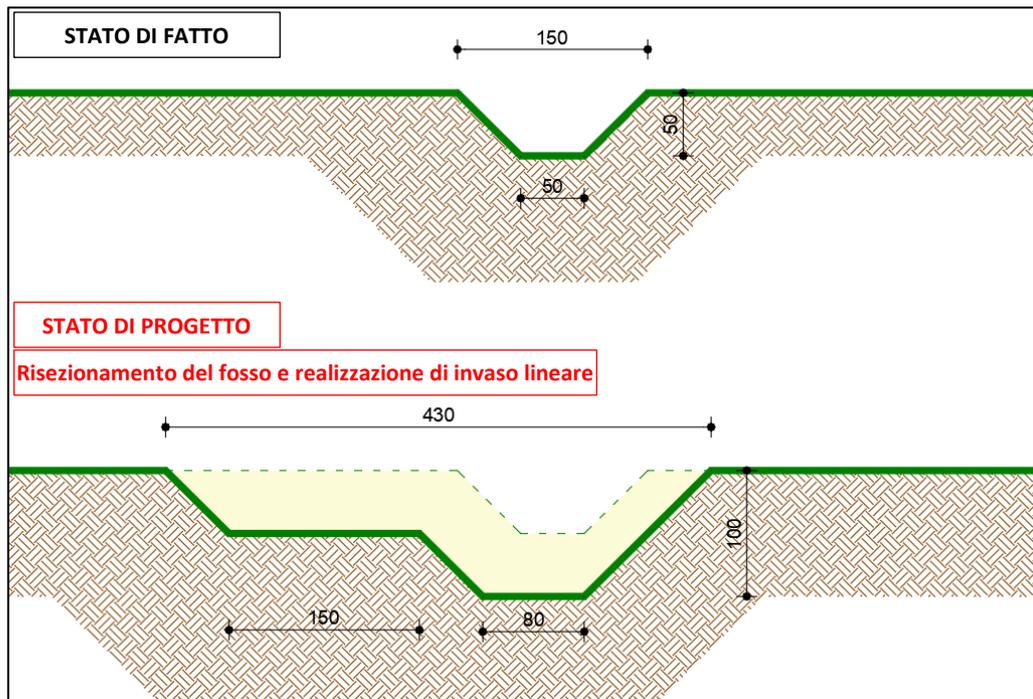


Figura 27. Risezionamento fosso con realizzazione di invaso lineare.

La realizzazione di una sezione idraulica a due stadi permette di trattenere le acque all'interno del fosso, creando un effetto di laminazione delle piene.

Di seguito si riporta il profilo longitudinale nel tratto via Dosa di Sopra – via Dosa di Sotto, dopo gli interventi di progetto, che consentono un abbassamento della piezometrica nell'area, evitando condizioni di allagamento per eventi meteorici di particolare intensità.

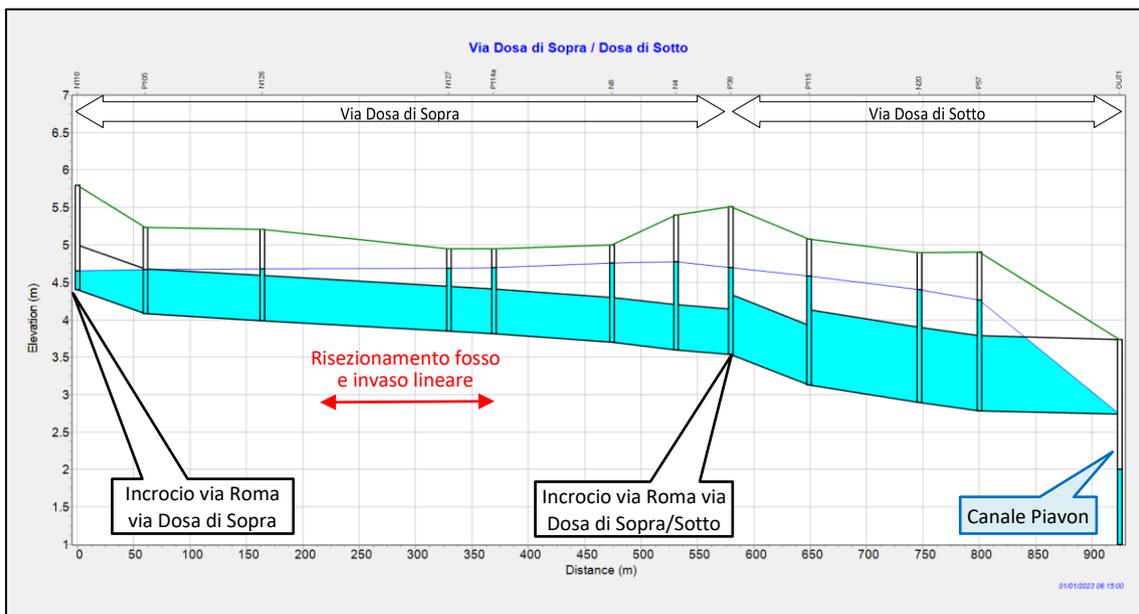


Figura 28. Profilo longitudinale di via Dosa di Sopra (incrocio con via Roma), via Dosa di Sotto, fino allo scarico in Piavon. $Tr=50$ anni.

7 PIA – Rifacimento della condotta di scarico in canale Piavon

Ad integrazione dell'intervento descritto al paragrafo precedente (1_PIA) si prevede anche il rifacimento del tratto finale della condotta di via Dosa di Sopra e via Dosa di Sotto e dello scarico nel canale Piavon. A partire dall'incrocio con via della Resistenza, la condotta viene deviata seguendo prima via Dosa di Sotto verso sud, e poi via Ponticello del Piavon. Verrà quindi realizzato un nuovo manufatto di scarico nel canale Piavon in sostituzione di quello esistente.

Si precisa che tale intervento, suggerito anche dal Consorzio di Bonifica Veneto Orientale nel parere tecnico emesso in occasione della rev.0 del presente piano delle acque (prot. n. 4873/Q.8 del 14/04/2018), si rende necessario in quanto questo tratto di condotta si trova oggi in proprietà private in vicinanza a fabbricati anche di recente costruzione, comportando difficoltà di accesso e manutenzione, e che è stato oggetto di cedimenti recentemente (anno 2018) con conseguente intervento di riparazione da parte del Comune di Chiarano.

Si stabilisce inoltre che, nonostante ai fini della funzionalità idraulica il diametro attuale pari a DN100 cm risulti sufficiente, si ritiene opportuno con l'occasione della realizzazione di questo intervento aumentare la condotta con un DN120 cm.

2 PIA - Rifacimento condotta via Cavezzan

Per risolvere le problematiche descritte sulla lottizzazione di via Cavezzan, si prevede il rifacimento della condotta con delle tubazioni DN80 cm, in luogo di quelle esistenti DN40 e 50 cm, per un tratto di circa 200 m. Si riporta di seguito il profilo longitudinale della condotta.

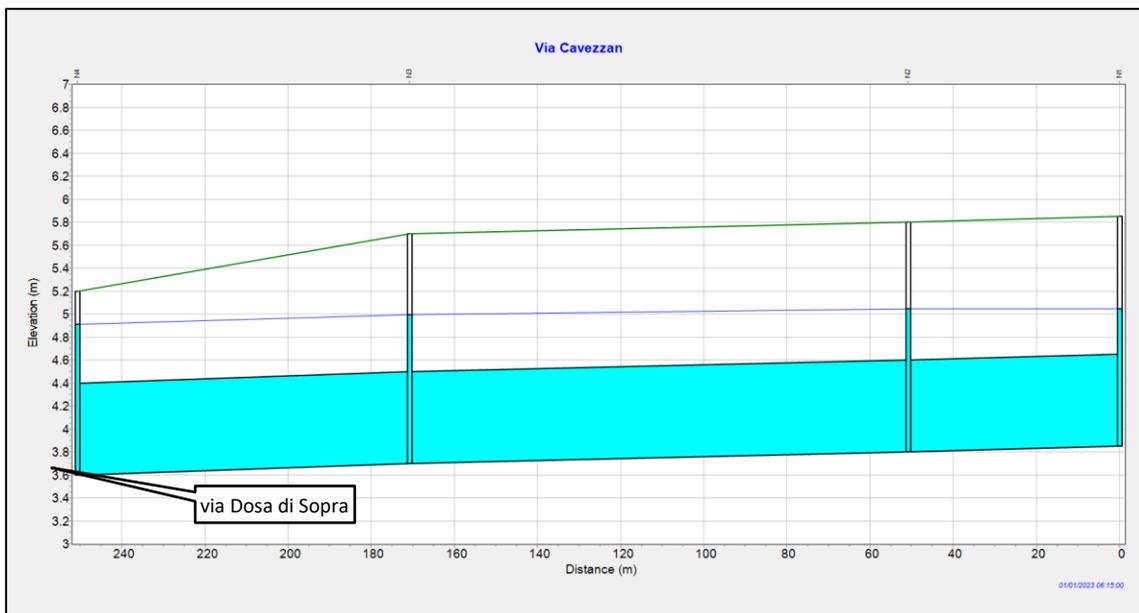


Figura 29. Profilo longitudinale di via Cavezzan. Tr=50 anni.

6.3 MODELLO FOSSALTA MAGGIORE

3 PIA - Pulizia e risezionamento fosso recapitante in canale Piavon e realizzazione di invasi lineari

L'intervento di progetto consiste nella pulizia e nel risezionamento del fosso che riceve le acque dalla condotta di fognatura del sistema via Tabacchi / via Carbonere Vecchie. Allo stato attuale infatti è presente molta vegetazione, composta anche da arbusti di piccole e medie dimensioni, che ostruiscono il deflusso delle acque. Inoltre la livelleta mostra una contropendenza nel tratto iniziale che favorisce il rigurgito delle acque ed il conseguente sedimentazione di materiale terroso all'interno delle condotte, oltre che il ristagno di acque.

Oltre al risezionamento con approfondimento della sezione di deflusso e correzione della livelleta del corso d'acqua, si prevede la realizzazione di invasi lineari, lungo alcuni tratti del corso d'acqua, con un effetto di laminazione che determina un abbassamento della piezometrica, favorendo quindi il deflusso dall'area urbanizzata.

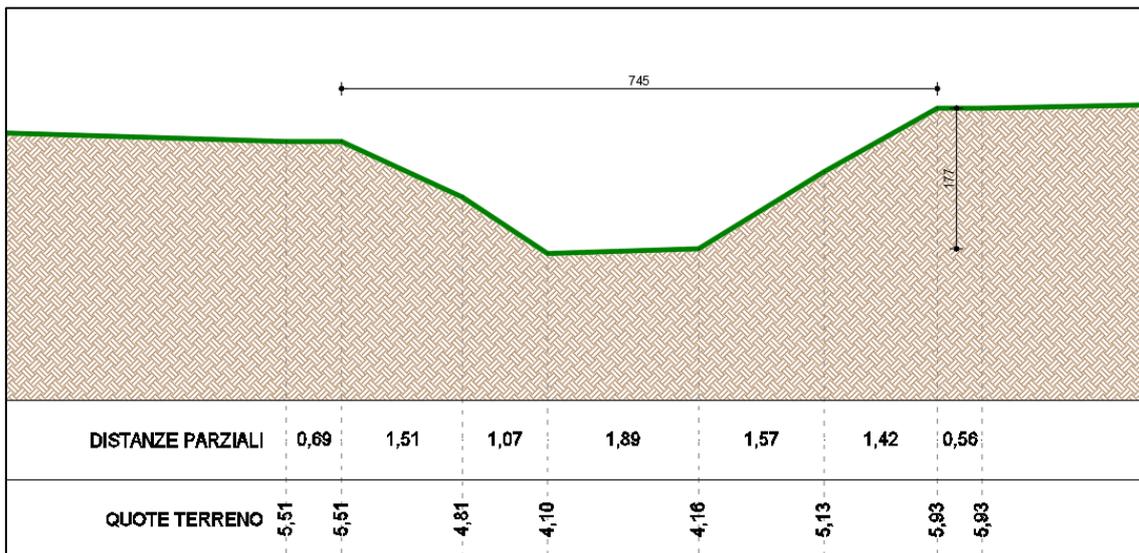


Figura 30. Sezione di rilievo del fosso di scarico verso il canale Piavon.

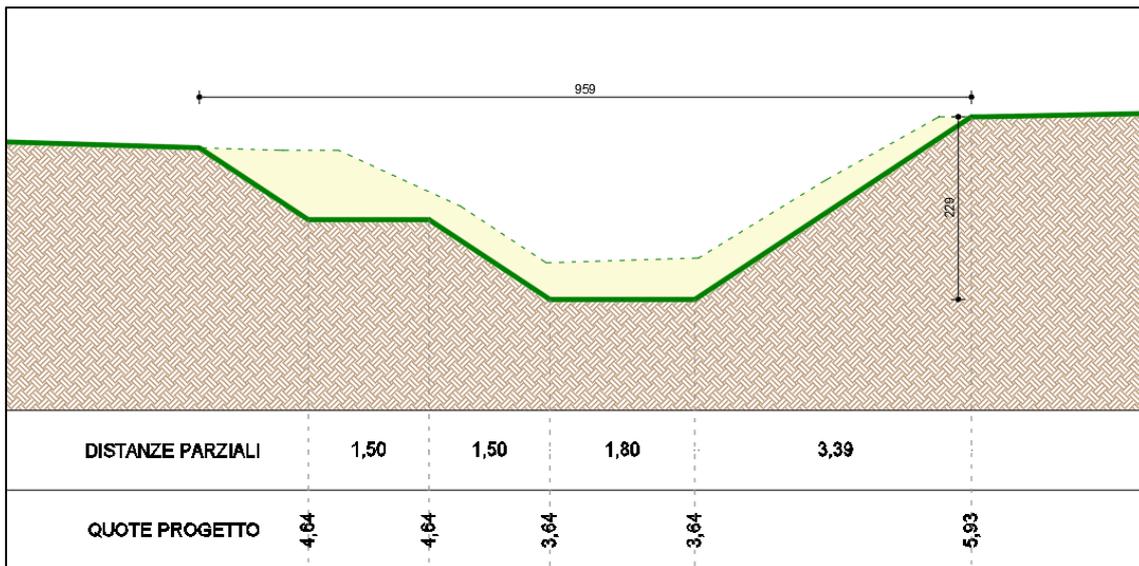


Figura 31. Sezione di progetto dei tratti con risezionamento e realizzazione invaso lineare

Il profilo che si ottiene grazie agli interventi sopra descritti è quindi riportato di seguito.

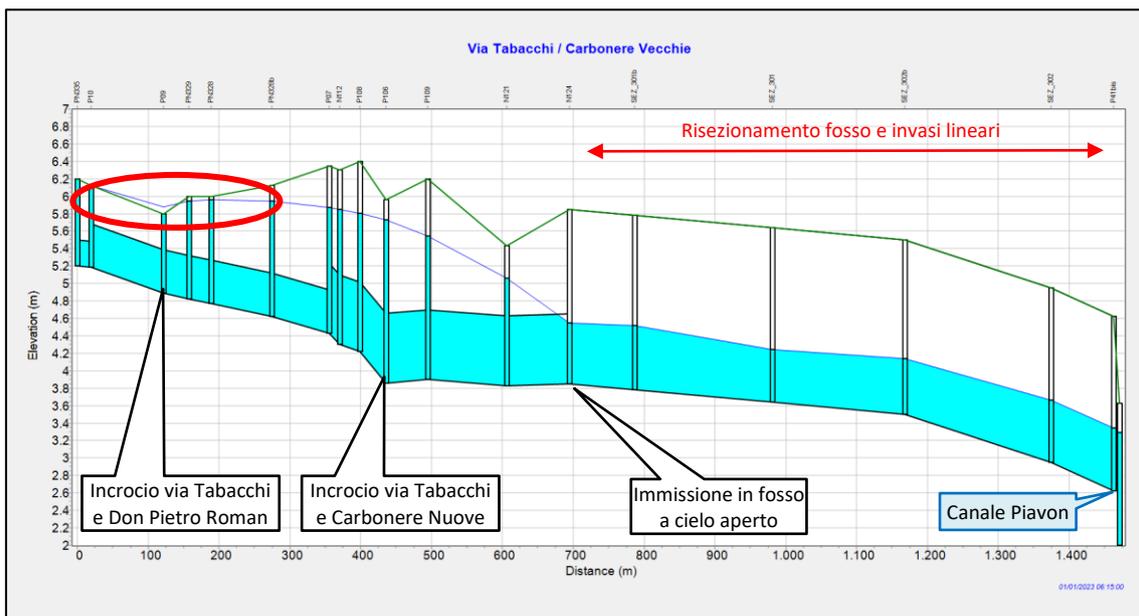


Figura 32. Profilo longitudinale via Tabacchi, Carbonere Vecchie e fosso di recapito in canale Piavon, stato di progetto. Tr=50 anni.

4 PIA - Realizzazione collegamento condotta via Tabacchi e via Cella

Per quanto riguarda il tratto di monte di via Tabacchi, si nota dal profilo longitudinale che permane una lieve fuoriuscita in corrispondenza del pozzetto all'incrocio con via Don Pietro Roman. Tale condizione è determinata dall'insufficienza della condotta esistente DN 50 cm che non è in grado di convogliare la portata in arrivo, e alla depressione localizzata del piano campagna, che in quel punto è circa 40-50 cm più basso rispetto alle zone limitrofe.

Al fine di risolvere la problematica descritta si prevede di creare un collegamento tra il punto di monte della condotta di via Tabacchi e la nuova condotta di recente realizzazione da parte del Comune di Chiarano, eseguita lungo via Cella. Tale collegamento è previsto lungo via Piazza San Marco, retrostante la Chiesa, con una condotta DN 60 cm. Di seguito si riporta il profilo longitudinale della condotta esistente con il collegamento di progetto.

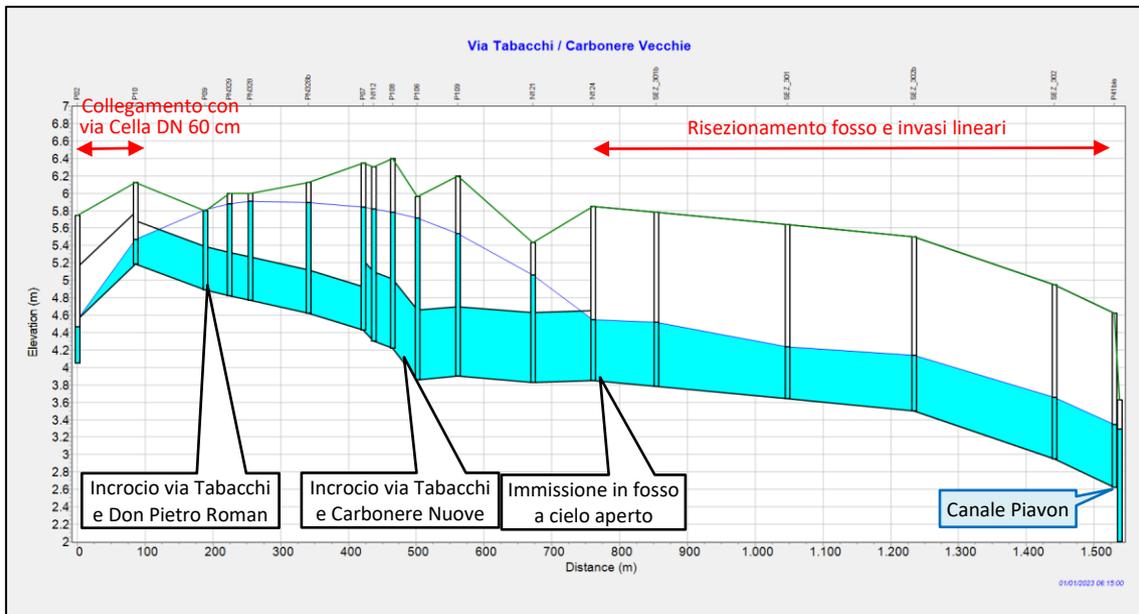


Figura 33. Profilo longitudinale via Tabacchi, Carbonere Vecchie e fosso di recapito in canale Piavon. $Tr=50$ anni.

7. Appendice – Descrizione del modello di calcolo SWMM

Il modello è formato da 4 blocchi principali, destinati a studiare ognuno un singolo aspetto della rete; i 4 moduli possono essere interconnessi, ma permettono anche di essere utilizzati singolarmente in quei casi in cui sia necessario lo studio di un particolare aspetto. In particolare il modulo EXTRAN a cui è devoluto il compito di analizzare la rete a moto vario è stato sviluppato come programma autonomo nel 1973 come modello per l'analisi della rete fognaria di San Francisco; nel 1974 è stato poi acquistato dall'EPA per essere integrato in SWMM.

Per quanto riguarda la restituzione delle acque al recipiente finale, SWMM è in grado di simulare varie condizioni tra le quali anche la possibilità di sbocco in un recipiente con il livello variabile nel tempo.

Runoff

Runoff è il modulo di SWMM destinato all'analisi quantitativa e qualitativa dei fenomeni di scorrimento superficiale e di trasporto di acqua e inquinanti ai collettori principali della rete.

Il bacino viene schematizzato come un aggregato di sottobacini e di tubazioni. I dati relativi alle precipitazioni possono essere inseriti come intensità o come altezza cumulata di precipitazione.

L'afflusso è considerato uniformemente distribuito su tutto il bacino (se non diversamente specificato). La trasformazione degli afflussi in deflussi viene fatta secondo la schematizzazione di un serbatoio non lineare. La portata in ingresso è calcolata sulla base della precipitazione, la portata in uscita, che rappresenta l'idrogramma in ingresso alla rete fognaria, è ridotta dalle perdite dovute all'evaporazione, all'infiltrazione e alla capacità d'invaso del bacino stesso.

Il volume di questi, ipotetici, serbatoi è dato dalla capacità di immagazzinamenti delle depressioni. Il deflusso si innesca quando l'altezza d'acqua nel serbatoio supera l'altezza delle depressioni.

Questo viene determinato tramite l'equazione:

$$Q = W(1,49/n)(d-d_p)^{5/3}S^{1/2}$$

Ogni sottobacino viene considerato come una superficie inclinata divisa in zone permeabili e impermeabili, equamente distribuite ai lati del serbatoio.

La larghezza, la pendenza e il coefficiente di Manning della superficie di scolo sono parametri importanti ai fini del calcolo del tempo di corrivazione e della determinazione del deflusso superficiale.

Il calcolo dell'infiltrazione nelle zone permeabili, aree a verde, può essere svolto utilizzando la seguente formula empirica di Horton, assegnando i coefficienti più adatti in funzione del tipo di terreno:

$$f = f_c + (f_0 - f_c) \cdot e^{-kt}$$

dove

- $f(t)$ è la capacità di infiltrazione nel tempo espressa in mm/h
- f_0 è l'infiltrazione massima che si verifica nel tempo $t=0$;
- f_c è il valore di infiltrazione raggiunto asintoticamente ad un tempo infinito;



$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad (5.1)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial \left(\frac{Q^2}{A} \right)}{\partial x} + gAS \frac{\partial H}{\partial x} + gAS_f = 0 \quad (5.2)$$

Dove:

- A è l'area bagnata del flusso;
- Q è la portata;
- x è la distanza lungo l'asse del condotto;
- t è il tempo;
- g è la costante gravitazionale;
- H è il carico idraulico totale dato da z + h;
- z è il livello dello scorrimento;
- h è il livello idrico;
- S_f è la cadente piezometrica.

La (5.1) è l'equazione di continuità del moto vario in assenza di flussi e deflussi laterali, la (5.2) è l'equazione del momento della quantità di moto.

Considerando che:

$$\frac{Q^2}{A} = V^2 A \quad (5.3)$$

$$\frac{\partial (V^2 A)}{\partial x} = 2AV \frac{\partial V}{\partial x} + V^2 \frac{\partial A}{\partial x} \quad (5.4)$$

dove con V si intende la velocità media lungo il condotto.

Sostituendo nell'equazione del momento della quantità di moto (5.2):

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + 2AV \frac{\partial V}{\partial x} + V^2 \frac{\partial A}{\partial x} + gA \frac{\partial H}{\partial x} + gAS_f = 0 \quad (5.5)$$

Sapendo che l'equazione di continuità (5.1) può essere riformulata come:

$$\frac{\partial A}{\partial t} + A \frac{\partial V}{\partial x} + V \frac{\partial A}{\partial x} = 0 \quad (5.6)$$

nella quale, moltiplicando per V :

$$AV \frac{\partial V}{\partial x} = -V \frac{\partial A}{\partial t} - V^2 \frac{\partial A}{\partial x} \quad (5.7)$$

Sostituendo quest'ultima equazione (5.7), nell'equazione (5.5) si ottiene:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + gAS_f - 2V \frac{\partial A}{\partial t} - V^2 \frac{\partial A}{\partial x} + gA \frac{\partial H}{\partial x} = 0 \quad (5.8)$$

che è l'equazione del moto risolta lungo i rami da SWMM.

La formula adottata per descrivere la perdita di carico è definita dall'equazione di Manning:

$$S_f = \frac{k}{gAR_H^{4/3}} Q|V| \quad (5.9)$$

Dove:

- k è un parametro dato da gn^2 ;
- n è il coefficiente di scabrezza di Manning;
- g è la costante gravitazionale;
- Q è la portata;
- V è la velocità media;
- R_H è il raggio idraulico.

Il termine V compare in valore assoluto per rendere direzionale la grandezza S_f , assicurando, inoltre, che le forze di attrito siano sempre opposte al moto.

Sostituendo la (5.9) nella (5.8) ed esprimendo il tutto alle differenze finite:

$$Q_{t+\Delta t} = Q_t - \frac{k\Delta t}{R^{4/3}} |V_t| Q_{t+\Delta t} + 2V \left(\frac{\Delta A}{\Delta t} \right)_t \Delta t + V^2 \frac{A_2 - A_1}{L} \Delta t - gA \frac{H_2 - H_1}{L} \Delta t \quad (5.10)$$

Dove:

- Δt è il passo di calcolo;
- L è la lunghezza del condotto.
- Risolvendo la precedente equazione (5.10) si ottiene:

$$Q_{t+\Delta t} = \frac{1}{1 + \frac{k\Delta t}{R^{4/3}} |V_t|} \left[Q_t + 2\bar{V} \left(\frac{\Delta A}{\Delta t} \right)_t \Delta t + \bar{V}^2 \frac{A_2 - A_1}{L} \Delta t - g\bar{A} \frac{H_2 - H_1}{L} \Delta t \right] \quad (5.11)$$

Dove \bar{V} , \bar{R} sono le medie pesate, al tempo t , lungo il condotto e $\left(\frac{\Delta A}{\Delta t} \right)_t$ è calcolata al passo temporale precedente.

Le incognite dell'equazione (5.11) sono $Q_{t+\Delta t}$, H_1 e H_2 . È possibile esprimere le variabili \bar{V} , \bar{R} ed \bar{A} in funzione di Q e di H .

Ora si rende necessario mettere a sistema un'ulteriore equazione, che può essere ricavata scrivendo l'equazione di continuità del moto:

$$\left(\frac{\partial H}{\partial t}\right)_t = \left(\frac{\sum Q_i}{A_s}\right)_t \quad (5.12)$$

dove A_s è l'area della superficie libera al nodo.

La precedente equazione (5.12) può essere scritta alle differenze finite:

$$H_{t+\Delta t} = H_t + \left(\frac{\sum Q_i \Delta t}{A_s}\right)_t \quad (5.13)$$

Soluzione numerica

Le equazioni (5.11) e (5.13) possono essere risolte tramite il metodo di Eulero modificato.

Lo schema di calcolo è:

1. Calcolare $\left(\frac{\partial Q}{\partial t}\right)_t$ dalle proprietà del sistema al tempo t
2. Esprimere $Q\left(t + \frac{\Delta t}{2}\right)$ come $Q\left(t + \frac{\Delta t}{2}\right) = Q(t) + \left(\frac{\partial Q}{\partial t}\right)_t \frac{\Delta t}{2}$
3. Calcolare le proprietà del sistema al tempo $t + \frac{\Delta t}{2}$
4. Formulare $\left(\frac{\partial Q}{\partial t}\right)_{t+\frac{\Delta t}{2}}$ dalle proprietà del sistema al tempo $t + \frac{\Delta t}{2}$
5. Esprimere $Q(t + \Delta t)$ come $Q(t + \Delta t) = Q(t) + \left(\frac{\partial Q}{\partial t}\right)_{t+\frac{\Delta t}{2}} \Delta t$

Si calcola, quindi, il valore di $\left(\frac{\partial Q}{\partial t}\right)_t$ in corrispondenza di un passo temporale intermedio $t + \frac{\Delta t}{2}$, quindi

assumendo come pendenza media del passo Δt quella all'istante $t + \frac{\Delta t}{2}$.

La sequenza delle operazioni da eseguire per il calcolo della portata nei rami e del carico idraulico nei nodi è:

1. calcolo della portata $Q_{t+\frac{\Delta t}{2}}$ nei rami al passo di calcolo $t + \frac{\Delta t}{2}$ con riferimento ai valori di carico idraulico H_t nei nodi al passo di calcolo intero precedente t ;



2. calcolo dei flussi attraverso pompe e sfioratori al passo di calcolo intermedio $t + \frac{\Delta t}{2}$ basandosi sui valori di carico idraulico nei nodi collegati da tali organi al passo di calcolo precedente t ;
3. calcolo del carico idraulico $H_{t+\frac{\Delta t}{2}}$ nei nodi al passo di calcolo intermedio $t + \frac{\Delta t}{2}$ basandosi sul valore medio delle portate nei rami collegate al passo di calcolo intero precedente t e al passo di calcolo intermedio $t + \frac{\Delta t}{2}$ più i flussi attraverso pompe e sfioratori al passo di calcolo intermedio $t + \frac{\Delta t}{2}$;
4. calcolo della portata Q_i nei rami al passo di calcolo intero $t + \Delta t$ con riferimento ai valori di carico idraulico $H_{t+\frac{\Delta t}{2}}$ nei nodi al passo di calcolo intermedio precedente $t + \frac{\Delta t}{2}$;
5. calcolo dei flussi attraverso pompe e sfioratori al passo di calcolo intero $t + \Delta t$ basandosi sui valori di carico idraulico nei nodi collegati da tali organi al passo di calcolo precedente $t + \frac{\Delta t}{2}$;
6. calcolo del carico idraulico $H_{t+\Delta t}$ nei nodi al passo di calcolo intero $t + \Delta t$ basandosi sul valore medio delle portate nei rami collegate al passo di calcolo intermedio precedente $t + \frac{\Delta t}{2}$ e al passo di calcolo intero $t + \Delta t$ più i flussi attraverso pompe e sfioratori al passo di calcolo intero $t + \Delta t$.

Stabilità numerica del metodo di Eulero

Il metodo permette di arrivare ad una soluzione numerica dell'equazione del moto per il calcolo delle portate nei rami e dell'equazione di continuità per il calcolo del carico idraulico nei nodi.

Si presta bene all'implementazione per la sua semplicità, che induce una minore memoria utilizzata per i calcoli, ma proprio per questa il metodo non è stabile e richiede passi di calcolo brevi.

Dall'esperienza è risultato che il programma è numericamente stabile quando si verificano le seguenti condizioni:

- Per i rami:

$$\Delta t \leq \frac{L}{\sqrt{gD}}$$

Dove:

- Δt è il passo di calcolo;
- L è la lunghezza della condotta;
- g è la costante gravitazionale;



- D è il diametro della condotta.

Questa non è altro che una forma della condizione di Courant, in cui il passo di calcolo temporale è limitato dal tempo necessario alla propagazione dell'onda nella condotta.

- Per i nodi:

$$\Delta t \leq \frac{C' A_s \Delta H_{\max}}{Q}$$

dove:

- Δt è il passo di calcolo;
- C' è una costante adimensionale approssimativamente pari a 0,1;
- A_s è l'area della superficie libera corrispondente al nodo;
- ΔH_{\max} è il massimo sovrizzo della superficie dell'acqua durante il passo di calcolo Δt ;
- Q afflusso netto al nodo.

Quindi, dalle precedenti disuguaglianze si deduce che il passo di calcolo massimo ammissibile è determinato dal più piccolo e corto condotto con elevati afflussi.

In genere un passo di calcolo di 5-10 secondi è sufficientemente piccolo da garantire idrogrammi esenti da oscillazioni irregolari e soddisfa la continuità della massa in condizioni di allagamento.