

CONSORZIO DI BONIFICA VENETO ORIENTALE

Portogruaro - San Donà di Piave (VE)

CITTA' METROPOLITANA DI VENEZIA

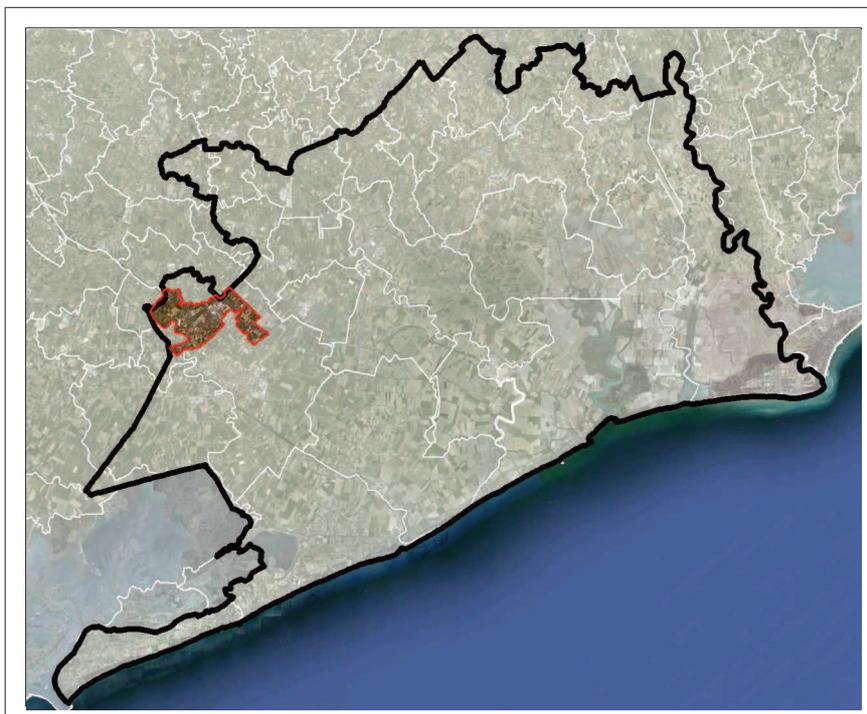
Comune di Noventa di Piave



PIANO REGOLATORE DELLE ACQUE

13

RELAZIONE IDRAULICA E STIMA DEI COSTI



Redattori

Dott. Ing. Sergio Grego

Dott. Ing. Giulio Pianon

Dott. Agr. Graziano Paulon

Collaboratori

Dott. Ing. Erika Grigoletto

Dott. Agr. Christian Bonetto

SERVICE RILIEVI E ANALISI IDRAULICHE

Agosto 2016

 INGEGNERI ASSOCIATI
Via Ferraris, Marghera (VE)

SOMMARIO:

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | PREMESSA..... | 2 |
| 2 | ANALISI IDRAULICA | 3 |
| 2.1 | Schematizzazione della rete..... | 3 |
| 2.1.1 | Schematizzazione rete del centro urbano di Noventa di Piave | 4 |
| 2.1.2 | Schematizzazione rete della zona industriale di Via Calnova | 5 |
| 2.1.3 | Rilievo sezioni e manufatti particolari | 7 |
| 2.2 | Calibrazione del modello | 9 |
| 2.2.1 | Parametri di calibrazione..... | 10 |
| 2.3 | Pluviometria | 14 |
| 2.4 | Stato di fatto | 15 |
| 2.4.1 | Risultati tempo di ritorno 2 anni: 45mm in 3 ore | 16 |
| 2.4.2 | Risultati tempo di ritorno 10 anni: 69mm in 3 ore | 18 |
| 2.4.3 | Risultati tempo di ritorno 50 anni: 87mm in 3 ore | 23 |
| 2.4.4 | Risultati tempo di ritorno 50 anni a carattere temporalesco: 62mm in 1 ora | 24 |
| 3 | SCENARI PROGETTUALI..... | 27 |
| 3.1 | Programma di manutenzione ordinaria per i fossati di Via veronese | 27 |
| 3.2 | Stralcio 1: Scolmatrice Via Guaiane | 28 |
| 3.3 | Stralcio 2: Interventi in risposta a Tr 50 anni: potenziamento opere di bonifica e di prima raccolta urbana | 29 |
| 3.3.1 | Potenziamento opere di bonifica: nuovo impianto idrovoro | 29 |
| 3.3.2 | Potenziamento dorsali urbane | 31 |
| 4 | CONCLUSIONI..... | 37 |
| 5 | APPENDICE 1: MODELLO DI CALCOLO..... | 38 |
| 6 | APPENDICE 2: RILIEVO PLANO – ALTRIMETRICO COMUNE DI NOVENTA DI PIAVE | 42 |

1 PREMESSA

Con D.G.C. 18 del 10/03/2015 il Comune di Noventa di Piave ha preso atto della conclusione della prima fase della redazione del Piano delle Acque, che individuava criticità a scala comunale ed a scala di bacino, definendo il quadro progettuale in essere relativamente alla rete principale e secondaria.

La presente relazione costituisce l'approfondimento tecnico previsto per la fase 2 del Piano delle Acque e comprende una trattazione monografica delle principali problematiche così individuate; l'analisi, basata sulle elaborazioni contenute nella prima fase operativa relativamente ad assetto altimetrico, uso del suolo, pericolosità, è stata supportata da una campagna di rilievo topografico esteso sia ai collettori consortili, sia ai fossati privati, sia alla rete di fognatura comunale, comprendendo una schedatura dei manufatti di regolazione e scarico.

Con questa premessa, dunque, restano validi tutti gli elaborati di inquadramento e di analisi territoriale contenuti nella prima fase del Piano, cui si rimanda per l'inquadramento idraulico e morfologico dei territori comunali. Sono invece stati aggiornati secondo le risultanze della seconda fase di studio gli elaborati *01 Relazione Generale* e *12 Progetto*, aggiungendo anche mappature di dettaglio e risultanze dei rilievi topografici con gli elaborati 14, 15, 16. La seconda fase operativa si è articolata nelle seguenti fasi:

- analisi della rete e indagini topografiche atte a definire nel dettaglio i principali nodi idraulici e a verificare le sezioni dei canali di scolo consortili;
- implementazione dei modelli idrodinamici individuando la rete principale da simulare e tutti i parametri utili alla configurazione del modello;
- simulazioni a moto vario della risposta del sistema idraulico rispetto ad eventi caratterizzati da diversi tempi di ritorno dello stato di fatto;
- definizione degli interventi di progetto e simulazioni dei vari scenari di progetto analizzati;
- stima dei costi.

Le soluzioni tecniche qui individuate vanno interpretate come pre-dimensionamenti, tradotti in ipotesi realizzative di carattere tipologico, da sottoporre a successive progettazioni di dettaglio che analizzino – tra gli altri – il tema dei sottoservizi, elemento di particolare importanza nel caso di interventi in area a forte vocazione urbana come quella in esame.

Date le finalità del Piano, nonostante il capoluogo sia servito da rete prevalentemente mista, sono stati analizzati esclusivamente gli aspetti legati al drenaggio delle portate di pioggia, tralasciando quindi quanto riferibile ai processi depurativi pur legati alla medesima rete fognaria.

La presente fase di Piano ha lo scopo di indagare le criticità presenti nella rete a scolo meccanico; verrà quindi tralasciata la parte di bacino a scolo naturale.

2 ANALISI IDRAULICA

2.1 Schematizzazione della rete

L'analisi svolta mira allo studio, attraverso lo sviluppo di un modello idrodinamico, della rete di fognatura mista afferente ai bacini Cirgogno Sub Grassaga, in particolare delle zone del centro urbano del capoluogo, Cà Memo e della zona industriale di Via Calnova. Per costruire uno schema idraulico della rete di drenaggio del capoluogo è stato innanzitutto necessario condurre alcune verifiche topografiche che completassero il quadro conoscitivo offerto dall'Ente Gestore.

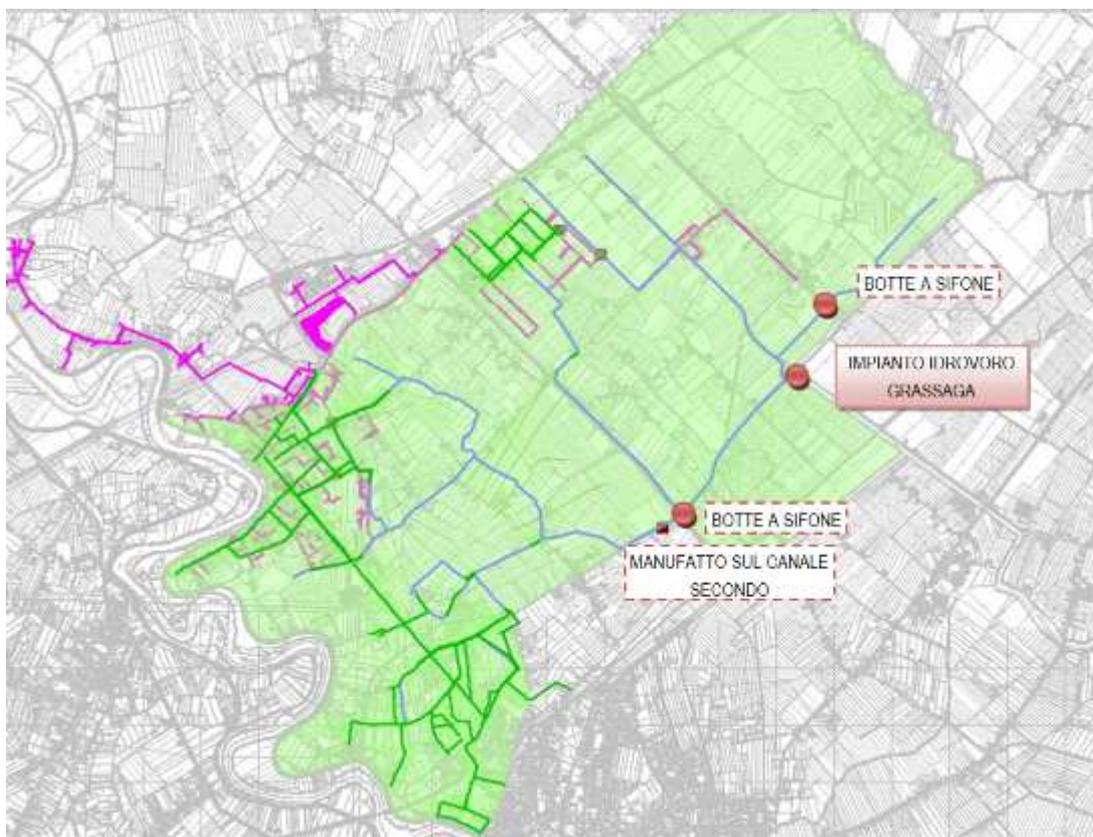
E' stato sviluppato un modello idraulico della rete afferente all'impianto idrovoro Grassaga. Per completezza di modello, oltre alla rete del centro urbano di Noventa di Piave, della zona industriale di via Calnova e della rete di canali di bonifica, oggetto del presente studio, è stata modellata anche la rete del centro di San Donà afferente all'impianto idrovoro Grassaga. Per esigenze di scala di analisi, si è modellata la rete principale della fognatura omettendo la modellazione delle reti fognarie secondarie: si è quindi trascurato in parte l'effetto di compenso dato dalla distribuzione magliata dei collettori.

Per lo studio della rete è stato implementato un modello idraulico mono-bi-dimensionale in grado di simulare sia la trasformazione afflussi/deflussi sia il funzionamento idraulico in moto vario del sistema di drenaggio urbano. Ci si è avvalsi del software *InfoWorks ICM 6.0.2*, sviluppato dalla società inglese *Innovyze*, e utilizzato in ambito tecnico per la progettazione e verifica di reti fognarie urbane ed idrografiche di qualsiasi tipologia.

Di seguito viene riportata la rete modellata: in verde viene indicato il bacino Sub Grassaga afferente alla rete, in verde sono indicate le condotte della rete esistente modellate, in azzurro sono indicati gli scoli a cielo libero inseriti nel modello,

mentre in magenta viene indicata l'intera rete.

Schema rete modellata



Rispetto ai dati raccolti con la prima fase operativa è emersa con il presente approfondimento la necessità di condurre approfondimenti localizzati su alcuni nodi della rete urbana, anche redigendo monografie dei manufatti di sfioro (elab. 16). Nell'ambito della modellazione implementata si è posta particolare attenzione alla rete del centro urbano di Noventa di Piave e della zona industriale di via Calnova, entrambe afferenti all'impianto idrovoro di Grassaga.

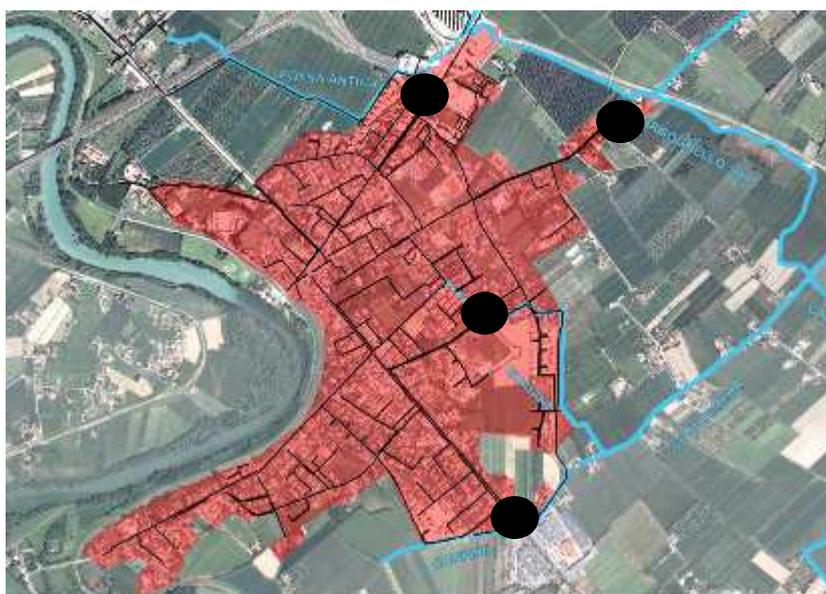
Tutta la rete di scolo afferisce all'impianto idrovoro di Grassaga composto da:

- Pompa 1: 4 m³/s; Quota di attacco: 8.90 m s.l.m. – Quota di stacco: 8.70 m s.l.m.
- Pompa 2: 2.5 m³/s; Quota di attacco: 8.75 m s.l.m. – Quota di stacco: 8.50 m s.l.m.
- Pompa 3: 4 m³/s; Quota di attacco: 9.00 m s.l.m. – Quota di stacco: 8.60 m s.l.m.
- Pompa 4: 2.8 m³/s; Quota di attacco: 9.10 m s.l.m. – Quota di stacco: 8.80 m s.l.m.
- Pompa 5: 2 m³/s; Quota di attacco: 9.15 m s.l.m. – Quota di stacco: 8.90 m s.l.m.

2.1.1 Schematizzazione rete del centro urbano di Noventa di Piave

Il centro urbano di Noventa e la frazione di Ca' Memo sono drenate da rete di fognatura prevalentemente mista, afferente al depuratore (in fase di dismissione come da progetto A.S.I.), ubicato lungo il canale consortile Guaiane nel quale scarica sia le portate depurate sia le portate di supero. Le lottizzazioni più recenti, chiaramente, sono servite da rete di fognatura separata. Le residenze lungo Via Guaianette afferiscono al depuratore per quanto riguarda i reflui, mentre drenano gli afflussi meteorici verso il canale Guaiane, a valle della vasca di laminazione a cielo aperto, inserita e schematizzata nel modello idraulico sviluppato. Complessivamente il nucleo urbano ha un'estensione di circa 170ha, afferenti alla rete di scolo principale tramite quattro punti di recapito:

- lungo via Guaiane verso il Canale Cirognello Superiore;
- presso lo sfioro dell'ex depuratore verso il canale Guaiane tombinato;
- lungo Via Roma con sfioro di condotta D1000 verso il canale Confine tombinato;
- lungo Via Calnova, con sfioro nel canale Fossa Antica tombinato in prossimità dello svincolo autostradale.



Centro urbano drenato da rete fognaria (rosso, 170ha) e 4 punti di recapito nella rete consortile (in nero)

L'invaso disponibile all'interno della linea fognaria mista e delle relative scolmatrici è stato stimato sulla base della sezione delle condotte e della relativa lunghezza, raggiungendo un valore complessivo di circa 9'000 m³, pari a 53 m³/ha disponibili nella rete urbana, cui sommare gli invasi superficiali e diffusi.

Durante la fase di indagine topografica sono stati indagati, attraverso il rilievo di quote scorrimento e quote chiusini, i principali nodi idraulici della rete e degli sfiori presenti. Inoltre si sono rilevate delle sezione trasversali dei Canali Cirognello Superiore, Gondulmera, Guaiane, Stradata, Secondo. Si rimanda all'elab. 14A per la presentazione del rilievo condotto.

La rete afferisce all'impianto idrovoro di Grassaga attraverso una botte a sifone di dimensioni 2,0 x 1,6 con cui il canale Stradata sottopassa lo scolo arginato Cirogno.

2.1.2 Schematizzazione rete della zona industriale di Via Calnova

La zona, realizzata in distinti stralci, è drenata da rete di fognatura in parte mista in parte separata.

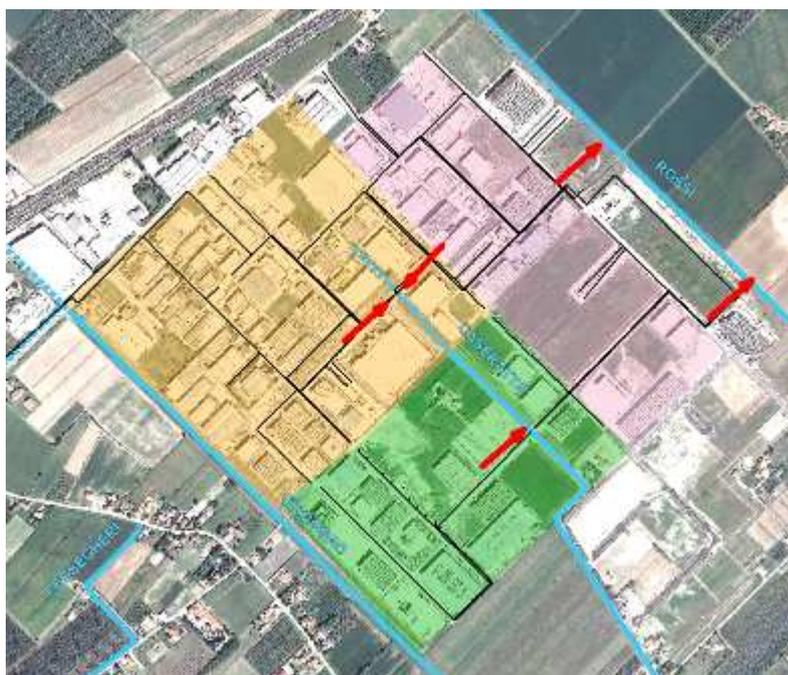
In particolare, la porzione più occidentale afferisce mediante rete mista al canale consortile Caseratta, tombinato nel tratto iniziale a cielo aperto più a valle (rispettivamente 40ha afferenti al tratto tombinato e 26ha al tratto a cielo aperto). La porzione più orientale, invece, di estensione 26 ha, afferisce al canale Rossi con rete meteorica scolante verso aree di laminazione a cielo aperto, inserite nel modello idraulico sviluppato.

La porzione nera generata dall'ambito produttivo viene in ogni caso rilanciata per consentire il superamento del canale Cirogno e di qui raggiunge il depuratore.

Di seguito si riporta uno stralcio planimetrico della rete con indicate le connessioni con la rete di bonifica e la suddivisione tra i bacini afferenti al Caseratta tombinato (arancio, 40ha), Caseratta cielo aperto (verde, 26ha), Rossi tramite laminazioni (rosa).

Si è provveduto al rilievo di vari pozzetti lungo la rete e dei vari sfiori presenti. Infatti, la rete della zona industriale è formata da due reti in parallelo collegate tra di loro da sfiori; in fase di rilievo sono stati verificati i collegamenti tra le due reti di fognatura. In particolare sono stati rilevati:

- Scarico della fognatura nel canale Caseratta verificando il diametro del tombinamento e la sezione del canale;
- Sfiori presenti lungo la rete;



- Aree di laminazione afferenti al canale Rossi.

Di questi nodi idraulici si sono verificate lungo la viabilità principale le quote di sfioro e i diametri delle tubazioni afferenti.

Si rimanda all'elab. 14B per la presentazione del rilievo condotto.

In particolare nel modello sono state inserite le due aree di laminazione della zona industriale afferenti al canale Rossi.

Le aree sono state simulate come dei serbatoi alimentati tramite condotta e aventi area equivalente all'area di laminazione reale e quote di scarico pari a quelle rilevate in sito.



Figura 1 Stralcio ortofoto delle due aree di laminazione in zona industriale di Via Calnova.

2.1.3 Rilievo sezioni e manufatti particolari

Per quanto riguarda i canali a cielo aperto, è stato quindi necessario implementare una campagna di rilievi di diverse sezioni trasversali dei principali canali del bacino considerato (elab. 15A e 15B).

Nel modello sono stati considerati anche gli apporti meteorici dei sottobacini extra-comunali degli scoli Parussola e Piva, afferenti all'impianto idrovoro di Grassaga tramite una botte a sifone di luce 1,30x1,30m.

Per completezza di modellazione è stato inserito inoltre il manufatto di collegamento tra il sistema idraulico in esame ed il bacino Ongaro Superiore, che fa capo invece all'idrovora di Cittanova. Tale nodo è costituito da uno sfioro con paratoia a doppia lente regolabile; è stato realizzato con l'obiettivo di derivare verso il bacino Ongaro Superiore eventuali portate in eccesso del bacino Cirgogno, per un valore massimo di 6 m³/s. La derivazione si innesca all'innalzarsi del livello nella rete di bonifica afferente all'idrovora Grassaga e corrisponde dal punto di vista concettuale al potenziamento dell'idrovora, rappresentando di fatto un'uscita di portata dal bacino. Naturalmente la derivazione è presidiata e viene fatta in condizioni di sicurezza per i territori di valle. La portata effettivamente derivata, pertanto, dipende dai tiranti che volta per volta si realizzano nei due bacini, in dipendenza dalla distribuzione spaziale dell'evento.

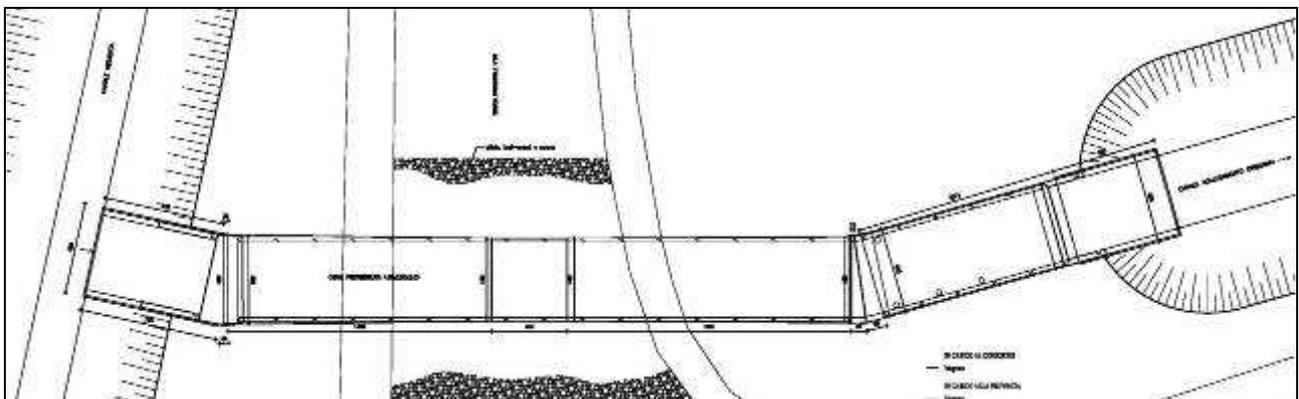
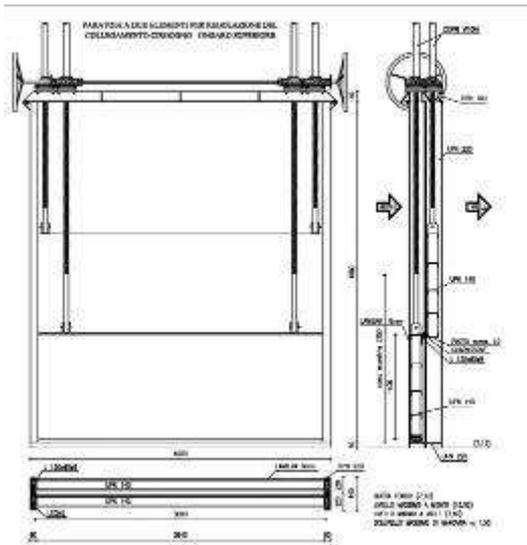


Figura 2 Manufatto sul canale Secondo – cneessione Bacino afferente all'idrovora Grassaga e bacino afferente all'idrovora Cittanova.

Tenuto conto che il manufatto ha una larghezza utile di 3,8m, si deduce che la portata in uscita derivata verso il bacino Ongaro Superiore, in ipotesi di rete non rigurgitata da valle, varia in dipendenza dal tirante di monte secondo la legge:

$$Q = C_q \times L \times h \times (2 \times g \times h)^{0,5}$$

| | | | |
|----------------------------------|------|-----|-----|
| Tirante sopra soglia [m] | 0.2 | 0.5 | 0.8 |
| Portata [m³/s] | 0.75 | 3.0 | 6.0 |

Tenendo presente che nell'intorno del manufatto il piano campagna è circa a quota 10,60 (+0,60 m slm) e che la sommità della paratoia superiore si trova a quota 10,00, si deduce che in ipotesi di scarico libero verso valle (ipotesi solo teorica) già senza aprire le chiaviche sarebbero oggi derivabili più di 3,0 m³/s, aumentabili a necessità con manovre di regolazione.

Tuttavia l'ipotesi di sfioro libero verso valle è fortemente condizionante ed in generale non corrisponde alla condizione reale, in quanto il nodo è influenzato anche dal livello nella rete del bacino Ongaro Superiore.

In alcuni casi, in particolare, si è verificato che a seguito di eventi meteorici intensi concentrati sulla zona di Calvecchia il livello nella rete idraulica del bacino Ongaro Superiore si sia innalzato fino a determinare lo sfioro verso il bacino Cirogno, determinando quindi il funzionamento del nodo idraulico in senso "opposto" rispetto a quello fin qui presentato.

Tale considerazione evidenzia come il collegamento tra i due bacini offra una maggior elasticità al sistema idraulico, consentendo di offrire una valida risposta ad eventi meteorici che, sempre più frequentemente, assumono carattere temporalesco colpendo con straordinaria intensità ambiti spaziali molto limitati.

Per questo motivo il progetto di realizzazione di un nuovo impianto idrovoro di cui al par.3.3.1, porta con sé un beneficio per l'intero bacino Cirogno consentendo di aumentare la portata in transito attraverso lo sfioro ed equivale di fatto al potenziamento dell'idrovoro Grassaga.

2.2 Calibrazione del modello

Per la calibrazione del modello numerico del bacino Cirgogno Sub Grassaga si è fatto riferimento oltre alle evidenze relative agli allagamenti registrati, ad un evento di evento registrato durante il periodo di sviluppo del presente studio, corrispondente alla precipitazione del 12 Giugno 2016. Si tratta di un evento ordinario, con tempo di ritorno inferiore ai 2 anni: presso il pluviometro di Noventa di Piave – Grassaga sono stati registrati 19mm tra le 17:00 e le 18:00 ed ulteriori 4,4mm nell'ora successiva.

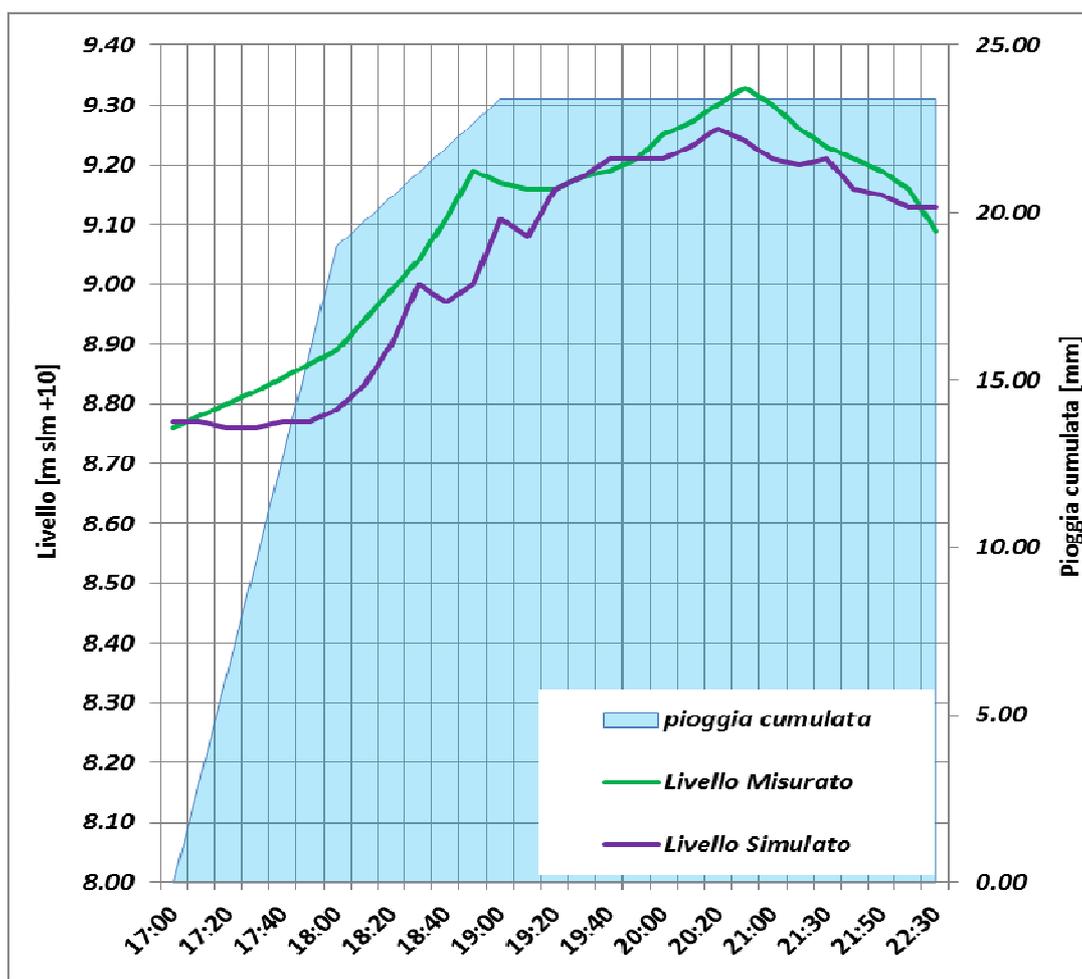


Grafico confronto livelli simulati – registrati per evento 12/06/2016

Sulla base di tali dati, operando sui parametri idrologici ed idrodinamici del modello si è proceduto alla sua calibrazione fine fino a giungere ad un buon livello di approssimazione, da analizzare tenendo presente delle semplificazioni necessariamente introdotte nell'analisi e delle operazioni di forzature condotte durante l'evento, le quali possono sensibilmente alterare la forma dell'idrogramma.

2.2.1 Parametri di calibrazione

Successivamente all'impostazione della geometria della rete, essa è stata sottoposta ad un processo di calibrazione, trasformando la ricostruzione semplificata del sistema fognario in un modello idraulico di simulazione, che sia sufficientemente accurato nel riprodurre gli eventi di piena registrati e che sia in grado di prevedere il comportamento della rete sotto differenti scelte progettuali. Nel seguito vengono chiariti quali sono i parametri idrologici che hanno permesso di migliorare l'accuratezza del modello.

Si è assunto per le tubazioni un coefficiente di scabrezza secondo *Gauckler-Strickler* pari a $70 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.

Il metodo afflussi/deflussi utilizzato è il Fixed percentage runoff, attraverso questo metodo si fornisce il dato relativo alla percentuale di pioggia che esce dal sistema. Il trasferimento della pioggia dal bacino fognario al pozzetto (nodo) è riprodotta con il modello di ruscellamento o di routing SCS, applicando, nel caso specifico un idrogramma unitario diverso per le zone agricole e per le zone urbane.

Il bacino è schematizzato in una falda scolante sul nodo a sua volta suddivisa in due sotto zone:

- **permeabile**, che rappresenta le aree verdi, dove la maggior parte dell'afflusso meteorico non è convogliato in fognatura, ma viene intercettato prima e si disperde per infiltrazione nel sottosuolo;
- **impermeabile**, che rappresenta le aree dove la maggior parte dell'afflusso meteorico è convogliato in fognatura.

Per l'attribuzione dei coefficienti di deflusso dell'area scolante, si è utilizzata la carta del suolo nella quale è indicata la tipologia di area per ogni zona individuata.

Di seguito si riporta la planimetria della carta dei suoli con la suddivisione del territorio in varie tipologie.

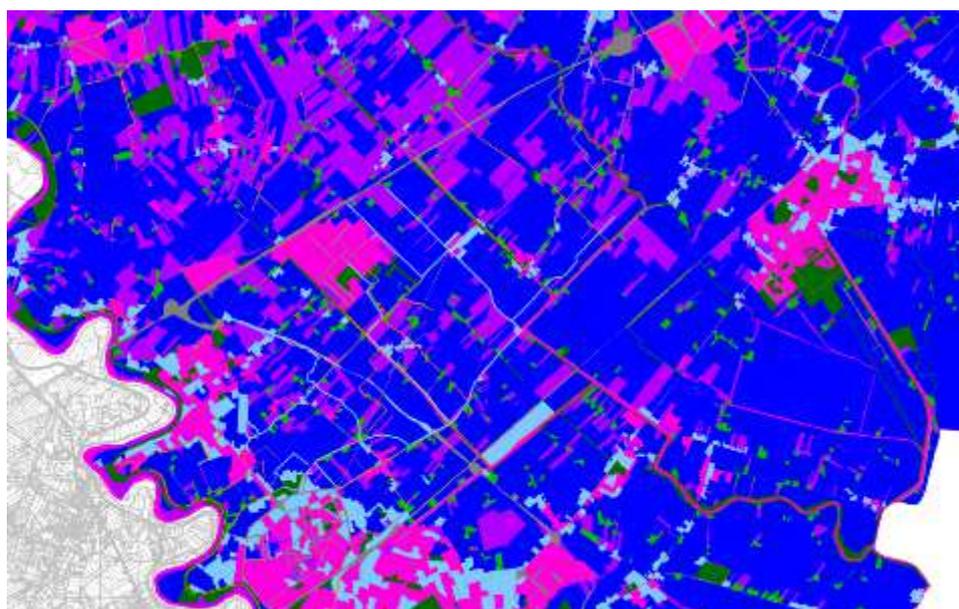


Figura 3: Carta sel suolo con suddivisione in tipologie di superficie

Ad ogni tipologia di suolo viene pertanto associato un coefficiente di deflusso con valore compreso tra 0 e 1, che caratterizza la permeabilità del suolo stesso. Valori vicini all'unità identificano superfici poco permeabili, per esempio parcheggi o strade, mentre valori prossimi allo 0 caratterizzano superfici prevalentemente verdi.

Sulla base della carta di cui alla tav. 04, ad ogni tipologia di superficie è stato attribuito un coefficiente di deflusso secondo la seguente tabella:

| USO DEL SUOLO | |
|-----------------------|--------------------------|
| Tipo di superficie | Coefficiente di deflusso |
| AREE IMPERMEABILI | 0.6 |
| AREE SEMIPERMEABILI | 0.4 |
| AREE SEMIPERMEABILI 1 | 0.5 |
| RETE STRADALE | 0.65 |
| AREE VERDI | 0.15 |
| AREE AGRICOLE | 0.3 |
| AREE BOSCHIVE | 0.1 |
| ALTRO | 0.15 |

Tabella 1: Coefficienti di deflusso sulla base della classificazione delle superfici sulla base della carta del suolo

Di seguito si riporta un dettaglio della carta dei suoli.

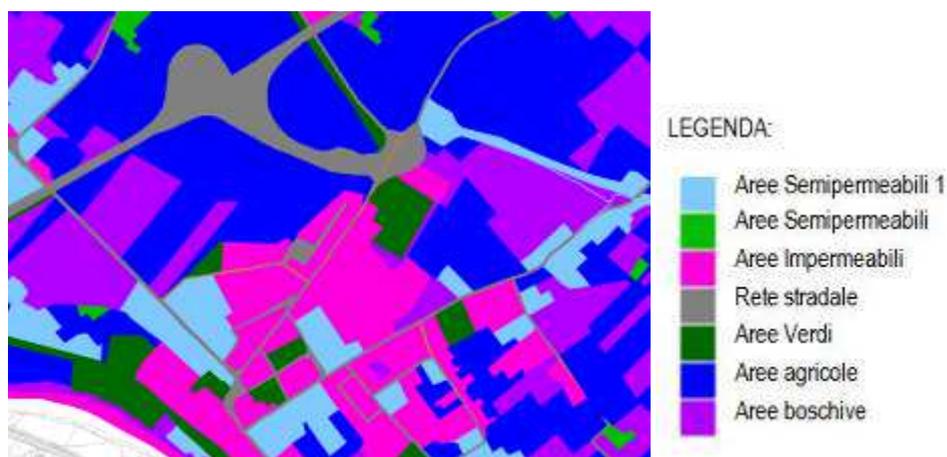


Figura 4: Dettaglio della carta del suolo

Il programma di calcolo utilizzato permette la divisione dell'area studiata in sottobacini, afferenti ad ogni nodo della rete modellata, in modo automatico. Dopo una prima divisione in automatico si è svolta una accurata ripartizione dei sottobacini afferenti alla rete.

Di seguito si riporta la suddivisione in sottobacini del modello idraulico del bacino Cirgogno Sub Grassaga:

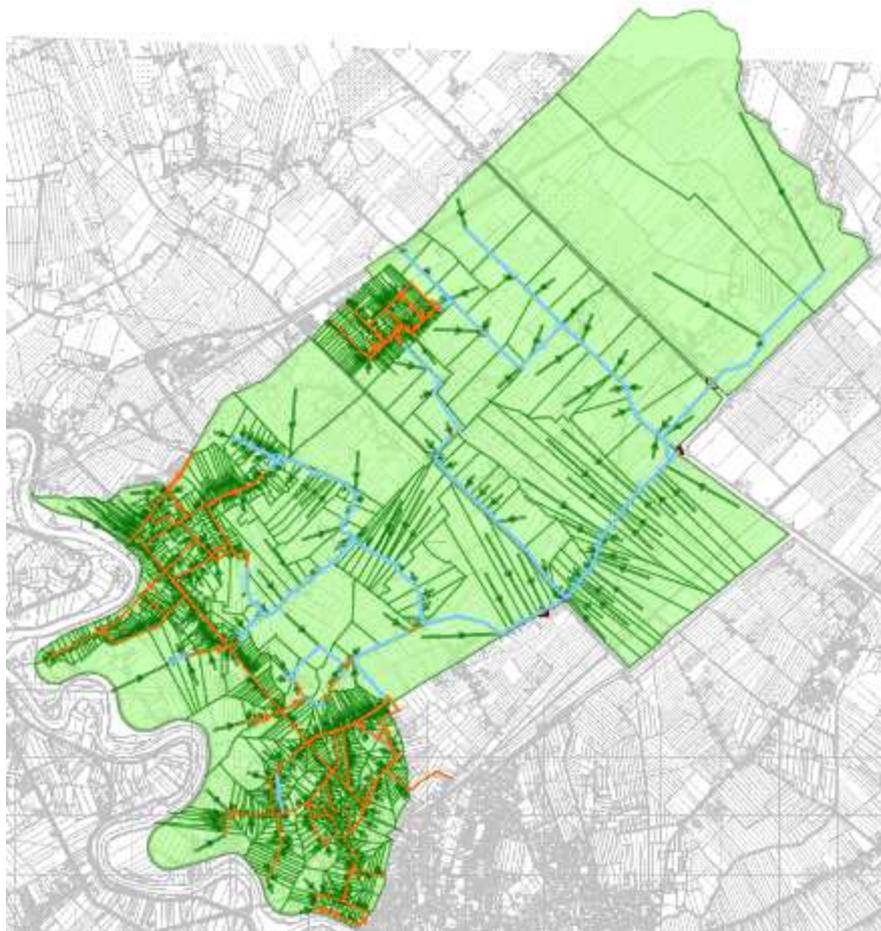


Figura 5: Modello idraulico Bacino Cirgogno Sub Grassaga

Una volta individuate le superfici dei sottobacini, automaticamente il programma è in grado di calcolare la quantità di area di ogni singola tipologia di superficie della carta del suolo che ricade all'interno di ogni sottobacino. Il coefficiente di deflusso medio del bacino, ϕ , quindi, è il risultato della media aritmetica dei singoli coefficienti di deflusso, ognuno pesato in relazione alla relativa porzione di area.

In questo modo si è in grado di ricostruire per ogni sottobacino un proprio coefficiente di deflusso ϕ iniziale, che tiene conto globalmente della quantità di precipitazione non captata.

A questo punto la caratterizzazione del sottobacino non può ritenersi conclusa perché è il risultato di una media pesata sulle singole zone (verde/tetto/strade) con coefficienti di deflusso di partenza acquisiti da letteratura. I coefficienti di deflusso fin qui determinati rappresenteranno i valori iniziali di impermeabilizzazione del suolo che saranno assegnati al modello in fase di calibrazione. Il grado di impermeabilizzazione, insieme ad altri parametri geomorfologici dei singoli bacini quali ad esempio pendenza e geometria delle aree, costituiscono gli elementi principali su cui intervenire in fase di calibrazione.

Come descritto in precedenza si è proceduto alla calibrazione del modello numerico relativo al bacino Cirgogno Sub Grassaga confrontando gli allagamenti ottenuti nella modellazione con le carte degli allagamenti presenti nel piano delle

acque e confrontando le misurazioni effettuate per l'evento del 12 Giugno 2016 con i risultati del modello. In base a questi dati è stato possibile variare i coefficienti di deflusso dei singoli bacini afferenti alla rete.

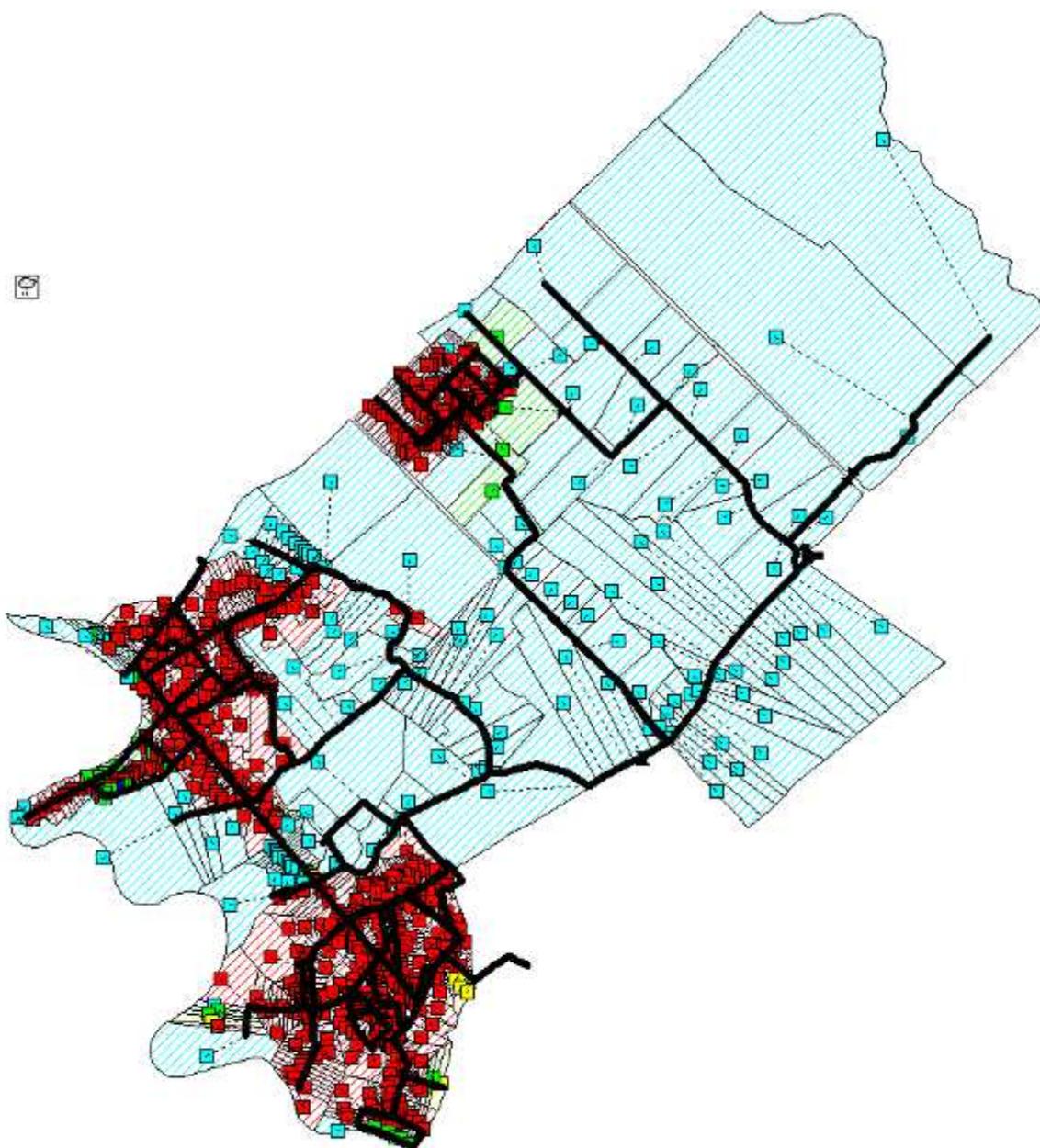


Figura 6: Modello idraulico Bacino Cirgogno Sub Grassaga - Valori del coefficiente di deflusso medio pesato su ogni sottobacino

2.3 Pluviometria

Le analisi sono state condotte con riferimento ad un tempo di ritorno delle precipitazioni di 2,10,50 anni. Lo ietogramma di progetto utilizzato è di tipo ad intensità costante. La durata del tempo di pioggia è stata definita in modo tale da massimizzare la portata alla sezione di chiusura dei due bacini modellati ed è pari a 3 ore.

Le curve di possibilità pluviometrica adottate sono a tre parametri:

$$h = \frac{a}{(\tau + b)^{c-1}}$$

con:

a , b , c , parametri da determinare per regressione dei dati di pioggia;

τ il tempo di pioggia [min]

h quantità di pioggia attesa [mm]

I coefficienti per la formazione della curva a tre parametri risultano i seguenti:

| Tempo di Ritorno | a mm/min(c-1) | b min | c |
|------------------|--------------------|------------|-------|
| 2 | 18.5 | 10.80 | 0.819 |
| 5 | 23.8 | 11.80 | 0.813 |
| 10 | 25.4 | 11.70 | 0.799 |
| 20 | 25.9 | 11.30 | 0.781 |
| 30 | 25.8 | 10.90 | 0.769 |
| 50 | 25.4 | 10.40 | 0.754 |
| 100 | 24.5 | 9.60 | 0.732 |
| 200 | 23.2 | 8.70 | 0.709 |

Tabella 2: Coefficienti per la formulazione della CCP a tre parametri

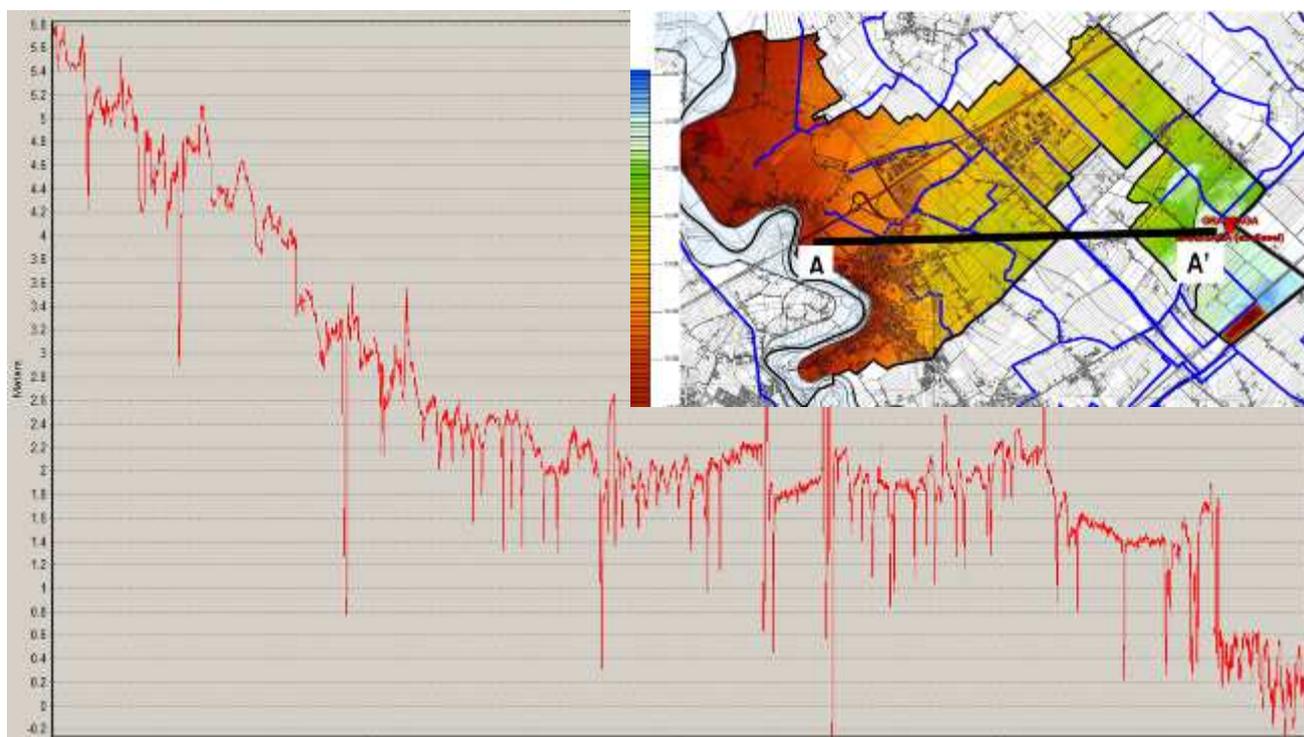
| TR [anni] | h [mm] | Intensità di pioggia [mm/ora] |
|-----------|----------|----------------------------------|
| 2 | 45 | 15 |
| 10 | 69 | 23 |
| 50 | 87 | 29 |

2.4 Stato di fatto

Le analisi riferite allo stato di fatto non evidenziano situazioni di criticità diffusa per la rete urbana del centro, né per la zona industriale di Via Calnova.

Questo aspetto va analizzato considerando che il centro urbano si colloca sul dosso alluvionale del fiume Piave e pertanto costituisce un'area favorita dal punto di vista altimetrico rispetto al sistema idraulico che la riceve.

Si riporta a tal proposito la sezione trasversale illustrata nell'Elab. 01, da cui è evidente come l'area urbana mostri altimetrie comprese fra 3,0 e 5,0 m slm, da confrontare con le campagne limitrofe all'impianto Grassaga che si trovano a quota 0,0 m slm.



Sezione trasversale Noventa di Piave: dal centro urbano all'idrovora di Grassaga

Questa considerazione implica dal punto di vista tecnico una quasi completa disconnessione tra il comportamento della rete fognaria del centro rispetto alle condizioni al contorno di valle.

Infine questa caratteristica morfologica dell'abitato di Noventa di Piave fa sì che eventuali carenze dimensionali sulla rete di prima raccolta, che emergono dall'analisi idraulica per eventi a carattere temporalesco, non si traducano mai in diffusi allagamenti e ristagno di tiranti d'acqua su sedi stradali e scoperti, ma si manifestino solo con il funzionamento in pressione per qualche minuto della rete fognaria, la quale si scarica velocemente verso valle.

Con queste considerazioni di base si riportano i risultati analitici per diversi eventi: le carenze localizzate vengono visualizzate come volume esondato dai nodi, come tipicamente avviene nei modelli monodimensionali.

2.4.1 Risultati tempo di ritorno 2 anni: 45mm in 3 ore

Di seguito si riporta uno stralcio della planimetria dei risultati sulla rete dello stato di fatto per l'evento con tempo di ritorno pari a 2 anni e durata di pioggia pari a 3 ore.

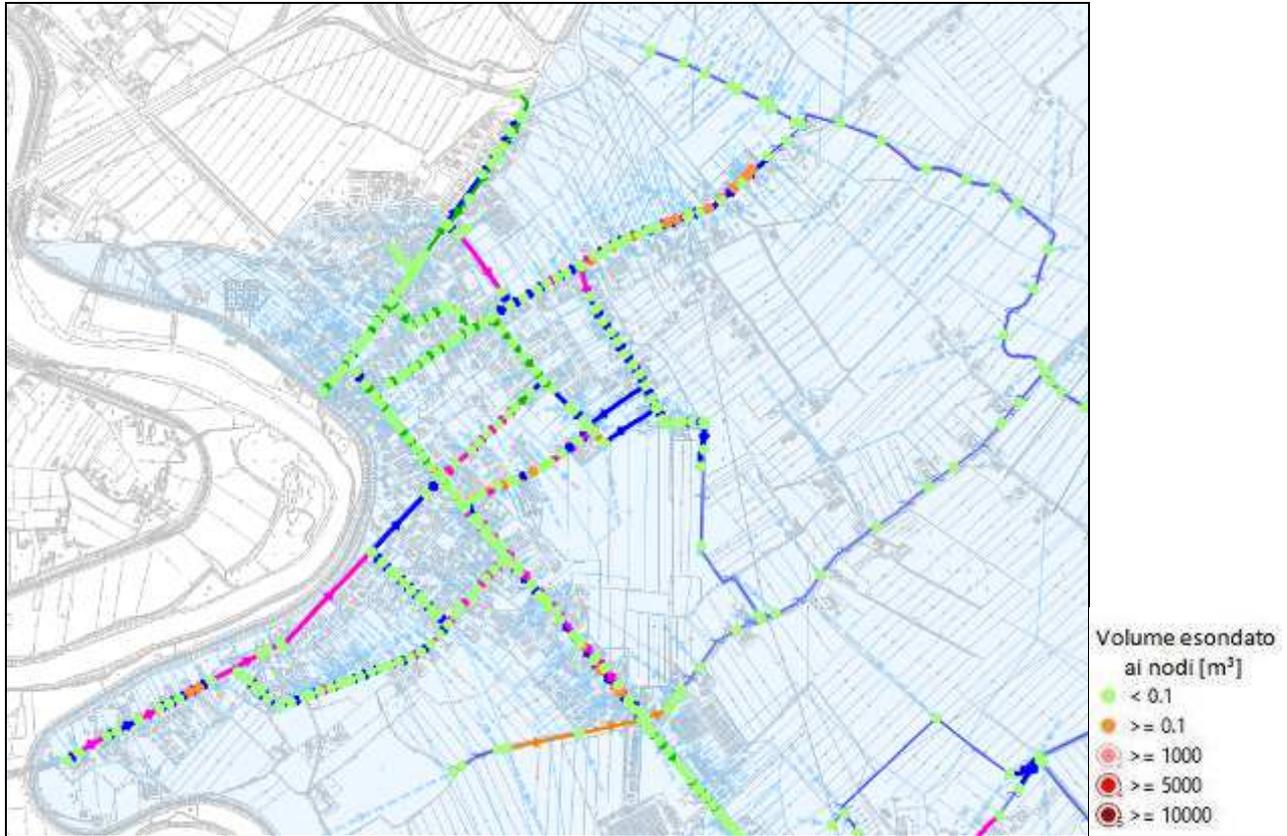


Figura 7: Planimetria del modello della rete allo stato di fatto – Area del Centro urbano di Noventa di Piave - TR2 anni – durata evento 3 ore.

L'unica rete a mostrare una temporanea sovrappressione è quella di Via Ca'Memo, di diametro variabile D500 – D600, che riceve un ambito di circa 15ha per immettersi sulla dorsale della SP83.



Tale fenomeno tuttavia, illustrato nel profilo idraulico seguente, non determina allagamenti grazie all'elevata prevalenza geodetica della zona rispetto al sistema ricettore.

Il profilo seguente è riferito al momento di picco di piena, con una portata stimata nel tratto finale di 300 l/s: come evidente la rete fognaria di Via Roma funziona a pelo libero.

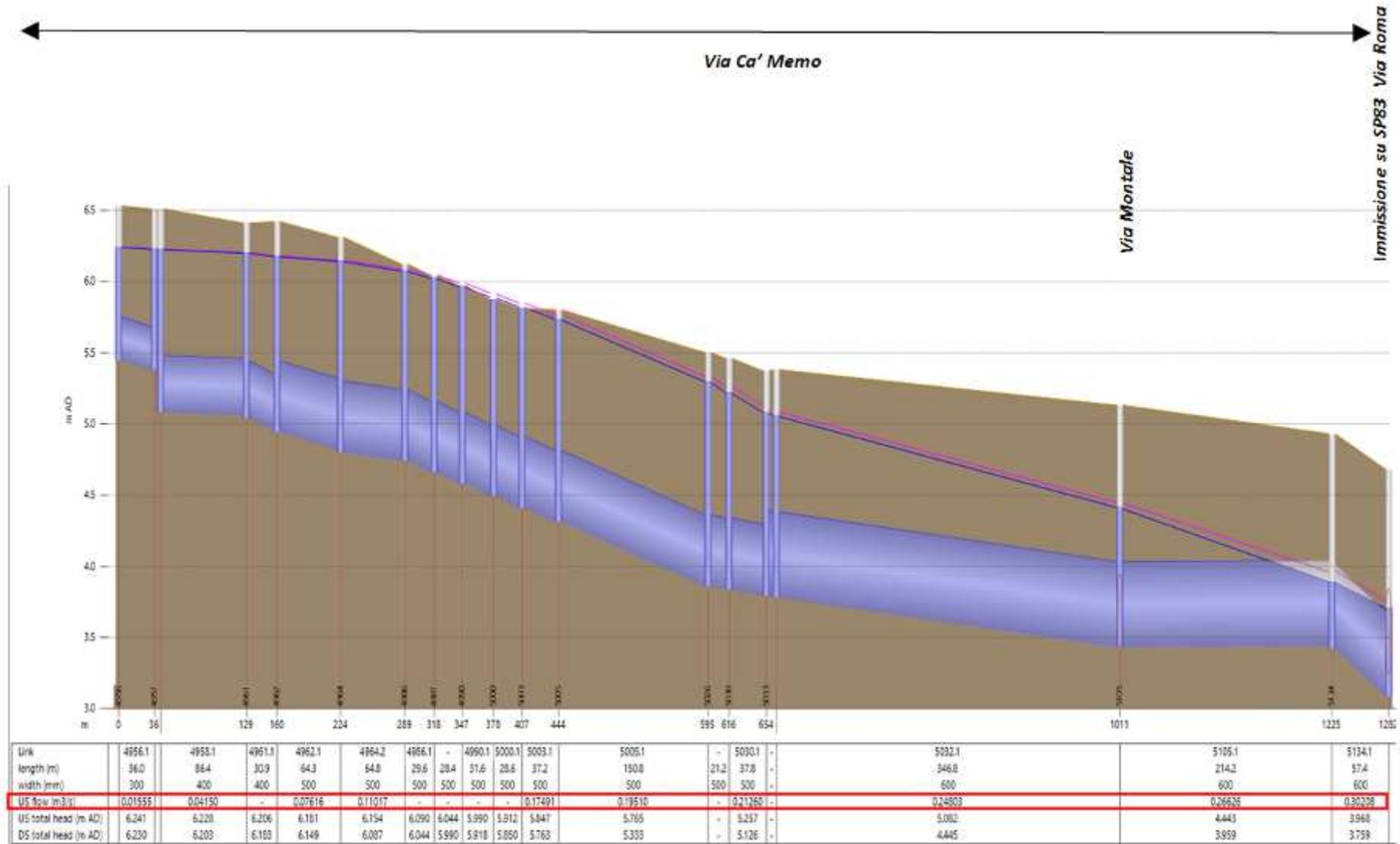
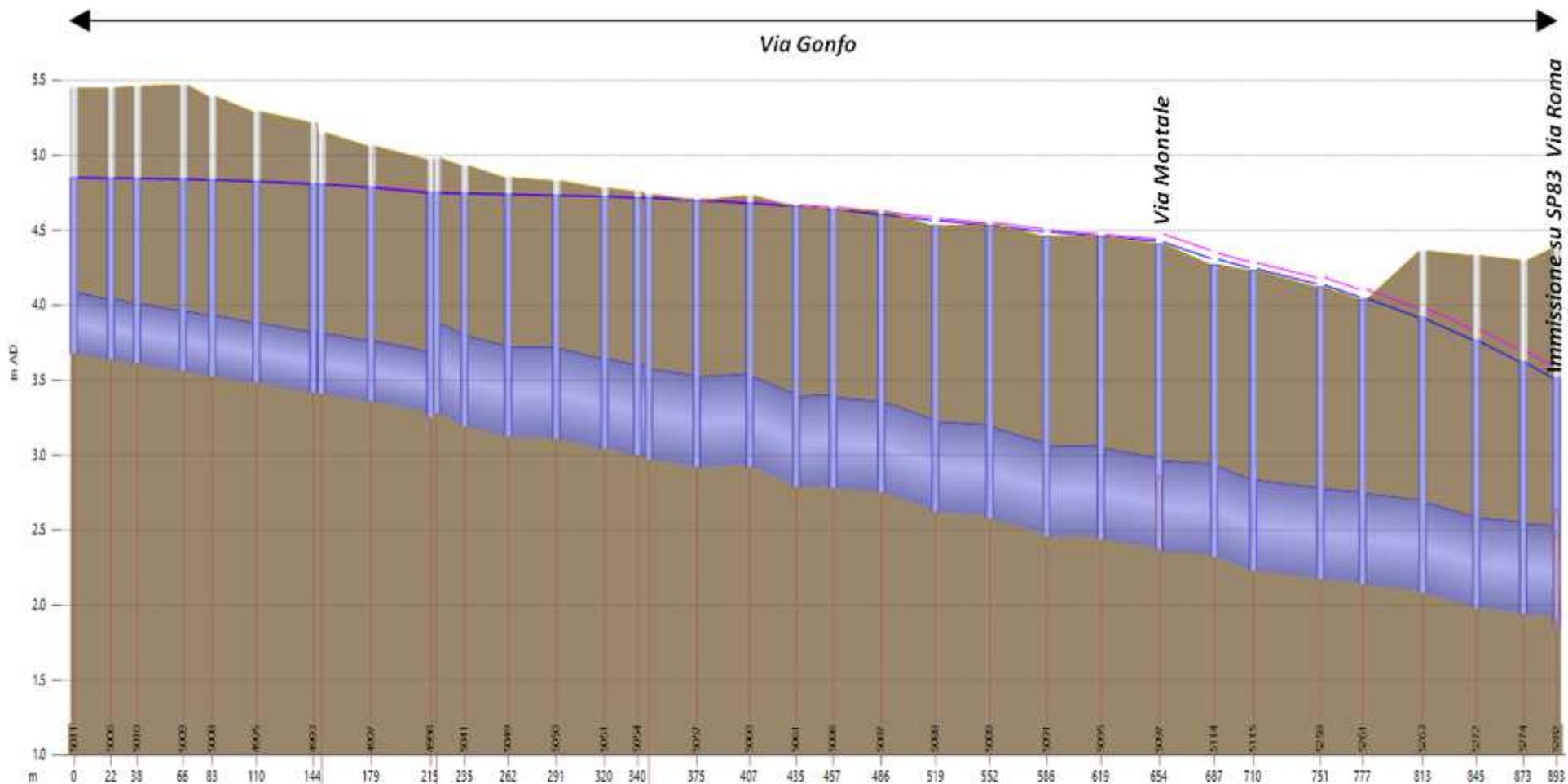
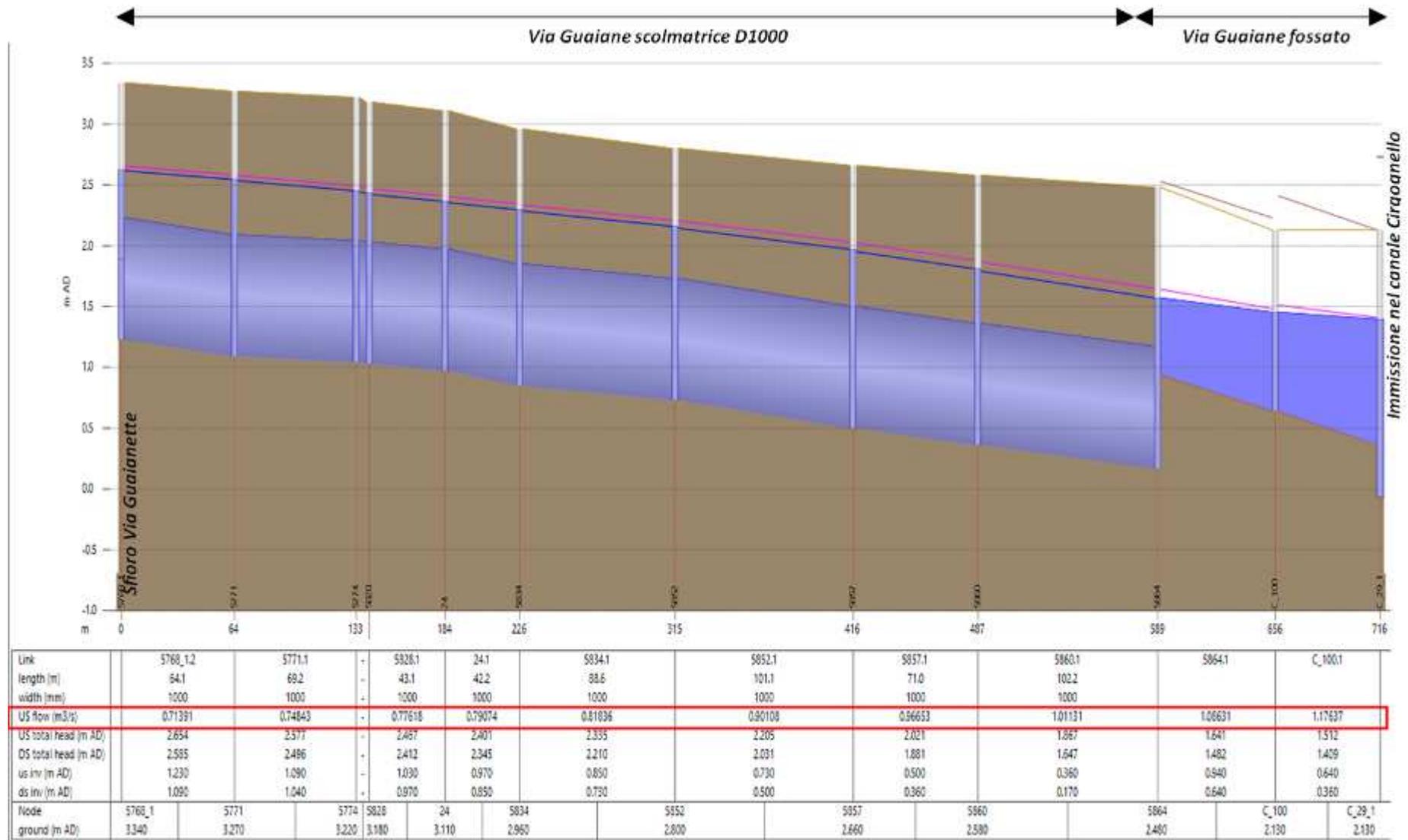


Figura 8: Profilo Via Cà Memo TR2 anni – durata evento 3 ore.



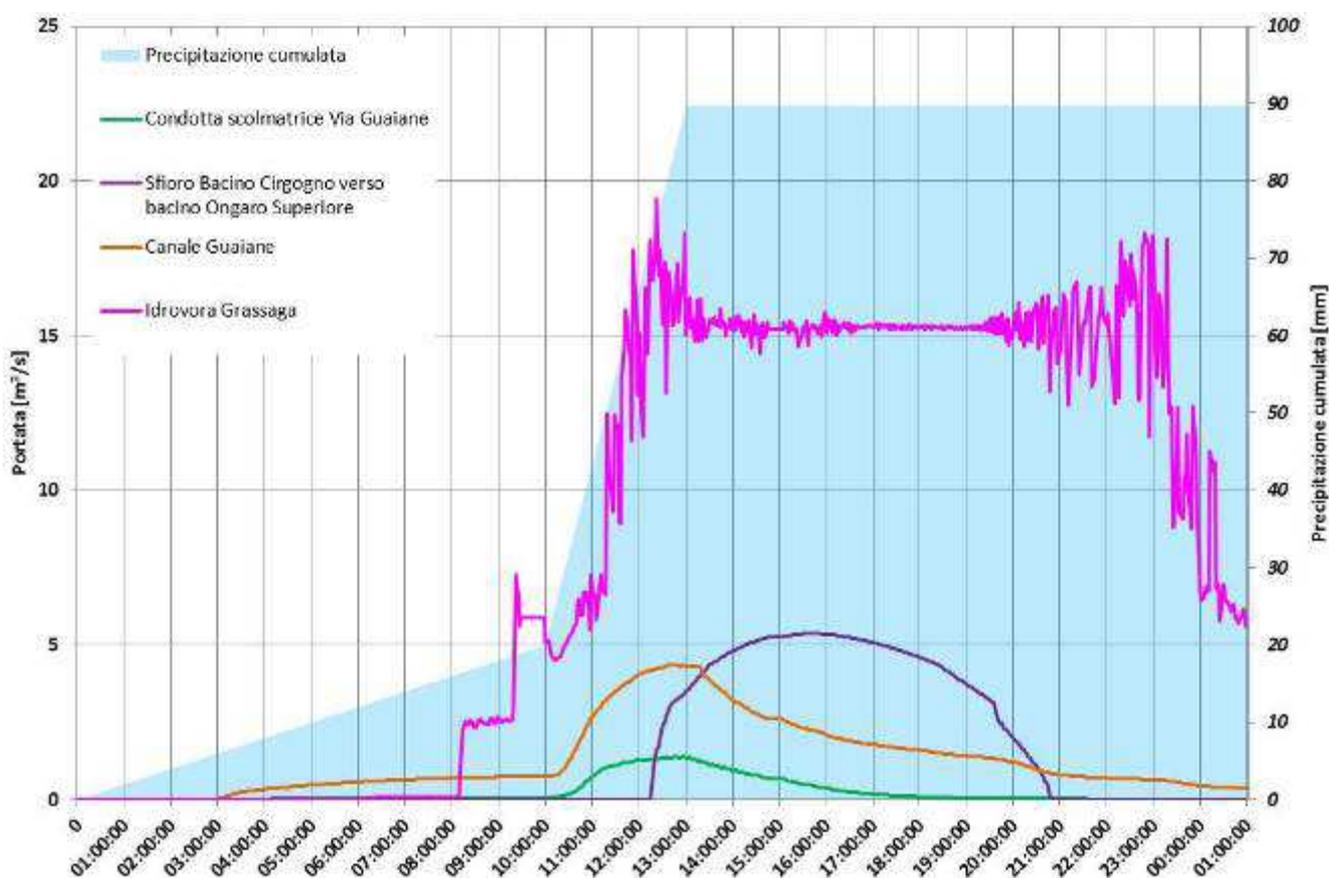
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|--------|------|----------|-------|--------|----------|---------|---------|------|---------|---------|---------|-------|---|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|
| Link | 5011.1 | - | 5010.1 | - | 5008.1 | 4995.1 | 4994.1 | 4997.1 | - | 5041.1 | 5049.1 | 5050.1 | - | - | 5055.1 | 5057.1 | 5060.1 | 5061.1 | 5066.1 | 5067.1 | 5086.1 | 5089.1 | 5091.1 | 5095.1 | 5097.2 | 5114.1 | 5115.1 | 5259.1 | 5261.1 | 5263.1 | 5272.1 | - |
| length (m) | 22.1 | 15.8 | 27.7 | 17.6 | 26.6 | 34.2 | 29.9 | 35.8 | 16.7 | 26.4 | 29.0 | 29.1 | 19.9 | - | 29.0 | 31.9 | 27.9 | 22.2 | 29.0 | 32.7 | 32.8 | 34.4 | 32.8 | 35.1 | 33.0 | 23.5 | 40.5 | 25.6 | 36.0 | 32.4 | 28.3 | 19.9 |
| width (mm) | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | - | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 |
| US flow (m3/s) | - | - | -0.03685 | - | - | -0.04569 | 0.04969 | 0.05796 | - | 0.07671 | 0.08339 | 0.09465 | - | - | 0.11810 | 0.13179 | 0.14364 | - | 0.17866 | 0.19262 | 0.16669 | 0.19268 | 0.16780 | 0.16708 | 0.33027 | - | 0.35863 | 0.41307 | 0.44805 | 0.47332 | 0.48892 | - |
| US total head (m AD) | 4.851 | - | 4.849 | 4.845 | 4.839 | 4.830 | 4.813 | 4.793 | - | 4.749 | 4.744 | 4.737 | 4.730 | - | 4.722 | 4.709 | 4.691 | 4.672 | 4.656 | 4.626 | 4.579 | 4.552 | 4.503 | 4.473 | 4.475 | 4.348 | 4.283 | 4.186 | 4.106 | 3.977 | 3.836 | 3.691 |
| DS total head (m AD) | 4.850 | - | 4.844 | 4.839 | 4.830 | 4.815 | 4.792 | 4.760 | - | 4.744 | 4.737 | 4.730 | 4.724 | - | 4.708 | 4.691 | 4.672 | 4.655 | 4.626 | 4.587 | 4.550 | 4.511 | 4.475 | 4.443 | 4.368 | 4.290 | 4.184 | 4.100 | 3.978 | 3.841 | 3.703 | 3.597 |

Tr10 anni: 69mm in 3 ore: profilo istantane a fine evento Via Gonfo



Tr10 anni: 69mm in 3 ore: profilo istantane a fine evento Via Guaiane

E' interessante notare come, in risposta ad una precipitazione simulata compresa tra le ore 10:00 e le ore 13:00, le dorsali fognarie rispondano con un picco di portata quasi contemporaneo alla fine dell'evento mentre la rete di bonifica registri un discreto sfasamento temporale ed una più lunga "coda" di smaltimento. La risposta sarebbe ancor più repentina se, anziché le dorsali scolmatrici, si osservassero i primi rami di raccolta del reticolo urbano. Immaginando di osservare le portate nei 4 distinti punti di seguito individuati con il colore rosso, si avrebbe pertanto una differente distribuzione delle portate nel tempo.

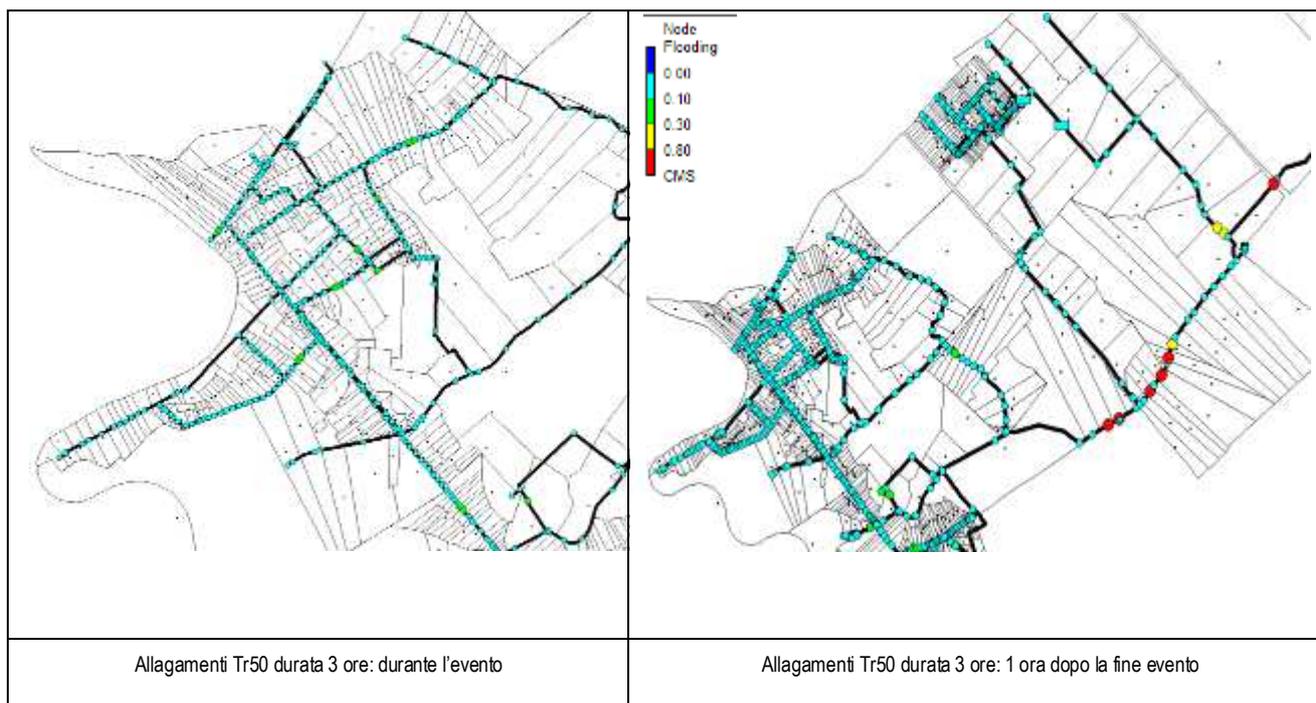


Portate attese in 4 distinti punti della rete idraulica in risposta ad evento di durata 3 ore: sfasamento temporale tra il sistema urbano ed il sistema di bonifica

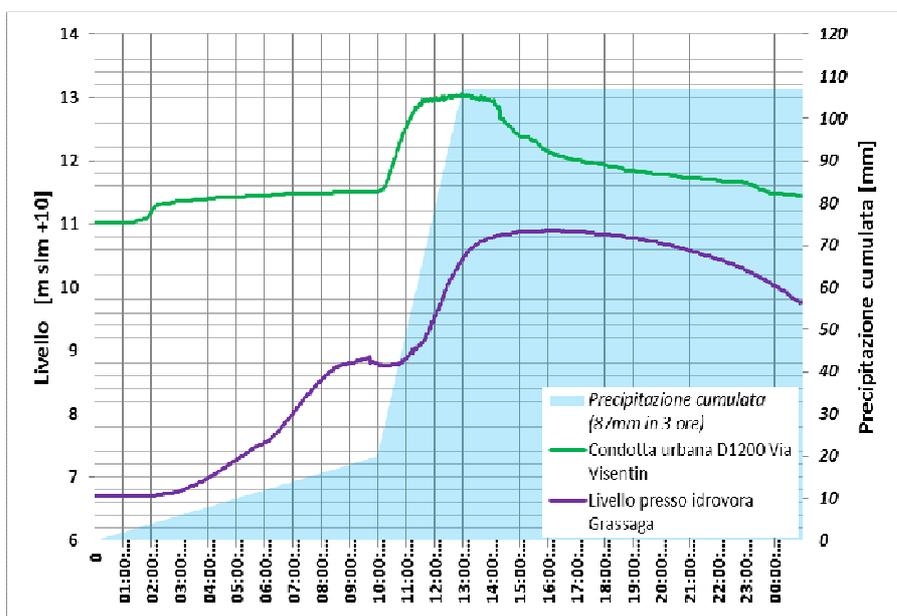
Il grafico va interpretato ricordando che la portata derivata verso il bacino Ongaro Superiore dipende, oltre che dal livello di monte e dal grado di apertura del manufatto, anche dai livelli della rete idraulica di valle, qui ipotizzati come sostenuti ma nella realtà variabili caso per caso a seconda della distribuzione spaziale dell'evento. Il grafico evidenzia inoltre come, per l'evento in esame di durata 3 ore e nelle ipotesi qui assunte, il tempo di smaltimento della piena sia di circa 13 ore (dalle 11:00 alle 00:00). Un controllo sui volumi consente di verificare che in tale finestra temporale vengono smaltiti 702.000 m³ dall'idrovora Grassaga e 126.000 m³ dallo sfioratore verso Ongaro Superiore, per un totale di 828.000 m³, corrispondente circa al 50% del volume d'acqua piovuto, essendo il resto infiltrato o invaso in rete, da smaltire nella successiva "coda" della piena.

2.4.3 Risultati tempo di ritorno 50 anni: 87mm in 3 ore

Di seguito si riporta uno stralcio della planimetria dei risultati sulla rete dello stato di fatto per l'evento con tempo di ritorno pari a 50 anni e durata di pioggia paria a 3 ore. Le potenziali criticità si estendono in questo caso dapprima a Via Roma e Via Guaiane ma, nelle fasi successive della piena, interessano anche la rete di bonifica determinando allagamenti nelle porzioni agricole più depresse che si attestano a +0,60m slm (quota 10,60) e si trovano lungo i canali Stradata e in prossimità dell'idrovora Grassaga.



Come dimostra il seguente grafico di raffronto, infatti, a fronte di una pioggia simulata nella fascia oraria 10:00 – 13:00, il livello massimo presso l'impianto viene registrato intorno alle ore 14:00-17:00 mentre per la condotta D1200 di Via Visentin si ha un picco di livello contestualmente all'evento.



Tr50 anni: 87mm in 3 ore

2.4.4 Risultati tempo di ritorno 50 anni a carattere temporalesco: 62mm in 1 ora

Noto che a parità di tempo di ritorno statistica una maggior durata di pioggia determina un aumento della quantità cumulata ma una diminuzione dell'intensità dell'evento, tenendo presente che ogni sistema idraulico è maggiormente sollecitato per eventi di durata pari al proprio tempo di corrivazione, è stata svolta una simulazione anche per un evento caratterizzato da una minor durata, così da evidenziare meglio eventuali problematiche della rete fognaria urbana, come si addice ad uno studio idraulico di carattere comunale. Per studiare la risposta della rete urbana ad eventi gravosi e particolarmente intensi, si è svolta una simulazione con pioggia avente tempo di ritorno pari a 10 anni e una durata di precipitazione pari ad un'ora (50mm di pioggia).

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in termini di massimi volumi esondati ai nodi:



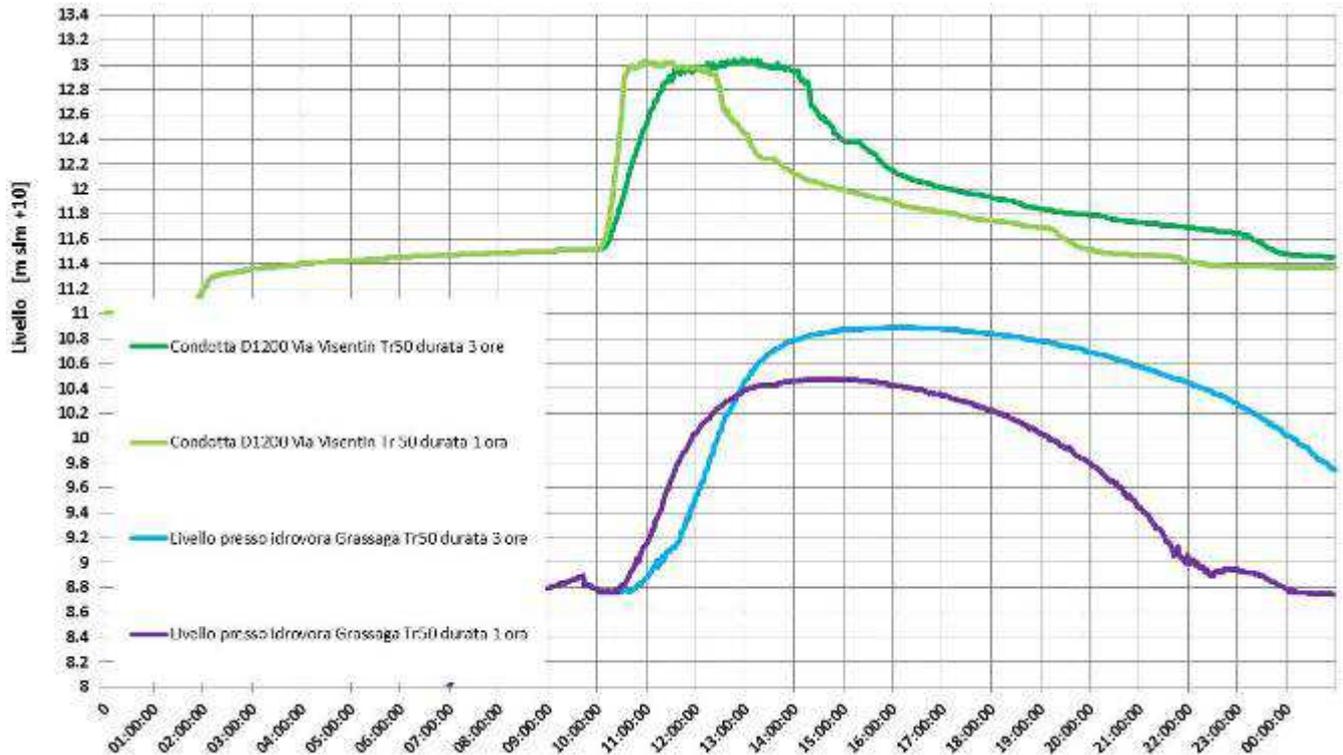
Figura 47: Planimetria del modello della rete allo stato di fatto – involucro dei massimi – Tr50 anni, durata 1 ora

Come si può notare dallo stralcio planimetrico sopra riportato, la crisi dei sistemi urbani si rende in questo caso più evidente ed estesa per le condotte di Via Ca Memo, Roma e Guaiane.

Per brevi intervalli temporali mostrano livelli di crisi anche i rami periferici della zona industriale lungo via Alessandro Volta e via Fermi nella zona industriale.

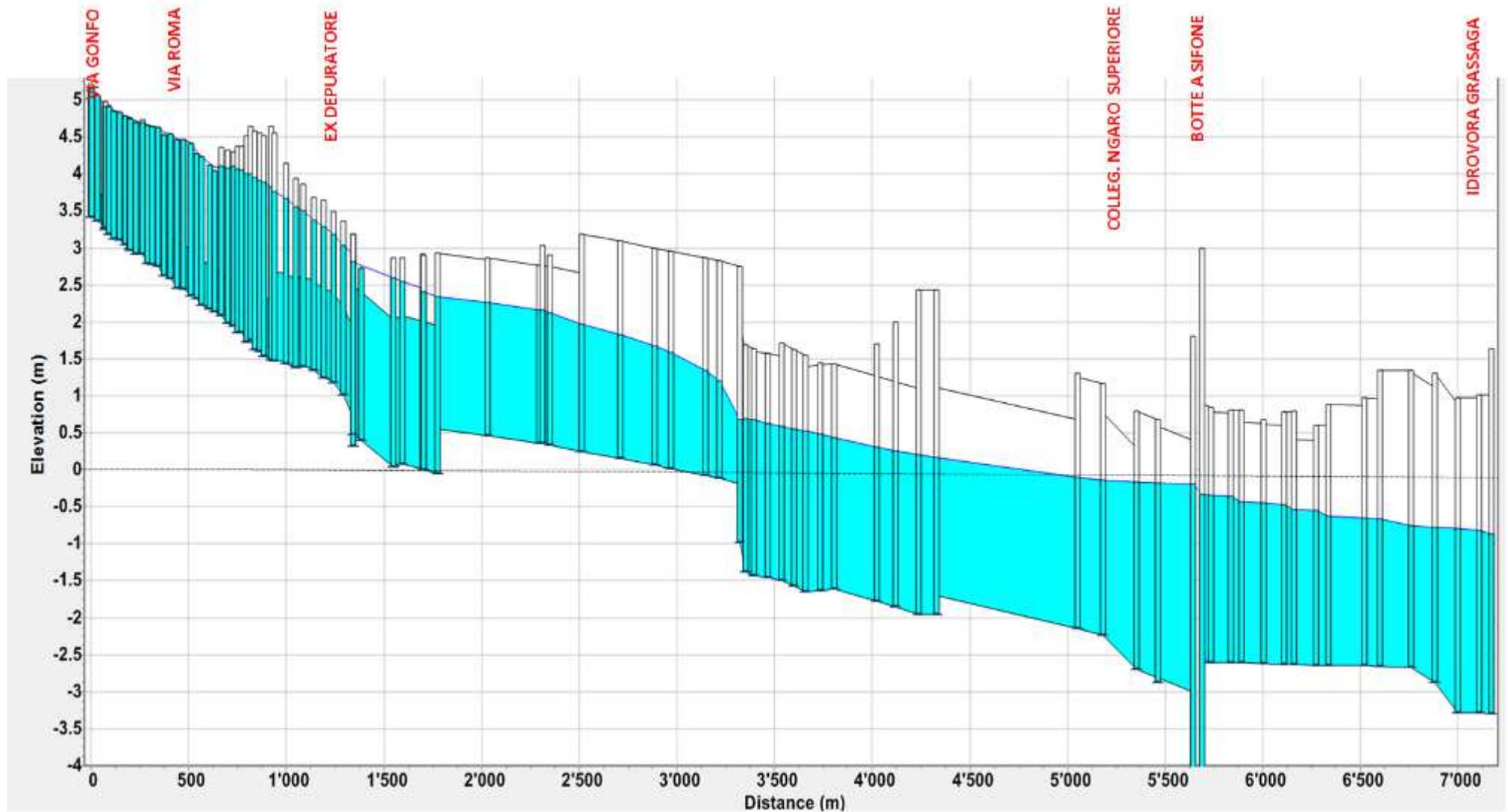
Pur essendo caratterizzato dal medesimo tempo di ritorno statistico, questo evento non determina l'annullamento del franco di bonifica presso le aree agricole più depresse del bacino.

Questo si spiega ricordando che, a parità di tempo di ritorno, una maggior durata determina una maggior precipitazione complessiva ma una minor intensità e che l'evento più critico per un sistema è per definizione quello caratterizzato da durata uguale al suo tempo di corrivazione: infatti una precipitazione a carattere temporalesco come quella qui analizzata ha evidenziato i limiti della struttura di smaltimento urbana.



Confronto tra livelli simulati a parità di tempo di ritorno (Tr50 anni) per diverse durate (1 o 3 ore)

Il profilo seguente, riferito al momento immediatamente successivo alla fine dello scroscio (ore 11:00 nelle ipotesi di simulazione), evidenzia come per eventi estremamente intensi e brevi i due sistemi idraulici (urbano e bonifica) siano quasi indipendenti nelle prime fasi della piena. La rete fognaria manifesta infatti evidenti sovrappressioni mentre il sistema ricevente mostra ancora quote di lavoro ordinarie (vd. quota presso idrovora Grassaga nel profilo seguente, coincidente con le quote ordinarie).



Profilo istantaneo ore 11:00 (fine scroscio Tr50 anni 62mm/ora) da Via Gnfo all'idrovora di Grassaga

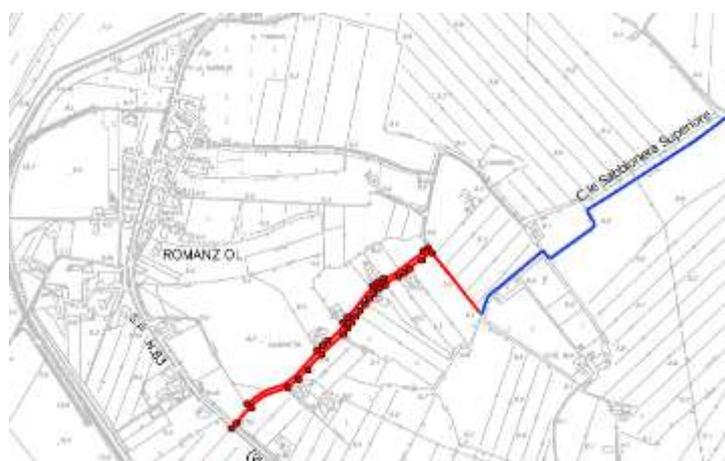
3 SCENARI PROGETTUALI

Gli scenari progettuali che interessano la rete idraulica di Noventa di Piave sono descritti al cap. 11 della Relazione Illustrativa, per tutti i livelli di competenza, coinvolgendo pertanto la rete regionale, consortile, comunale e privata.

Nel presente approfondimento è stato analizzato nello specifico il comportamento delle reti urbane ed il relativo rapporto con i sistemi di smaltimento principali (rete di bonifica). Come previsto dal P.T.C.P., infatti, il Piano pur considerando il quadro progettuale complessivo del bacino idrografico, analizza e propone soluzioni per le problematiche a scala locale. La proposta è organizzata per stralci successivi, in risposta ad eventi caratterizzati da crescente tempo di ritorno, fino a $T_r = 50$ anni, in linea con gli obiettivi che la DGR 1322/2006 e le successive pongono per gli interventi di trasformazione.

3.1 Programma di manutenzione ordinaria per i fossati di Via veronese

La criticità evidenziata con la prima fase del Piano relativamente nella frazione di Romanzol, la quale è legata alle



capacità di deflusso dei fossati privati a comunali di Via Veronese, ricettori di comparti agricoli e residenziali, è stata temporaneamente risolta con un intervento di manutenzione svolto in collaborazione tra Consorzio di Bonifica e Comune di Noventa di Piave.

- CAPOFOSSO DA ESCAVARE
- TRATTI TOMBINATI DA PULIRE

Interventi eseguiti fossati di Via Veronese

Gli elevati tiranti di allagamento registrati negli anni (maggiori ai 50cm in alcuni punti, tanto da richiedere la chiusura della sede stradale) determinano tuttavia la necessità di continuare a considerare questa situazione come una potenziale problematica a livello comunale nonostante gli interventi svolti.

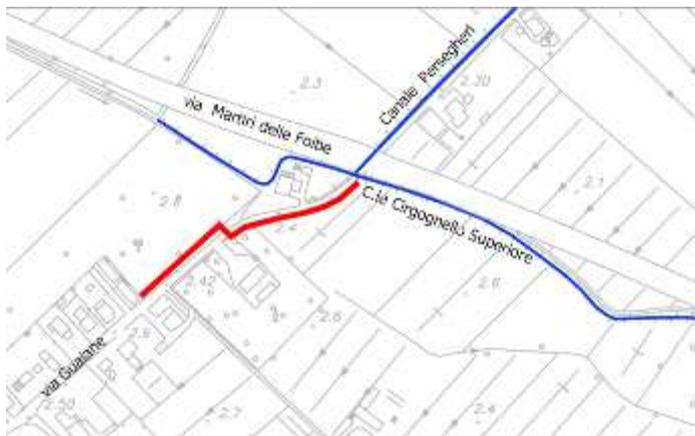
Per questo motivo, tenendo conto che tali fossati privati e laterali alla viabilità assumono il carattere di collegamento tra le reti urbane della frazione di Romanzol ed il canale consortile Sabbionera, essi assumono un carattere strategico di pubblico interesse e possono pertanto entrare nel programma comunale di manutenzione.

A tal proposito potrà essere formalizzata una convenzione con tra il Comune ed il Consorzio di Bonifica affinché l'operazione venga eseguita annualmente con mezzi consortili.

3.2 Stralcio 1: Scolmatrice Via Guaiane

L'intervento consiste nella posa di condotta D1400 a completamento della linea scolmatrice D1000 esistente. Come individuato al par. 11.3 della Relazione Illustrativa, l'intervento è di competenza Comunale ed è stato inserito tra quelli oggetto di co-finanziamento Regionale ai sensi della D.G.R. 1767 del 29/09/2014 per un importo di 90'957,12 €.

L'intervento ha come obiettivo principale il riordino della rete, dato che allo stato di fatto la linea scolmatrice D1000 raggiunge il ricettore Cirognello attraversando un fossato privato. La valenza pubblica di tale tratto è pertanto non compatibile con le caratteristiche di fossato privato, anche in termini di manutenzione ordinaria



Estratto prog. Via Guaiane

Rispetto all'esistente fossato (vd. sez. 19 Elab. 15A) l'intervento non prevede un aumento di sezione ma, con la posa di una condotta D1400 si conseguono i seguenti obiettivi:

- Separazione dei deflussi di natura urbana da quelli agricoli del comparti a nord di Via Guaiane;
- Garanzia di livelletta di fondo coerente con la condotta scolmatrice urbana a prescindere dalle manutenzioni private;
- Riduzione della scabrezza dovuta alla presenza di vegetazione nel fossato.

Visto che al momento del rilievo il fossato mostrava un interrimento di quasi 60cm nel tratto iniziale (tav. 14A), il confronto tra *ante* e *post-operam* attesta un localizzato beneficio anche in termini di livello idraulico, oltre che nei termini gestionali sopra descritti.

Noto infine che lungo Via Guaiane scorre una linea di magra D400-D500 ed una linea di sfioro D1000, eventuali condizioni di sovraccarico della prima andranno trattati ottimizzando gli esistenti punti di collegamento (sfioro) tra le due linee.

3.3 Stralcio 2: Interventi in risposta a Tr 50 anni: potenziamento opere di bonifica e di prima raccolta urbana

L'analisi riferita a tempo di ritorno cinquantennale ha evidenziato la crisi sia dei sistemi di prima raccolta sia dei sistemi di smaltimento principali (profilo istantaneo par. 2.4.4)

In particolare la criticità si mostra legata alla tipologia di evento e pertanto, a parità di tempo di ritorno statistico, fenomeni brevi ed intensi evidenziano i limiti della rete fognaria urbana mentre piogge di durate maggiori (es: 3 ore) portano al limite i sistemi di bonifica determinando allagamenti delle aree agricole più depresse. La morfologia del territorio comunale (par. 2.1.1), con il centro urbano collocato sul dosso alluvionale del Piave, fa sì che i due sistemi di smaltimento siano tra loro scarsamente influenzati e pertanto un eventuale innalzamento dei livelli idrometrici dei ricettori, anche con eventuale allagamento delle campagne più depresse (quota +0,60m slm), non determina un fenomeno di rigurgito verso i sistemi del centro.

3.3.1 Potenziamento opere di bonifica: nuovo impianto idrovoro

Ricordando che nell'ambito della riorganizzazione del bacino servito dall'impianto idrovoro Grassaga è stato realizzato negli anni recenti un collegamento idraulico con il bacino Ongaro Superiore ed in particolare con la rete afferente all'idrovora di Cittanova, nota la necessità di potenziamento del sistema smaltimento complessivo a servizio dei bacini, si prevede la realizzazione di una nuova postazione idrovora ubicata in prossimità di Calvecchia nel Comune di S. Donà di Piave con scarico nel canale Navigabile. In tale posizione l'impianto di progetto può:

- a) lavorare in supporto all'idrovora Grassaga per i territori a scolo meccanico dei Comuni di Noventa e S. Donà di Piave;
- b) lavorare in supporto all'idrovora Cittanova per i territori a scolo meccanico del Comune di S. Donà di Piave ed in particolare per l'area di Calvecchia, più prossima alla nuova postazione di sollevamento ed oggi maggiormente caratterizzata da sofferenza;
- c) previa adeguamento della rete fognaria di S. Donà di Piave, offrire supporto allo smaltimento delle portate di pioggia del centro urbano sandonatese, soprattutto per la porzione prossima alla linea ferroviaria;
- d) favorire l'immissione del canale Cirogno nel ricettore Navigabile-Brian nei casi in cui i livelli di quest'ultimo siano particolarmente sostenuti e mettano in crisi il bacino Cirogno-sub Romanzio: si migliorerebbero così anche i deflussi delle aree oggi caratterizzate da scolo naturale (circa 1'000 ha) che ricadono nella parte settentrionale di Noventa di Piave (vd. tav. 07).

L'esistente canale di collegamento tra bacini Ongaro Superiore e Cirgogno Sub Grassaga ha già una sezione idraulica considerata idonea alle portate da trasferire e si ritengono pertanto ottimizzati i costi dell'intervento. Data la forte variabilità delle portate affluenti alla nuova postazione idrovora e dei livelli di aspirazione, si prevede l'installazione di un sistema di un sistema di pompaggio a portata variabile, compresa tra i 5 e i 10 m³/s. L'intervento consiste pertanto in:

- opere civili per la realizzazione di postazione idrovora e cabina di trasformazione;
- installazione di pompaggio a portata variabile, compresa tra i 5 e i 10 m³/s, a prevalenza geodetica massima di 2,50 m, completa di condotta di mandata, quadro di comando, cabina di trasformazione;
- installazione di griglia, sgrigliatore automatico e nastro trasportatore.

A ciò si aggiunge, per raggiungere anche la finalità di cui alla lettera d) del precedente elenco:

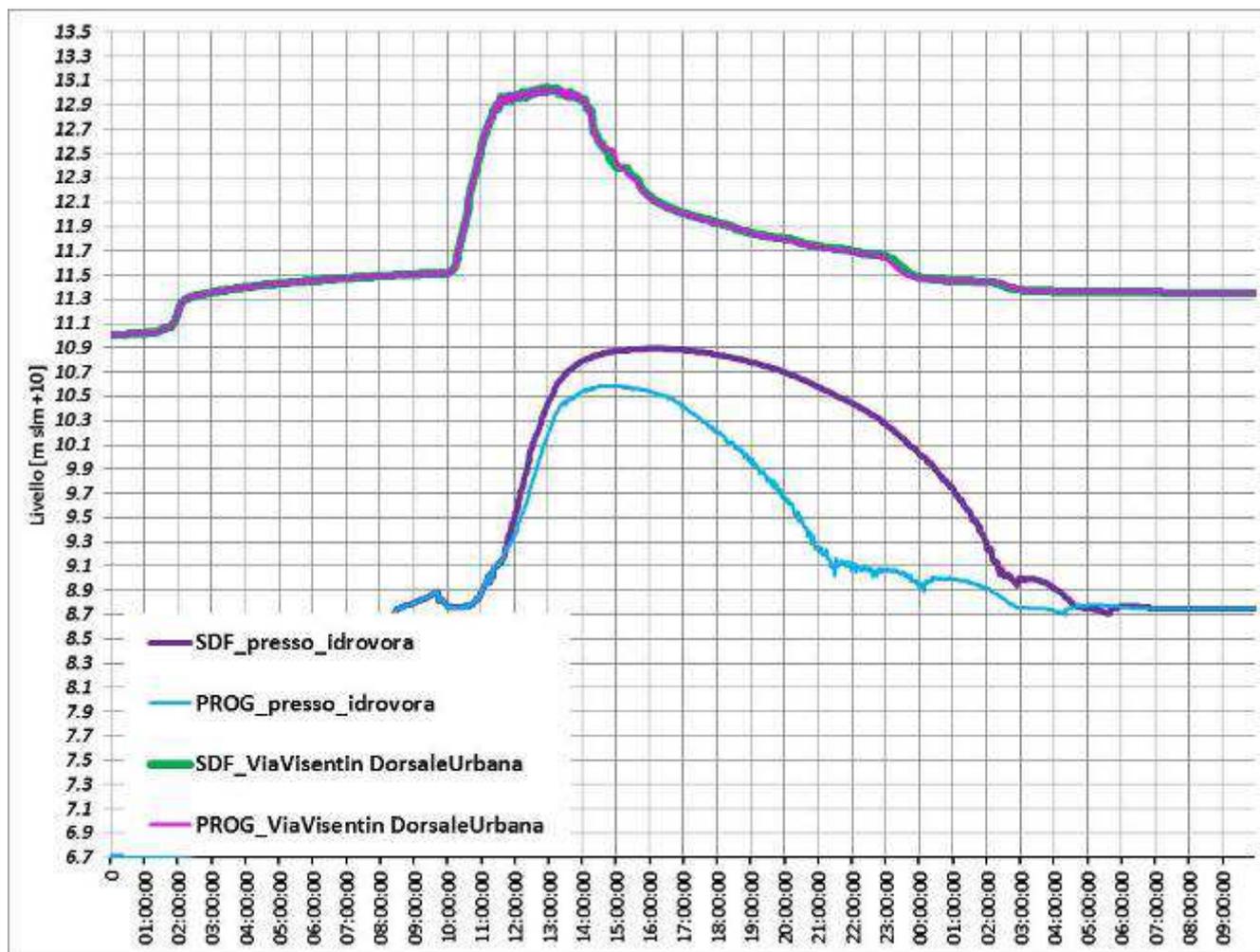
- adeguamento dell'esistente sostegno (ora a finalità irrigua) sul canale arginato Cirgogno presso lo scarico nel canale Navigabile;
- realizzazione di manufatto di collegamento del canale Cirgogno alla vasca di aspirazione, con presa a monte del sostegno;
- posa di paratoia per isolamento idraulico della vasca di aspirazione dell'impianto dalla rete a scolo meccanico per i casi in cui l'idrovora debba funzionare a servizio del sistema Cirgogno.

L'intervento è stato individuato nella pianificazione del Consorzio di Bonifica Veneto Orientale e nei Piani delle Acque di S. Donà e Noventa, con una stima preliminare dei costi di realizzazione, oneri e spese che ammonta a 1'500'000 €, di cui il primo stralcio di 1'000'000€ rivolto alla realizzazione di nuova postazione idrovora e beneficio immediato per le aree a scolo meccanico ed il secondo stralcio per 500'000 € rivolto al passaggio da scolo naturale ad alternato per le aree afferenti al Cirgogno..

Gli effetti dell'intervento per il territorio di Noventa di Piave possono essere analizzati in modo semplificato immaginando di posizionare un ulteriore pompaggio di 6 m³/s presso l'esistente idrovora Grassaga, analizzando il beneficio atteso per due diversi punti della rete di smaltimento: la dorsale urbana di Via Visentin e la rete di bonifica in prossimità dell'idrovora Grassaga (evidenziati in rosso nella seguente immagine).

In rosso i due punti in cui viene di seguito illustrato l'andamento del livello simulato durante l'evento (uno nella rete urbana, uno nel sistema di bonifica)





Confronto livelli stato di fatto – stato di progetto per due diversi punti della rete: dorsale fognaria urbana e bonifica, Tr50 anni durata evento 3 ore

Come evidenziato dal grafico, il beneficio si rende evidente solo per il sistema di smaltimento principale, portando ad un contenimento dei livelli simulati al di sotto di quota 10,60 ed accorciando i tempi di smaltimento della piena.

Un modello idraulico dedicato ai territori a scolo naturale di Noventa di Piave (Romanzio a campagne limitrofe all'autostrada) evidenzerebbe infine il beneficio legato all'intervento per le zone afferenti ai corsi d'acqua Sabbionera e Fossa Nuova, affluenti del Cirogno. Nella configurazione di progetto, infatti, tale bacino sarebbe convertito a scolo alternato con una disconnessione idraulica – solo a necessità - del sistema idraulico del Cirogno dall'asse Navigabile – Brian.

3.3.2 Potenziamento dorsali urbane

Come evidenziato al par. 2.4 la rete urbana comunale, nonostante non sia dimensionata per eventi estremi e dal punto di vista analitico mostri per brevi fasi della piena livelli piezometrici superiori al cielo condotta ed in alcuni casi anche al piano stradale, tuttavia non determina di fatto allagamenti grazie alla favorevole giacitura del nucleo abitato rispetto al sistema di recapito. Le momentanee situazioni di crisi dei sistemi fognari non si traducono, pertanto, in fenomeni di rigurgito e rientrano rapidamente con smaltimento della piena verso i ricettori.

Per questi motivi il presente Piano non individua una emergenza idraulica in riferimento alla rete comunale, né una priorità di intervento, riservando all'orizzonte del tempo di ritorno cinquantennale il programma interventi sulla rete fognaria.

Come evidenziato al par. 2.4.1e 2.4.2 le prime dorsali a mostrare piezometriche superiori al piano stradale sono quelle di Via Ca'Memo e Gonfo, seguite per eventi molto intensi (62mm in 1 ora) da Via Roma e Guaiane.

Tenuto conto che al nodo idraulico corrispondente all'incrocio Via Roma – Via Visentin (di seguito indicato con pallino nero) afferiscono circa 40ha di territorio urbano (di seguito in rosso), assumendo un coefficiente di deflusso minimo di 60 l/s/ha per quantificare in via preliminare il picco di portata in arrivo dal centro urbano, si deduce che la portata di punta della condotta di Via Visentin possa raggiungere per eventi temporaleschi cinquantennali valori dell'ordine dei 2'400 l/s e pertanto a ritenere insufficiente l'esistente condotta D1200.

40 ha urbani afferenti al nodo Via Roma - Visentin

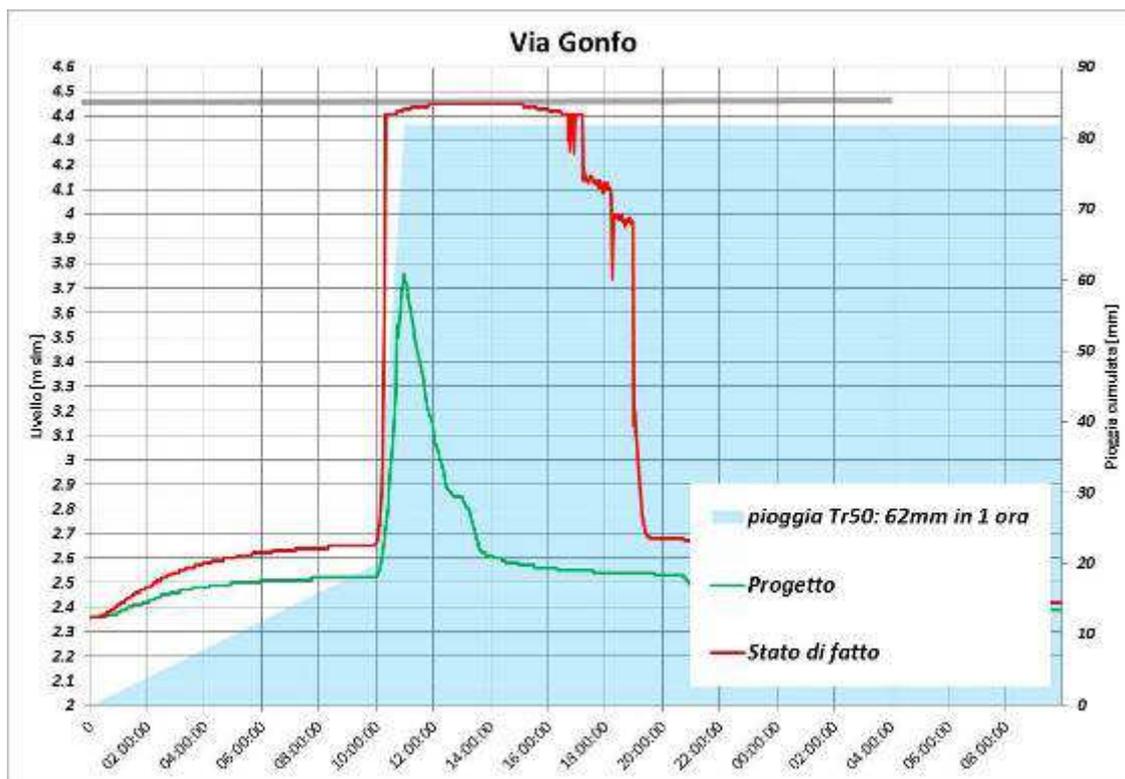


In alternativa al potenziamento della dorsale fognaria di Via Visentin, è stato verificato il beneficio legato al seguente programma interventi:

- potenziamento del canale Confine nel tratto tombinato (esistente D1200);
- miglioramento del collegamento tra drenaggio urbano e canale Confine con posa di condotta meteo D1000 lungo Via Roma per una lunghezza di 400m a monte del collegamento D1000 esistente;
- miglioramento del collegamento tra drenaggio urbano e canale Confine da Via Gonfo lungo Via Tasso per una lunghezza di 400m, da realizzare in condotta (D1000) o con fossato a cielo aperto;

Naturalmente le due condotte D1000 qui proposte si configurano come scolmatrici (in particolare lungo Via Roma ne esiste già il tratto finale per una lunghezza di 120m circa) e pertanto si rende necessario, qualora al momento della posa la rete fognaria comunale sia ancora di tipo misto, progettare congiuntamente all'Ente gestore l'opportunità di prevedere un dispositivo di sfioro analogo a quello oggi esistente o in alternativa di separare le due linee.

La misura del beneficio idraulico legato a questo quadro interventi, con solo riferimento alle portate di pioggia, viene schematizzata osservando l'andamento del livello nel tempo in Via Gonfo allo stato di fatto e di progetto.



Confronto stato di fatto – prog. per Tr50 anni simulato presso incrocio Gonfo – Montale (62mm tra le 10:00 e le 11:00)

Il pre-dimensionamento del nuovo tombinamento del canale Confine è stato condotto considerando che vi afferiscono 60 ha a destinazione agricola - case sparse e, a seguito del miglioramento dei collegamenti sopra elencati, ulteriori 40 ha urbani.

Considerando un contributo specifico di 15 l/s/ha per la prima porzione del bacino e di 40 l/s/ha per la seconda (parzializzato perché il deflusso verso il canale Confine sarebbe complementare a quello attuale verso Via Visentin) si ha una stima della portata di picco del tratto finale del tombinamento in 2'500 l/s, che porta al pre-dimensionamento della condotta con un D1800.



Adeguamento dorsali urbane per Tr 50 anni

L'importo dei lavori è stato stimato in modo parametrico, riservando alle successive fasi progettuali una definizione più compiuta, anche a seguito dell'analisi dei sottoservizi da condurre nell'ambito della progettazione definitiva.

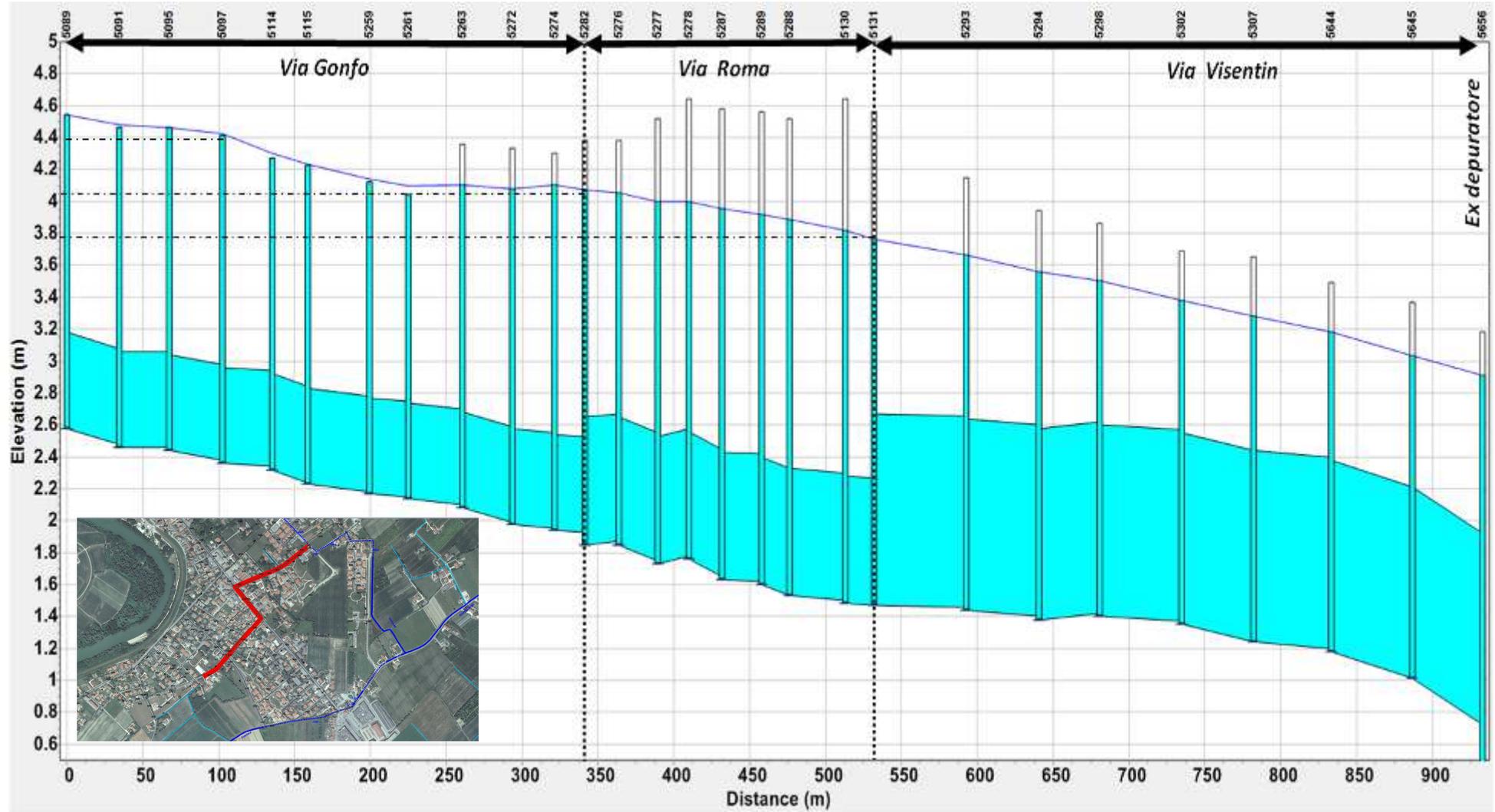
| Tr = 50 anni: stima preliminare del costo lavori | | | | |
|---|---------------------|------------------------|--|------------------------------------|
| NOME VIA | L TRATTA [m] | DIMENSIONI [mm] | stima parametrica prezzo unitario fornitura+posa[€] | STIMA PARAMETRICA COSTO [€] |
| <i>Diversivo Via Gonfo e adeguamento sfioro</i> | 400 | D1000 | 350 | 140'000 |
| <i>Via Roma e adeguamento sfioro</i> | 400 | D1000 | 420 | 168'000 |
| <i>Canale Confine tombinato</i> | 500 | D1800 | 650 | 325'000 |
| | | | | |
| TOTALE LAVORI € | | | | 633'000 |
| + SICUREZZA + I.V.A. + SOTTOSERVIZI + SPESE GENERALI | | | | |

L'alternativa a cielo aperto per il diversivo di Via Gonfo lungo Via Tasso, tenendo conto che la profondità di scavo sarebbe di 1,3m e la bocca del fossato pari a 5,0m, implicherebbe lo scavo di una sezione di 3,9 m² /m per un costo lavori stimabile su base parametrica in 20'000 €, cui aggiungere però l'esproprio dell'area o l'istituzione di servitù.

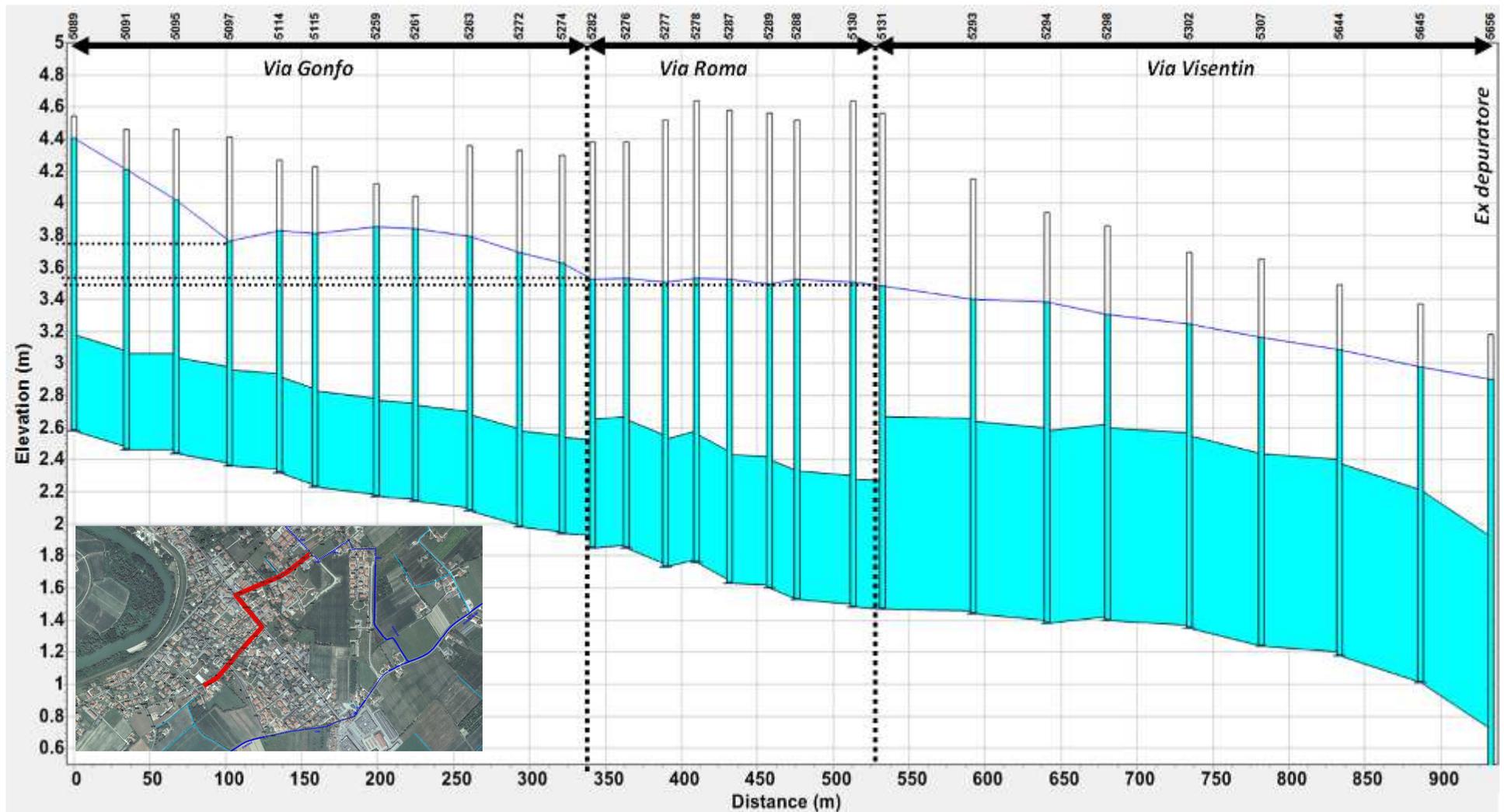
I due profili idraulici seguenti, l'uno riferito allo stato di fatto e l'altro allo stato di progetto, mostrano come l'intervento determini un beneficio atteso di circa 50 cm nel momento di massima portata (fine scroscio) presso l'incrocio tra Via Gonfo e Via Roma, passando da un livello atteso in condotta di 4,05m slm (stato di fatto) ad un livello di 3,55 m slm(progetto).

Il confronto tra i due profili mostra inoltre come gli interventi previsti, favorendo la sfioro delle portate eccedenti verso il canale Confine, determinino un minor carico sulla condotta di Via Roma, riducendo fortemente le perdite di carico distribuite anche sulle tratte non direttamente interessate da potenziamento..

Trattandosi di interventi rivolti alla rete fognaria comunale mista, a fronte di questo pre-dimensionamento, va considerato che la posa di una nuova linea urbana ricevente gli eccessi meteorici va progettata all'interno del programma di progressiva separazione delle reti, e va pertanto pianificata di concerto con l'Ente gestore del Servizio idrico e l'Autorità d'Ambito, ottimizzando ove possibile gli interventi rivolti alla sicurezza idraulica con gli obiettivi di natura depurativa e gestionale. Del resto l'orizzonte temporale molto elevato legato a questo quadro interventi, legato a tempi di ritorno cinquantennali come suggerito dalle direttive regionali, consente di pianificarne una progettazione condivisa.



Profilo istantaneo a fine evento: 62mm in 1 ora (Tr50 anni) STATO DI FATTO (tracciato in rosso: Via Gonfo – Roma - Visentin)



Profilo istantaneo a fine evento: 62mm in 1 ora (Tr50 anni) STATO DI PROGETTO (tracciato in rosso: Via Gonfo – Roma - Visentin)

4 CONCLUSIONI

Il presente approfondimento, che si basa sulle analisi condotte a scala di bacino per l'intero territorio comunale, ha focalizzato i sistemi di deflusso comunali con un modello a moto vario che relazionasse le reti fognarie urbane con il sistema ricevente. La geometria della rete, ricostruita con la collaborazione dell'Ente gestore, è stata verificata con rilievo topografico.

Il territorio urbano di Noventa di Piave, grazie all'assetto morfologico che lo caratterizza, non presenta gravi criticità idrauliche nel centro abitato come ricostruito nell'ambito della prima fase di studio. Il modello ha evidenziato un elevato livello di indipendenza tra il sistema urbano ed il sistema di bonifica, legato sia alla conformazione del bacino sia ai diversi tempi di risposta dei comparti urbani rispetto alle aree agricole.

L'analisi ha evidenziato tuttavia la crisi sia del sistema di prima raccolta sia del sistema di bonifica in corrispondenza di un evento caratterizzato da tempo di ritorno statistico di 50 anni. In particolare, a parità di frequenza probabile di accadimento, i due sistemi di smaltimento mostrano le proprie carenze in risposta ad eventi di durata diversa: un'ora per il sistema urbano e almeno 3 ore per il sistema di bonifica.

È stato quindi sviluppato un quadro progettuale riferito alle opere di bonifica, il quale prevede la realizzazione di un nuovo impianto idrovoro a servizio di S. Donà di Piave e Noventa di Piave: in particolare per il territorio comunale il maggior beneficio sarà riservato alle aree agricole più depresse ed ai territori di Romanziol, oggi soggetti a scolo naturale.

In affiancamento a tale intervento è stato pre-dimensionato il potenziamento delle principali dorsali di drenaggio urbano, da attuare dapprima con il completamento della linea scolmatrice di Via Guaiane e solo come orizzonte finale con il potenziamento delle linee di drenaggio urbano.

Le linee di potenziamento proposte sono individuate in modo schematico, lasciando ai successivi sviluppi progettuali la definizione precisa del tracciato, a fronte di verifiche preliminari che coinvolgano anche la mappatura dei sottoservizi: le proposte qui delineate rappresentano pertanto la risposta ad una necessità di drenaggio ma non un vincolo sul tracciato coinvolto. Di tali interventi sono stati stimati in modo parametrico i costi, riservando alle successive fasi progettuali la definizione di un quadro economico completo.

Poiché Noventa di Piave è servita da rete mista, necessariamente gli sviluppi progettuali futuri per il potenziamento delle dorsali urbane dovranno affrontare la problematica congiuntamente alle prospettive di separazione, conducendo una progettazione integrata con l'Ente Gestore del Servizio Idrico.

La presente analisi rappresenta da un lato la base di partenza per ulteriori approfondimenti e per l'avvio alla progettazione per le aree qui analizzate, dall'altro essa costituisce uno schema di studio da estendere anche ad altre situazioni nel territorio comunale, in un programma di continuo aggiornamento del Piano.

5 APPENDICE 1: MODELLO DI CALCOLO

Di seguito si riporta una breve descrizione di come il codice di calcolo opera e di quali sono i parametri fondamentali sia in fase di calibrazione e di progettazione.

InfoWorks ICM è il più recente e completo applicativo di simulazione idraulica sviluppato dalla software house internazionale Innowyze. Il software nasce per consentire la modellazione numerica integrata di alvei fluviali, reticoli di bonifica e fognature urbane. La sua flessibilità di applicazione consente quindi di rappresentare in modo completo e accurato tutte le situazioni reali dei corsi d'acqua anche quando sono presenti complesse interferenze con reticoli fognari e/o di bonifica.

All'interno di un'unica interfaccia utente si possono quindi rappresentare sezioni fluviali aperte con approccio monodimensionale, domini bidimensionali, reti di drenaggio chiuse e tutti i manufatti speciali presenti in ambito fluviale o fognario (ponti, soglie, sollevamenti, scaricatori di piena ecc).

Le aste fluviali possono quindi essere liberamente rappresentate, secondo le preferenze dell'utente, sia con un dominio interamente 2D (comprendente sia l'alveo inciso che le golene) che con modellazione mista (generalmente 1D per l'alveo inciso e 2D per le zone di espansione golenali).

a) Punti di forza dell'applicativo software

I punti di forza principali dell'applicativo derivano dalla sua ampissima gamma di applicazione che ne consente l'utilizzo di qualsiasi situazione reale senza bisogno di artifici o semplificazioni. L'interfaccia utente semplice e completa, la velocità di calcolo e la robustezza dell'approccio numerico completano il prodotto rendendolo facilmente fruibile a tecnici del settore.

b) Modelli Idrologici disponibili

In InfoWorks ICM sono disponibili una serie di modelli di trasformazione afflusso-deflussi. E' quindi possibile sollecitare il modello geometrico con diverse condizioni al contorno tra cui anche degli opportuni ietogrammi di pioggia incidenti in diversi sottobacini.

A scelta l'utente può scegliere tra questi modelli idrologici:

- Formula Razionale
- Modello CN (SCS)
- Modello Green-Ampt
- Modello Horton
- Modello New UK
- Modello dell'Infiltrazione costante
- Modello di Horner

c) Approccio numerico della componente 1D

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

Le equazioni sono le seguenti:

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad (1)$$

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

ove:

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

In particolare, la (1) è l'equazione di continuità in moto vario in assenza di afflussi e deflussi laterali, la (2) è l'equazione del momento della quantità di moto; quest'ultima può essere scritta in più forme, in funzione della scelta delle variabili dipendenti. La cadente piezometrica viene computata con varie possibili metodologie (a scelta dell'utente): in InfoWorks sono infatti disponibili le equazioni di Colebrook-White, Manning e Strickler.

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

Le equazioni di cui sopra sono valide fino a quando il condotto non entra in pressione, per permettere a InfoWorks di simulare anche situazioni di condotte in pressione (senza problemi nella transizione da uno stato all'altro) il motore di calcolo adotta la tecnica dello slot per il quale si ipotizza la presenza di una piccola fessura alla sommità della condotta e fino al piano campagna. Così facendo il motore di calcolo non incontra nessuna discontinuità nella transizione da moto da gravità a quello in pressione (per tubi in cui invece permane costantemente il moto in pressione, come le condotte di

mandate presenti nel modello, è possibile utilizzare un sistema di equazioni più appropriato che elimina l'artificio dello slot).

L'applicabilità di questo metodo di soluzione è stato testato in centinaia di studi e applicazioni anche con riscontri di misure idrometriche ottenuti su dei bacini sperimentali.

Ci sono alcune limitazioni sull'utilizzo di questo approccio sono:

- I risultati sono semplificati per elementi molto pendenti e per le quali comunque InfoWorks produce dei risultati comunque vicini alla realtà;
- Il rialzo idraulico (ovvero quella discontinuità che si nota nei profili di rigurgito dove un tubo molto pendente incontra un tubo a bassa pendenza per cui l'acqua forma un vero e proprio sovrizzo improvviso) non viene rappresentato in modo preciso ma il passaggio da corrente veloce a lenta viene computato su una certa distanza (qualche metro a seconda della geometria della situazione reale).

Si noti che la metodologia di calcolo a moto vario è in grado di tener conto anche dei volumi in gioco e quindi di tener conto delle attenuazioni dell'onda di piena quando questa riempie dei volumi disponibili in alveo o in vere e proprie vasche di espansione opportunamente rappresentate nel modello.

d) Approccio numerico della componente 2D

Il modello usato per la rappresentazione matematica del flusso 2D è basato sull'equazione dell'acqua superficiale, relativa cioè all'altezza media che si ricava dalle equazioni di Navier – Stokes:

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

$$\begin{aligned} \frac{\partial(hu)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} (hu^2 + gh^2/2) + \frac{\partial(huv)}{\partial y} \\ = S_{0,x} - S_{f,x} + q_{1D}u_{1D} \end{aligned} \quad (2)$$

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

Dove:

- h è l'altezza dell'acqua;
- u e v sono rispettivamente le velocità nelle direzioni x e y ;
- $S_{0,x}$ e $S_{0,y}$ sono rispettivamente le pendenze dell'alveo nelle direzioni x e y ;

- $S_{f,x}$ e $S_{f,y}$ sono rispettivamente gli attriti nelle direzioni x e y;
- q_{1D} è la portata per unità di area;
- u_{1D} e v_{1D} sono rispettivamente le componenti di velocità della portata q_{1D} nelle direzioni x e y.

Questa formulazione conservativa dell'equazione dell'acqua superficiale è discretizzata utilizzando un sistema di primo ordine esplicito del volume finito.

La tecnica di frazionamento del flusso assicura la proprietà del buon equilibrio bilanciando la pendenza con la pressione, termini a riposo.

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

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

6 APPENDICE 2: RILIEVO PLANO – ALTRIMETRICO COMUNE DI NOVENTA DI PIAVE

Il rilievo plano-altimetrico necessario alla predisposizione dello studio idraulico delle criticità di scolo delle acque in Comune di Noventa di Piave, è stato realizzato con strumentazione topografica idonea (vedi schede tecniche riportate di seguito). La georeferenziazione dell'intero piano quotato è stata fatta su base CTR usando i capisaldi forniti dalla Regione Veneto.

Il metodo generale di rilievo per la creazione del modello matematico è stato quello di creare un piano quotato, battendo i chiusini della rete fognaria nei nodi critici di scolo delle acque. Ogni chiusino è stato numerato con un codice identificativo come indicato nella planimetrie allegate (Elaborati 14).

Successivamente si è proceduto con l'ispezione delle "camere" dei pozzetti, e di ognuno si è predisposta la monografia di dettaglio (Elaborato 16), dove vengono specificate oltre alla quota di scorrimento delle tubazioni, le loro dimensioni, il materiale e le condizioni in cui verte la condotta.

Al rilievo delle condotte e dei pozzetti della rete fognaria si è affiancato il rilievo di sezioni significative dei canali scolmatori: procedendo da Ovest verso Est nella zona del centro urbano, il canale Guaiane, Gondulmera e Cirgognello Superiore, Stradata; nella zona industriale di via Calnova, Canale Caseratta, Rossi, Mortis (per il dettaglio e l'ubicazione delle sezioni rilevate di vedano le planimetrie allegate, Elaborati 14, e le tavole delle sezioni, Elaborati 15).

STRUMENTO STAZIONE TOTALE TOPCON QS3A CODICE QS-3AP10318



MISURA ANGOLARE

Lettura Minima 0,5"/1" (0,1/0,5 mgon) 1" / 5" (0.2/1 mgon) 1" / 5" (0,2/1 mgon)

Precisione 1" (0,3 mgon) 3" (1 mgon) 5" (1,5 mgon)

Compensatore Biassiale, Range di Compensazione $\pm 6'$

MISURA DELLA DISTANZA

Range di Misura

Modalità Prisma 1 prisma: 3.000 m / 3 prismi: 4.000 m

Modalità Senza Prisma (NP) da 1,5 m a 250 m

Modalità Senza Prisma (LNP) da 5,0 m a 2.000 m

PRECISIONE

Modalità Prisma 2 mm + 2 ppm

Modalità Senza Prisma (NP) 3 mm + 2 ppm

Modalità Senza Prisma (LNP) 10 mm + 1 ppm

INSEGUIMENTO / AUTO CENTRAMENTO

Velocità Rotazione/ Max. 85°/sec / Max. 15°/sec

Velocità Inseguimento

Raggio d'azione Inseguimento

Prisma Tipo 2 > 1.000 m

Prisma 360° A7 > 600 m

Precisione di auto collimazione 1,2 mm a 100 m

COMPUTER

Sistema Operativo / Processore Microsoft Windows® CE.NET 4.2 / Intel XScale PXA225 400 MHz

Display 3,5" TFT a colori LCD, Touch Screen

Memoria Rimovibile CF Card / USB Flash Memory

Interfaccia USB 1.1 Tipo Mini-B per ActiveSync / Tipo A per Memoria USB / RS-232C

COMUNICAZIONE WIRELESS

Unità Bluetooth Ver. 1.2, Classe 2

Radio Radio ad Espansione di Spettro, Raggio d'azione: ca. 1.000 m

PROTEZIONE AMBIENTALE

Protezione Polvere / Acqua IP54 (IEC 6029)

Temperatura d'esercizio da -20°C a +50°C

SPECIFICHE CONTROLLO REMOTO QUICK LOCK RC-4 (OPZIONALE)

Configurazione di sistema RC-4R Remoto e RC-4H Unità sulla Maniglia

Range Quick-Lock

Distanza 400 m

Angolo (H&V) $\pm 10^\circ$ / $\pm 4^\circ$

Comunicazione Dati Radio ad Espansione di Spettro / Bluetooth Ver. 1.2 Classe 2 / RS-232C

(RC-4R Remote)

STRUMENTO GPS TOPCON

Nr.2 GR-3 id: LCB-050902



CARATTERISTICHE DEL GPS-GR-3

- Digital UHF o Spread Spectrum Radio
- Avanzata Robusto Design System
- Opzionale interno GSM / GPRS / CDMA Cellular Communication
- 72 canali universali di monitoraggio
- RTK posizione 10Hz e l'osservazione crudo, 20Hz opzionale
- Tecnologia Bluetooth senza fili
- G3 Satellite tracking (GPS, Glonass, Galileo)

Il sottoscritto geom. Diego Cicuttin nato a Latisana il 05/01/1981, ed iscritto regolarmente all'Albo del Collegio dei Geometri di Udine alla posizione 3353. Dichiaro che gli strumenti qui sopra descritti sono stati collaudati in data 12/04/2011 cod. collaudo VX-GO.

