

CONSORZIO DI BONIFICA VENETO ORIENTALE

Portogruaro - San Donà di Piave (VE)

CITTA' METROPOLITANA DI VENEZIA

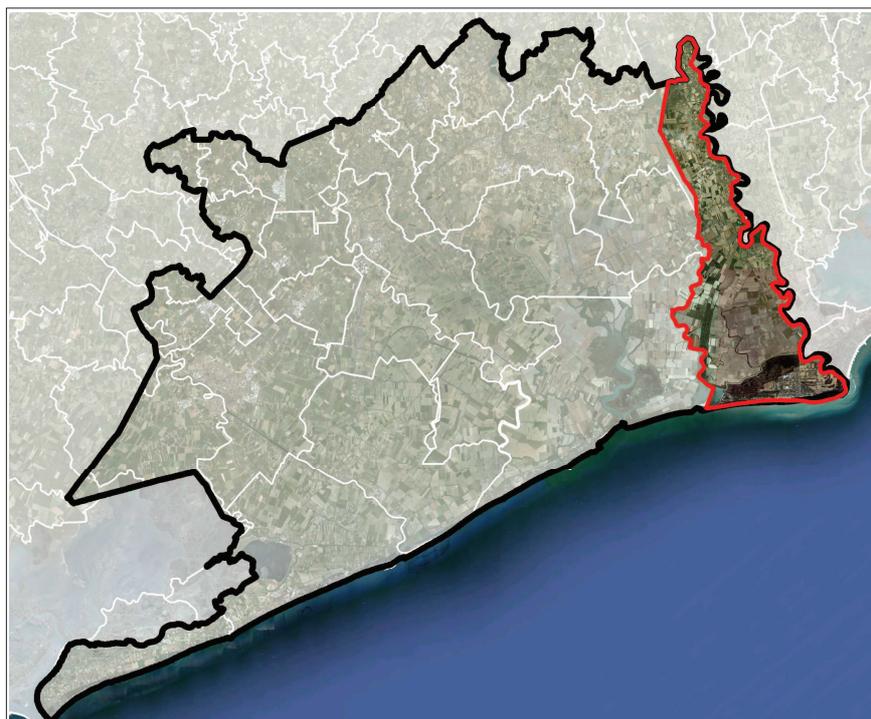
Comune di S. Michele al Tagliamento



PIANO REGOLATORE DELLE ACQUE

20

**FOCUS CAPOLUOGO E BIBIONE:
RELAZIONE IDRAULICA E STIMA DEI COSTI**



Redattori

Dott. Ing. Sergio Grego

Dott. Agr. Graziano Paulon

Collaboratori

Dott. Ing. Ornella Oliva

Dott. Ing. Erika Grigoletto

Dott. for. Marco Cavallaro

Giugno 2020

SOMMARIO:

1	PREMESSA	3
1.1	Piogge	4
2	S. MICHELE CAPOLUOGO	6
2.1	Inquadramento	6
2.2	Schematizzazione della rete	8
2.2.1	Sfiori	9
2.2.2	Condizioni al contorno	9
2.3	Calibrazione del modello	11
2.3.1	Parametri di calibrazione	11
2.3.2	Risultati della calibrazione	13
2.4	Stato di fatto: analisi idraulica	16
2.5	Progetto Fase 0: Abbassamento livello ricettore Fanotti	21
2.6	Progetto Fase 1: attuazione del progetto "Rete secondaria S. Michele"	23
2.7	Progetto Fase 2: Adeguamento sfioro Via Cipressi e condotta Via Bazzana	29
2.8	Progetto Fase 3: Nuova dorsale Via Curiel	32
2.9	Progetto Fase 4: Corso del Popolo	35
2.10	Capoluogo: Stima preliminare dei costi	36
3	BIBIONE	38
3.1	Inquadramento	38
3.2	Schematizzazione della rete	41
3.2.1	Nodi idraulici particolari	42
3.3	Condizioni al contorno	43
3.4	Calibrazione del modello	43
3.4.1	Parametri di calibrazione	44
3.4.2	Risultati della calibrazione	45
3.5	Stato di fatto: analisi idraulica	49
3.6	Progetto fase 0: Area di laminazione, nuovo scatolare VII e nuovo DN 1000 in PRFV	66

3.7	Progetto fase 1: Potenziamento idrovora consortile	74
3.8	Progetto fase 2: Miglioramento puntuale dei collegamenti urbano - bonifica.....	76
3.9	Progetto fase 3: Via Urano, C.so Sole, Via Maja e Parco del Donatore	80
3.10	Progetto fase 4: Due possibili alternative	87
3.10.1	Opzione 4A: Potenziamento del collettore VII tombinato lungo Via Orsa Maggiore	87
3.10.2	Opzione 4B: Area di laminazione interrata presso Luna Park.....	88
3.10.3	Confronto tra le opzioni 4A e 4B	89
3.11	Progetto fase 5: Via Aurora o Via Acquario - due opzioni a completamento della fase precedente.....	95
3.12	Progetto fase 6: Via Plutone e Nebulose.....	98
3.13	Progetto fase 7: Telecontrollo idrovora Bibione Pineda, allineamento telecontrollo depuratore e ulteriore potenziamento idrovora consortile.....	100
3.14	Bibione: stima preliminare dei costi	101

1 PREMESSA

La presente relazione tecnica costituisce un approfondimento del Piano ed è dedicata allo studio del comportamento del sistema fognario del capoluogo e della frazione di Bibione, verificandone la risposta ad eventi meteorici di differenti tempi di ritorno.

Nell'ambito della prima fase del Piano, sulla base di registrazioni storiche di allagamento e condivisione da parte dei diversi soggetti operanti sul tema (Protezione Civile, ente gestore servizio idrico LTA spa, Uffici tecnici Comunali, Consorzio di Bonifica), erano state individuate come principali criticità a scala comunale l'area del centro urbano del capoluogo e l'area della frazione di Bibione. Per questi motivi tali sistemi di deflusso sono stati sottoposti ad approfondimenti tecnici, acquisendo un livello conoscitivo più approfondito anche a mezzo di campagna topografica e verificandone il comportamento idraulico relativamente sia allo stato di fatto, sia a diversi scenari progettuali. Elemento fondamentale per questo livello di analisi, come previsto dal P.T.C.P., è dato dalla verifica del rapporto tra la rete di drenaggio urbano e il sistema idraulico ricevente.

Date le finalità del Piano, nonostante le due aree di indagine siano servite 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 alle medesime reti fognarie, nella maggior parte del Comune di tipo misto.

Le criticità rilevate nella prima fase del Piano interessano sia le frazioni di Villanova e Malafesta, sia il capoluogo, sia Cesarolo, sia il nucleo costiero di Bibione.

Per quanto concerne l'area del capoluogo, in particolare, gli allagamenti urbani registrati riguardano prevalentemente via Bassa, via Comugne e via Einaudi. Per indagare su queste aree si è costruito nella seconda fase di studio un modello idrodinamico rappresentativo di tutta la rete di fognatura mista presente nel capoluogo e della rete di bonifica ricettrice delle portate provenienti dal centro.

Relativamente all'area di Bibione, l'analisi è stata estesa all'intero bacino, includendo sia il sistema di drenaggio urbano, sia il nodo del depuratore comunale, sia il sistema ricevente di bonifica, con particolare attenzione all'area attigua a Via Costellazioni, storicamente caratterizzata dai più intensi fenomeni di allagamento urbano.

Sia in riferimento al capoluogo sia in riferimento a Bibione, lo studio si è articolato nelle seguenti fasi:

- indagini topografiche con apertura e schedatura di pozzetti della rete fognaria;
- indagine di supporto per tratte non ispezionabili da pozzetto, mediante utilizzo di georadar per la mappatura di collegamenti fognari occulti;
- indagine topografica di verifica e aggiornamento delle sezioni dei canali di scolo consortili;
- implementazione dei modelli idrodinamici con inserimento delle geometrie della rete e di tutti i parametri utili alla configurazione del modello;

- taratura dei modelli tramite dati raccolti durante eventi meteo accaduti nell'estate 2017 e registrati tramite l'utilizzo di sensori *area-velocity* in grado di misurare quote idrometriche e portate nelle condotte di fognatura mista durante eventi meteo;
- simulazioni del comportamento della rete allo stato di fatto, in risposta ad eventi con vari tempi di ritorno;
- definizione degli interventi di progetto e simulazioni dei vari scenari di progetto analizzati per vari tempi di ritorno;
- stima parametrica preliminare dei costi.

Il Piano ha incluso inoltre rilievi e analisi per le frazioni di Malafesta e Bevezana, mentre con riferimento a Cesarolo le indagini di dettaglio e la definizione delle soluzioni di progetto erano già state anticipate nella Fase 1 (Elab. 14A e B).

Come chiarito nella relazione illustrativa Elab. 01, il presente Piano delle Acque deve inserirsi in un quadro progettuale già esistente, che coinvolge sia la rete idraulica di bonifica sia la rete di prima raccolta, rispettivamente con riferimento al Piano Generale di Bonifica ed al Piano Generale di Fognatura. Il vero valore aggiunto di questo studio sta dunque nel focalizzare i benefici degli uni e degli altri interventi, integrando se necessario tale pianificazione con quanto l'analisi svolta dimostri necessario.

La presente relazione idraulica, pertanto, presenta gli esiti della modellazione idraulica per gli interventi previsti nell'Elab. tav. 12, per quanto concerne gli aspetti strettamente legati alla programmazione di livello comunale, riservando invece per le problematiche a scala di bacino (come quelle di Villanova) una progettazione di dettaglio nell'ambito dei singoli progetti in capo al Consorzio di Bonifica, come descritto nell'Elab. 01.

1.1 Piogge

Tramite il modello numerico implementato e calibrato così come descritto nei paragrafi precedenti, si è proceduto alla valutazione dello stato di fatto e di seguito di differenti scenari progettuali.

Le analisi sono state condotte con riferimento a tempi di ritorno delle precipitazioni di 5 e 30 anni. Lo ietogramma di progetto utilizzato è di tipo rettangolare ad intensità costante. Le durate del tempo di pioggia considerate sono pari a 1 e 2 ore e di queste si considererà la durata più gravosa per la rete in oggetto.

Le curve di possibilità pluviometrica adottate sono a tre parametri:

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

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	18,50	10,80	0,82
5	23,80	11,80	0,81
10	25,40	11,70	0,80
20	25,90	11,30	0,78
30	25,80	10,90	0,77
50	25,40	10,40	0,75
100	24,50	9,60	0,73
200	23,20	8,70	0,71

Coefficienti per la formulazione della CCP a tre parametri

Lo scopo della modellazione della rete del bacino San Giorgio è lo studio e la risoluzione della criticità presenti nell'area a sud ovest del capoluogo, negli ambiti di via Comugne, via Bassa e via Canal. Sono stati considerati eventi di durata pari a 1 e 2 ore. Come si evince dai risultati esposti di seguito, gli eventi di precipitazione di durata pari a 2 ore hanno effetti più gravosi per la rete di smaltimento in oggetto.

Le simulazioni sono state effettuate considerando uno ietogramma rettangolare ad intensità costante.

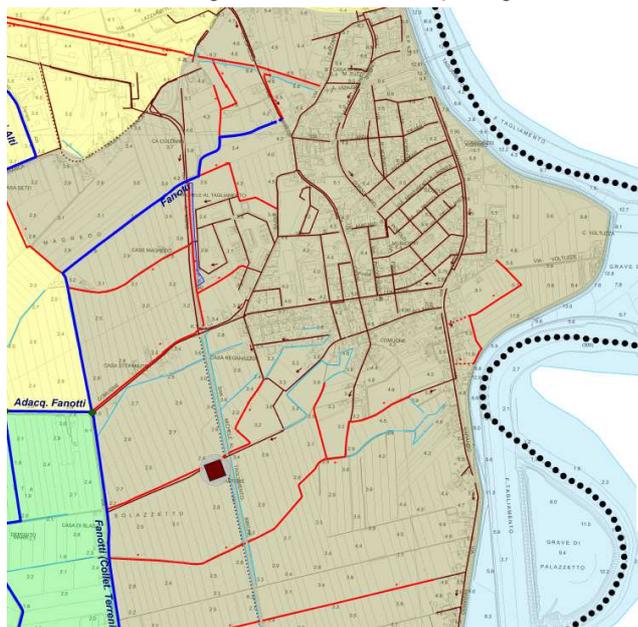
Gli ietogrammi utilizzati avranno durata paria a una e due ore e presenteranno le seguenti intensità di pioggia:

Tempo pioggia	TR [anni]	h [mm]	Intensità di pioggia ietogramma rettangolare [mm/ora]
1 ora	5	44,20	44,20
	30	58,40	58,40
2 ore	5	54,00	27,00
	30	72,90	36,45

2 S. MICHELE CAPOLUOGO

2.1 Inquadramento

La rete idraulica urbana del capoluogo del Comune di San Michele al Tagliamento è composta da fognatura di tipo misto, con sfiori al canale consortile Fanotti di tipo diretto o attraverso fossati privati. Il contributo di portata nera viene invece convogliato fino all'impianto di depurazione presente ad ovest della SP 47, poco più a sud di via Comugne, come evidenziato nella figura sottostante. Il capoluogo rientra nel bacino San Giorgio, che con un'estensione di circa 4'500 ha

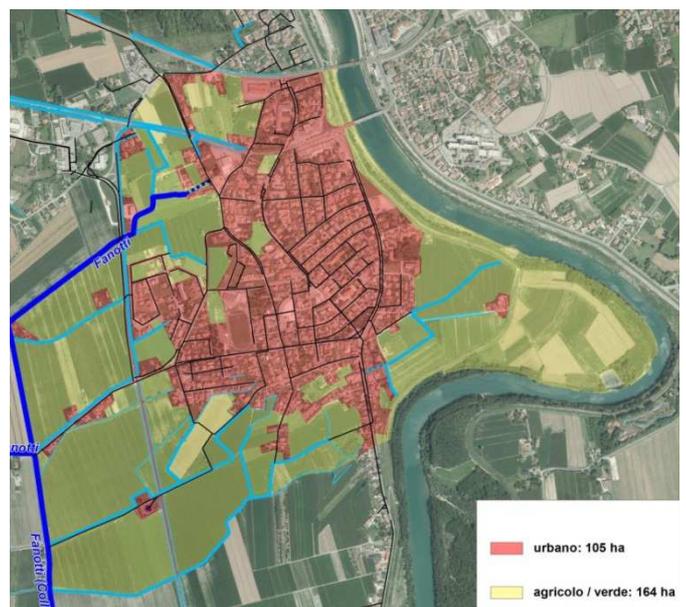


ed è caratterizzato da uno scolo in parte naturale, in parte meccanico, in parte alternato.

Inquadramento

In particolare la parte settentrionale del bacino è a scolo naturale o alternato verso il Tagliamento, la parte centrale, invece, scola naturalmente verso il canale Taglio ed infine la parte meridionale è caratterizzata da scolo meccanico ed afferisce all'impianto idrovoro di San Giorgio, il quale scarica nel canale Taglio. Si noti tuttavia che vi è la possibilità di derivare le portate della parte settentrionale verso la porzione centro – meridionale del bacino: tale possibilità è in fase di miglioramento nell'ambito del programma "Dorsale Verde", che prevede sia il potenziamento del sistema idrovoro finale, sia l'adeguamento dei collegamenti verso questo.

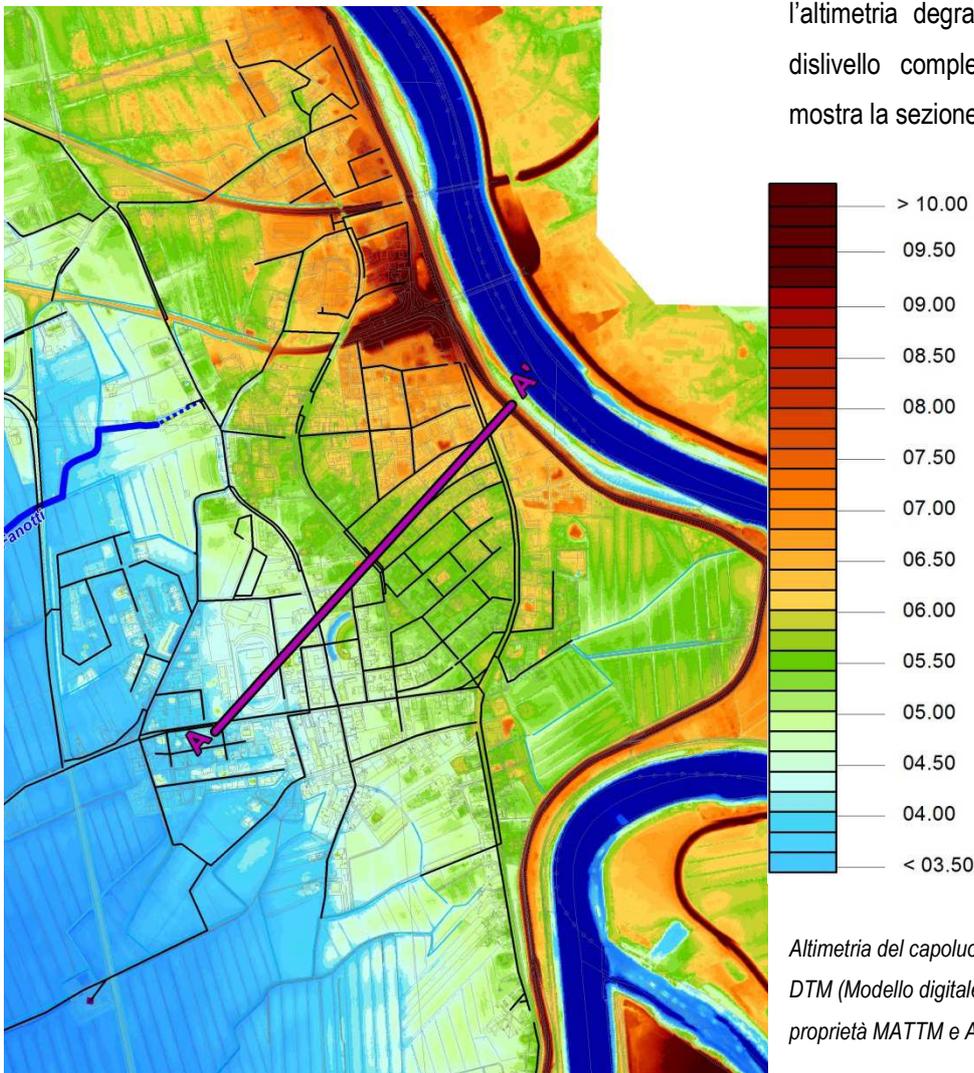
Il presente approfondimento viene dedicato al centro urbano ed ai collegamenti verso il canale Fanotti, per un'estensione di 270 ha, di cui 105 ha a copertura urbana.



Capoluogo: individuazione aree urbane

Dal punto di vista morfologico il capoluogo mostra una struttura particolare: il dosso alluvionale del fiume Tagliamento offre ai territori più orientali un forte vantaggio altimetrico rispetto al sistema idraulico ricettore. Progressivamente

l'altimetria degrada da est ad ovest con un dislivello complessivo di circa 2 m, come mostra la sezione schematica seguente.



Altimetria del capoluogo:
DTM (Modello digitale del terreno) basato su dati di proprietà MATTM e Autorità di bacino

Questa caratteristica naturalmente condiziona il sistema idraulico sotto diversi aspetti.

In primo luogo si determinano elevate velocità di deflusso dalla parte più favorita (Via A. Frank, Via papa Giovanni XXIII) verso ovest (Via Comugne). In secondo luogo si ha la completa indipendenza delle aree più favorite dalle condizioni del



sistema ricevente a valle, e ciò determina una massimizzazione dei deflussi verso le dorsali di Via Einaudi – Comugne anche nelle fasi più acute dell'evento. Da ultimo, eventuali fenomeni di scorrimento superficiale e ruscellamento vengono tradursi in allagamento e ristagno nelle aree più sfavorite.

Capoluogo: Sezione schematica AA'

2.2 Schematizzazione della rete

Per costruire uno schema idraulico della rete di drenaggio del capoluogo è stato innanzitutto necessario condurre alcune verifiche topografiche che completassero il quadro conoscitivo di carattere bibliografico messo a disposizione dall'Ente Gestore L.T.A. Sono state pertanto condotte nell'ambito della seconda fase del Piano attività di:

- rilievo GPS della quota chiusino dei collettori;
- chiarimento dei principali nodi idraulici della rete fognaria urbana e compilazione della relativa monografia;
- verifica monografie pozzetto e geometria condotte per gli assi principali;
- acquisizione delle monografie riferite ai manufatti di sfioro (L.T.A.) e verifica di queste;
- rilievo topografico di fossi minori ricettori delle portate in arrivo dalla fognatura: acquisizione delle sezioni trasversali dei fossi di via Comugne, delle affossature a sud di via Curiel e via Soliman;
- rilievo integrativo con attrezzatura georadar multifrequenza, allo scopo di approfondire le indagini ove non è stato possibile ispezionare la rete (casi di chiusini asfaltati, nodi di collegamento occulti, etc.);
- archiviazione dei dati così completati su banca dati georiferita.

Una mappatura precisa dei nodi ispezionati nell'ambito del Piano delle Acque può essere visionata nella planimetria Elab. 18 e tramite le monografie di rilievo elab. 19B.



h interna <input type="text" value="80"/> cm h torrino <input type="text"/> cm materiale camera: <input type="checkbox"/> ca. in opera forma chiusino: <input checked="" type="checkbox"/> rettang./quadrato <input type="checkbox"/> ca. prefabbricato <input type="checkbox"/> circolare <input type="checkbox"/> muratura materiale chiusino: <input checked="" type="checkbox"/> ghisa <input type="checkbox"/> cls <input type="checkbox"/> altro scaletta intonaco sedimenti acqua <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> SI cm <input type="checkbox"/> SI cm <input checked="" type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> NO, asciutta segni funzionam. in pressione: <input type="checkbox"/> SI fino a cm <input type="checkbox"/> NO	
A1 <input type="checkbox"/> cls <input type="checkbox"/> gres <input type="checkbox"/> pvc <input type="checkbox"/> altro h scorrimento <input type="text"/> cm foto n° <input type="text"/> d volta-soletta <input type="text"/> cm	<input type="checkbox"/> circolare Ø <input type="text"/> cm <input type="checkbox"/> ovoidale (b x h) <input type="text"/> x <input type="text"/> cm <input type="checkbox"/> (b x h) <input type="text"/> x <input type="text"/> cm
B1 <input type="checkbox"/> cls <input type="checkbox"/> gres <input checked="" type="checkbox"/> pvc <input type="checkbox"/> altro h scorrimento <input type="text"/> cm foto n° <input type="text"/> d volta-soletta <input type="text"/> cm	<input checked="" type="checkbox"/> circolare Ø <input type="text" value="40"/> cm <input type="checkbox"/> ovoidale (b x h) <input type="text"/> x <input type="text"/> cm <input type="checkbox"/> (b x h) <input type="text"/> x <input type="text"/> cm
C1 <input checked="" type="checkbox"/> cls <input type="checkbox"/> gres <input type="checkbox"/> pvc <input type="checkbox"/> altro h scorrimento <input type="text"/> cm foto n° <input type="text"/> d volta-soletta <input type="text"/> cm	<input checked="" type="checkbox"/> circolare Ø <input type="text" value="50"/> cm <input type="checkbox"/> ovoidale (b x h) <input type="text"/> x <input type="text"/> cm <input type="checkbox"/> (b x h) <input type="text"/> x <input type="text"/> cm
D1 <input checked="" type="checkbox"/> cls <input type="checkbox"/> gres <input type="checkbox"/> pvc <input type="checkbox"/> altro h scorrimento <input type="text"/> cm foto n° <input type="text"/> d volta-soletta <input type="text"/> cm	<input checked="" type="checkbox"/> circolare Ø <input type="text" value="40"/> cm <input type="checkbox"/> ovoidale (b x h) <input type="text"/> x <input type="text"/> cm <input type="checkbox"/> (b x h) <input type="text"/> x <input type="text"/> cm

Scheda tipica monografia di rilievo e , a sinistra, mappatura con supporto georadar per ricerca reti non ispezionabili nel capoluogo

A seguito della completa ricostruzione della geometria della rete è stato possibile implementare un modello idraulico monodimensionale a moto vario, eseguendo sia un'analisi di tipo idrologico per valutare l'afflusso ai sistemi di smaltimento sia un'analisi idrodinamica per descrivere il comportamento delle reti per diverse condizioni al contorno e diversi eventi di pioggia.

Per esigenze di scala di analisi, è stata modellata la rete principale della fognatura omettendo la modellazione delle reti secondarie: si è quindi trascurato in parte l'effetto di laminazione in rete che viene dal transito nei primi rami del sistema di raccolta (caditoie, collettori periferici).

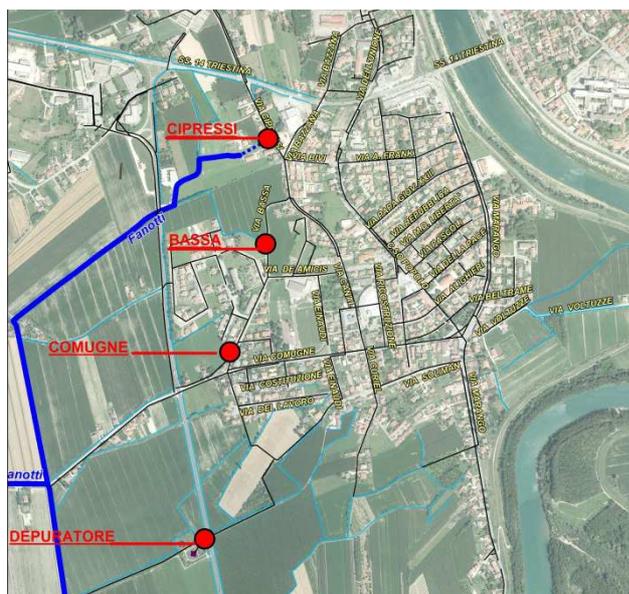
Nell'ambito della modellazione implementata è stato tenuto conto delle evidenze derivanti dalla fase preliminare di ricognizione (Fase 1 del Piano), cercando le motivazioni che possono originare le criticità registrate nella parte sud ovest del capoluogo (altimetricamente più sfavorita), lungo via Comugne, via Bassa e limitrofe.

Per lo studio della rete è stato implementato un modello idraulico mono-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 *EPA Storm Water Management Model (SWMM)*, prodotto e sviluppato dal Water Supply and Water Resources Division dell'Environmental Protection Agency (US-EPA), e utilizzato in ambito tecnico per la progettazione e verifica di reti fognarie urbane ed idrografiche di qualsiasi tipologia.

Il modello, che interessa una superficie di 270 ha individuata nel par. 2.1, è strutturato in 306 nodi e 188 sottobacini, caratterizzati da diverse percentuali di impermeabilizzazione e diverse pendenze trasversali, individuati su base automatica in base al modello digitale del terreno e all'uso del suolo, successivamente calibrati come descritto al par. 2.3.

2.2.1 Sfiori

In una rete fognaria di tipo misto il deflusso di piena è condizionato dal livello che si instaura presso i manufatti di sfioro, che naturalmente sono progettati per garantire che lo scarico della portata verso il ricettore si attivi solo per livelli di diluizione superiori ai vincoli normativi (5 volte la portata di magra).



Mappatura sfiori rete urbana capoluogo

2.2.2 Condizioni al contorno

Le condizioni al contorno sono state assunte presso le immissioni di fossati e condotte nel canale ricettore Fanotti. Il modello ipotizza una condizione al contorno di tipo crescente nel tempo, con picco a quota + 2.00 per le immissioni ubicate a sud di Via Bassa e con picco a quota + 3.00 per quelle più a nord (scarico del fossato di sfioro Via Bassa e sfioro Cipressi). Tali ipotesi sono state assunte considerando che:

- Le campagne comprese tra il depuratore comunale e il canale Fanotti si collocano circa a quota +2,40 e pertanto assumere in quel tratto quota del ricettore pari a +2,00 equivale ad ipotizzare che il canale Fanotti abbia raggiunto un livello di riempimento quasi completo (40 cm dal ciglio);

- Le compagne comprese tra Via Bassa e il canale Fanotti si collocano (lungo il fossato privato di scarico dello sfioro) circa a quota +3,40 e pertanto assumere in quel tratto quota del ricettore pari a +3,00 equivale ad ipotizzare che il canale Fanotti abbia raggiunto un livello di riempimento quasi completo (40 cm dal ciglio).

Tali ipotesi riferite alle condizioni al contorno si mostrano cautelative poiché prevedono che, simultaneamente ad un evento di tipo temporalesco e durata di 1 ora che mette in crisi le reti fognarie, si verifichi un evento in grado di determinare il quasi annullamento del franco di sicurezza del ricettore: l'analisi di quanto questa assunzione eleva di fatto il tempo di ritorno associato all'evento e passa attraverso trattazioni di probabilità combinata, che verranno in questa sede trascurate associando all'evento il tempo di ritorno nominale calcolato per l'evento temporalesco.

Va considerato infine, nel valutare la correttezza delle assunzioni qui descritte, che i lavori recentemente eseguiti nell'ambito del programma "Dorsale Verde" sono diretti, a scala di bacino, all'abbassamento dei tiranti nel canale Fanotti mediante collegamento all'idrovora S. Giorgio.

Le verifiche idrauliche descritte ai paragrafi seguenti, in ogni caso, evidenziano come le criticità che caratterizzano la zona urbana relativamente allo stato di fatto siano quasi indipendenti dalle condizioni al contorno assunte per il ricettore Fanotti (par. 2.4).

2.3 Calibrazione del modello

Si è proceduto alla calibrazione del modello idraulico relativo al capoluogo sulla base di valori di livello e di portata registrati in due punti della rete urbana. I misuratori in oggetto sono stati collocati lungo due dorsali importanti del sistema fognario del capoluogo: via Einaudi e via Comugne lungo la strada capezzagna.

Nel periodo di stazionamento dei misuratori l'evento registrato maggiormente significativo si è verificato il 13 novembre 2017, di conseguenza si sono utilizzate le misure di livello e di portata di tale evento per la calibrazione.



Collocazione dei misuratori di livello e di portata posizionati nel capoluogo.

Tali strumenti, installati all'intero dei pozzetti con l'ausilio dell'Ente gestore Livenza Tagliamento Acque, secondo il principio *area - velocity* mappano la velocità media con cui particelle in sospensione si muovono nel flusso d'acqua ed abbinano questa informazione a quella di livello, rilevata con sonda. I dati sono stati campionati con elevata frequenza (2 minuti) e salvati su supporto digitale.

Sulla base di tali dati registrati, operando sui parametri idrologici ed idrodinamici del modello si è proceduto alla calibrazione di diversi parametri del modello, cercando la massima somiglianza tra dato registrato e dato simulato sia per livelli sia per portate.



Misuratore area velocity installato nel pozzetto di Via Einaudi

2.3.1 Parametri di calibrazione

Per quanto riguarda la parte idrodinamica del modello, l'unico parametro da calibrare riguarda la scabrezza delle condotte, qui assunto pari a $60 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ secondo *Gauckler-Strickler*.

Più significativa è invece la taratura della componente idrologica del modello.

Il metodo afflussi/deflussi utilizzato è il Curve Number del Soil Conservation Center (SCS - CN) attraverso questo metodo si fornisce, per ogni evento meteorico con cui si implementa il modello, l'idrogramma uscente dai singoli bacini ed entrante nei pozzetti della rete.

Le informazioni di uso del suolo ottenute con l'intersezione dei sottobacini individuati e la Carta di Uso del suolo della Regione del Veneto, incrociate con quelle relative al tipo di suolo, forniscono il valore di CN medio per sottobacino. Data la litologia delle aree in esame è stato assunto un suolo di tipo C, con parametri CN variabili da 60 a 95.

Oltre al parametro CN, a ciascun sottobacino viene affidato un valore per il parametro *Width* che rappresenta la dimensione caratteristica del percorso di deflusso delle acque per ruscellamento. Per tale parametro si assegna un valore di primo tentativo calcolato come rapporto tra l'area del singolo sottobacino e la massima lunghezza di scorrimento superficiale, il valore viene aggiornato per tentativi fintanto che la risposta fornita dal modello non fornisce dei valori di livello e di portata il più possibile vicini a quelli misurati.

Tabella CN da letteratura.

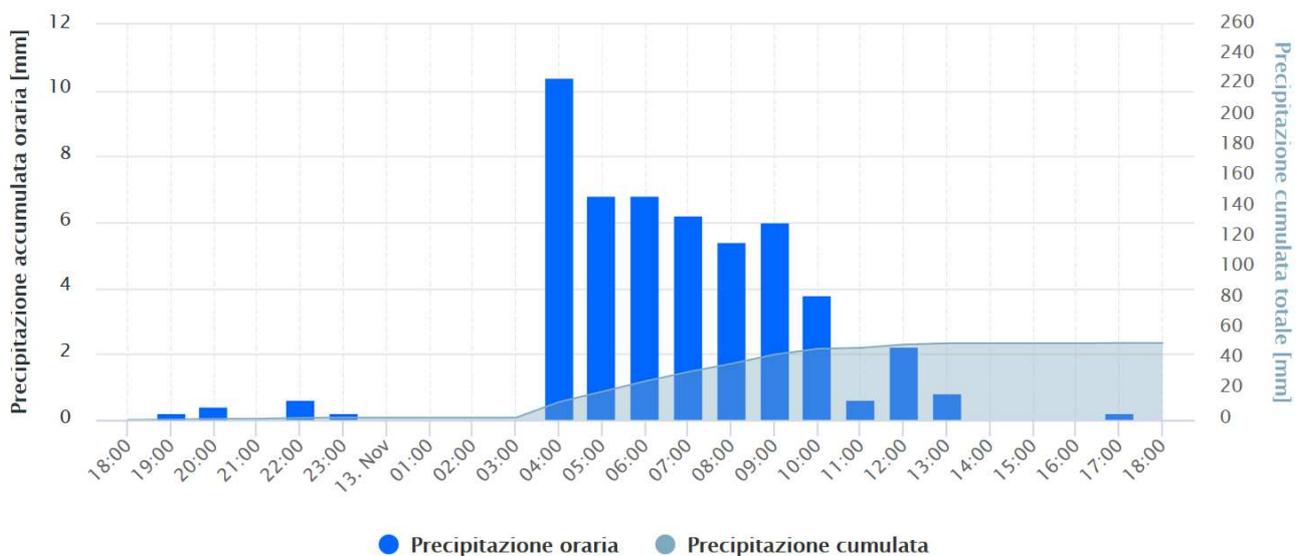
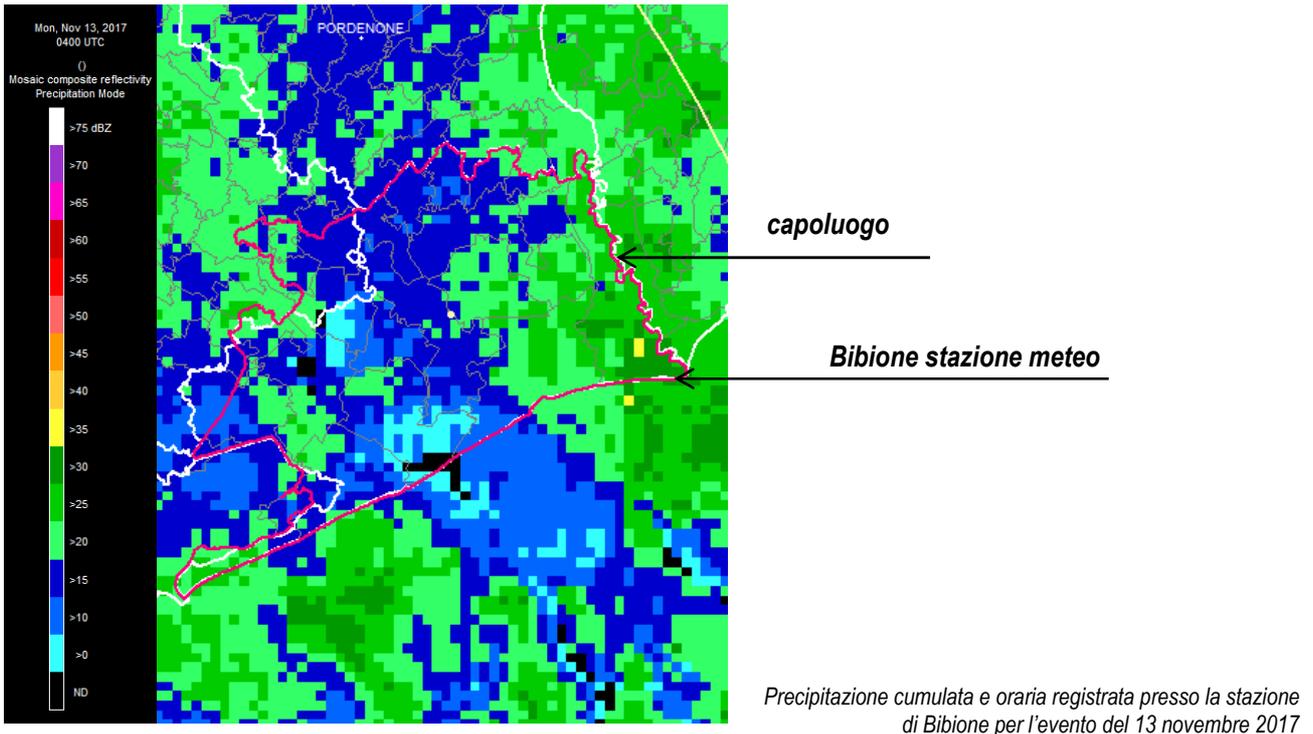
Tipologie di uso del suolo	Tipo di suolo			
	A	B	C	D
Suoli coltivati	62-72	71-81	78-88	81-91
Pascoli	39-68	61-79	74-86	80-89
Prati	30	58	71	78
Boschi e foreste con copertura modesta	45	66	77	83
Boschi e foreste con buona copertura dall'erosione e sottobosco	25	55	70	77
Aree a parco e di fruizione ricreativa:				
- con copertura erbacea superiore al 75%	39	61	74	80
- con copertura erbacea dal 50 al 75%	49	69	79	84
Aree commerciali (impermeabili per il 85%)	89	92	94	95
Aree industriali (impermeabili per il 72%)	81	88	91	93
Aree residenziali con percentuale media impermeabile:				
65%	77	85	90	92
38%	61	75	83	87
30%	57	72	81	86
25%	54	70	80	85
20%	51	68	79	84
Parcheggi, aree coperte (impermeabili)	98	98	98	98
Strade:				
- asfaltate	98	98	98	98
- inghiaiate	76	85	89	91

Da ultimo è stato definito per ogni sottobacino il parametro *Slope*, corrispondente alla pendenza trasversale del bacino: esso condiziona la velocità con cui l'afflusso raggiunge la rete di smaltimento ed è stato ricavato in maniera automatica dal Modello digitale del terreno. La conformazione del capoluogo di S. Michele, in cui la parte est si colloca sul dosso alluvionale del Tagliamento, è tale da rendere molto pendenti i sottobacini ad est della SP Via Marango, mentre assumono pendenze trasversali tipiche dei territori di bonifica i comparti ad ovest, in prossimità di Via Comugne ed Einaudi.

I fattori sopra elencati determinano il tipo di risposta idrologica di ogni bacino: la media pesata dei coefficienti di deflusso dei diversi sottobacini (valutati "ex post" come volume d'acqua che ha contribuito alla generazione della piena rispetto a quello piovuto sul sottobacino) è pari per un evento quinquennale a 0,30.

2.3.2 Risultati della calibrazione

Sono state inserite nel modello le piogge realmente misurate durante l'evento del 13 novembre 2017. Nel grafico sottostante è riportata la pioggia cumulata misurata nelle stazioni di Bibione, Fossalta di Portogruaro, Lugugnana e Latisana. Per la taratura del modello si è scelto di utilizzare i dati misurati nella stazione di Bibione, in sintonia con la distribuzione spaziale dell'evento, come da mappatura radar seguente.

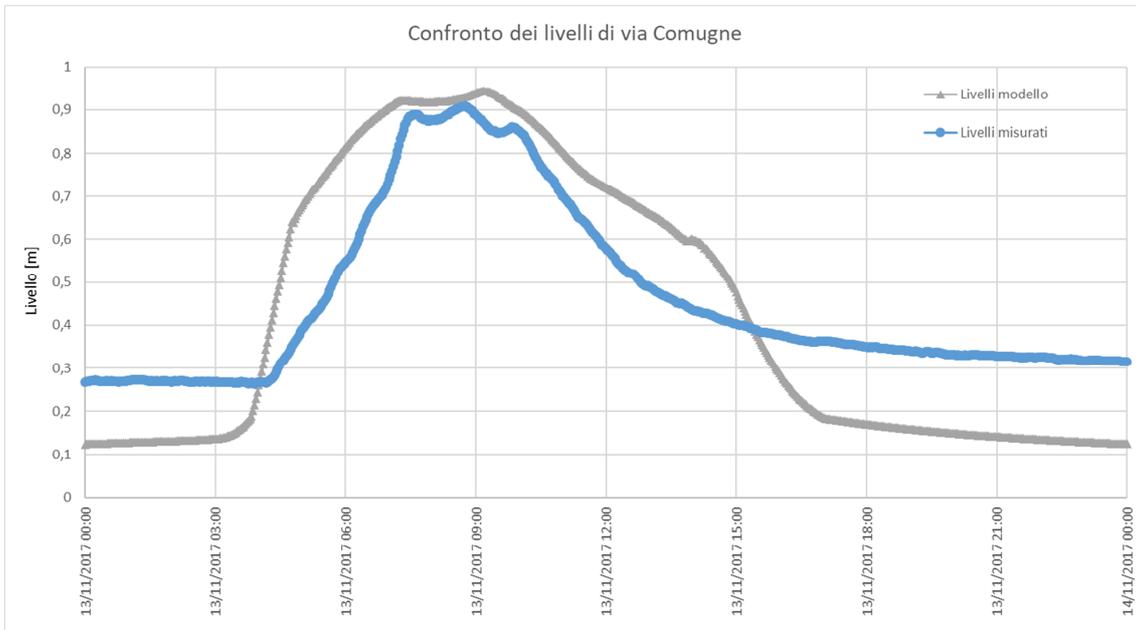


I seguenti grafici mostrano i livelli e le portate misurate a confronto con quelle ottenute dal modello.

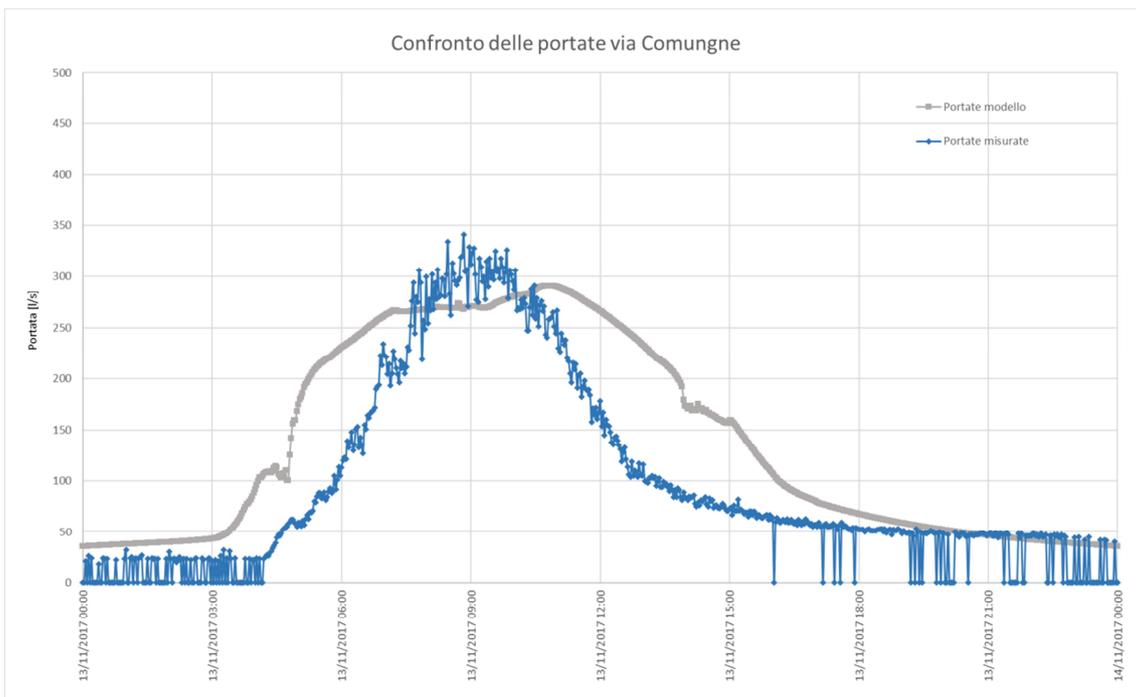
Dall'osservazione dei grafici si nota un livello costante in rete (falda o rigurgito) che il modello non è in grado di simulare.

I livelli più alti registrati nel pozzetto di via Comugne in corrispondenza del misuratore sono pari a circa 90 cm che il

modello riesce a simulare in modo sufficientemente accurato. In merito alle portate che si realizzano in via Comugne invece, si nota che il modello sovrastima leggermente i volumi transitanti per l'evento considerato. La portata di picco misurata per l'evento di Novembre 2017 è pari circa a 300 l/s e il modello riesce a raggiungere gli stessi valori con i medesimi tempi di realizzazione del picco di portata.



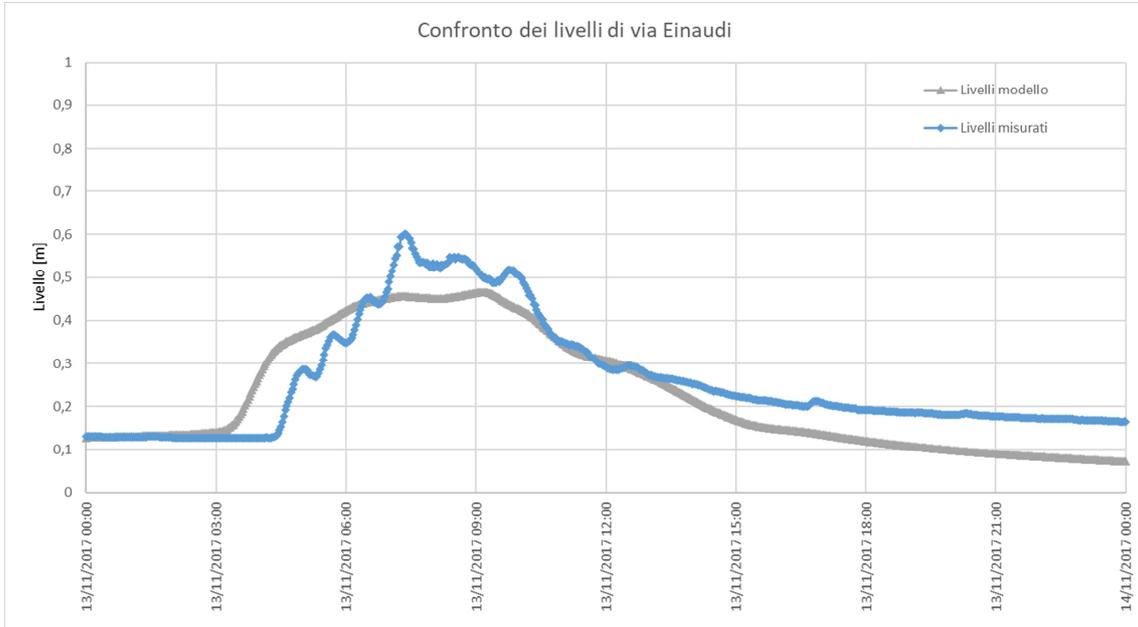
Confronto dei livelli registrati in via Comugne con quelli ottenuti dalla modellazione per l'evento del 13 novembre 2017



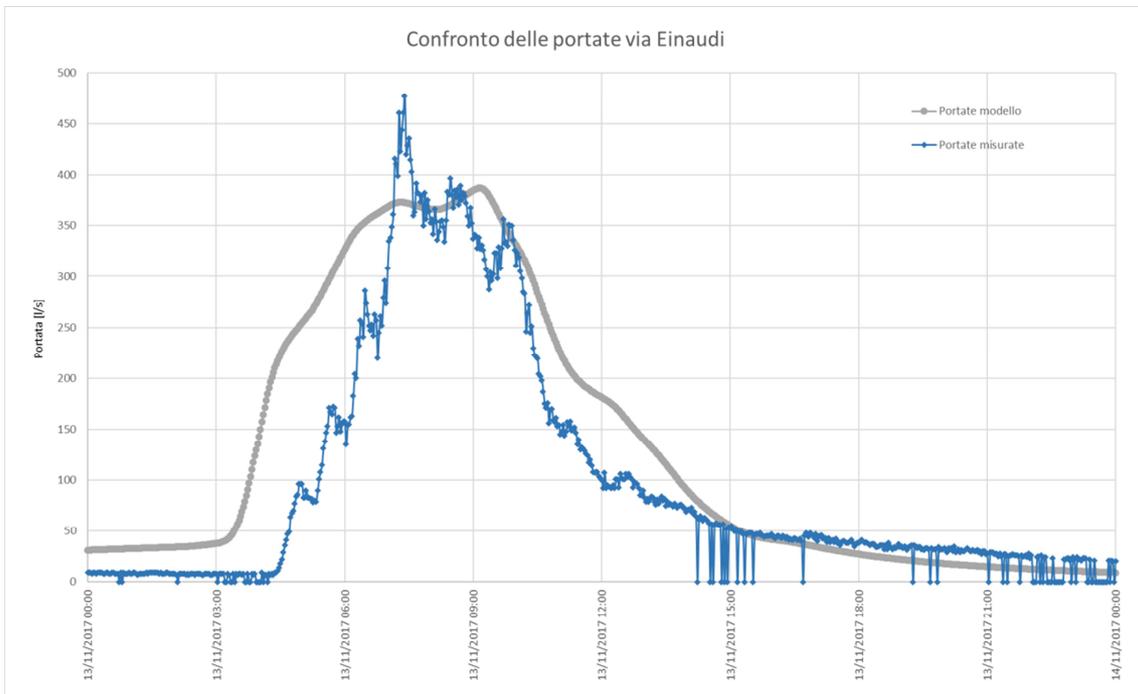
Confronto delle portate registrate in via Einaudi con quelle ottenute dalla modellazione per l'evento del 13 novembre 2017

Considerazioni simili si possono condurre per quanto riguarda i valori misurati e modellati in via Einaudi. Nella fattispecie, in quest'ultima si misura un livello massimo pari a 55 cm mentre il modello raggiunge livelli in rete di circa 45

cm. Relativamente alle portate invece, a fronte di un deflusso misurato pari a 450 l/s, il modello fornisce un picco pari a 400 l/s.



Confronto dei livelli registrati in via Einaudi con quelli ottenuti dalla modellazione per l'evento del 13 novembre 2017

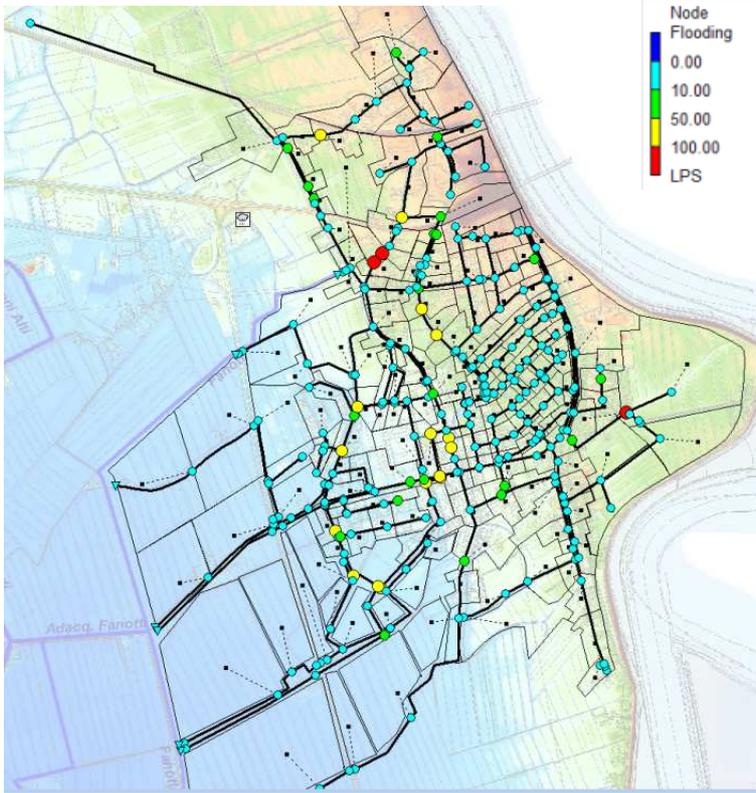


Confronto delle portate registrate in via Einaudi con quelle ottenute dalla modellazione per l'evento del 13 novembre 2017

2.4 Stato di fatto: analisi idraulica

L'analisi condotta mostra che la rete urbana del capoluogo mostra allo stato attuale situazioni di allagamento in risposta ad eventi meteorici caratterizzati da tempo di ritorno di 5 anni.

In particolare le aree maggiormente colpite si collocano nella parte più occidentale, dove i deflussi provenienti dai

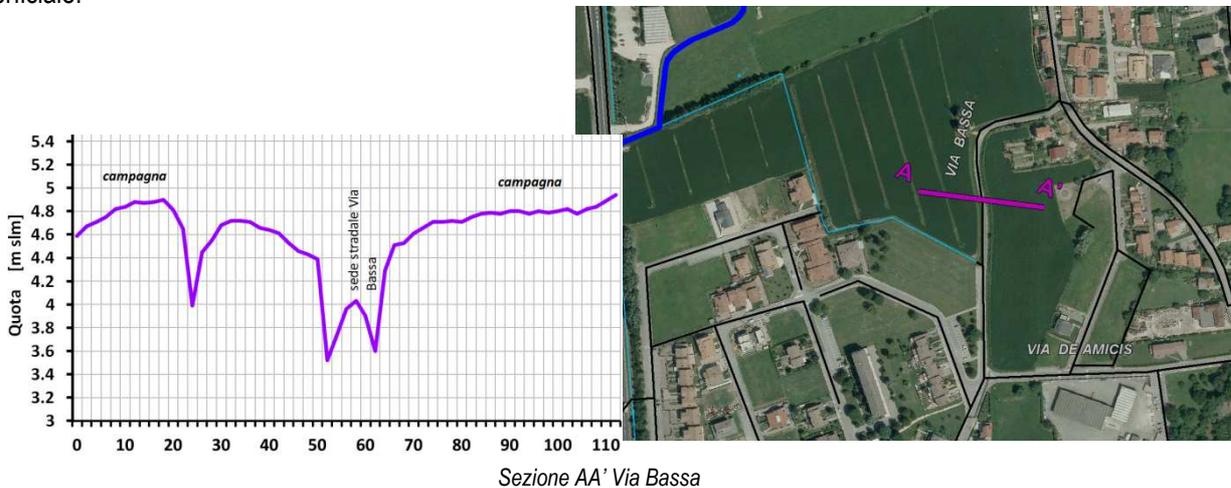


comparti urbani più altimetricamente favoriti (collocati sul dosso alluvionale del fiume Tagliamento) sono collettati verso il sistema di sfiori afferenti al canale Fanotti.

I principali fenomeni di rigurgito da rete urbana vengono quindi a verificarsi nell'area limitrofa al campo sportivo comunale (Via Ricostruzione, Einaudi, Comugne).

Mappatura schematica dei nodi interessati da allagamento [l/s] per evento $T_r = 5$ anni (44,2 mm in 1 ora)

È inoltre interessata da fenomeni di allagamento la sede stradale di Via Bassa, non solo per carenze della rete urbana, che proprio in quel punto ha uno sfioro verso fossato privato, ma soprattutto per la sfavorevole giacitura della sede stradale rispetto alla campagna limitrofa (vd. sezione AA'), condizione che innesca fenomeni di ruscellamento superficiale.



Sezione AA' Via Bassa

Il modello evidenzia inoltre una criticità presso l'incrocio Via Bazzana – Cipressi, che drena anche ambiti a nord della SS14 Triestina, per un totale di 11,3 ha. In prossimità dell'incrocio Via Bazzana – Cipressi le portate meteoriche vengono sfiorate verso il canale Fanotti (tratto tombinato D1200).



Bacino afferente Via Bazzana

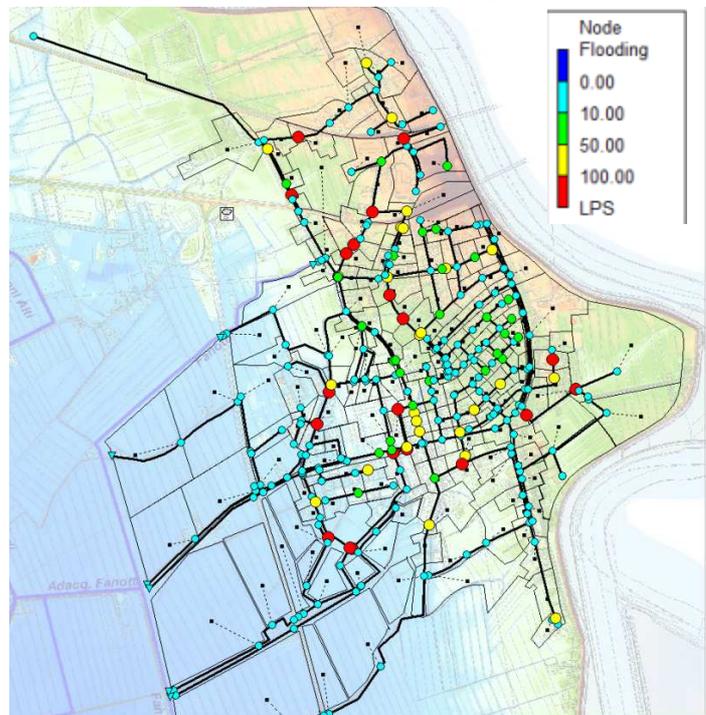
Merita una segnalazione infine la condizione particolare di Via Voltuzze, dove la condotta D600 posata in sede mista strada – proprietà privata drena, oltre alle portate generate dalle aree urbanizzate limitrofe, anche un comparto agricolo di 8,7 ha, caratterizzato da rilevante pendenza essendo collocato a ridosso del fiume Tagliamento. Sono stati registrati allagamenti del comparto appena a monte dell'immissione nella rete urbana. Il nodo idraulico di Via Voltuzze è interessato dal progetto "Rete secondaria S. Michele" di cui al paragrafo 2.6.



Bacino agricolo afferente a Via Voltuzze

Come evidente dall'immagine seguente e dai profili riportati di seguito, le situazioni sopra evidenziate per $Tr=5$ anni si estendono qualora si analizzi un evento di intensità maggiore: si riporta la mappatura relativo ad evento di durata oraria e tempo di ritorno 30 anni. Gli allagamenti sono più consistenti in prossimità di Via Canal, Comugne e Einaudi, e si estendono verso monte alle aree più alte coinvolgendo sia Corso del Popolo sia Via della Pace.

Si ritengono poco significative simulazioni riferite ad eventi caratterizzati da tempi di ritorno ancor maggiori, dato che già le situazioni di rigurgito fin qui evidenziate per $Tr=30$ anni possono, per la diffusione di punti di allagamento evidenziati e per i quantitativi di portata in uscita dalle condotte, innescare fenomeni di ruscellamento superficiale verso le aree più depresse che sfuggirebbero alle analisi illustrabili con un modello idrodinamico di tipo monodimensionale, il quale segue invece i deflussi esclusivamente attraverso le condotte e i corsi d'acqua.

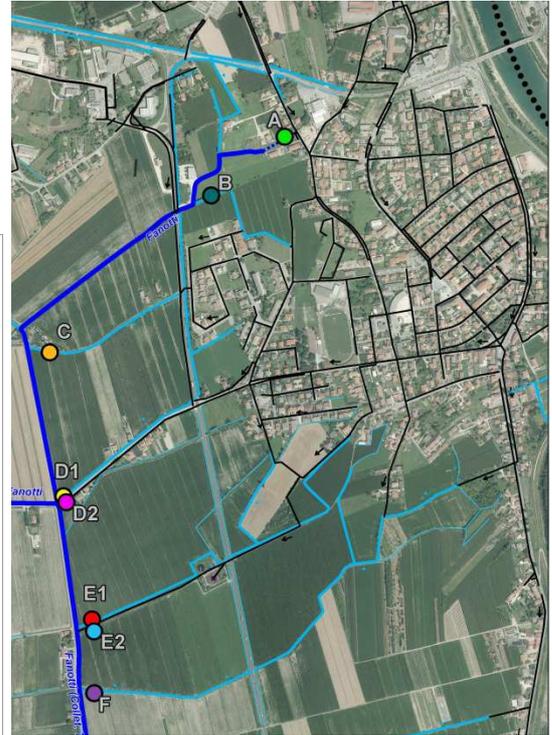
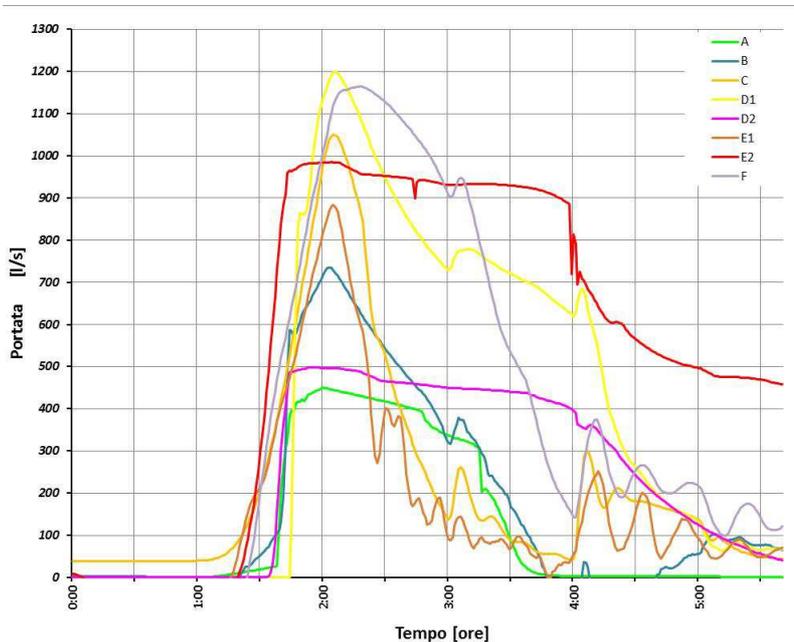


Mappatura dei nodi interessati da allagamento [l/s] per evento $Tr=30$ anni (58,4 mm in 1 ora)

Vengono di seguito presentate le portate in uscita dal centro urbano, misurate presso i principali collettori di collegamento al sistema di smaltimento, come individuati nello schema planimetrico seguente.

La somma dei valori di portata attesa in uscita dal centro urbano è di circa 5 m³/s per un evento caratterizzato da tempo di ritorno quinquennale e 7 m³/s per un evento trentennale, che considerato l'ambito di analisi (164 ha agricoli e 105 ha urbani) corrisponde macroscopicamente ad un contributo specifico di:

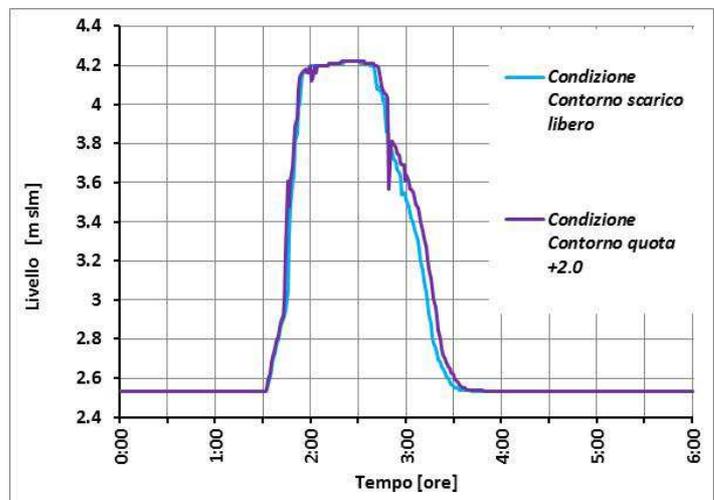
- 38 l/(s*ha) per le aree urbane e 6 l/(s*ha) per le aree agricole nel caso di tempo di ritorno 5 anni;
- 52 l/(s*ha) per le aree urbane e 10 l/(s*ha) per le aree agricole nel caso di tempo di ritorno 30 anni;



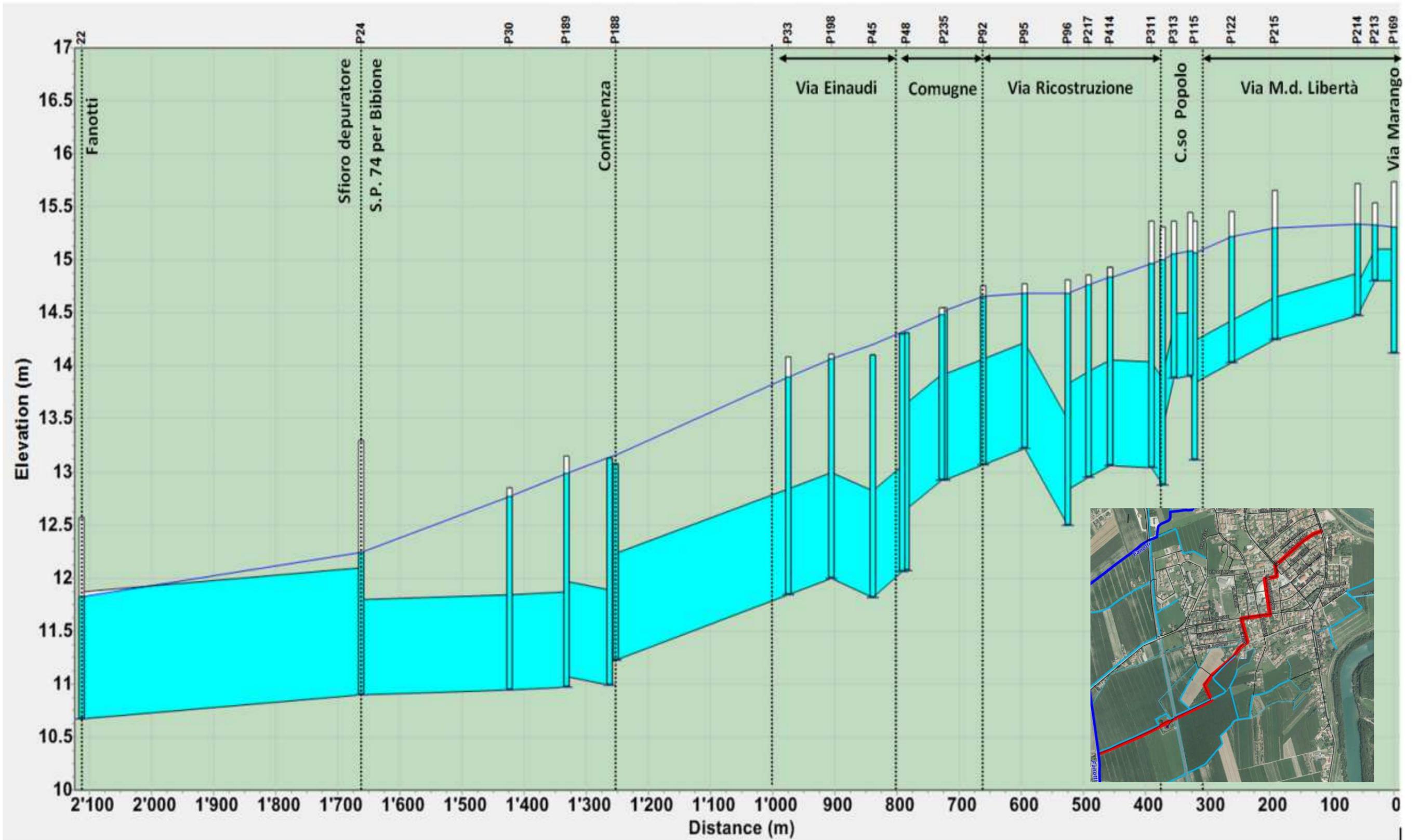
Idrogrammi in uscita dal centro urbano (in 8 diversi punti: A, B, C, D1, D2, E1, E2, F) Tr = 30 anni (58,4 mm in 1 ora) Somma portate = 7.000 l/s

La condizioni al contorno assunte per il ricevitore Fanotti e descritte al par. 2.2.2 si mostrano poco influenti relativamente alle criticità del centro (eccezion fatta per Via Bassa), come da grafico seguente, riferito al livello atteso lungo la condotta D1000 di Via Comugne in due ipotesi estremamente diverse: livello crescente fino a quota +2,0 mslm e scarico libero.

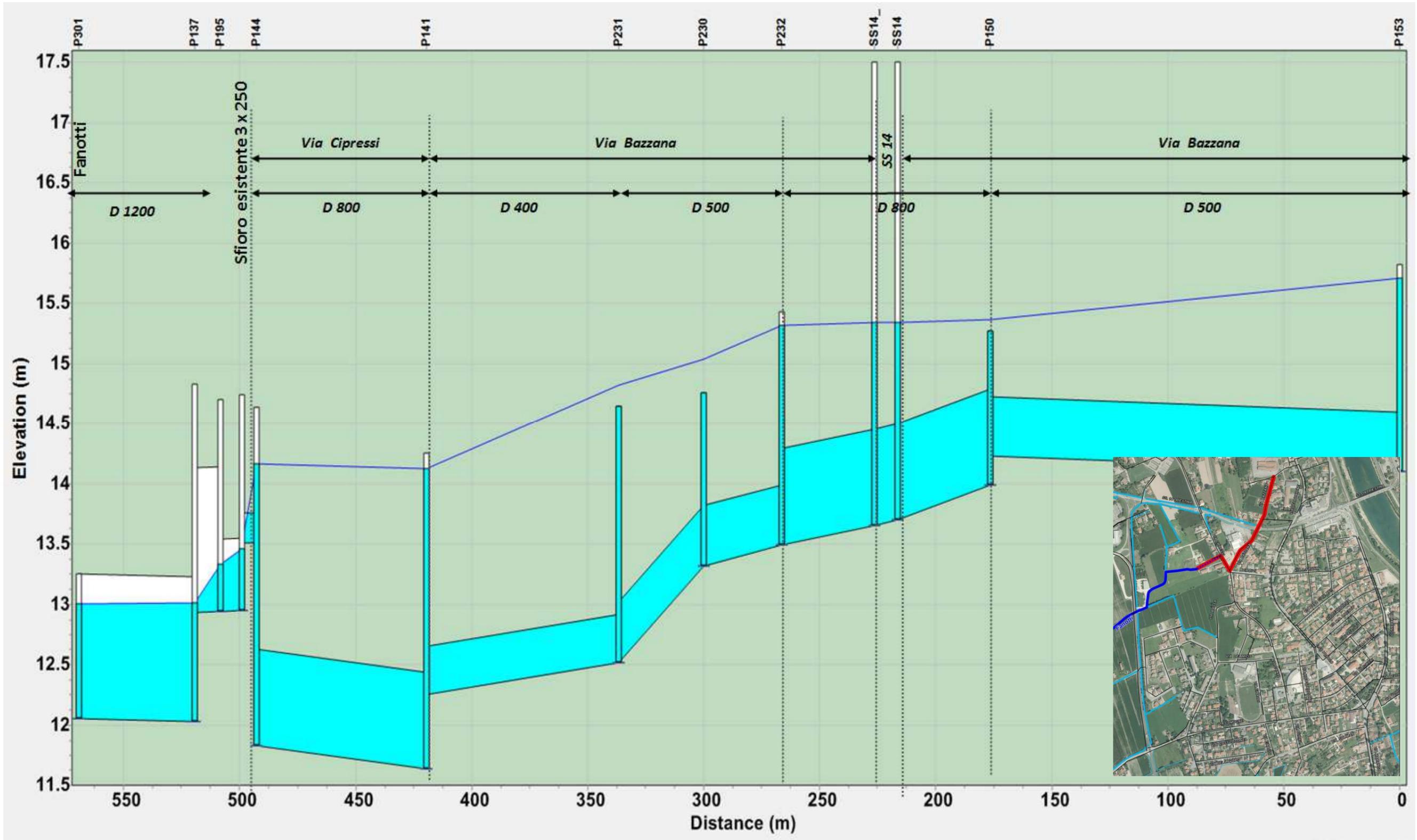
Confronto livelli attesi in Via Comugne a parità di evento per diverse condizioni al contorno sul ricevitore Fanotti



Seguono i profili riferiti al momento più critico per la rete urbana riferiti ad un evento con tempo di ritorno 5 anni e durata oraria.



STATO DI FATTO: profilo per evento $T_r=5$ anni, (44,2 mm in 1 ora) (il profilo corrisponde al tracciato evidenziato in colore rosso in planimetria)



STATO DI FATTO: profilo per evento Tr= 5 anni, (44,2 mm in 1 ora) (il profilo corrisponde al tracciato evidenziato in colore rosso in planimetria)

2.5 Progetto Fase 0: Abbassamento livello ricettore Fanotti

A scala di bacino è in corso da parte del Consorzio di Bonifica una serie di interventi volti a migliorare i deflussi del bacino S. Giorgio (o 1^a bacino).

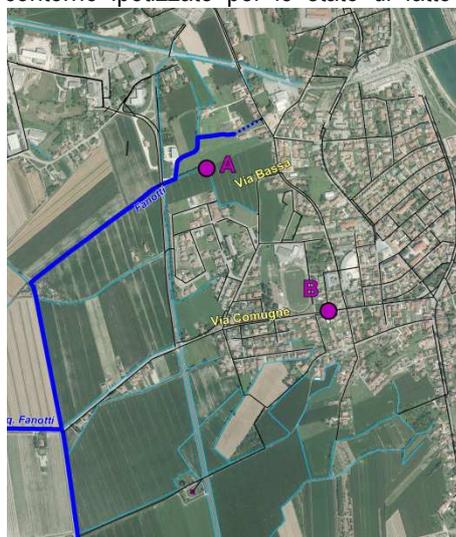
Il complesso di interventi, denominato “Dorsale verde” mira da un lato al potenziamento del sistema di sollevamento meccanico finale (idrovorra S. Giorgio) e dei collettori a questo afferenti, dall’altro a convertire le aree a scolo naturale in aree a scolo alternato, realizzando o ottimizzando i collegamenti idraulici tra le zone altimetricamente più favorite e i sistemi di bonifica meccanica, cosicché anche il capoluogo possa beneficiarne nei casi in cui lo scolo naturale sia inibito a causa di alti livelli idrometrici nel ricettore Taglio.

Rinviando per una visione di insieme del programma “Dorsale Verde” all’elab. 12 del Piano, si richiamano in questa sede gli interventi che coinvolgono il canale Fanotti, ricettore delle portate meteoriche dell’ambito urbano del capoluogo qui esaminato. Il progetto sviluppato a scala di bacino dal Consorzio di Bonifica prevede:

- la sostituzione di due ponticelli esistenti sul canale Fanotti lungo la SP 42 Jesolana, al fine di ridurre le perdite di carico;
- la realizzazione di un collegamento idraulico dal canale Fanotti al canale S. Filippo per la derivazione controllata di parte della portata;
- la realizzazione di una nuova botte a sifone sottopassante la SP 42 Jesolana al fine di derivare in modo controllato verso le aree a scolo meccanico le portate fluenti nel canale Fanotti nei casi in cui il livello del ricettore Taglio non consenta la sicurezza idraulica dell’asta: tale intervento è accoppiato al potenziamento della rete di bonifica a valle, già in corso di esecuzione.

Il progetto viene in questa sede definito *Fase 0*, essendo i lavori già in corso secondo la programmazione consortile, indipendentemente dal Piano Comunale delle Acque.

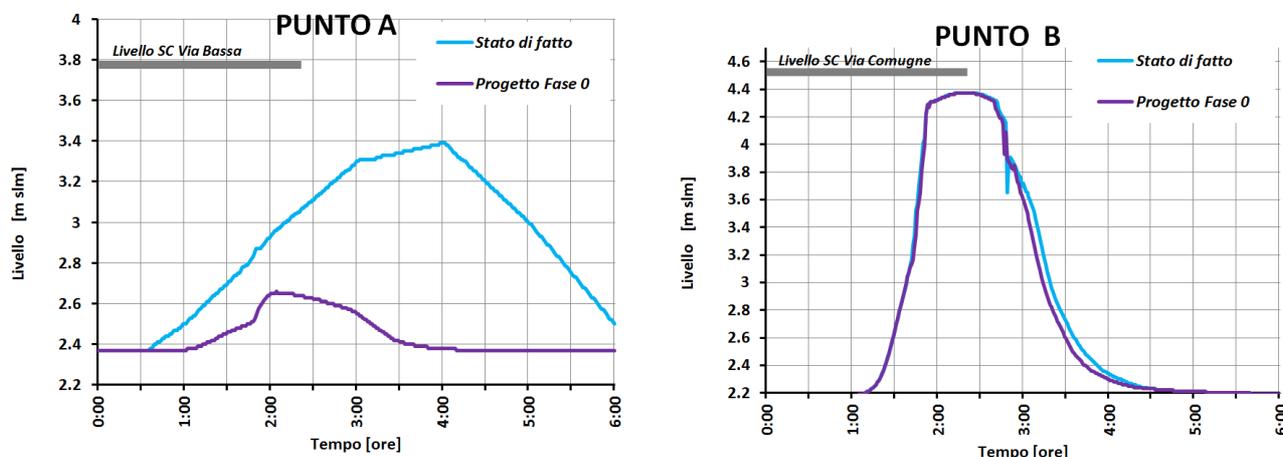
In riferimento al modello idraulico fin qui sviluppato, dedicato alle reti fognarie ed ai sistemi di collegamento tra il centro urbano e il canale Fanotti, la verifica del beneficio atteso può essere eseguita semplicemente cambiando le condizioni al contorno ipotizzate per lo stato di fatto (par.2.2.2). In particolare verrà eseguita una simulazione imponendo una



condizione di scarico libero verso il Fanotti in tutti i punti di immissione: ciò equivale ad assumere la situazione più ottimistica possibile in risposta agli interventi di progetto ed in esecuzione sul canale stesso e già eseguiti sull’idrovorra S. Giorgio. Va evidenziato inoltre che, se tale ipotesi appare come ottimistica per gli scarichi di Via Comugne e per quelli più a sud, essa lo è ancor di più per gli scarichi posti più a nord, che si trovano ad essere più di 2 km a monte del punto in cui i lavori progettati ed in fase di esecuzione determineranno il beneficio.

Mapa con ubicazione dei punti A e B, per i quali viene di seguito illustrato il beneficio atteso

In ogni caso, a scopo di studio viene di seguito presentato un confronto tra stato di fatto e stato di "Progetto Fase 0", riferito ai livelli idrometrici attesi in presso il fossato di scarico di Via Bassa (punto A) e presso la condotta comunale di Via Comugne, dorsale principale del sistema urbano (punto B).



Confronto livelli attesi in due distinti punti per evento $T_r = 5$ anni, $T_p = 1$ ora:

stato di fatto e stato di progetto conseguente a lavori a scala di bacino (abbassamento livello ricettore Fanotti)

I grafici sopra riportati rappresentano un'analisi di sensibilità del sistema di drenaggio rispetto al suo ricettore: quello riferito al punto **B**, in particolare, rende evidente come la rete urbana del capoluogo mostri oggi un elevato livello di riempimento delle condotte fognarie in modo indipendente dal livello del canale Fanotti: come evidente dal grafico nemmeno l'ipotesi assunta di scarico libero, corrispondente alla più ottimistica delle possibilità, determinerebbe un beneficio per la dorsale urbana nel suo punto più critico.

Il grafico riferito al punto **A**, invece, mostra un apprezzabile beneficio per le campagne afferenti al Fanotti: tale beneficio sarà in realtà minore rispetto a quello qui prospettato (in ragione della distanza tra il punto **A** e il punto di intervento) e soprattutto sarà variabile caso per caso, in dipendenza dalla distribuzione spaziale dell'evento meteorico specifico e dalla conseguente possibilità di derivazione controllata verso i sistemi di bonifica grazie alla nuova botte a sifone sottopassante la SP 42.

Va però ricordato che tale abbassamento del livello nel ricettore Fanotti, di qualunque entità, avrà potenziali ripercussioni sulla situazione di Via Bassa, dato che come evidenziato al paragrafo 2.4 gli allagamenti che la interessano sono determinati anche da fenomeni di ruscellamento verso la sede stradale, più depresso rispetto alle campagne contermini.

Nelle successive simulazioni, riferite alle configurazioni di progetto individuate dal presente Piano delle Acque per la rete urbana, l'abbassamento del livello nel canale Fanotti descritto nella presente "Fase 0" non verrà considerato, al fine di favorire i confronti tra stato di fatto e progetto con solo riferimento agli interventi sulle reti minori ed evidenziarne così il beneficio a parità di condizioni al contorno sul ricettore.

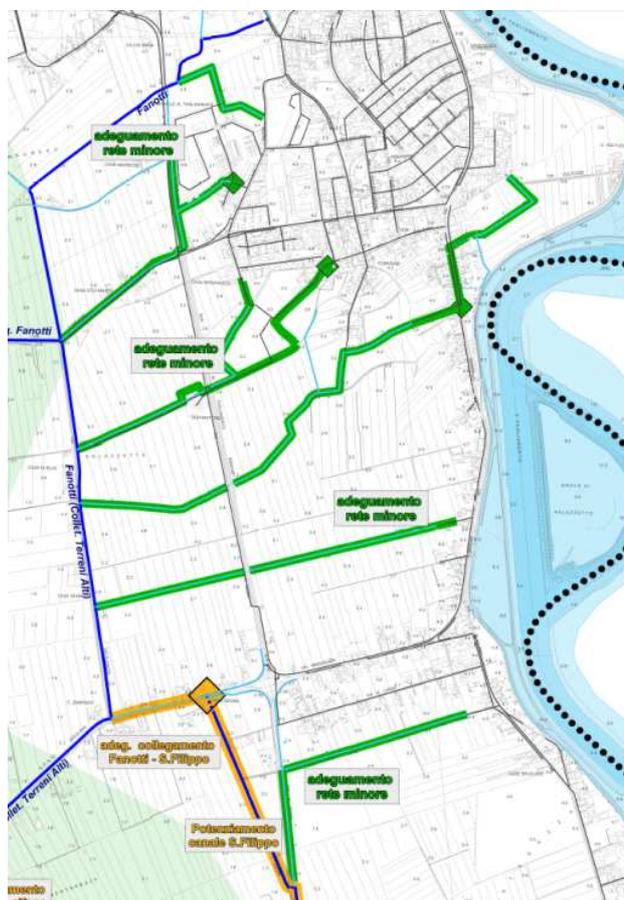
2.6 Progetto Fase 1: attuazione del progetto “Rete secondaria S. Michele”

Il progetto, sviluppato a livello preliminare nell'anno 2008 in collaborazione tra Comune e Consorzio di Bonifica, prevede l'adeguamento dei collegamenti tra la rete urbana e il sistema di drenaggio ricettore. Tale programma è stato attuato (quasi completamente) per la frazione di S. Giorgio, mentre non ha trovato copertura finanziaria per il capoluogo e viene pertanto nel presente Piano individuato come intervento di progetto, valutandone il beneficio con il modello di analisi idraulico sviluppato.

Lo studio di fattibilità prevedeva a servizio del capoluogo interventi su fossati privati esistenti, convertendoli ad assi di pubblica utilità per lo sfioro di portate meteoriche dalla linea mista comunale tramite risezionamento ed esproprio o in alcuni tratti tramite posa di condotte ed istituzione di servitù.

Con riferimento ai soli interventi collegati direttamente alla linea mista del capoluogo (e omettendo quindi dalla presente descrizione quelli di completamento a S. Giorgio e quelli riferiti alla frazione di S. Filippo), tale programma può essere così schematizzato (da nord verso sud, con mantenimento dei numeri identificativi di cui allo studio di fattibilità citato):

- **FOSSO 7:** Risezionamento fossato privato esistente tra sfioro Via Bassa e canale Fanotti;
- **FOSSO 8:** Risezionamento fosso laterale a SP74, attraversamento SP74 e risezionamento fosso di guardia esistente lungo Via Comugne fino al canale Fanotti;
- **FOSSO 8.1:** Risezionamento fosso privato esistente tra Via Fermi e SP 74, con realizzazione di nuovo sfioro presso Via Fermi;
- **FOSSO 9:** Risezionamento fosso privato esistente da Via Soliman al ricettore Fanotti, inclusi attraversamento SP74 e realizzazione di nuovo sfioro presso l'incrocio Via Einaudi - Via Soliman;
- **FOSSO 10:** Risezionamento fosso privato esistente da Via Voltuzze a Via Marango, posa scatolare 1,5 x 1,5 lungo Via Marango e a valle di questa, realizzazione di nuovo sfioro presso Via Marango;
- **FOSSO 11:** Risezionamento fosso privato esistente da recapito nuovo scatolare Fosso 10 fino al ricettore Fanotti, incluso attraversamento SP 74.



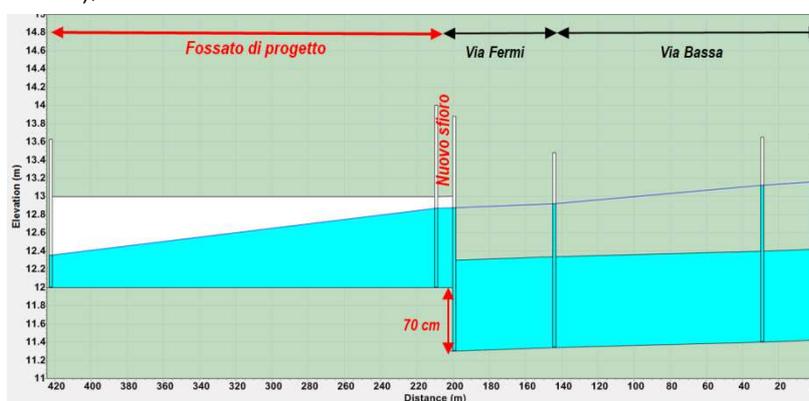
Estratto tav. 12: Progetto rete secondaria S. Michele (in verde)

Tale tipologia di intervento è prioritaria poiché, considerati i progetti in fase di realizzazione a scala di bacino sul Fanotti e sul sistema di bonifica, interviene sul sistema idraulico partendo da valle, lavorando sui collegamenti tra bonifica e urbano, risolvendo al contempo le problematiche gestionali legate alla natura privata degli esistenti fossati di collegamento. Inoltre l'intervento consente di sgravare il comparto urbano dagli eccessi di portata meteorica mediante l'apertura di nuovi punti di sfioro, così da limitare il dislivello che, soprattutto in occasione di eventi intensi, temporaneamente si determina tra la rete comunale e il sistema ricevente.

Poiché il progetto prevede anche l'apertura di nuovi punti di sfioro, è necessario sviluppare le successive fasi progettuali in stretta collaborazione con l'Ente gestore del servizio idrico. In questa fase preliminare, nel rispetto della normativa vigente sui rapporti di diluizione minimi da prevedere presso gli sfiori, è ipotizzata un'altezza delle soglie di:

- 70 cm presso Via Fermi (sfioro verso fosso 8.1);
- 60 cm presso l'incrocio Via Einaudi – Soliman (sfioro verso fosso 9);
- 80 cm presso nuovo scatolare di Via Marango (sfioro verso scatolare fossi 10-11).

Esempio sfioro di progetto: presso Via Fermi



Naturalmente tale problematica riferita al dimensionamento degli sfioratori sarebbe superata qualora la rete fognaria mista venisse convertita in rete separata, con posa di nuova linea dedicata alle portate nere. Qualora i reflui fossero veicolati in modo autonomo, infatti, non sarebbe necessario prevedere manufatti di sfioro ma direttamente punti di scarico meteo, con significativo beneficio sia per quanto riguarda la risposta idraulica del centro urbano sia per quanto riguarda la qualità delle acque.

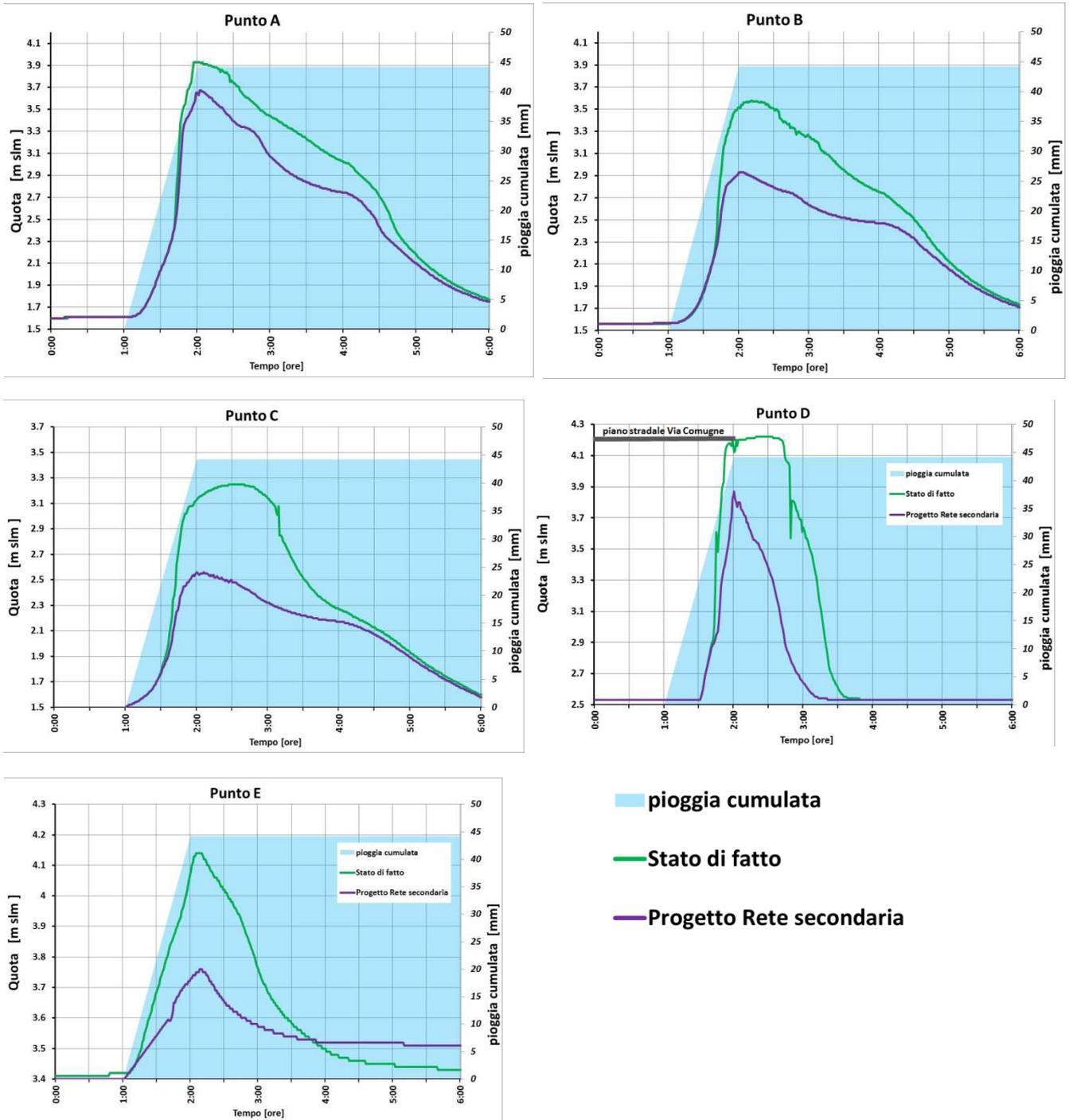
La programmazione relativa alla separazione delle linee fognarie, tuttavia, esula dalle finalità del presente piano,

dedicato invece all'analisi delle portate di pioggia, come previsto dal P.T.C.P. di Venezia e pertanto nella presente trattazione la rete fognaria verrà cautelativamente assunta essere di tipo misto anche nel futuro.

Viene di seguito presentato un confronto tra stato di fatto e stato di progetto in diversi punti, identificati nella planimetria qui proposta.



Planimetria punti di confronto (A, B, C, D, E) tra stato di fatto e stato di "Progetto fase 1: Reti secondarie S. Michele"

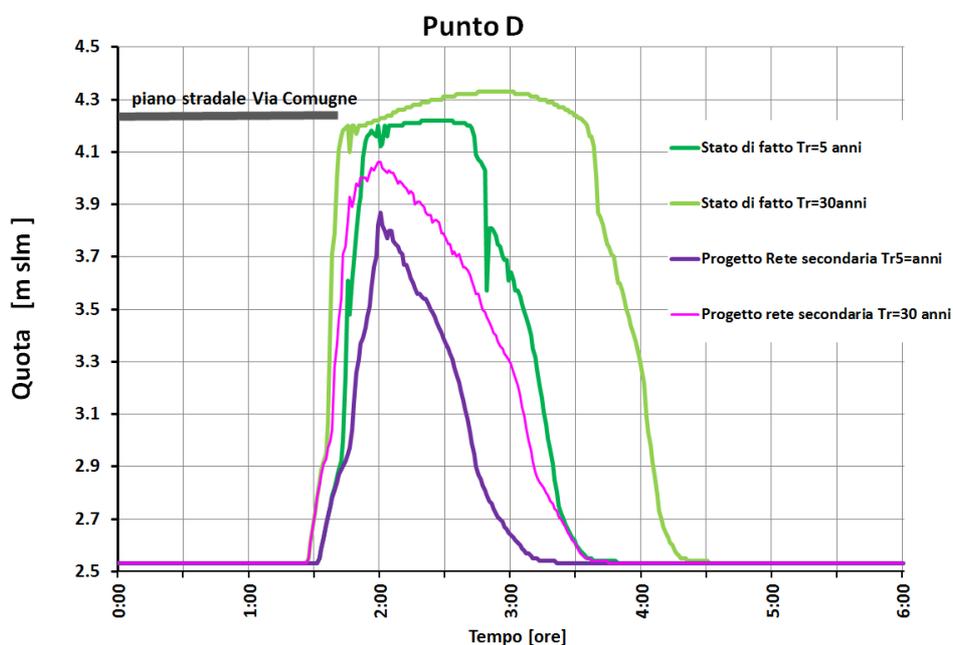


Confronto livelli stato di fatto – progetto rete secondaria $Tr = 5$ anni, (44,2 mm in 1 ora)

Il grafico relativo al punto **D**, che mostra il livello atteso nella condotta fognaria di Via Comugne (DN 1000), evidenzia come il progetto “Rete secondaria S. Michele”, intervenendo solo sui collegamenti verso il ricettore Fanotti, sia in grado di dare un significativo beneficio anche all’interno del tessuto urbano portando ad un abbassamento dei livelli nelle condotte fognarie. In particolare il grafico evidenzia come allo stato attuale, per un evento di 44,2 mm in un’ora

(corrispondente ad un tempo di ritorno quinquennale), il livello in condotta si attesti su livelli superiori al piano stradale per una durata di circa 40 minuti, condizione testimoniata dalla segnalazioni.

Ancora in riferimento al punto **D** di Via Comugne, si propone di seguito il grafico che comprende anche un evento caratterizzato da tempo di ritorno trentennale (58,4 mm in 1 ora), evidenziando che anche in risposta a tale evento il livello atteso in condotta si mantiene inferiore al piano stradale, pur determinando il funzionamento in pressione della condotta D1000 (portata in transito 0,55 m³/s).



Confronto livelli attesi nella condotta D1000 di Via Comugne: stato di fatto – stato di progetto “Rete secondaria S. Michele” per evento di durata oraria Tr 5 e 30 anni

Il grafico sopra presentato evidenzia, per le due simulazioni riferite allo stato di fatto, un andamento del livello di tipo stabile per una durata di 40 minuti circa nel caso di pioggia quinquennale e di 3 ore per pioggia trentennale, nonostante l'evento simulato duri in entrambi i casi solo 1 ora. La risposta nello stato di progetto (sia Tr 5 sia Tr 30anni) mostra invece un andamento del livello di tipo impulsivo, che si esaurisce con la fine dell'evento. Questo attesta come allo stato di fatto, a parità di condizioni al contorno presso il Fanotti, la rete urbana può essere considerata rigurgitata dai sistemi di collegamento (fossi privati) che veicolano le portate urbane verso il ricettore consortile.

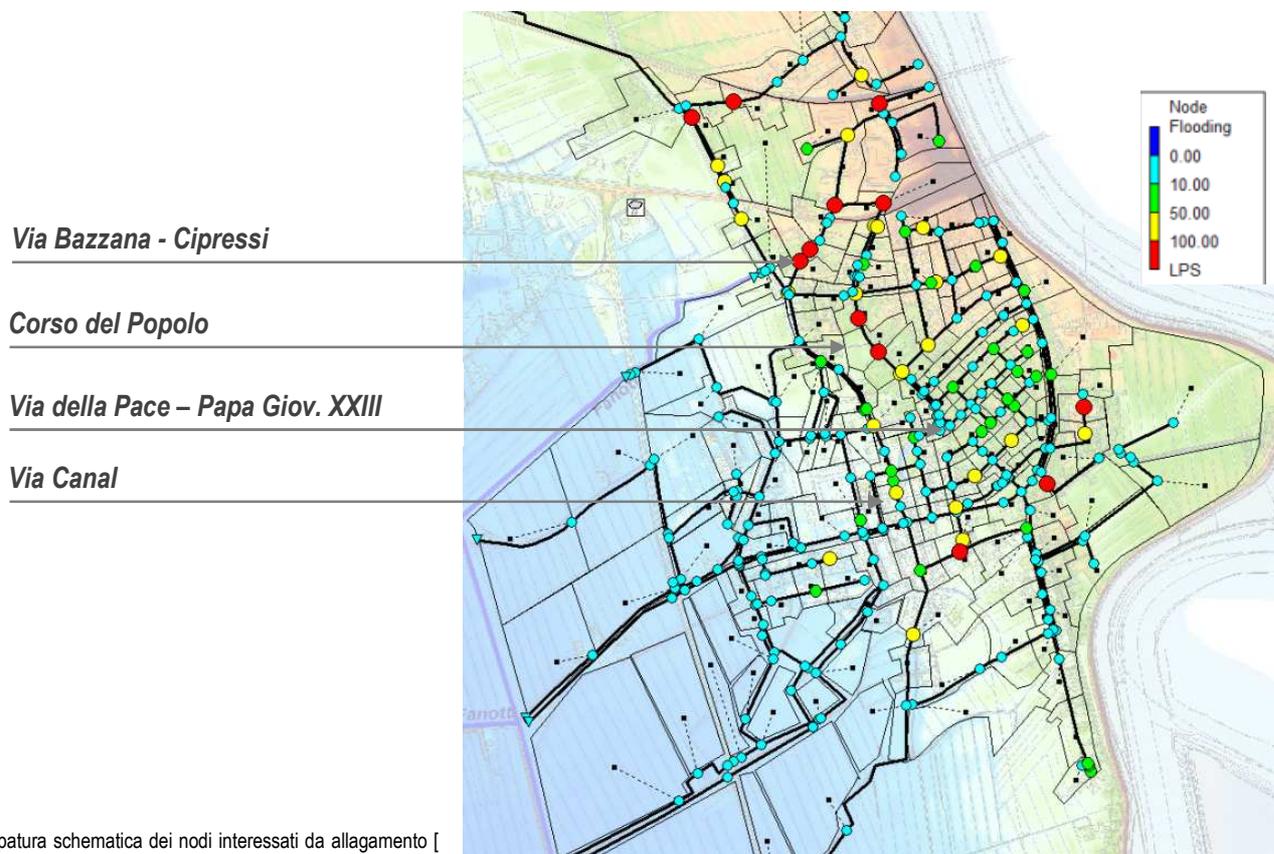
Tale considerazione è la base su cui gli interventi presentati nel presente paragrafo sono inseriti come “Fase 1”, in via prioritaria rispetto agli altri.

Il progetto qui presentato, tuttavia, non è sufficiente per rendere l'intero sistema di smaltimento del capoluogo adeguato per rispondere ad un evento caratterizzato da tempo di ritorno trentennale e caratteristiche temporalesche (durata 1 ora).

Come dimostra l'immagine seguente, infatti, per eventi di tipo temporalesco permangono, oltre a situazioni localizzate legate al livello di schematizzazione della rete, i seguenti ambiti di criticità:

- Via Bevazzana – Cipressi;
- Corso del Popolo;

- Zone urbane a monte di Via Comugne e quindi nello specifico Via Canal e, in modo più limitato dato la loro giacitura favorevole, Via della Pace e Via Papa Giovanni XXIII

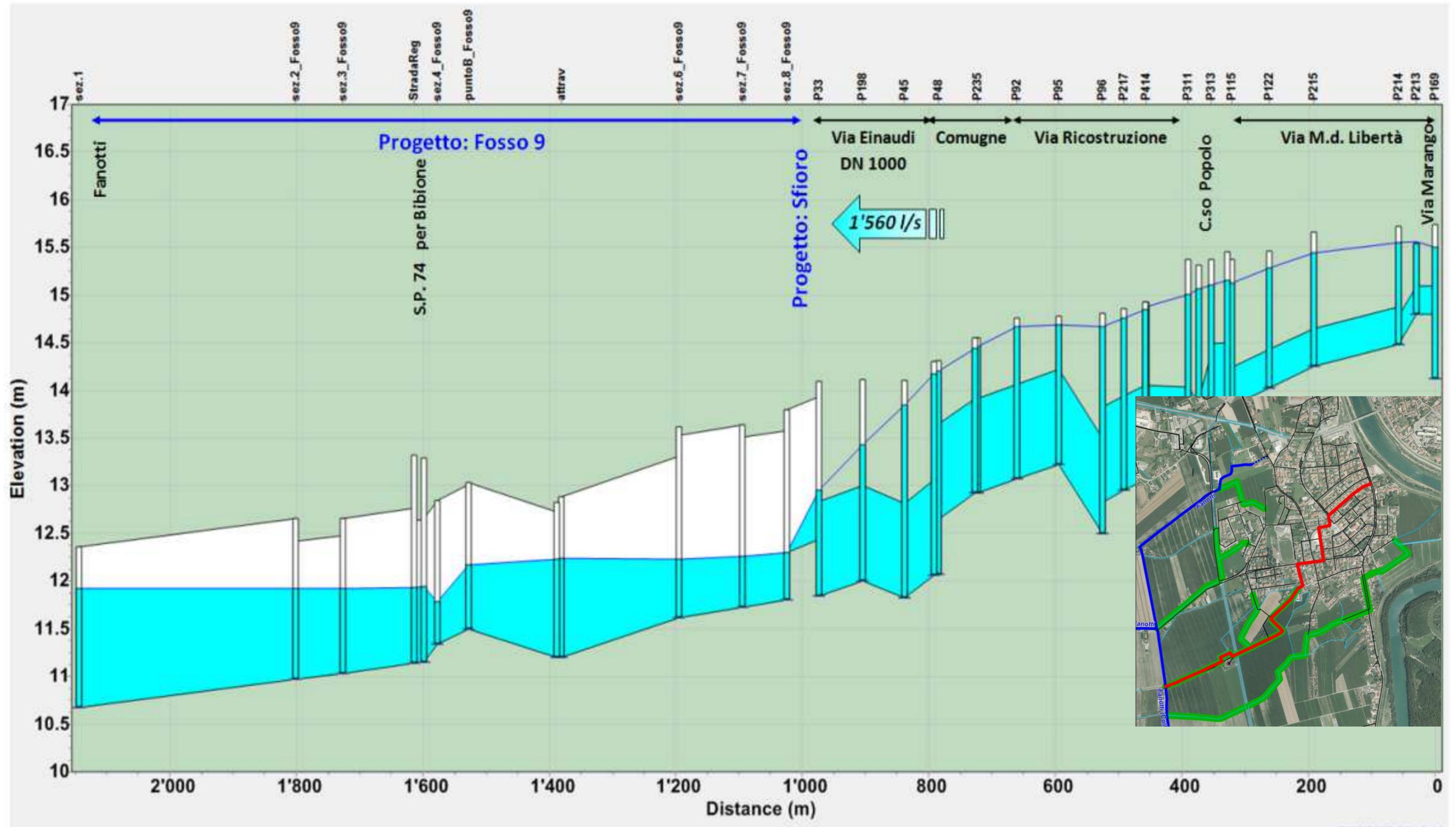


Mappatura schematica dei nodi interessati da allagamento [l/s] per evento $T_r = 30$ anni (58,4 mm in 1 ora)

Viene di seguito presentato il profilo relativo al percorso che da Via Martiri della Libertà attraversa Corso del Popolo ed il centro urbano fino immettersi nel ricettore Fanotti, allo scopo di confrontarlo con quello riferito allo stato di fatto (par. 2.4).

Per la configurazione di progetto, tuttavia, dato che il programma di sistemazione delle reti secondarie oggetto della presente Fase 1 prevede la realizzazione di un nuovo punto di sfioro presso l'incrocio Via Einaudi - Soliman, verrà mostrato nel profilo il nuovo percorso di collegamento, attraverso il fossato di progetto (denominato nello studio di fattibilità "Fosso 9") fino al canale Fanotti.

Il profilo mostra la necessità di prevedere una successiva fase di adeguamento delle dorsali urbane, per ridurre le perdite di carico che si verificano nei loro tratti terminali appena a monte dei nuovi punti di sfioro; ad esempio, nel caso di seguito presentato, le perdite di carico legate al sottodimensionamento sono evidenti lungo Via Comugne e Einaudi, dove nel momento di picco la portata stimata nella condotta DN 1000 è di 1'560 l/s, per una velocità in rete molto elevata di 1,9 m/s.



STATO DI PROGETTO FASE 1: profilo per evento $T_r=30$ anni, (58,4 mm in 1 ora) (il profilo corrisponde al tracciato evidenziato in colore rosso in planimetria, in verde i tratti interessati dal progetto rete secondaria S. Michele)

2.7 Progetto Fase 2: Adeguamento sfioro Via Cipressi e condotta Via Bazzana

Il fatto che la fognatura urbana del capoluogo sia di tipo misto ha inevitabilmente delle ripercussioni sul sistema di deflusso delle portate di pioggia. Il profilo di piena viene determinato dal livello che si instaura presso la soglia di sfioro, che a sua volta può essere rigurgitato o meno dalle condizioni di valle. In ogni caso a influire sul profilo di piena è la geometria dello sfioro, intesa sia in termini di altezza della soglia dal fondo sia in termini di larghezza. Naturalmente la progettazione di un troppo pieno deve essere condotta nel rispetto della normativa vigente in tema di scarichi e pertanto il manufatto va dimensionato per entrare in funzione solo nei casi in cui il livello di diluizione sia tale da non determinare apporto di reflui al ricettore. Tale calcolo va affrontato calcolando il tirante il rete riferito ad una portata pari almeno al quintuplo della portata nera.

Nel caso specifico di Via dei Cipressi, il manufatto sfiorante è costituito da un pozzetto di linea dotato di un troppo pieno, costituito con tre condotte affiancate di diametro 250 mm (vd. monografie n. 14 e 15).

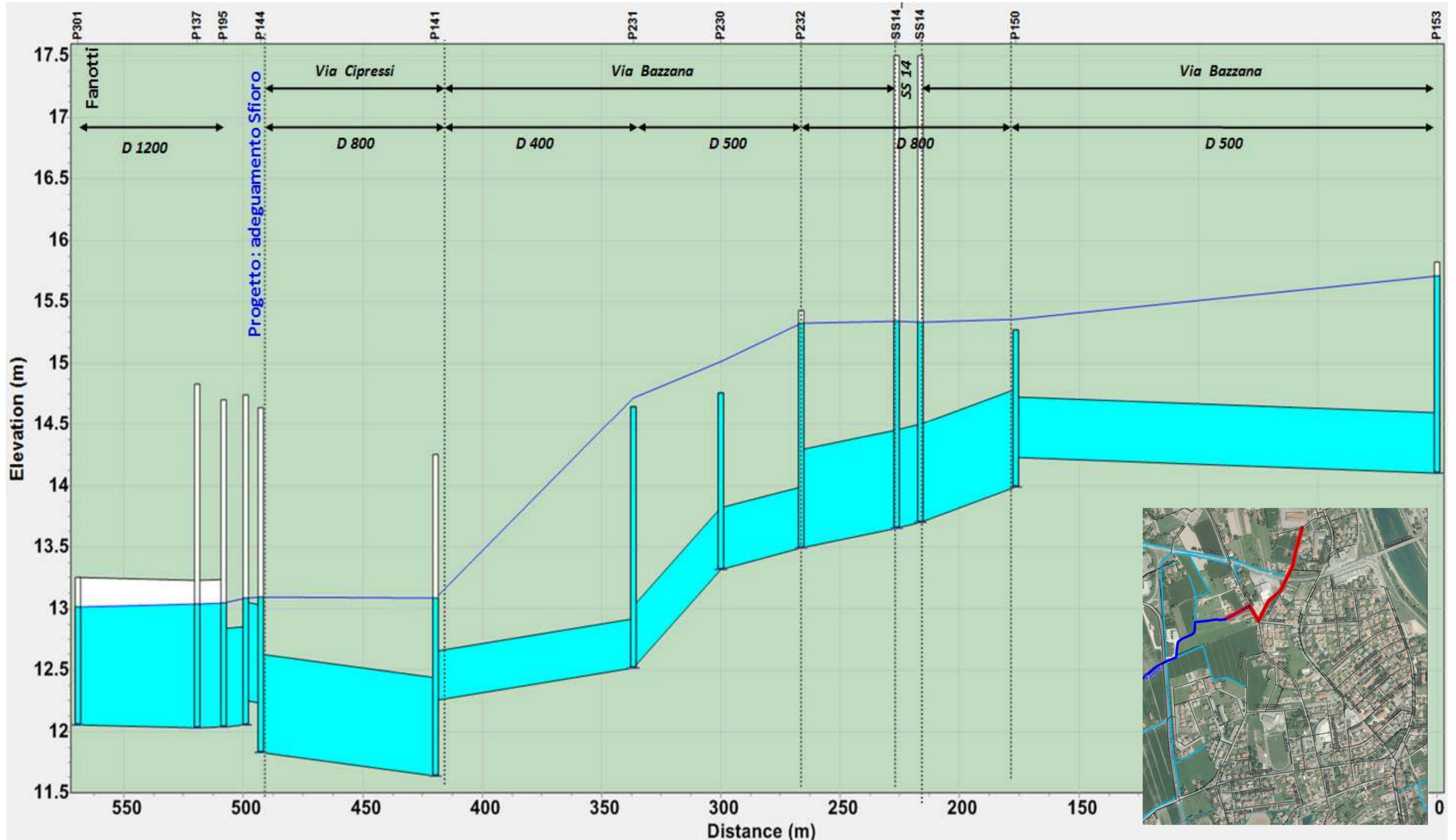


Pozzetto sfiorante Via Cipressi: foto interna

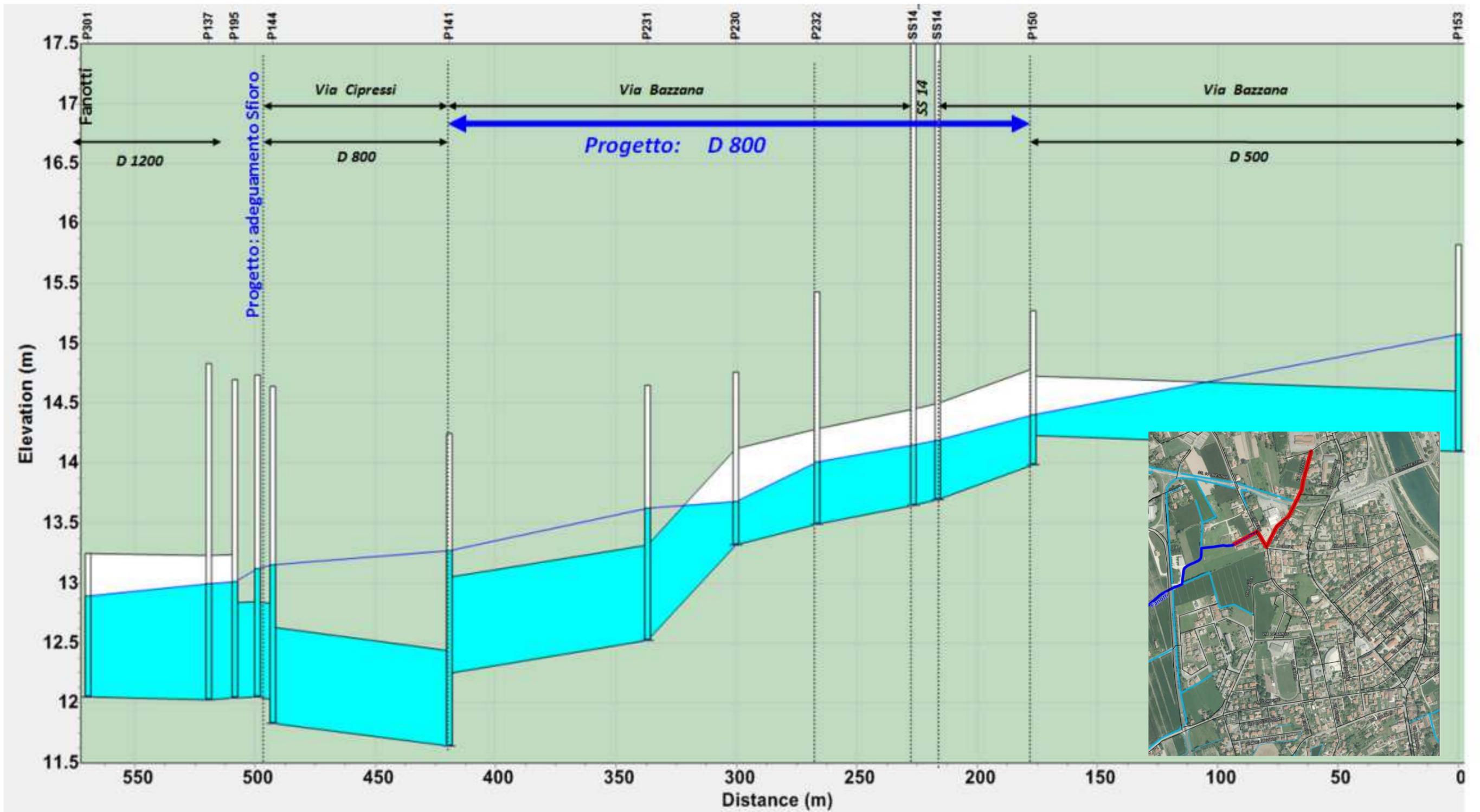
In questa sede viene verificato se l'adeguamento del manufatto di sfioro possa determinare un beneficio per le aree a questo afferenti. Riservando una progettazione dettagliata del manufatto di sfioro alle successive fasi progettuali che dovranno prevedere un'analisi del bacino di utenza civile in collaborazione con l'ente gestore della rete fognaria Livenza Tagliamento Acque, viene in questa sede preliminarmente cautelativamente assunto che la portata nera sia pari a 20 l/s (6'000 abitanti equivalenti) e pertanto viene stimato che a moto uniforme nella condotta D800 di Via Cipressi il livello tale da garantire la diluizione è pari a 0,38 m. E' pertanto possibile ipotizzare cautelativamente uno sfioro posto a quota di 0,50 m superiore al fondo della condotta di Via Cipressi. La proposta prevede anche l'adeguamento delle dimensioni dello sfioro, passando da 3 x D250 a 1xD800.

Viene di seguito presentato il profilo relativo a tale ipotesi progettuale: il tracciato presentato parte da Via Bazzana attraversa la SS14, si immette nella condotta di Via Cipressi e sfiora le portate meteo verso il canale Fanotti, tombinato con condotta D1200 nel suo tratto iniziale. E' subito evidente come l'adeguamento dello sfioro qui proposto determini un beneficio per Via dei Cipressi, che all'incrocio con Via Bazzana mostra, a parità di condizioni al contorno nel ricettore, un abbassamento atteso del livello in condotta di circa 1,0 m rispetto allo stato di fatto.

Tuttavia, tale importante beneficio non viene propagato verso monte a causa del sottodimensionamento della condotta di Via Bazzana e per questo la proposta progettuale prevede anche la sostituzione della rete D400 – D500 esistente con una condotta D800, a servizio del comparto a medio livello di impermeabilizzazione di estensione 113 ha evidenziato al par. 2.4. Vengono di seguito presentati due profili relativi all'evento quinquennale, di cui il primo con solo adeguamento dello sfioro ed il secondo comprensivo anche di potenziamento della condotta di Via Bazzana, entrambi da confrontare con quello relativo allo stato di fatto (par. 2.4).



STATO DI PROGETTO FASE 2 – SOLO ADEGUAMENTO SFIORO: profilo per evento $T_r=5$ anni, (44,2 mm in 1 ora) (il profilo corrisponde al tracciato evidenziato in colore rosso in planimetria)



STATO DI PROGETTO FASE 2 -ADEGUAMENTO SFIORO + CONDOTTA VIA BAZZANA : profilo per evento $T_r=5$ anni, (44,2 mm in 1 ora) (il profilo corrisponde al tracciato evidenziato in colore rosso in planimetria)

2.8 Progetto Fase 3: Nuova dorsale Via Curiel

Gli interventi rientranti nella Fase 1, rivolti principalmente ai sistemi di collegamento tra il centro urbano ed il canale Fanotti, determinano benefici per i deflussi del centro ma, come evidenziato al par. 2.6, non sono sufficienti per adeguare completamente il sistema rispetto ad eventi caratterizzati da tempi di ritorno trentennali o superiori.

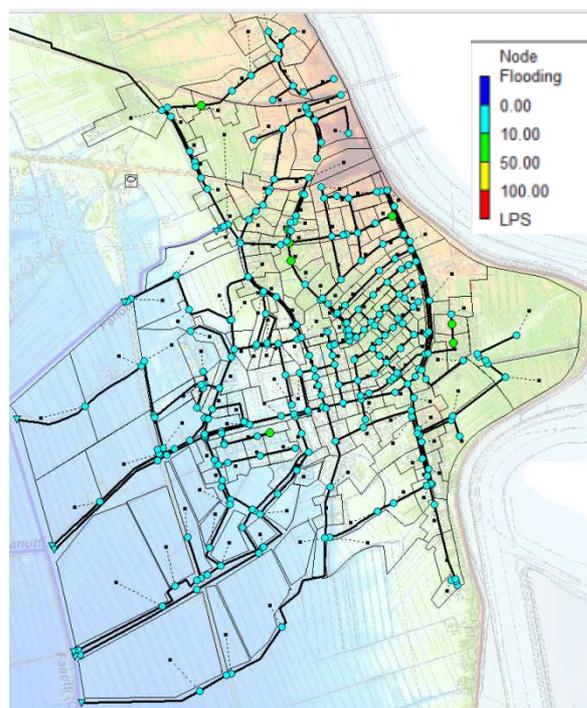
In risposta a questo, considerando che buona parte delle portate urbane afferiscono alle dorsali D1000 presenti su Via Comugne e Via Einaudi, note le caratteristiche morfologiche del capoluogo che vedono la parte orientale posta in posizione altimetricamente più favorita rispetto a quella occidentale (par. 2.4) viene di seguito presentata una proposta progettuale che individua una ulteriore dorsale urbana, diretta ad uno dei fossati oggetto di intervento nell'ambito della Fase 1, tramite un manufatto di sfioro che garantisca gli adeguati livelli di diluizione come descritto ai paragrafi precedenti .

La Fase 3 prevede infatti la posa di una condotta di diametro D1400 su Via Curiel, consentendo così il collegamento tra la dorsale di Via Comugne e il Fosso 11, oggetto di risezionamento nell'ambito della Fase 1. Questo intervento:

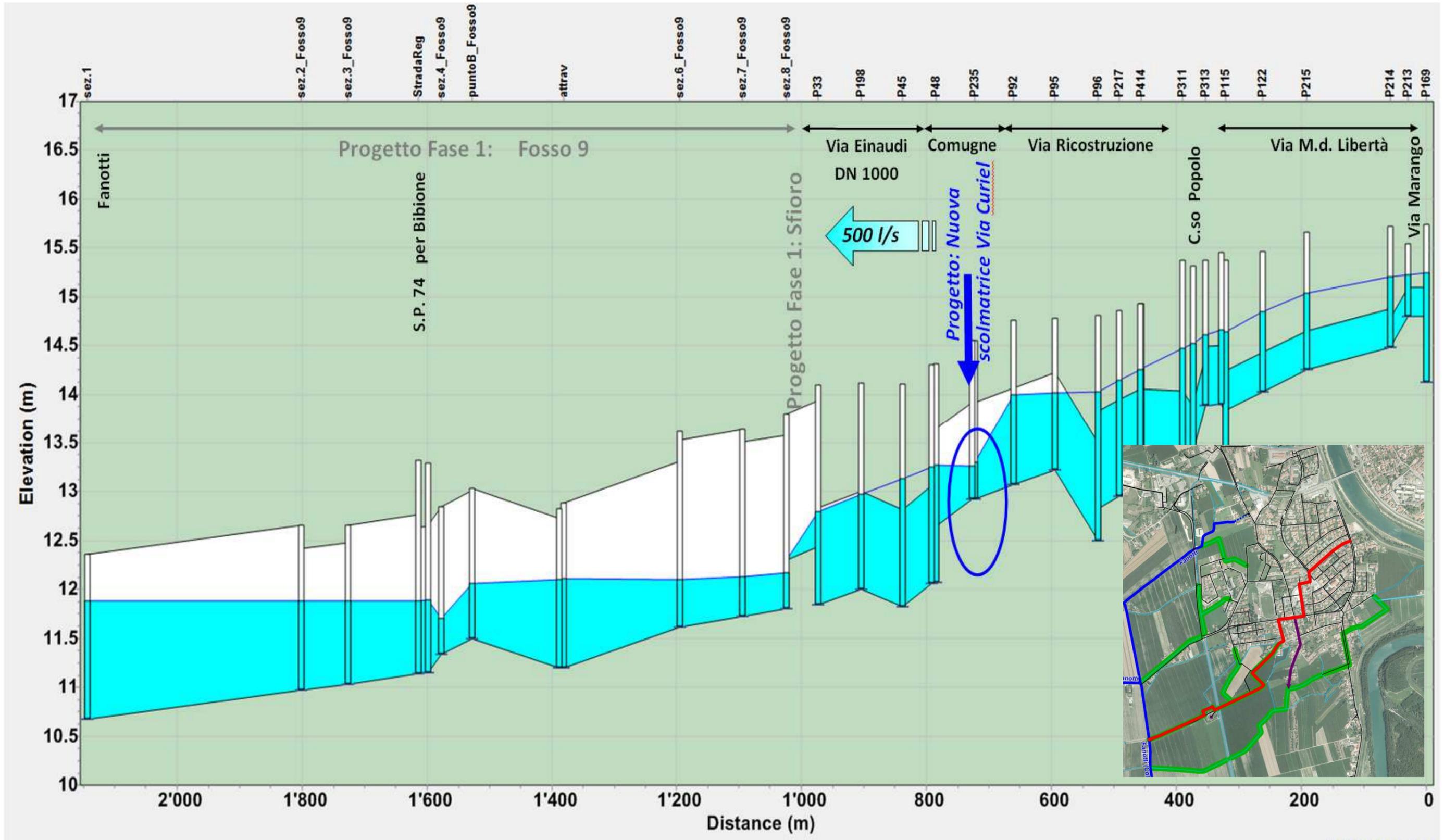
- Ottimizza lo sfruttamento del Fosso 11, altrimenti non adeguatamente alimentato dai collegamenti esistenti e dai collegamenti con il fosso 10 inclusi nella Fase 1;
- Alleggerisce il carico idraulico gravante su Via Comugne, creando una scolmatrice in posizione più orientale rispetto a quelle esistenti e, quindi, più in quota: ciò determina la diminuzione delle portate afferenti alle porzioni più depresse del capoluogo (Via Einausi, parte ovest di Via Comugne);
- Consente di lavorare su sedimi stradali a bassa infrastrutturazione con limitazione del disagio e dei costi di posa.

I benefici legati a questo intervento si estendono anche alle condotte a monte (Via Canal, Ricostruzione, della Pace, etc..) per le quali la modellazione riferita ad uno scroscio orario caratterizzato da tempo di ritorno trentennale aveva dimostrato carenze residue dopo la realizzazione degli interventi previsti per la Fase 1. È superfluo osservare che l'intervento qui presentato non può essere realizzato senza l'attuazione di quanto previsto sul ricettore (Fase 1, fosso 11) sia in termini di adeguamento dimensionale sia in termini di riconoscimento della pubblica utilità della linea di deflusso oggi privata.

Si riporta la mappatura delle esondazioni simulate dai nodi, da confrontare con quelle riferite ai paragrafi 2.4 e 2.6. Come evidente, l'apertura di una nuova dorsale di scarico a servizio della parte urbana risolve tutte le situazioni di allagamento per l'evento in esame, consentendo la derivazione da Via Comugne verso Via Curiel di 1'600 l/s attraverso la nuova condotta D1400.



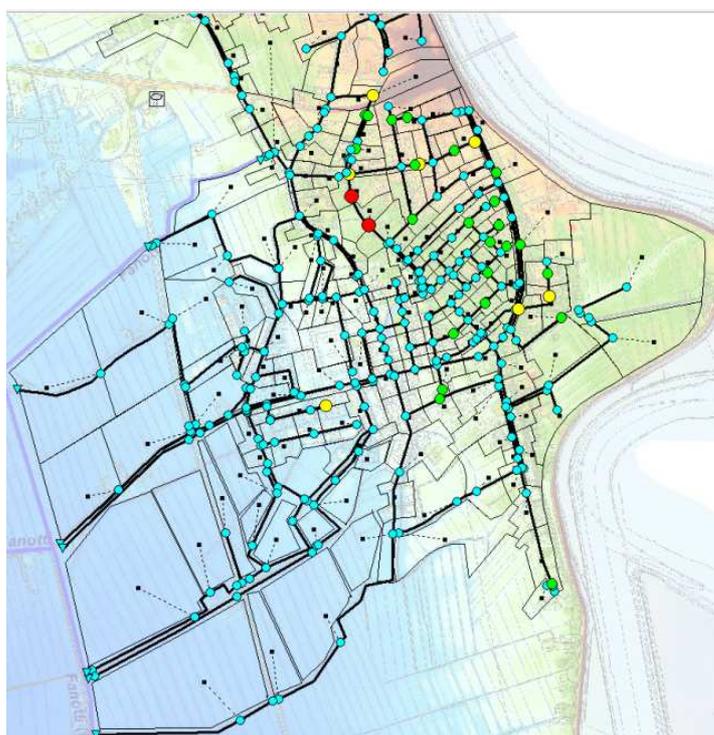
Mappatura schematica dei nodi interessati da allagamento [l/s] per evento $T_r = 30$ anni (58,4 mm in 1 ora)



STATO DI PROGETTO FASE 3: profilo per evento Tr= 30 anni, (58,4 mm in 1 ora) (il profilo corrisponde al tracciato evidenziato in colore rosso in planimetria, in verde i tratti interessati dal progetto rete secondaria S. Michele, in viola la nuova scolmatrice Via Curiei)

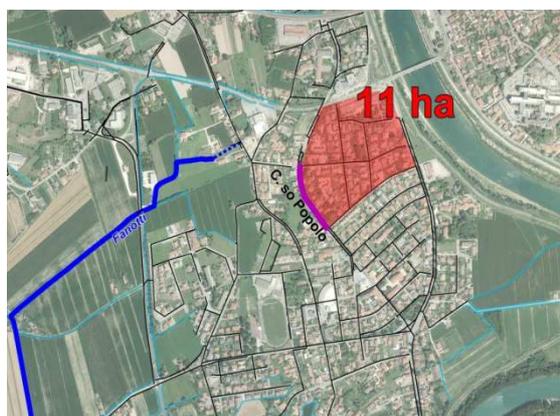
Come riportato nel profilo precedente, la portata in transito nella condotta DN1000 di Via Einaudi è di gran lunga inferiore rispetto a quanto prospettato dopo la chiusura della Fase 1 (da 1'560 a 500 l/s).

Viene ora analizzato se il complesso degli interventi fin qui descritti sia adeguato per rispondere ad un evento caratterizzato da tempo di ritorno cinquantennale, assunto come orizzonte finale per il dimensionamento delle opere idrauliche pubbliche. La scelta di programmare gli interventi di piano fino a $Tr = 50$ anni appare come ambiziosa se si considera che storicamente le reti fognarie urbane venivano dimensionate (come da indicazioni di bibliografia) su tempi di ritorno di 10 – 20 anni. Tuttavia tale prospettiva è adeguata in risposta alla normativa regionale (DGR 2948/2009 e smi) che, pur non riguardando le reti di fognatura pubblica, prevede tuttavia il dimensionamento delle opere idrauliche a servizio dei nuovi interventi urbanistici per $Tr = 50$ anni. A fronte di questo, considerato anche il valore pluriennale del presente Piano delle Acque e tenuto conto dei cambiamenti climatici in atto, si ritiene necessario tracciare almeno il percorso verso questo obiettivo, lasciando poi alla gestione operativa la determinazione del cronoprogramma e del livello di priorità per la realizzazione dei diversi stralci progettuali, qui individuati come “fasi”.



Mappatura schematica dei nodi interessati da allagamento [l/s] per evento $Tr = 50$ anni (62 mm in 1 ora)

L'analisi dimostra, oltre ad alcuni fenomeni localizzati che però non meritano un intervento strutturale essendo riferiti ad un tempo di ritorno cinquantennale, una criticità strutturale riconoscibile (nodi evidenziati in rosso nella mappa) lungo Corso del Popolo, tra l'incrocio con Via Anna Frank e Via Papa Giovanni XXIII.



La condotta di Corso del Popolo infatti, raccoglie le aree urbane a sud della SS 14 per un totale di 11 ha, mostra una insufficienza nel tratto caratterizzato da diametro D500, prima di immettersi nel collettore D1000.

Tale situazione viene affrontata nelle seguente Fase 4.

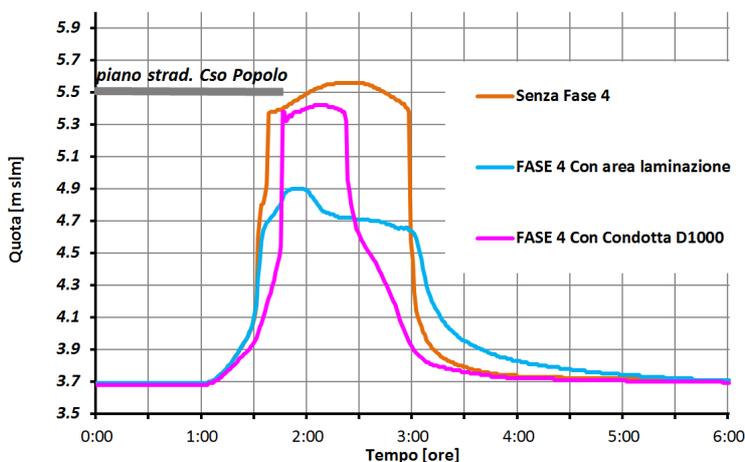
Area afferente alla tratta D500 di C.so del Popolo: 11 ha;
in viola la tratta per cui l'analisi evidenzia criticità per $Tr 50$ anni

2.9 Progetto Fase 4: Corso del Popolo

Le portate in arrivo al tratto evidenziato di Corso del Popolo possono essere stimate su base idrologica, considerando l'uso del suolo urbano e l'elevata pendenza dei territori degradanti dal Tagliamento verso la dorsale, in almeno 660 l/s, non compatibili con un deflusso in sicurezza attraverso la condotta D500. Le soluzioni a tale situazione sono di due tipologie: la prima prevede la sostituzione della condotta D500 con una condotta D1200 per un tratto di 230 m, mentre la seconda prevede il collegamento della condotta D500 esistente ad un'area verde limitrofa all'Istituto scolastico Tito Livio e l'abbassamento dell'area così individuata (ipotizzata in questa sede avere una superficie utile di 2'000 m²) per una profondità di 80 cm rispetto allo stato di fatto, fino a portarla a quota di fondo pari a 4,40.

Il volume effettivamente invasato in tale seconda ipotesi va determinato valutando il massimo livello raggiunto in rete, il quale si metterà chiaramente in equilibrio con il livello all'interno dell'area di laminazione. Noto che il piano stradale di Corso del Popolo nel tratto in esame si colloca a quota 5,30 – 5,50 m slm e che, come evidenziato al par. 2.8, per un evento temporalesco cinquantennale se ne prevede l'allagamento, è interessante notare che il livello atteso in condotta in presenza dell'area di laminazione è di 4,9 m slm e pertanto, per differenza, il tirante nell'area verde sarebbe per questo evento pari a 50 cm, con un volume utile di 1'000 m³. Tale valore è molto basso se si considera che l'area afferente è di 110 ha urbani, tuttavia è sufficiente a gestire gli eccessi di portata legati all'evento temporalesco in esame, trattenendoli per il tempo necessario a far rientrare le reti nell'ordinarietà, evitando così l'innescarsi di fenomeni di ruscellamento superficiale sulla superficie stradale verso aree più depresse.

Si illustra di seguito il beneficio atteso, a parità di evento cinquantennale (62 mm in 1 ora) nelle due diverse ipotesi progettuali:



Punto A: stima beneficio atteso con area di laminazione (in azzurro) o con condotta D1000 (in rosa) per $T_r = 50$ anni

Naturalmente un intervento che preveda una laminazione a cielo aperto deve tener conto non solo delle destinazioni d'uso ed del regime privato dell'area, ma anche del fatto che il capoluogo è oggi servito da rete fognaria mista e

che pertanto la quota di sfioro deve essere tale da poter escludere ogni possibilità di sversamento reflui. Essendo questa soluzione individuata come ultima in ordine di priorità (Fase 4), è prevedibile che sarà perseguita la soluzione con area di laminazione solo nel caso in cui il capoluogo si sia nel frattempo dotato di fognatura nera separata, così da poter sfiorare acque meteoriche a cielo aperto senza riserve.

2.10 Capoluogo: Stima preliminare dei costi

Come previsto dal P.T.C.P. di Venezia, la programmazione a livello comunale passa attraverso l'individuazione delle criticità, il loro approfondimento tecnico con rilievi e modelli, l'individuazione delle cause ed infine il dimensionamento delle soluzioni tecniche, con stima parametrica dei costi.

Per questo motivo gli interventi progettuali delineati per le diverse fasi nei paragrafi precedenti sono stati oggetto di stima parametrica dei costi. Va precisato che si tratta di soli costi riferiti ai lavori, cui sommare le somme a disposizione della stazione appaltante per poter definire un quadro economico completo.

Resta inteso che, trattandosi di interventi in ambito prevalentemente urbano, la risoluzione delle interferenze con sottoservizi e gli allacciamenti, esclusi dalla presente stima, rivestiranno un ruolo importante nella definizione dei costi totali.

La stima qui presentata, basata su prezzi parametrici desunti da prezziari e da recenti lavori, dovrà essere rivista e perfezionata in sede di progettazione definitiva, tenendo conto delle condizioni particolari dei siti, dei sottoservizi rilevati e delle modalità operative che saranno scelte nell'ambito della progettazione di ogni singolo intervento, a fronte di rilievi e valutazioni di dettaglio.

Segue per ogni fase una stima parametrica (esclusa Fase 0, già finanziata e in corso o realizzata):

FASE 1: RETE SECONDARIA S. MICHELE: STIMA DA STUDIO FATTIBILITA' ANNO 2007	
S. MICHELE CAPOLUOGO	STIMA PARAMETRICA IMPORTO LAVORI [€]
Adeguamento di fossi privati di collegamento tra rete urbana e sistema di drenaggio ricettore	
Solo importo lavori (esclusi espropri, IVA e altre somme a disposizione) costo da aggiornare rispetto alla stima dell'anno 2007	886'000
TOTALE LAVORI €	886'000
<i>+ SICUREZZA + ESPROPRI + I.V.A. + SOTTOSERVIZI + SPESE TECNICHE + SPESE GENERALI</i>	

FASE 2: ADEGUAMENTO SFIORO VIA CIPRESSI E CONDOTTA VIA BAZZANA				
S. MICHELE CAPOLUOGO	L TRATTA [m]	DIMENSIONI [mm]	stima parametrica prezzo unitario fornitura+posa[€]	STIMA PARAMETRICA IMPORTO LAVORI [€]
<i>Sfioro via Cipressi</i>	-	-	5'000	5'000
<i>Condotta Via Bazzana</i>	150	D800	300	45'000
TOTALE LAVORI €				50'000
<i>+ SICUREZZA + I.V.A. + SOTTOSERVIZI + SPESE TECNICHE + SPESE GENERALI</i>				

FASE 3: NUOVA DORSALE VIA CURIEL				
S. MICHELE CAPOLUOGO	L TRATTA [m]	DIMENSIONI [mm]	stima parametrica prezzo unitario (scavo+fornitura+posa+ripristini) [€]	STIMA PARAMETRICA IMPORTO LAVORI [€]
<i>Via Curiel</i>	470	D1400	670	314'900
TOTALE LAVORI €				314'900
<i>+ SICUREZZA + I.V.A. + SOTTOSERVIZI + SPESE TECNICHE + SPESE GENERALI</i>				

FASE 4: CORSO DEL POPOLO				
S. MICHELE CAPOLUOGO	L TRATTA [m]	DIMENSIONI [mm]	stima parametrica prezzo unitario (scavo+fornitura+posa+ripristini) [€]	STIMA PARAMETRICA IMPORTO LAVORI [€]
<i>Corso del Popolo</i>	230	D1200	550	126'500
TOTALE LAVORI €				126'500
<i>+ SICUREZZA + I.V.A. + SOTTOSERVIZI + SPESE TECNICHE + SPESE GENERALI</i>				

3 BIBIONE

3.1 Inquadramento

Il bacino idraulico di Bibione comprende un'area di 1'020 ha, delimitata a sud dal cordone litoraneo e dalla duna, ad est dall'argine del fiume Tagliamento, a nord dalla valle ed a ovest da foce Baseleghe.

I lavori per la bonifica idraulica del bacino, originariamente di tipo paludoso, sono terminati nell'anno 1937, con costruzione di canali e impianto idrovoro con scarico verso la foce del Tagliamento.

Dato l'assetto altimetrico del bacino di Bibione, influenzato nei secoli dall'apporto alluvionale, la prevalenza necessaria al sistema di pompaggio è minore rispetto a quanto avviene per altri vicini bacini di bonifica: in alcune fasi di bassa marea, addirittura, era possibile lo scarico naturale diretto verso la foce del Tagliamento.

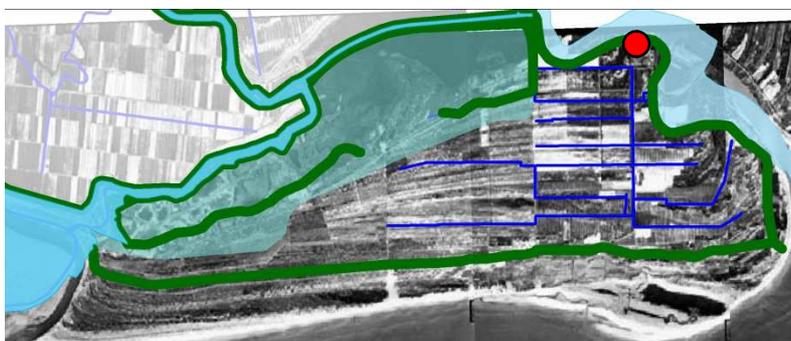


Immagine storica foto aerea 1954, che evidenzia i corsi d'acqua di bonifica (blu) e l'impianto idrovoro (rosso)

Grazie a tali opere di bonifica il bacino è quindi passato da una situazione semi-paludosa ad una progressiva destinazione agricola, trasformazione accompagnata dalla realizzazione di abitazioni, strade e infrastrutture.

Le esigenze legate alla rapida ed estesa urbanizzazione turistica hanno portato dagli anni '70 agli anni '90 al tombinamento di buona parte dei canali di bonifica prima realizzati, trasformandoli di fatto in assi portanti del sistema fognario misto comunale.

Negli anni '80 è stato di seguito realizzato il depuratore ed è stata razionalizzata la veicolazione dei reflui urbani verso tale nodo, mantenendo però nel complesso un sistema fognario di tipo misto.

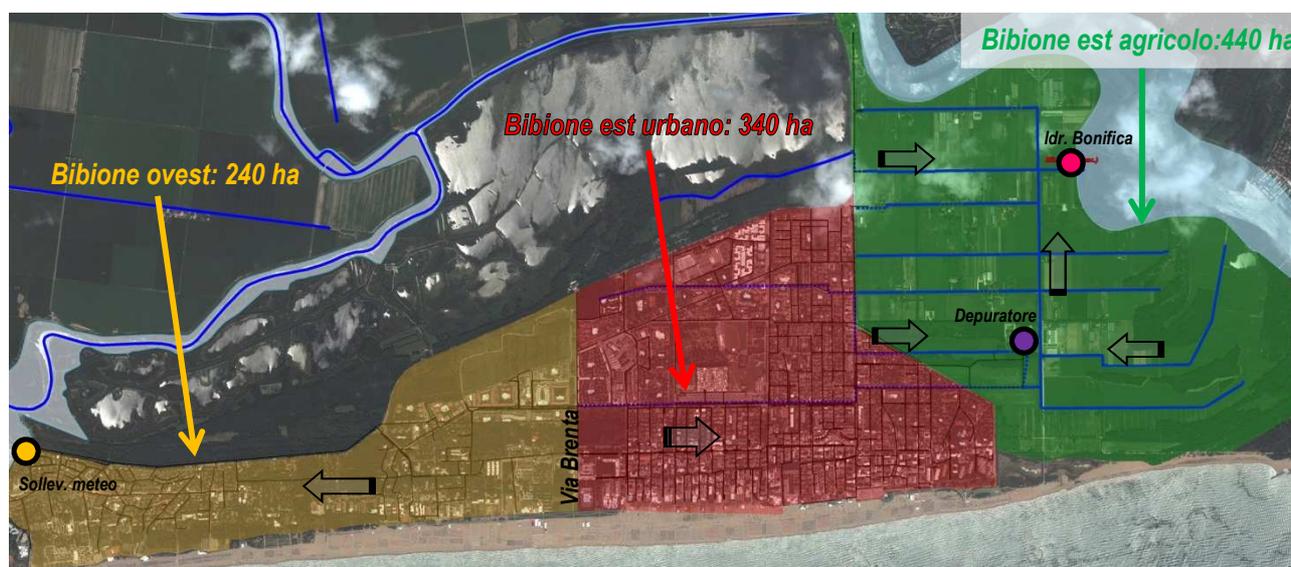
Il depuratore, a servizio di tutto l'abitato di Bibione, è stato realizzato nella porzione est del bacino, con scarico verso il canale di bonifica denominato Principale, diretto all'impianto idrovoro consortile. La caratteristica mista della rete fognaria, tuttavia, fin da subito ha determinato in fase di pioggia un forte apporto meteorico al depuratore. Di qui è nata la necessità di dotare tale nodo idraulico di un sistema per scaricare gli eccessi di portata in arrivo rispetto alla massima potenzialità di depurazione; tale sistema di supero, che si attiva solo dopo il raggiungimento di un adeguato livello di diluizione, è costituito da un collegamento a gravità presidiato da paratoia e da una stazione di sollevamento dedicata alle portate meteoriche, entrambi realizzati presso il depuratore e diretti al canale di bonifica Principale per essere di qui convogliati verso il sollevamento consortile e quindi al ricettore Tagliamento.

Il sistema idraulico, pertanto, prevede per Bibione due sollevamenti in serie dedicati alle portate di pioggia: uno, che si attiva solo in caso di superamento dei livelli di diluizione, presso il depuratore e diretto al canale di bonifica e uno da quest'ultimo canale alla foce del Tagliamento.

Fa eccezione rispetto a questo articolato schema la porzione ovest del bacino, caratterizzata invece da un'altimetria più favorevole e da un minor tasso di impermeabilizzazione. A servizio di quest'area sono stati realizzati dal Comune di S. Michele in occasione dello sviluppo turistico del sito:

- per quanto riguarda le portate nere una rete dedicata, con rilanci verso il depuratore;
- per quanto riguarda la rete meteorica una stazione di sollevamento con scarico presso foce Baseleghe, alimentata da condotta meteo di dimensioni DN 1200.

Nonostante le due porzioni del bacino di Bibione (est ed ovest) non siano tra loro divise da un limite fisico invalicabile, tuttavia la giacitura dei terreni e delle reti di raccolta rende la separazione quasi netta: la linea di demarcazione può essere schematicamente individuata all'altezza di Via Brenta.



Schematica suddivisione dei sottobacini per portate meteo nel bacino di Bibione

Il sistema di smaltimento fin qui descritto è stato oggetto di diversi potenziamenti nel corso degli anni.

In particolare nell'anno 2003 è stato potenziato il sistema di smaltimento finale, con realizzazione di una nuova postazione idrovora consortile dotata di due pompe di portata 1'250 l/s ciascuna. L'impianto così costruito, collaborante con il pre-esistente dotato invece di due pompe centrifughe di portata 1'000 ciascuna, ha portato il coefficiente udometrico medio del bacino centro-est a: $4'500 / (340+440) = 5,8 \text{ l/(sxha)}$.

L'Ente gestore del servizio idrico in collaborazione con il Comune di S. Michele, invece, ha potenziato il sistema di pompaggio meteo installato presso il depuratore e dedicato alle portate di supero, portandolo a $2'950 + 2'400 + 1'850 = 7'200 \text{ l/s}$.

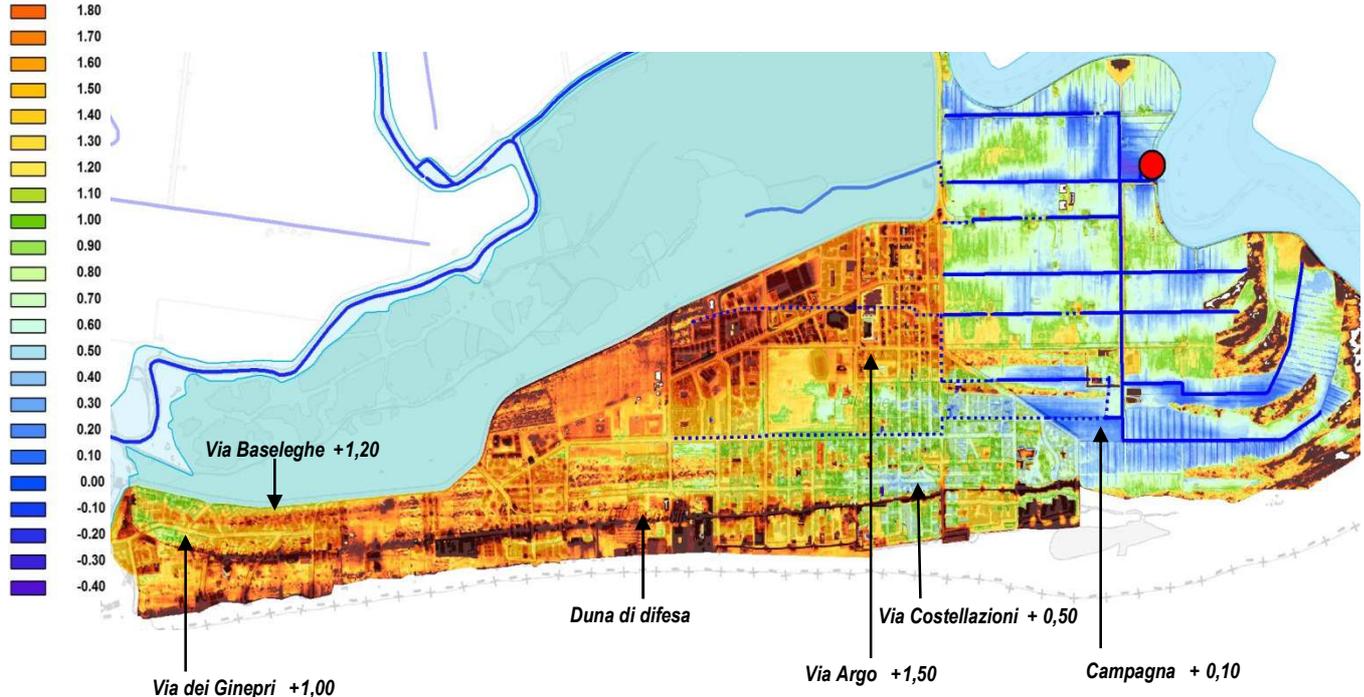
Dal punto di vista altimetrico il bacino di Bibione, escluso il litorale separato dalla duna di difesa, mostra altimetrie variabili tra quota +2,00 m slm e quota + 0,10 m slm. Questo naturalmente va considerato ricordando che, rispetto al

medio mare, le acque esterne subiscono oscillazioni di marea di entità superiore a 1 m, ulteriormente amplificate in occasione di sciroccali e fenomeni perturbativi.

La porzione agricola nei pressi del depuratore e nei pressi dell'idrovora consortile è quella che mostra la giacitura più sfavorevole (+0,10 m slm).

All'interno dell'area urbana la porzione più sfavorita è quella di Via Costellazioni nei pressi di Piazza Orione; in generale l'intero asse Viale Aurora – Costellazioni, che percorre l'area urbana parallelamente alla linea di costa, è il ricettore delle

portate di pioggia provenienti dalle numerose strade laterali di collegamento con la spiaggia, caratterizzate da forte pendenza da sud verso nord data la presenza della duna di difesa. Questi fattori fanno di Via Costellazioni il punto più critico del bacino urbano est, facendone il ricettore sia di fenomeni di sovrappressione nella rete urbana, sia di fenomeni di ruscellamento superficiale dalle laterali in discesa dalla duna.



Schema altimetrico del bacino di Bibione, elaborazione ricavata da DTM di proprietà MATTM integrato con dati Autorità di Distretto

Dal punto di vista geologico il bacino è caratterizzato da una forte componente sabbiosa di origine alluvionale, legata agli apporti delle antiche divagazioni del fiume Tagliamento. L'elevata capacità di infiltrazione che caratterizza terreni di questa natura va tuttavia valutata tenendo conto del livello di falda del bacino, fortemente condizionato dalle acque esterne circostanti. In prossimità dell'impianto idrovoro consortile e del depuratore, ad esempio, il livello di falda medio si attesta intorno a quota -0,50 m slm, che rispetto al punto più sfavorito del piano campagna equivale ad una profondità di circa 60 cm.

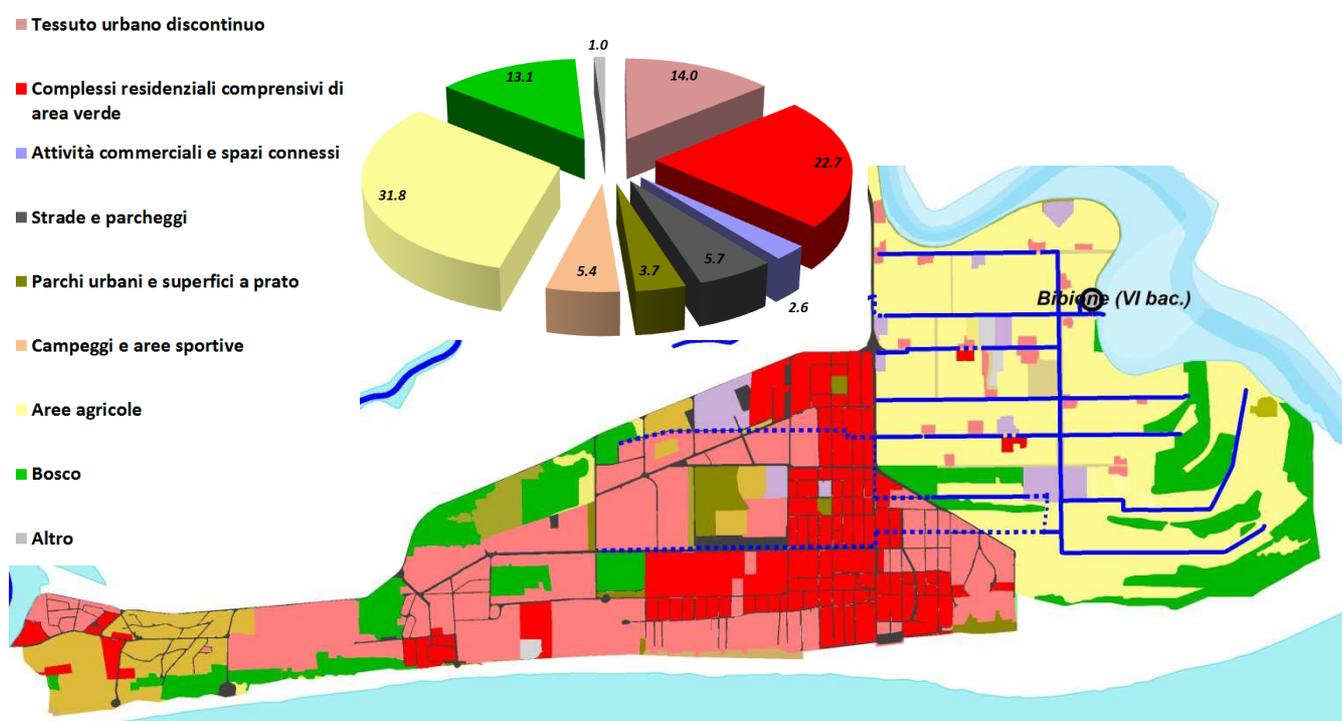
Tale caratteristica del bacino ha fortemente condizionato il sistema di bonifica, le cui opere di sollevamento e relative quote di esercizio sono state definite tenendo conto dell'impossibilità di creare un effetto di chiamata verso l'impianto maggiore rispetto a quello consentito dal livello di falda, data l'impossibilità di forzarne l'abbassamento nelle condizioni

specifiche del bacino, circondato da acque esterne. L'impianto idrovoro consortile è stato quindi dimensionato per mantenere, in condizioni ordinarie, l'oscillazione del livello nei corsi d'acqua del bacino all'interno dell'intervallo compreso tra -0,60 e -0,20 m slm (quote 9,40 – 9,80 in sistema di riferimento del Consorzio di Bonifica), con un'escursione molto limitata.

Le caratteristiche della falda di Bibione condizionano inoltre il funzionamento del sistema fognario, caratterizzato da significativi e continui apporti parassiti ai collettori e quindi al depuratore.

Per quanto riguarda la porzione urbana, le capacità di infiltrazione sono condizionate dal livello di impermeabilizzazione.

Soprattutto il bacino urbano ad est delle Terme mostra un significativo livello di copertura residenziale – turistica:



Usò del suolo nel bacino di Bibione (Regione Veneto, banca dati 2012)

3.2 Schematizzazione della rete

Analogamente a quanto fatto per il capoluogo, anche per l'abitato di Bibione sono state condotte alcune verifiche topografiche per completare il quadro conoscitivo di carattere bibliografico messo a disposizione dall'Ente Gestore L.T.A. Sono state pertanto condotte nell'ambito della seconda fase del Piano attività di:

- rilievo GPS della quota chiusino dei collettori;
- chiarimento dei principali nodi idraulici della rete fognaria urbana e compilazione della relativa monografia;

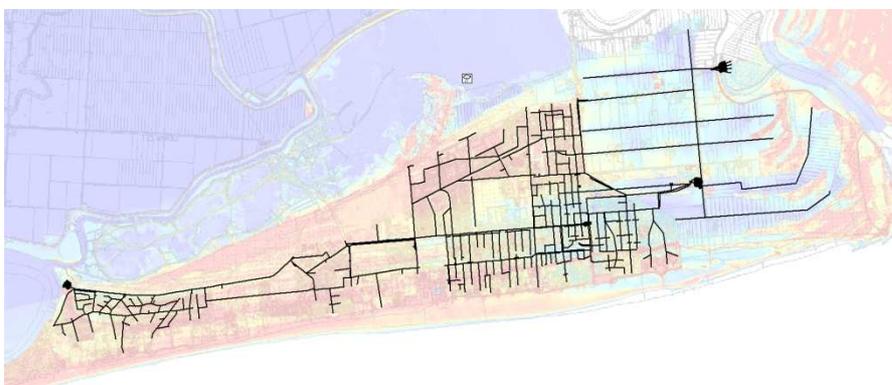
- verifica monografie pozzetto e geometria condotte per gli assi principali;
- rilievo topografico dei canali consortili a cielo aperto;
- rilievo integrativo con attrezzatura georadar multifrequenza, allo scopo di approfondire le indagini ove non è stato possibile ispezionare la rete (casi di chiusini asfaltati, nodi di collegamento occulti, etc.);
- archiviazione dei dati così completati su banca dati georiferita.

Una mappatura precisa dei nodi ispezionati nell'ambito del Piano delle Acque può essere visionata nelle planimetrie 14A, 14B e tramite le monografie di rilievo elab. 19C.

A seguito della completa ricostruzione della geometria della rete è stato possibile implementare un modello idraulico monodimensionale a moto vario, eseguendo sia un'analisi di tipo idrologico per valutare l'afflusso ai sistemi di smaltimento sia un'analisi idrodinamica per descrivere il comportamento delle reti per diverse condizioni al contorno e diversi eventi di pioggia.

Nell'ambito della modellazione implementata è stato tenuto conto delle evidenze derivanti dalla fase preliminare di ricognizione (Fase 1 del Piano), cercando le motivazioni che possono originare le criticità registrate nella parte urbana est (Via Costellazioni).

Il modello, che interessa una superficie di 1'020 ha individuata nel par.3.2, è strutturato in 835 nodi e 604 sottobacini, caratterizzati da diverse percentuali di impermeabilizzazione e diverse pendenze trasversali, individuati su base automatica in base al modello digitale del terreno e all'uso del suolo, successivamente calibrati come descritto al par.3.4.



Schema geometrico modello monodimensionale Bibione

3.2.1 Nodi idraulici particolari

Il modello implementato integra le analisi relative alla rete fognaria urbana con quelle riferite al sistema di bonifica del bacino.

Sono stati implementati nel modello i nodi idraulici rilevanti:

- a) Impianto di sollevamento "Pineda" a servizio di Bibione ovest, con la seguente dotazione: 1'450+1'450+1'450 l/s;
- b) Impianto di sollevamento meteo installato presso il depuratore, con la seguente dotazione: (2,950+2'7400+1'850) l/s;

- c) Paratoia per scarico del supero installata in prossimità del depuratore, da attivare solo in caso di livello nel canale di bonifica minore del livello del canale VII;
- d) Impianto di sollevamento idrovora consortile con scarico alla foce del Tagliamento, con la seguente dotazione: (1'000+1'000+1'250+1'250) l/s;
- e) Invaso lineare di tipo scatolare di dimensioni 3,5 x 3,6 lungo Via Orsa Maggiore, recentemente realizzato da LTA e dal Comune di S. Michele, con relativo dispositivo di vuotamento rappresentato da tre pompe di portata 500 + 500 + 500 l/s, le quali sono state progettate per offrire al centro urbano un vaso "dinamico", caratterizzato quindi da volumi disponibili effettivi superiori a quelli geometrici.

3.3 Condizioni al contorno

Trattandosi di un bacino caratterizzato esclusivamente da scolo meccanico non è stato necessario ipotizzare delle condizioni al contorno, essendo il profilo idraulico dei collettori determinato dalle quote che si realizzano presso l'impianto idrovoro e non dai livelli del ricettore finale Tagliamento.

Tali quote dipendono da:

- Le caratteristiche progettuali della stazione di sollevamento e pertanto la quota di funzionamento della pompa;
- Il rapporto tra la potenzialità delle pompe e la portata in arrivo dal bacino (che a sua volta è funzione delle caratteristiche dell'evento meteorico).

Vengono trascurati nel presente schema monodimensionale gli effetti di abbassamento della portata sollevabile all'aumentare dei livelli esterni, ipotizzando per semplicità una curva portata-prevalenza di tipo costante, dato che nel caso specifico di Bibione le prevalenze di lavoro sono sempre limitate rispetto alle capacità delle pompe installate.

3.4 Calibrazione del modello

Il modello è stato calibrato grazie all'installazione di dispositivi di registrazione dei livelli all'interno della rete fognaria, i quali sono stati correlati alle registrazioni che costantemente vengono fatte presso l'idrovora consortile.

I misuratori di livello sono stati installati, con il supporto dell'Ente gestore, in due punti ritenuti strategici per la porzione più critica del bacino:

- Condotta Viale Aurora: per misurare la velocità con cui le aree comprese tra la duna di difesa e Viale Aurora si immettono nel collettore principale, considerata la forte pendenza che le caratterizza;
- Condotta Canale VII lungo Via Urano: per misurare la risposta del sistema idraulico di Bibione est all'uscita dall'area urbana.



Installazione dei misuratori di livello in Via Aurora e in Via Urano

A tali punti di misura installati per lo sviluppo del presente Piano, si aggiungono punti di misura stabili:

- misuratore di livello all'interno dello scatolare recentemente realizzato da parte del Comune di S. Michele ed LTA in Via Orsa Maggiore: tale misuratore dà il consenso all'avvio delle tre pompe di vuotamento di cui al punto d) del paragrafo precedente;
- misuratore di livello installato all'interno della condotta di Via Auriga: tale misuratore dà il consenso all'apertura di paratoie in rete per la separazione dei deflussi fognari;
- misuratore di livello installato presso l'impianto idrovoro consortile.

La calibrazione del modello è stata condotta sull'evento del 10-12 settembre 2017, che per le sue caratteristiche di eccezionalità ha determinato allagamenti tali da rendere poco significativa per la taratura la registrazione della fase di picco. Grazie all'eccezionalità dell'evento, tuttavia, è stato possibile verificare la velocità di risposta del sistema urbano.

Ulteriori calibrazioni sono state condotte rispetto agli eventi del 22/06/2018 e 15/09/2018, con solo riferimento – però – alla registrazione presso il punto finale (idrovora consortile).

3.4.1 Parametri di calibrazione

Per quanto riguarda la parte idrodinamica del modello, l'unico parametro da calibrare riguarda la scabrezza delle condotte, qui assunto pari a $60 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ secondo *Gauckler-Strickler*. Più significativa è invece la taratura della componente idrologica del modello.

Il metodo afflussi/deflussi utilizzato è il Curve Number del Soil Conservation Center (SCS - CN) attraverso questo metodo si fornisce, per ogni evento meteorico con cui si implementa il modello, l'idrogramma uscente dai singoli bacini ed entrante nei pozzetti della rete.

Le informazioni di uso del suolo ottenute con l'intersezione dei sottobacini individuati e la Carta di Uso del suolo della Regione del Veneto, incrociate con quelle relative al tipo di suolo, forniscono il valore di CN medio per sottobacino. Data la litologia delle aree in esame è stato assunto un suolo di tipo B, con parametri CN variabili da 60 a 80.

Oltre al parametro CN, a ciascun sottobacino viene affidato un valore per il parametro *Width* che rappresenta la dimensione caratteristica del percorso di deflusso delle acque per ruscellamento. Per tale parametro si assegna un

valore di primo tentativo calcolato come rapporto tra l'area del singolo sottobacino e la massima lunghezza di scorrimento superficiale, il valore viene aggiornato per tentativi fintanto che la risposta fornita dal modello non fornisce dei valori di livello e di portata il più possibile vicini a quelli misurati.

Da ultimo è stato definito per ogni sottobacino il parametro *Slope*, corrispondente alla pendenza trasversale del bacino: esso condiziona la velocità con cui l'afflusso raggiunge la rete di smaltimento ed è stato ricavato in maniera automatica dal Modello digitale del terreno. La conformazione del bacino di Bibione, delimitato a sud dalla duna di difesa, è tale da rendere molto pendenti i sottobacini compresi tra il litorale e Viale Aurora - Costellazioni.

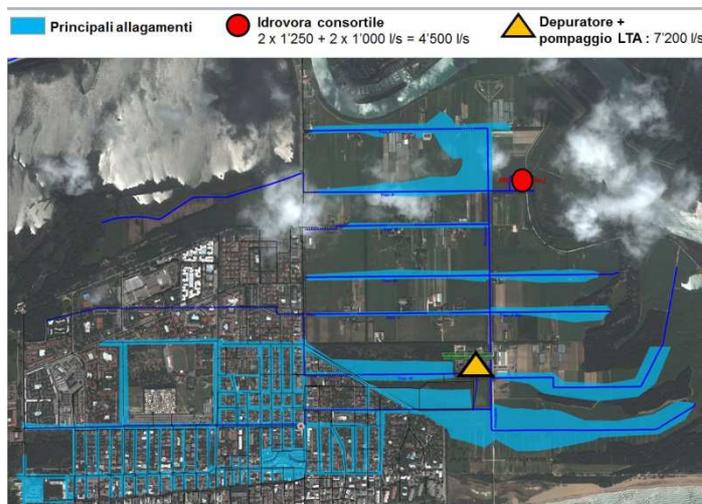
I fattori sopra elencati determinano il tipo di risposta idrologica di ogni bacino: la media pesata dei coefficienti di deflusso dei diversi sottobacini (valutati "ex post" come volume d'acqua che ha contribuito alla generazione della piena rispetto a quello piovuto sul sottobacino) pari a 0,17 per bacini agricoli e a 0,70 per i bacini urbani più impermeabili.

3.4.2 Risultati della calibrazione

Gli eventi ravvicinati della sera del 10 e della mattina del 12 settembre 2017 presentano tempi di ritorno associabili rispettivamente a 50 e 30 anni. In particolare sono stati registrati la sera del 10 settembre 126 mm in 5 ore (con un picco di 50 mm/ora) e la mattina del 12 settembre 77 mm in 3 ore. Per il primo evento è stato fatto riferimento alla stazione meteorologica di Lignano, non essendo in funzione quella di Bibione.

Entrambi hanno determinato allagamenti diffusi dell'abitato di Bibione, di gran lunga superiori a quelli che periodicamente lo interessano, che riguardano invece il quadrilatero Via Costellazioni –Maia – Vega – Corso del Sole.

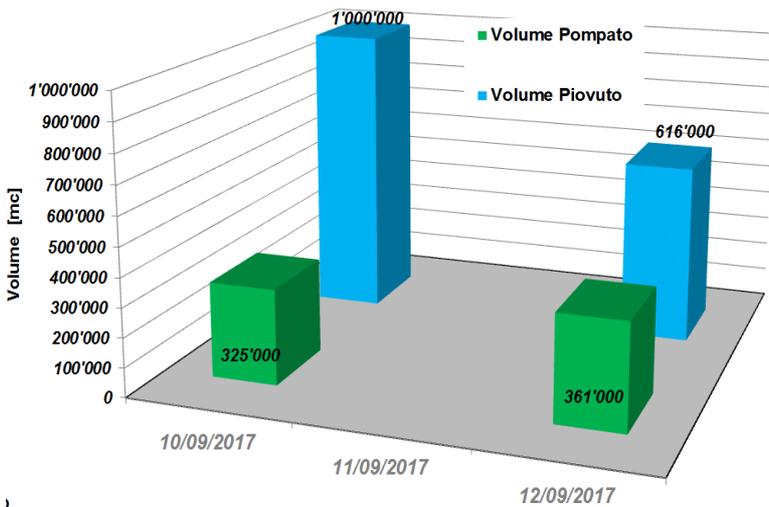
Anche la porzione agricola del bacino è stata interessata da estesi allagamenti.



Mappatura allagamenti Bibione est durante gli eventi del 10-12 settembre 2017

Fin da subito è stato evidente che i due eventi hanno determinato una risposta idrologica diversa.

Il bilancio tra i volumi piovuti ed i volumi sollevati dall'idrovora consortile prima che i livelli tornassero a quote ordinarie evidenzia infatti che mentre in data 10/09/17 è stato recapitato all'impianto circa un terzo della pioggia caduta sul bacino est (agricolo + urbano), nel caso del 12/09/17 ben la metà del volume piovuto ha raggiunto il recapito finale.

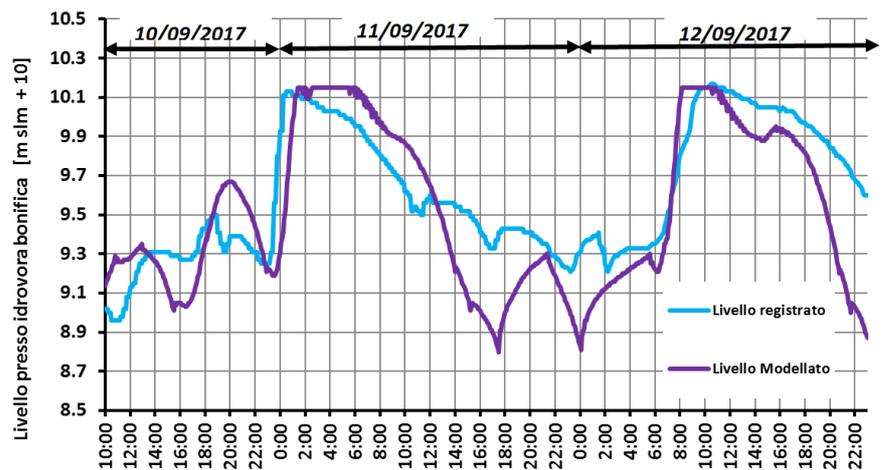


Questa considerazione, pur basata su una stima calcolata in base alle ore di funzionamento delle pompe, evidenzia che per il secondo evento l'elevato livello di imbibimento iniziale dei terreni e l'innalzamento del livello di falda conseguenti alla prima precipitazione hanno avuto un ruolo determinante rendendo, in termini di effetti sul territorio, un evento caratterizzato da tempo di ritorno trentennale paragonabile ad uno più che cinquantennale.

Confronto volume piovuto su Bibione est – Volume pompato dall'idrovora consortile per due diversi eventi

La taratura eseguita sui livelli registrati (a cadenza di 15 minuti) presso l'idrovora consortile mostra il risultato qui riportato, evidenziando la difficoltà di schematizzazione del fenomeno di imbibimento e interazione con la falda sopra descritto.

Risultati taratura presso idrovora consortile per eventi 10-12/09/2017



È evidente dal grafico che né nella realtà né nel modello sono possibili livelli presso l'idrovora superiori a quota 10,20 m (pari a +0,20 m sim): a tale quota, infatti, una vasta area a campagna viene allagata e si comporta come un grande bacino di laminazione: il livello, quindi, non supera mai tale valore.

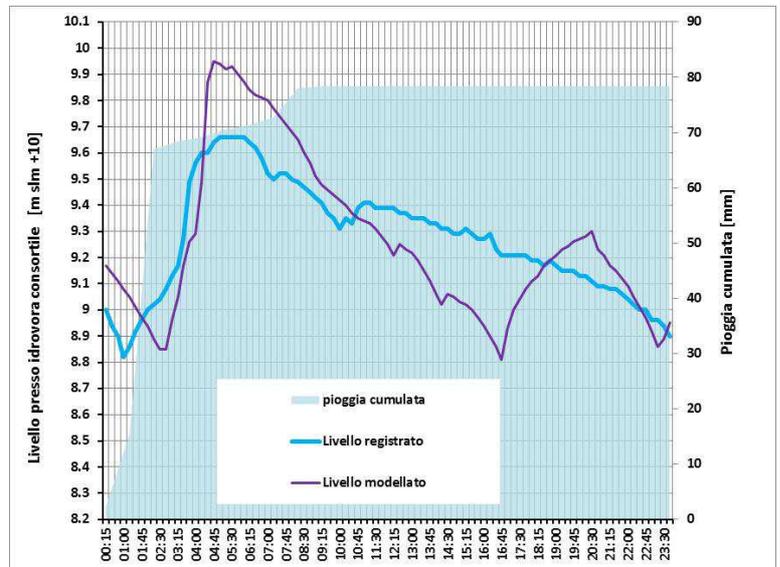


12 settembre 2017: estesi allagamenti sia in area urbana (Via Lattea) sia in campagna (presso sedime canale VII tombinato)

Ulteriori tarature sono state condotte in riferimento ad eventi minori, confrontando i livelli registrati presso l'idrovora consortile con quelli simulati dal modello. Le piogge utilizzate per tali operazioni sono quelle del pluviometro ARPAV di Bibione.

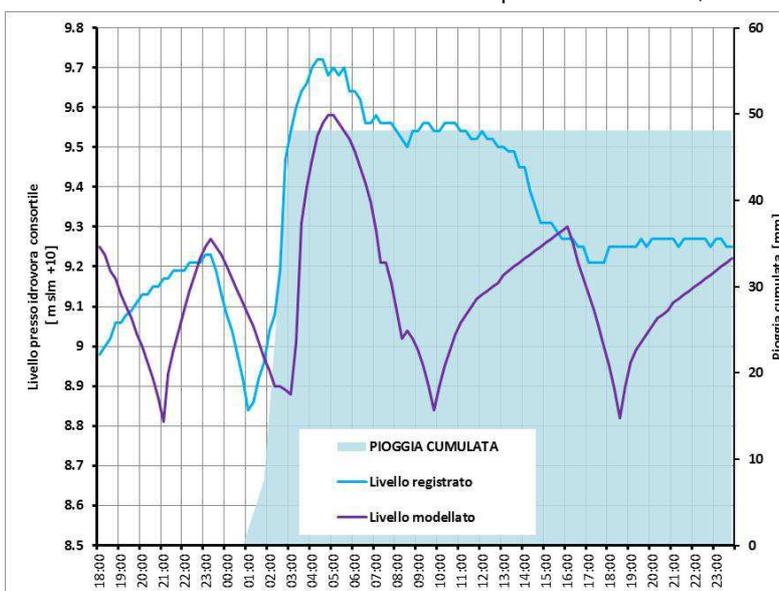
Durante l'evento del 22/06/2018 sono stati registrati 78,4 mm di pioggia tra le ore 01:00 e le ore 09:00, con un picco di 51,4 mm/ora: secondo l'analisi regionalizzata delle precipitazioni descritta nell'All.01, l'evento è associabile ad un tempo di ritorno statistico di 10 anni. Non sono stati registrati allagamenti nel centro urbano, eccezion fatta per un caso isolato di un interrato in zona Via Delfino – Venere, situazione isolata interpretata come una problematica locale.

In riferimento all'evento del 22 giugno 2018 il risultato della calibrazione mostra una risposta idrologica superiore rispetto a quella registrata e questo potrebbe far pensare che nel modello vengono sovrastimati i coefficienti di deflusso dei singoli bacini.



Taratura modello su evento 22/06/2018, $Tr = 10$ anni

Il confronto con l'evento del 15 settembre 2018 porta però alla conclusione opposta: in tale occasioni sono stati registrati 48,1 mm tra le ore 01:00 e le ore 03:00, con un picco di 32,4 mm/ora, associabile ad un evento con tempo di ritorno statistico di 2 anni. Come evidente dal grafico seguente il medesimo modello idraulico monodimensionale sottostima in questo caso il livello massimo raggiunto presso l'impianto idrovora finale. In questo caso sono stati registrati allagamenti di vani interrati e sedi stradali nelle aree comprese tra Via Maia, Via Aurora e Via Egeria.



Taratura modello su evento 15/09/2018, associabile a $Tr = 2$ anni

Il confronto tra le due tarature lascia immaginare che probabilmente la cadenza di registrazione del pluviometro di Bibione (1 ora) sottostimi l'intensità dell'evento: potenzialmente infatti i 32,4 mm registrati tra le ore 02:00 e le ore 03:00 possono essere caduti al suolo in soli 30 minuti o meno.

Va inoltre considerato che diverse condizioni di partenza per i terreni del comparto agricolo danno risposte idrologiche differenti, anche a parità di pioggia registrata.

Non si consideri nel caso in esame la fase di discesa dell'idrogramma registrato, influenzato da manovre gestionali sull'impianto avviate dopo il rientro dei livelli entro quota ordinaria 9,50: è interessante invece il confronto tra registrazione e modello nella fase di picco di piena.

Va precisato inoltre che il livello registrato presso l'idrovora consortile è fortemente influenzato dalle attivazioni del pompaggio di supero installato presso il depuratore, essendo questo caratterizzato da elevate portate e limitate distanze rispetto al punto finale di misura. Questo fattore rende molto difficile il perfezionamento della taratura, dato che la risposta registrata all'idrovora è influenzata non solo da fattori morfologici e idrologici, ma anche da aspetti gestionali rispetto ai quali il livello nel punto di misura è estremamente sensibile. Tale estrema variabilità è confermata anche dall'analisi delle sole registrazioni di livello, senza far riferimento al modello idraulico: in data 22/06/2018 infatti, in risposta ad un evento di entità minore rispetto al 15/06/2018, è stato registrato un livello nel canale Principale sensibilmente maggiore.

Purtroppo, diversamente da quanto avviene per l'idrovora consortile, non è possibile ricostruire per ogni evento l'andamento dei livelli e dei pompaggi installati presso la pompa di supero del depuratore. A causa di questo il modello è stato implementato in ipotesi di funzionamento regolare del pompaggio del depuratore, con accensione automatica in base alla quota in vasca: per gli eventi in esame non è possibile tuttavia avvalorare tale ipotesi con registrazioni documentate e per questo il piano prevede nella Fase 7 una necessaria operazione di allineamento del telecontrollo per questo nodo (par. 3.13).

A valle di queste considerazioni, tenuto conto anche delle approssimazioni introdotte in riferimento al livello di imbibimento iniziale dei terreni e dall'impossibilità di simulare adeguatamente l'interazione con la falda, è stato assunto come adeguato il livello di approssimazione raggiunto dal modello così sviluppato, con la riserva di continuare, anche dopo la chiusura del presente Piano, nel test su ulteriori futuri eventi meteo.

3.5 Stato di fatto: analisi idraulica

L'analisi idraulica riferita allo stato di fatto è stata sviluppata tenendo conto delle recenti opere di potenziamento del sistema urbano attuate dal Comune di S. Michele in collaborazione con Livenza Tagliamento Acque, le quali hanno portato alla realizzazione di 6'700 m³ di invaso in linea mediante:

- posa di scatolare di invaso dimensioni 3,6 x 3,5 m lungo Via Orsa Maggiore, in parallelismo al canale VII tombinato;
- realizzazione di sistema per il vuotamento in continuo della scatolare, con installazione di 3 pompe di portata 500 l/s e scarico in DN 1000;
- posa di condotta DN 1200 su Via Andromeda per ottimizzare il riempimento dell'invaso di Via Orsa Maggiore;
- posa di scatolare di dimensioni 2,0 x 1,5 m su Via Auriga per ottimizzare il riempimento dell'invaso di Via Orsa Maggiore.



Opere di recente realizzazione in area urbana (in verde)

L'analisi dello stato di fatto, pertanto, non può basarsi su eventi e registrazioni antecedenti l'anno 2016, essendo la configurazione attuale significativamente diversa dalla precedente: le aree urbane poste a sud di Via Orsa Maggiore, infatti, hanno oggi come unico recapito il nuovo scatolare, pensato per essere ad esclusivo beneficio delle porzioni più colpite da allagamenti e quindi Via Costellazioni – Andromeda – Auriga e limitrofe.

Tale scatolare di invaso, pur essendo posato in parallelismo al canale VII tombinato lungo Via Orsa Maggiore, non è a questo direttamente collegato, ma è alimentato solo dalle condotte provenienti da sud e quindi dal litorale.

Tuttavia si può considerare che il collegamento esista di fatto, dato l'elevato livello di interconnessione delle reti minori (ad esempio presso il nodo della rotatoria Via Maia – Aurora – Costellazioni le linee fognarie dirette allo scatolare e quelle dirette al canale VII sono collegate) e dato l'instaurarsi -durante fenomeni intensi- di sovra-pressioni che tendono a uniformare il livello piezometrico di tutta l'area urbana di Bibione est.

L'opera così realizzata da Comune e Ente gestore del servizio idrico, tuttavia, non era da considerarsi compiuta durante gli eventi meteo di settembre 2017 e giugno 2018, poiché la condotta DN 1000 in PRFV che veicola le portate sollevate dal nuovo scatolare non era al tempo completa, essendone stato eseguito solo nel corso del 2019 l'innesto nel nuovo sedime del canale tombinato VII, come descritto al par. 3.6.

Durante tali eventi infatti, in via provvisoria, tale nuova condotta DN 1000 re-immetteva le portate sollevate nel canale VII tombinato all'altezza di Via Delfino. L'obiettivo del progetto, che mirava a limitare gli apporti alla dorsale principale del canale VII invasandone una porzione e dirottandola a valle dell'area urbana, non era quindi ancora raggiunto.

È questa, pertanto, la configurazione analizzata come "stato di fatto", sulla quale sono state condotte le tarature rispetto agli eventi più recenti.

È opportuno evidenziare che il livello che si instaura all'interno del nuovo scatolare di invaso di Via Orsa Maggiore rappresenta la condizione al contorno da cui dipende il comportamento di Via Costellazioni, Auriga, Andromeda, Egeria e limitrofe. Tale livello nello scatolare, essendo quest'ultimo un serbatoio lineare, dipende esclusivamente dalla differenza tra portata in ingresso e portata in uscita, con pelo libero in orizzontale al suo interno. Diventa determinante, pertanto, il ruolo dei pompaggi di vuotamento installati nello scatolare, unica portata in uscita dall'invaso.



Area afferente esclusivamente allo scatolare di Via Orsa Maggiore:

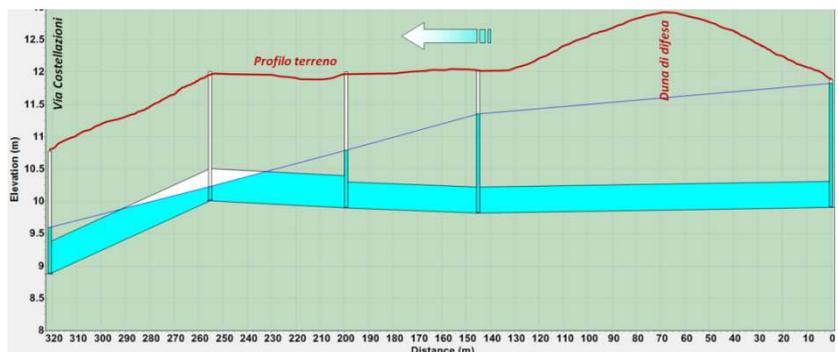
26 ha a nord della duna (apporto condotte + superficiale) + 25 ha a sud della duna (solo apporto condotte)

Qualora si consideri come apporto allo scatolare la sola area direttamente collegata a nord della duna, si avrebbe un volume di invaso di 6'700 m³ a servizio di soli 26 ha, che equivale ad un invaso specifico di 257 m³/ha. La capacità di vuotamento (3 x 500 l/s) risulterebbe adeguata rispetto al ritmo di riempimento dell'invaso per eventi di media entità, riuscendo a gestire senza rialzi del livello nello scatolare un apporto di 57 l/(sxha). La portata in ingresso all'invaso sarebbe invece superiore a quella evadibile per eventi di elevata intensità, essendo riconosciuti in bibliografia per aree urbane apporti dell'ordine di 80-90 l/(sxha). In tali condizioni si verifica un progressivo rialzo del livello nello scatolare, con riempimento completo nell'arco di 2 ore, tempo confrontabile con la durata di eventi intensi.

Tuttavia l'area di Via Costellazioni, per la sua stessa conformazione, rappresenta anche il bacino di raccolta delle portate ruscellanti sulle strade limitrofe e delle sovra-pressioni dell'intera zona; pertanto il bacino afferente al nuovo scatolare di Via Orsa Maggiore non è limitato a 26 ha, né è definibile in modo univoco, non essendo completamente isolato dall'intorno.

A questo va sommato il fatto che il bacino posto a sud della duna di difesa (25 ha come sopra indicato in planimetria), pur non determinando ruscellamenti superficiali verso Via Costellazioni data la presenza della duna, è comunque collegato a Via Costellazioni tramite condotte fognarie che, anche se di diametri limitati, danno comunque un apporto nel complesso non trascurabile, caratterizzato peraltro da prevalenze favorevoli.

Profilo condotte su accessi al mare

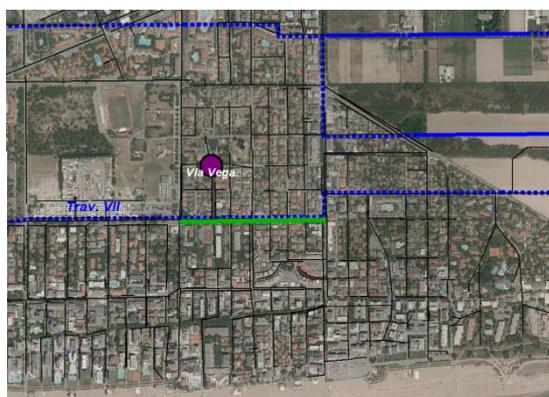
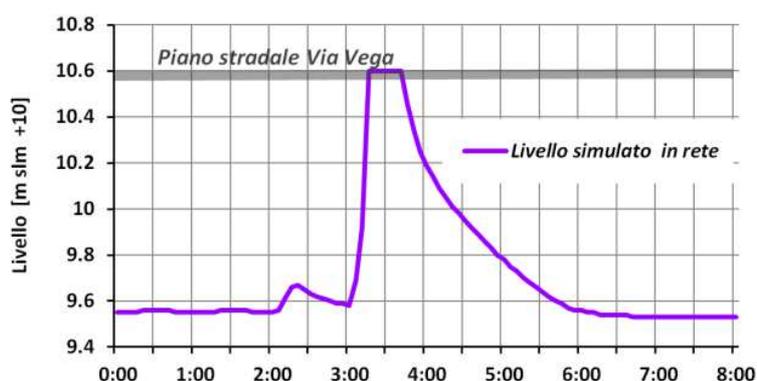


Questi aspetti sono purtroppo solo parzialmente simulabili con un modello idraulico monodimensionale e pertanto quella di seguito presentata rappresenta una ragionevole schematizzazione di un processo molto articolato.

Facendo seguito a quanto descritto al par. 3.1 in merito alla struttura idraulica del bacino di Bibione, si evidenzia - per la corretta interpretazione dei profili di seguito riportati - che sia allo stato di fatto sia negli stati di progetto una goccia d'acqua caduta sua Via Costellazioni viene smaltita dal sistema idraulico mediante tre sollevamenti in serie, che rappresentano punti di disconnessione idraulica del profilo:

- pompaggio all'interno dello scatolare di invaso verso la nuova condotta DN 1000 con scarico nel VII;
- pompaggio presso il depuratore delle portate di supero dal canale VII verso il canale di bonifica Principale;
- pompaggio presso l'idrovora consortile dal canale Principale verso la foce Tagliamento.

L'analisi condotta relativamente allo stato di fatto ha dimostrato come l'area urbana di Bibione centro ad est delle Terme mostri situazioni di crisi già per eventi caratterizzati da tempo di ritorno di 2 anni (34 mm in 1 ora). Ciò è confermato, del resto, dalle situazioni di locale allagamento di sedi stradali di Via Maia – Aurora e Via Vega registrati in occasione del temporale del 15 settembre 2018. Si riporta a titolo di esempio il livello simulato per tale evento nella condotta fognaria di Via Vega:



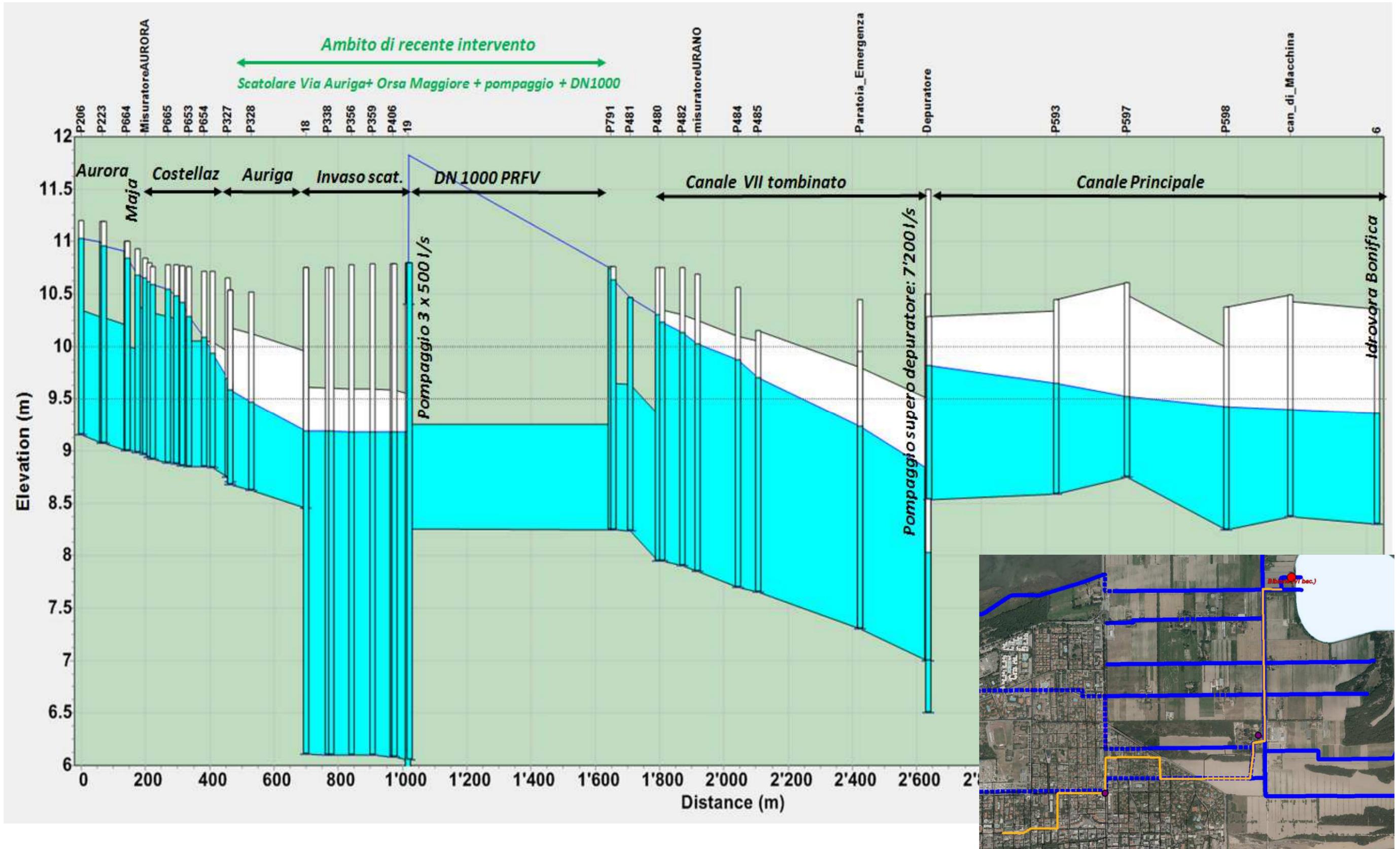
Livello simulato in Via Vega (vd. nodo viola in planimetria) per evento meteo 15/09/2018

Alcune situazioni di allagamento localizzato sono invece associabili all'area di Bibione Ovest ad eventi temporaleschi caratterizzati da tempo di ritorno di 30 anni (59 mm in 1 ora).

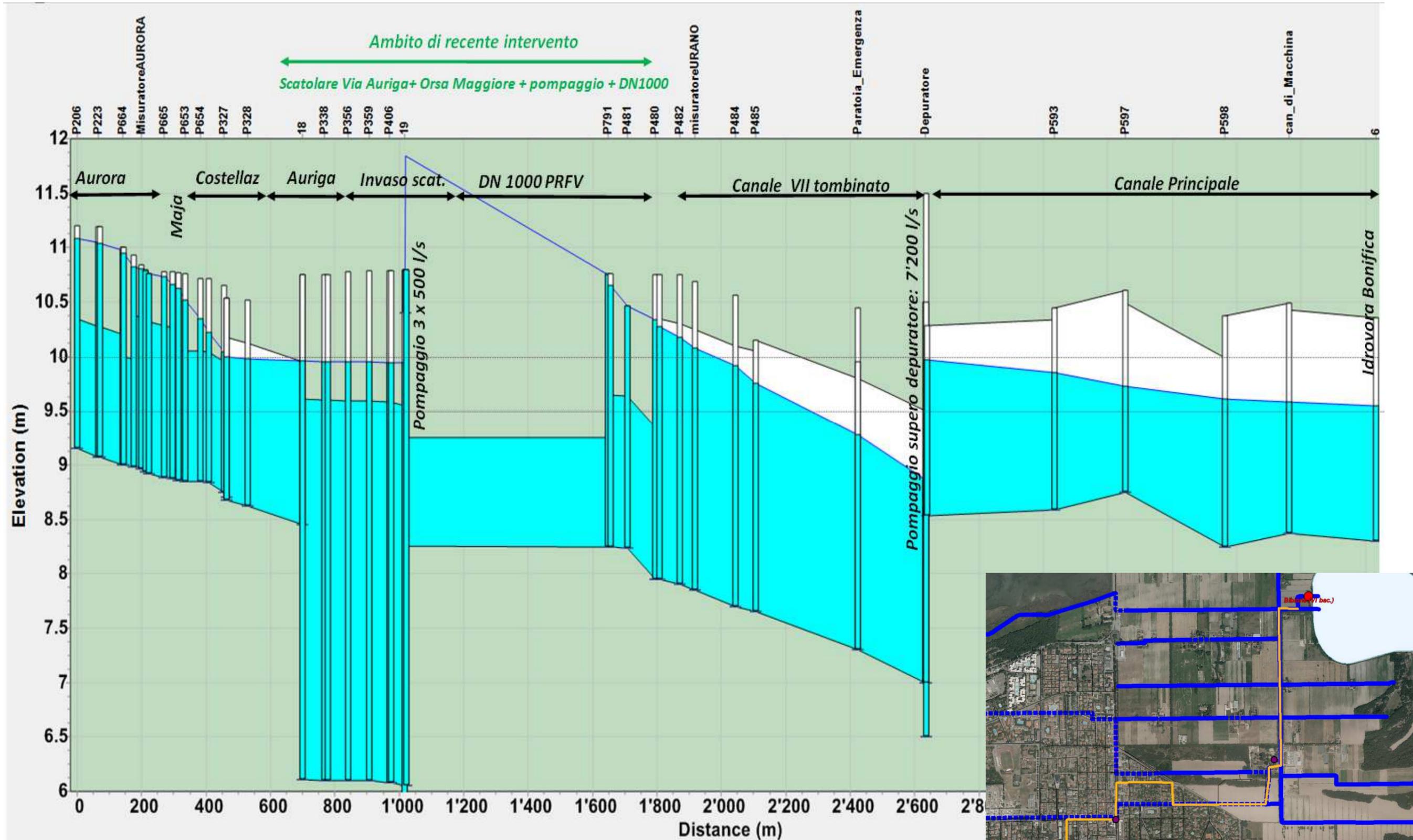
Per quanto riguarda l'area agricola posta all'estremità orientale del bacino, infine, sono gli eventi di durata superiore a mettere in crisi il sistema: il superamento di quota 10,10 (+0,10 m slm) nel canale di bonifica come riportato nei grafici di confronto a fine paragrafo. In merito al livello nel canale Principale, in ogni caso, va considerato che presso lo scarico del pompaggio del depuratore esso riceve un'immissione puntuale di portata molto significativa (7'200 l/s alla massima potenzialità). A causa di questo, anche per eventi brevi e molto intensi che risulterebbero sostenibili per il sistema agricolo, possono verificarsi rapidi innalzamenti di livello nei canali a cielo aperto che si traducono in temporanei allagamenti del piano campagna nelle aree più depresse.

Si riportano di seguito i profili idraulici più significativi per eventi caratterizzati da diverse entità, tutti di durata 1 ora per focalizzare meglio le criticità della rete urbana: i livelli raggiunti in rete saranno il parametro di confronto con lo stato post- progettuale per i diversi stralci di interventi prospettati nei paragrafi seguenti.

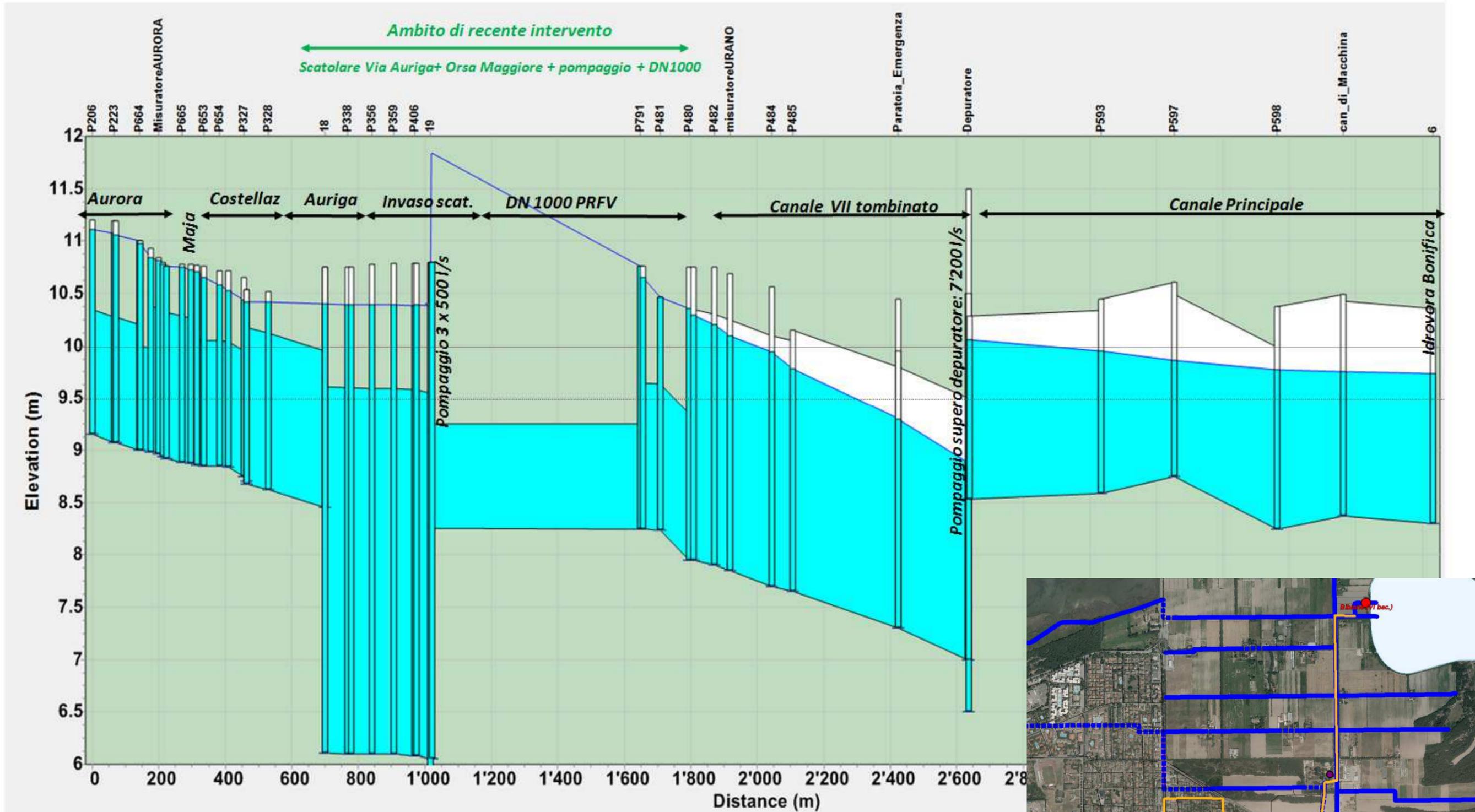
- BIBIONE CENTRO-EST: da Via Aurora a idrovora Consorzio attraverso scatolare di Via Orsa Maggiore per Tr = 2, 10, 50 anni;
- BIBIONE CENTRO-EST: da Via Vega a idrovora Consorzio attraverso canale VII per Tr = 2, 10, 50 anni;
- BIBIONE OVEST E CENTRO-EST: da foce Baseleghe al depuratore attraverso canale VII per Tr = 2, 10, 50 anni.



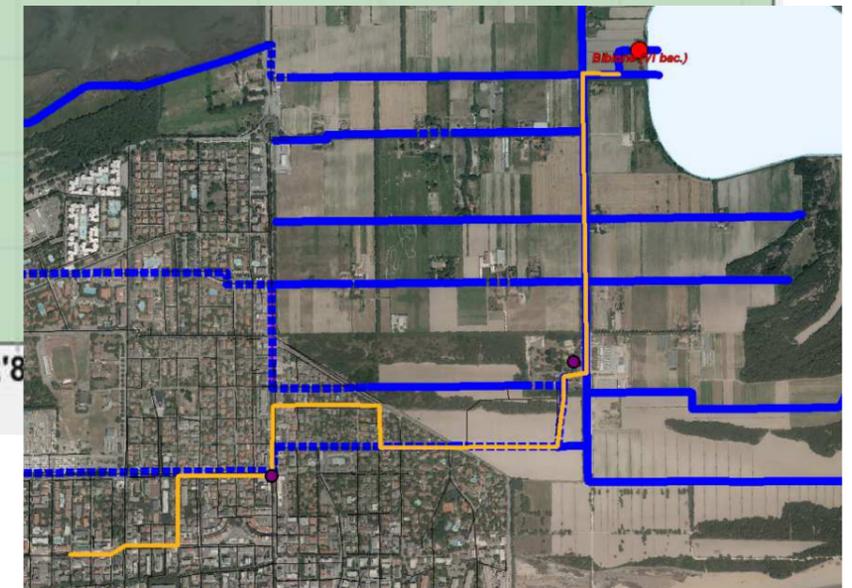
STATO DI FATTO Tr 2 anni (34 mm in 1 ora) : profilo istantaneo nel momento di picco per la rete urbana (in arancio il tracciato su planimetria)

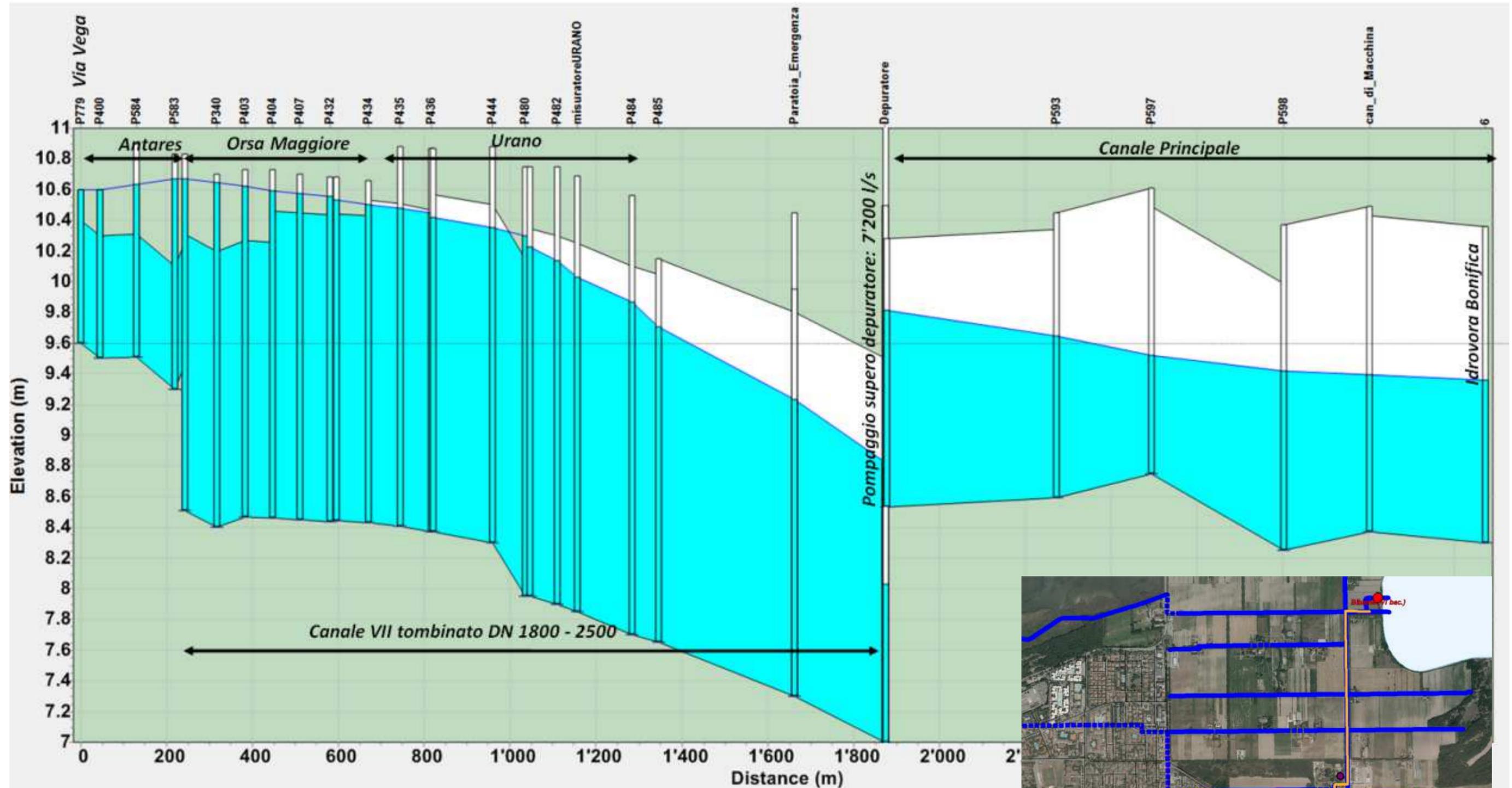


STATO DI FATTO Tr 10 anni (50 mm in 1 ora) : profilo istantaneo nel momento di picco per la rete urbana (in arancio il tracciato su planimetria)



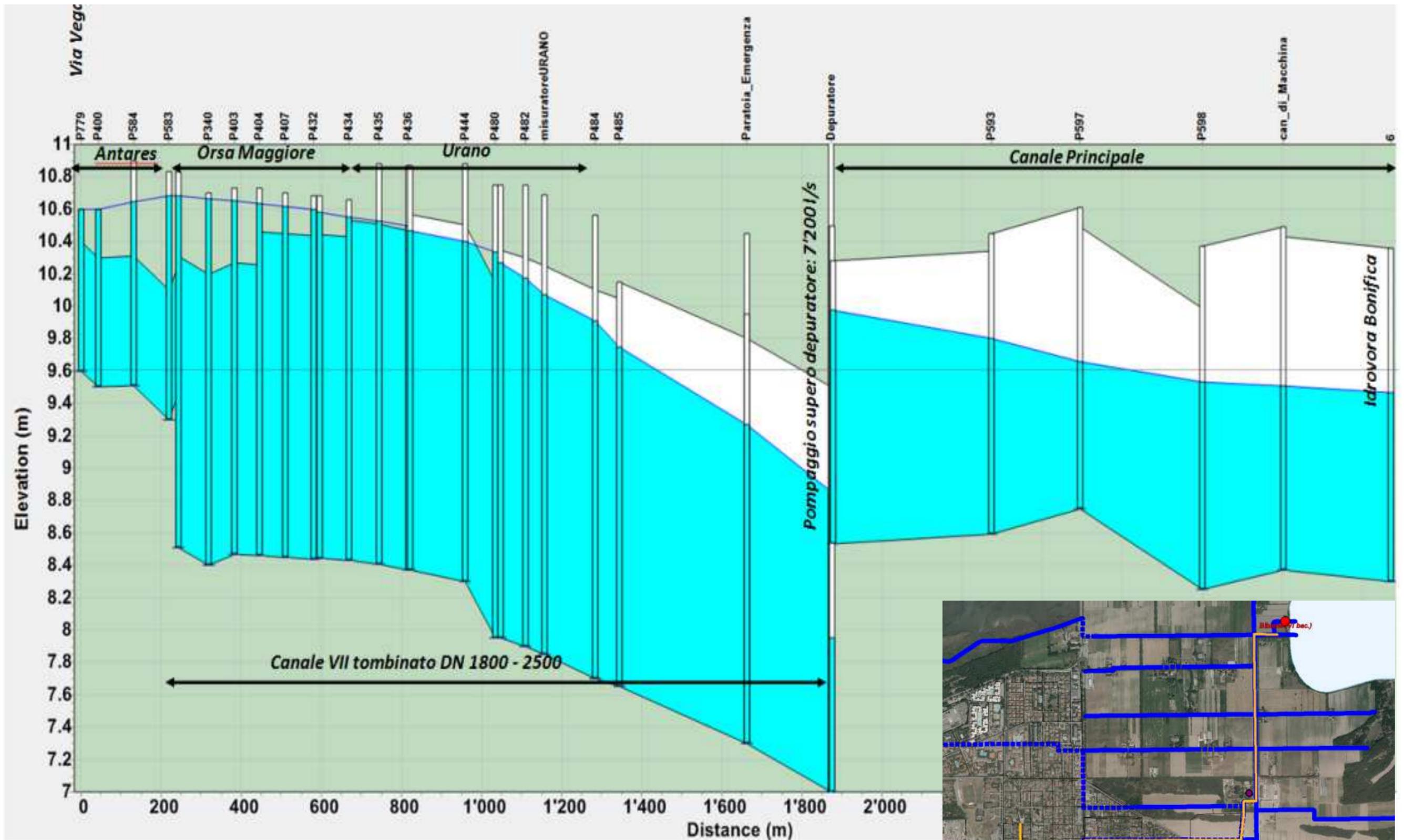
STATO DI FATTO Tr 50 anni (62 mm in 1 ora) : profilo istantaneo nel momento di picco per la rete urbana (in arancio il tracciato su planimetria)



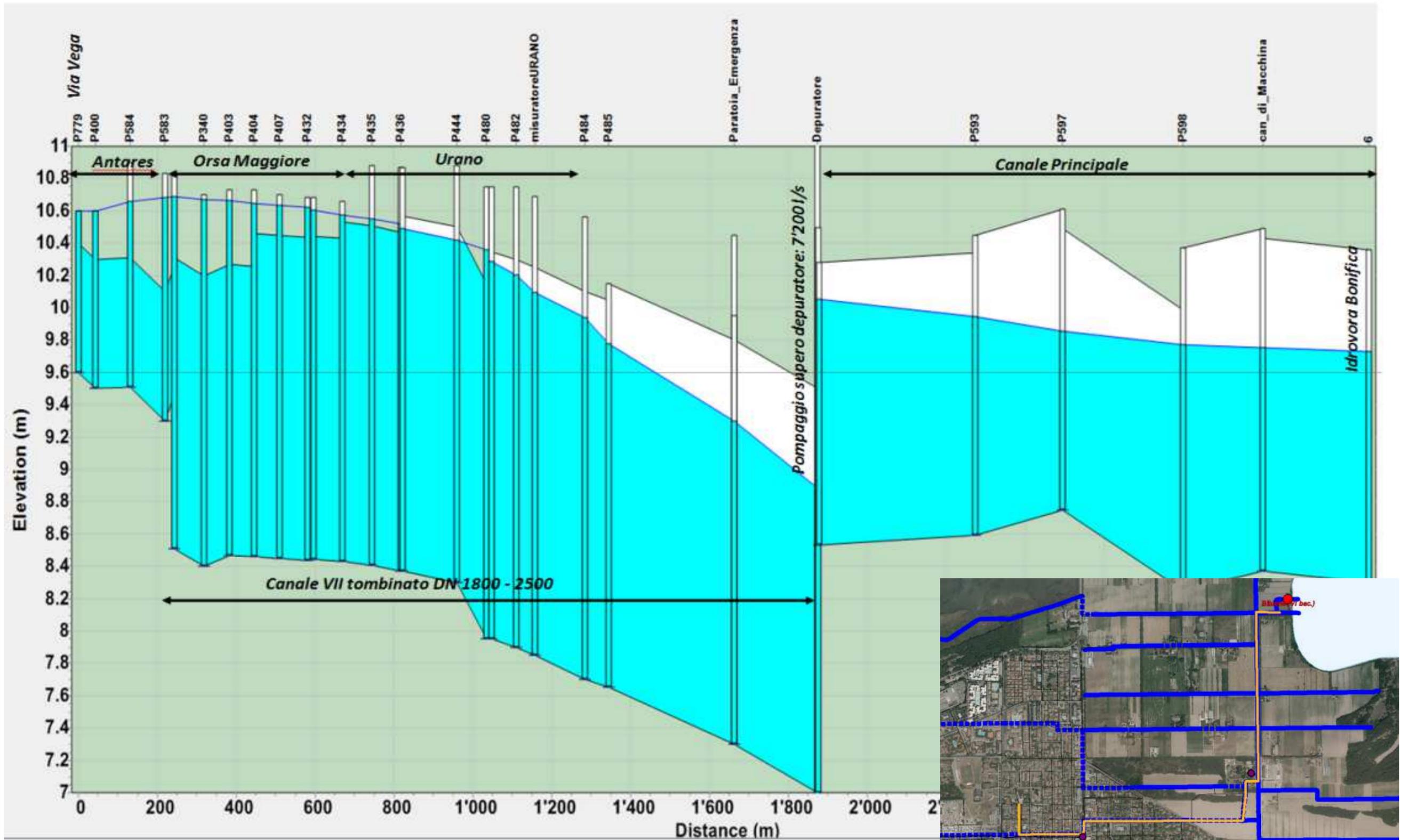


STATO DI FATTO Tr 2 anni (34 mm in 1 ora) : profilo istantaneo nel momento di picco per la rete urbana (in arancio il tracciato su planimetria)

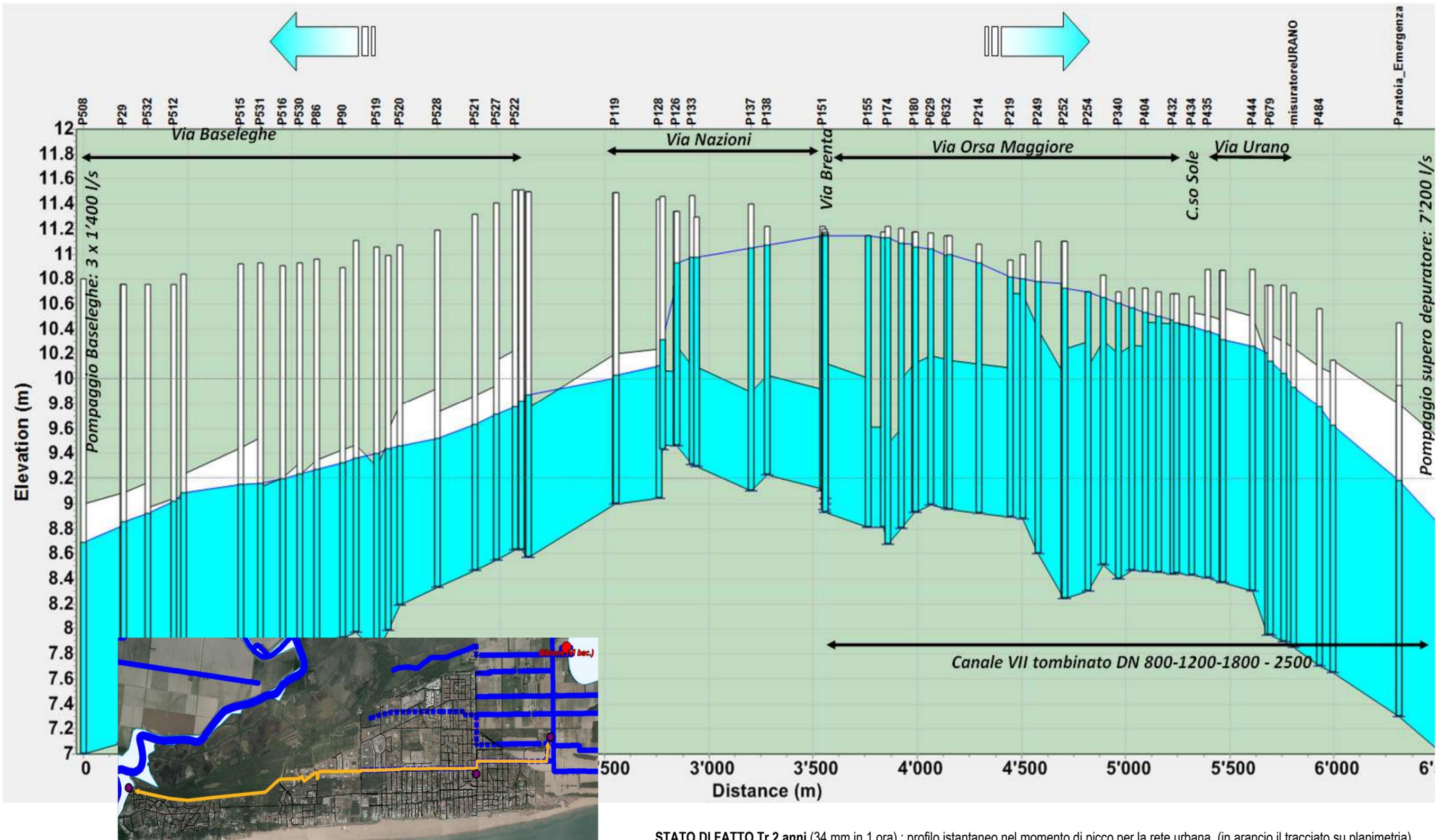




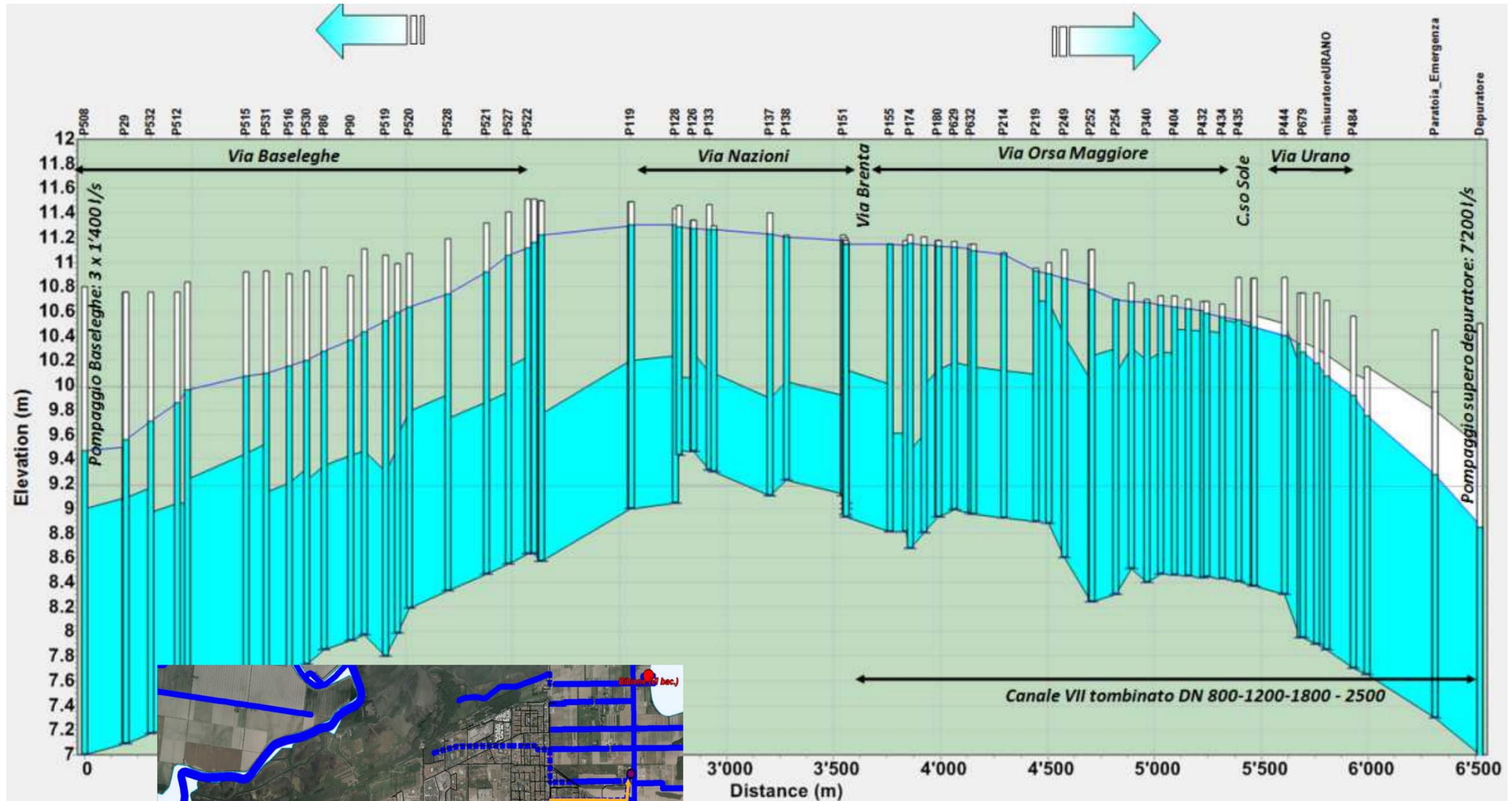
STATO DI FATTO Tr 10 anni (50 mm in 1 ora) : profilo istantaneo nel momento di picco per la rete urbana (in arancio il tracciato su planimetria)



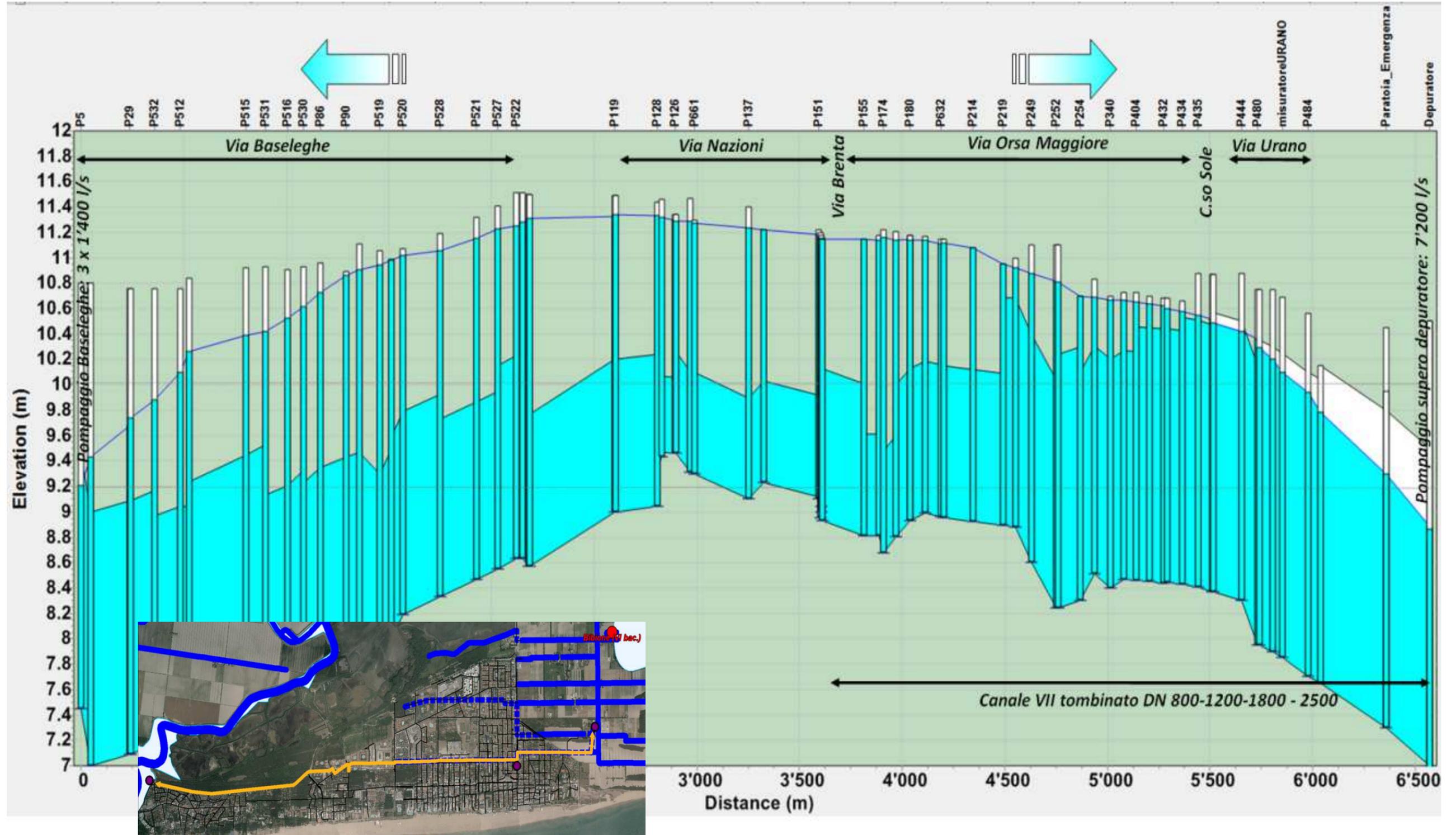
STATO DI FATTO Tr 50 anni (62 mm in 1 ora) : profilo istantaneo nel momento di picco per la rete urbana (in arancio il tracciato su planimetria)



STATO DI FATTO Tr 2 anni (34 mm in 1 ora) : profilo istantaneo nel momento di picco per la rete urbana (in arancio il tracciato su planimetria)



STATO DI FATTO Tr 10 anni (50 mm in 1 ora) : profilo istantaneo nel momento di picco per la rete urbana (in arancio il tracciato su planimetria)



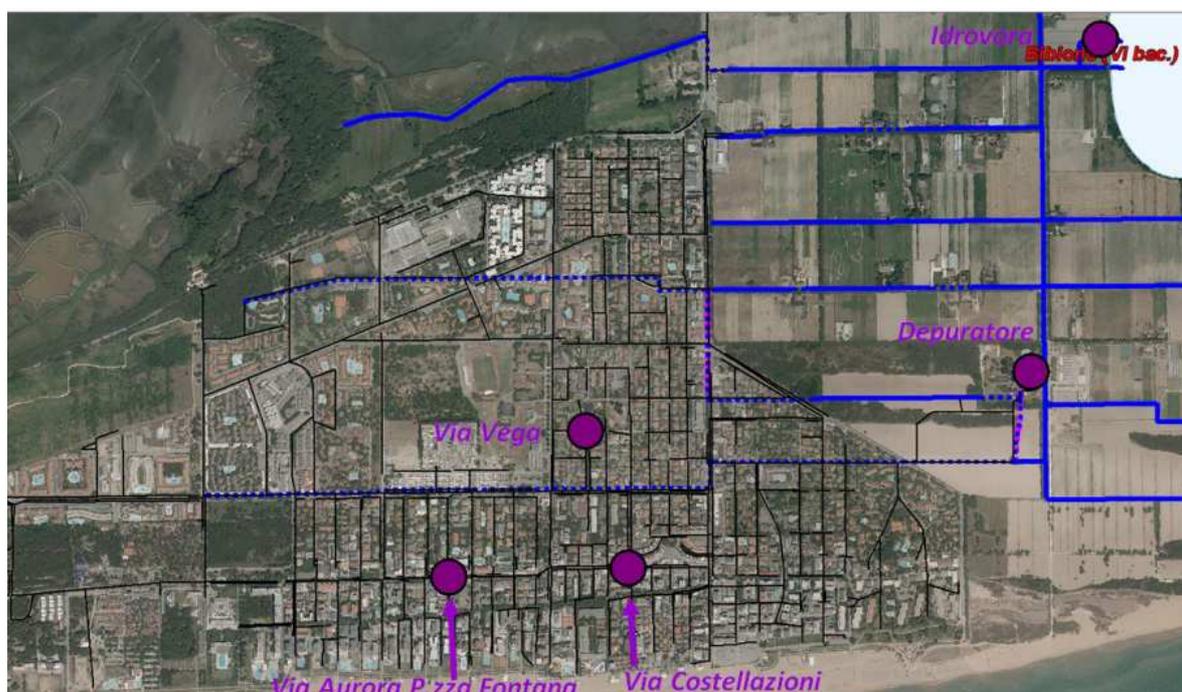
STATO DI FATTO Tr 50 anni (62 mm in 1 ora) : profilo istantaneo nel momento di picco per la rete urbana (in arancio il tracciato su planimetria)

I profili sopra riportati vanno interpretati come schematiche ricostruzioni degli eventi, che essendo di carattere monodimensionale, non possono tener conto di ruscellamento superficiale e di fenomeni più complessi. Ad esempio, come evidente dai profili Via Vega – idrovora consortile e Via Maia – idrovora consortile, presso il pompaggio del supero del depuratore si crea una disconnessione idraulica tra i livelli di monte e valle, e quindi tra il canale VII tombinato ed il canale Principale. Ciò è garantito dalla presenza di paratoia di separazione tra il canale VII e il canale Principale.

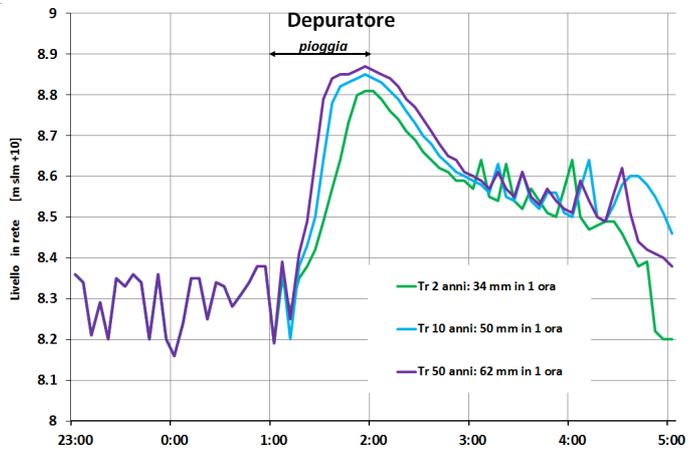
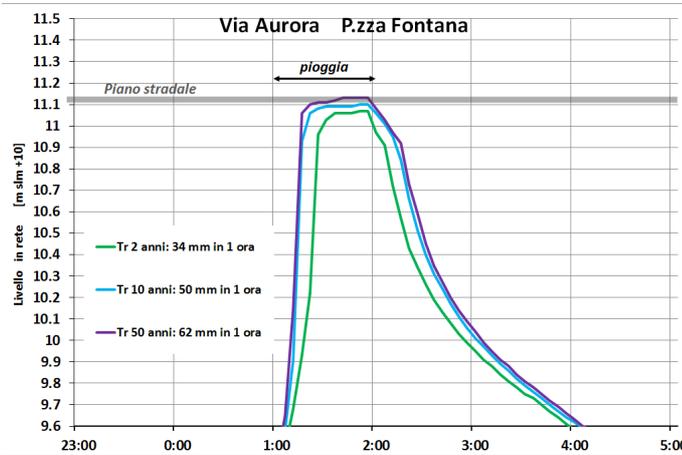
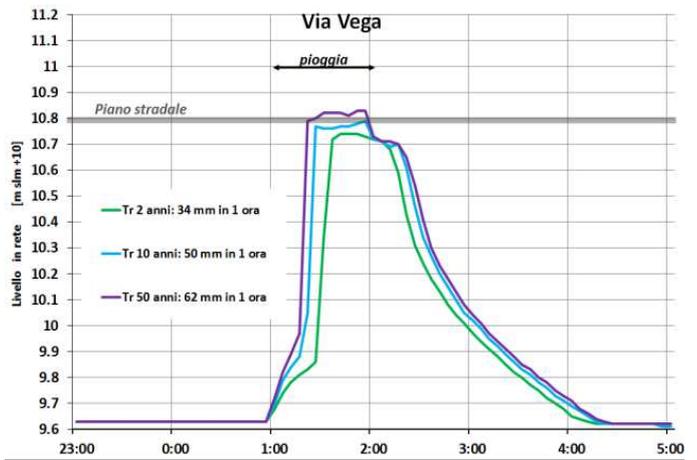
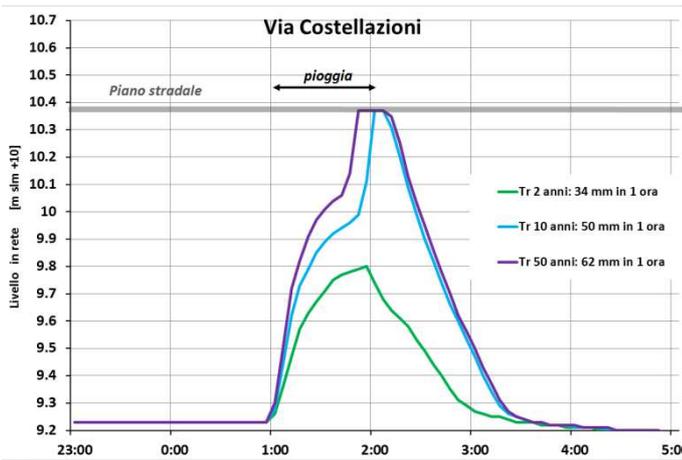
Tuttavia, nella realtà il fenomeno è più complesso: il livello del canale Principale si pone in equilibrio con quello dei canali di bonifica ad esso affluenti (Quinto, Sesto, Settimo Bis). Fino a quando il livello è contenuto, il fatto che il canale VII sia tombinato ne garantisce l'isolamento rispetto al Principale, e l'area urbana viene influenzata solo dal livello che si instaura presso il depuratore. Quando però il canale Principale supera quota +0,10 m slm (quota 10,10), iniziano gli allagamenti della campagna interessando anche le aree circostanti il depuratore, creando di fatto un livello unico che annulla la disconnessione visibile invece dai profili.

Tale complicazione è frutto della articolata struttura idraulica del bacino di Bibione, e difficilmente può essere modellata in modo analitico. Basti sapere, quindi, che quando il livello nel canale Principale supera quota +0,10 m slm si innescano fenomeni che possono peggiorare le condizioni di deflusso generali. Il progetto presentato al par. 3.7 mira ad evitare il superamento di tale livello.

Viene di seguito proposto per i punti evidenziati in planimetria un confronto dei livelli attesi per differenti tempi di ritorno statistici, tutti di durata oraria (simulata pioggia orario 01:00-02:00).

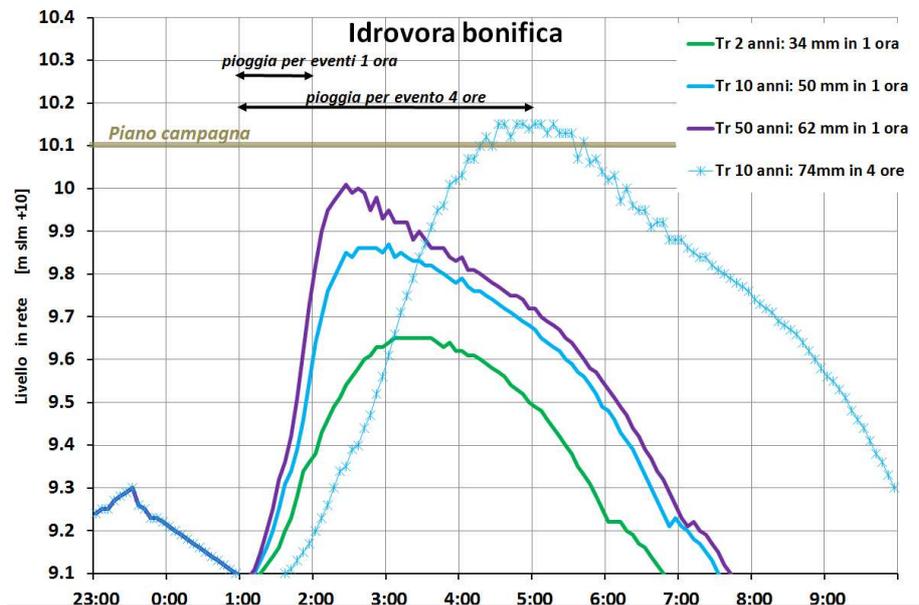


Mappatura punti per cui è presentato l'andamento dei livelli in rete nei grafici seguenti



Livelli attesi nella rete di smaltimento in diversi punti (vd. planimetria) per eventi di durata 1 ora e diversi tempi di ritorno statistici

E' fin da subito evidente che gli eventi di durata 1 ora analizzati mettono in crisi soprattutto il sistema di prima raccolta e si trasferiscono all'idrovora finale con un ritardo variabile tra i 30 e i 90 minuti rispetto al centro urbano (vd. grafico seguente idrovora bonifica).



Livelli nel canale Principale dell'idrovora consortile per diversi Tr e diverse durate

È inoltre chiaro che una pioggia oraria con tempo di ritorno di 2 anni non mette in crisi Via Costellazioni, essendo questa servita dalle nuove opere di invaso urbano. Tale area tuttavia, essendo altimetricamente più sfavorita, riceve nella realtà i ruscellamenti dalle aree limitrofe in cui invece le carenze della rete urbana permangono.

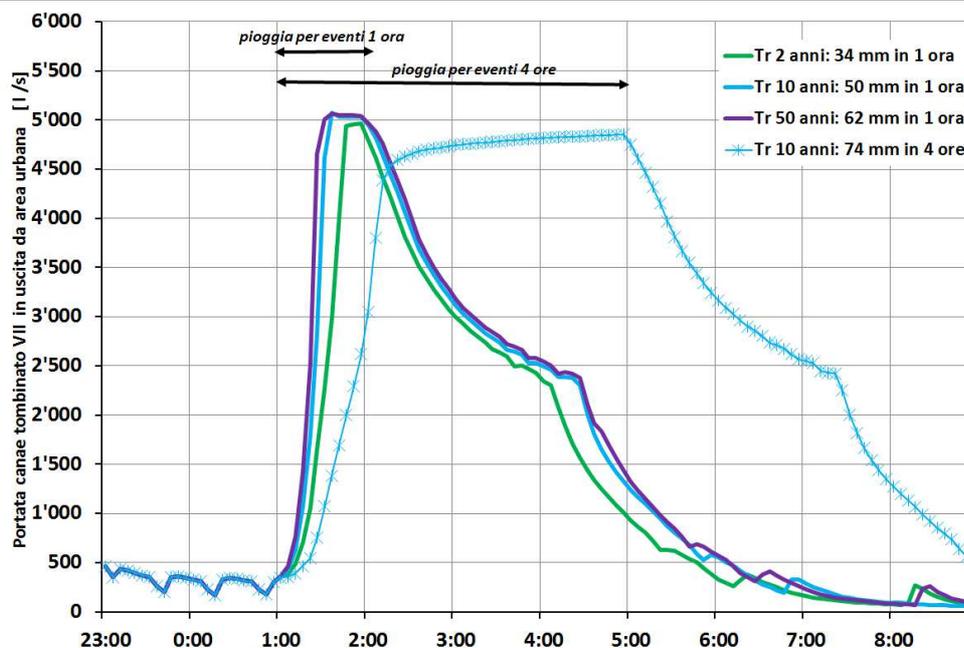
Il grafico seguente mostra come eventi di durata maggiore a 1 ora, a parità di tempo di ritorno, mettano in evidenza le carenze del sistema di bonifica mostrando livelli nel canale Principale anche superiori al piano campagna già per $Tr = 10$ anni.

Ciò evidenzia come la durata dell'evento e la sua intensità siano più rilevanti nell'analisi rispetto alla quantità totale di pioggia caduta. In conseguenza di ciò si deduce che una perfetta taratura del modello potrebbe essere ottenuta solo a fronte di una registrazione pluviometrica con frequenza maggiore a quella oraria.

In riferimento alle portate in uscita dal centro urbano, si evidenzia come il flusso nel canale VII tombinato (DN 2500 all'altezza di Via Urano – Lattea) sia dell'ordine dei 5'000 l/s, con valori di picco quasi indipendenti dall'entità della precipitazione, dato che, come evidente dai profili sopra riportati, per portate superiori a tale limite le perdite di carico in condotta sono tali da determinare innalzamento del livello in rete con quote anche superiori ai piani stradali e quindi

allagamenti nelle aree urbane a monte, specialmente quelle con altimetria più sfavorita (Via Costellazioni negli anni precedenti la realizzazione delle opere urbane di invaso, mentre Via Aurora, Via Vega ed Egeria allo stato attuale).

Portate in transito nel DN 2500 del canale VII presso incrocio Via Urano – Via Lattea

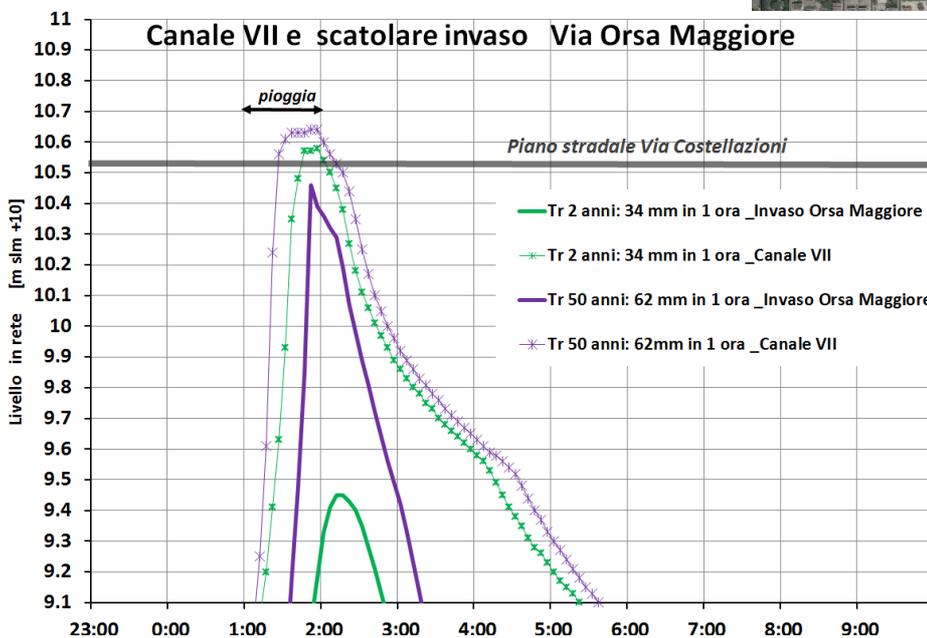
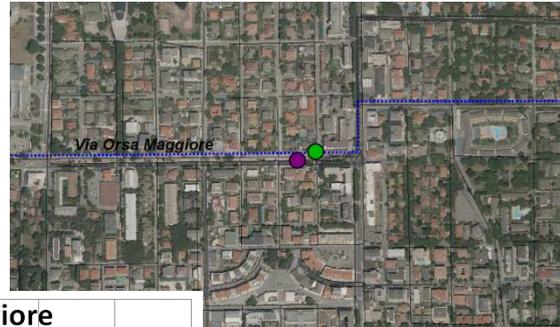


Ricordando (par. 3.1) che la parte urbana di Bibione centro-est ha un'estensione di 340 ha e che il collettore tombinato VII, a seguito degli interventi di collettamento verso il depuratore realizzati nei decenni scorsi, rappresenta l'unica linea di scarico, si deduce che la capacità di evacuazione massima di Bibione centro-est è di: $5'000 / 340 = 14,7 \text{ l/(s x ha)}$, del tutto inadeguata rispetto ad un bacino urbano, per cui gli apporti specifici di punta sono di almeno 5 volte superiori.

Del resto tale valore, oltre che con modello a moto vario come qui presentato, può essere dedotto anche da semplice verifica geometrica, considerando che nel tratto finale il collettore VII ha dimensioni DN 2500 e quindi una sezione idraulica di $4,9 \text{ m}^2$.

È interessante infine confrontare il livello nello scatolare di invaso di Via Orsa Maggiore con quello nel tombinamento del canale VII, in due punti tra loro attigui. Per eventi di modesta intensità ($Tr = 2$ anni) i due sistemi mantengono livelli distinti: in particolare all'interno dello scatolare il livello resta molto basso essendo le capacità di vuotamento superiore agli apporti. Il canale VII, invece, mostra un significativo innalzamento anche per tale modesto evento di pioggia, data l'estensione del bacino drenato.

Per eventi di elevata intensità, invece ($Tr = 50$ anni) i due valori tendono ad equilibrarsi nella fase di picco, determinando una piezometrica quasi uniforme su tutto il comparto.



Confronto tra i due collettori di Via Orsa Maggiore in : scatolare di invaso e canale VII tombinato

Quanto evidenziato per $Tr = 2$ anni, in ogni caso, dimostra il sottodimensionamento del collettore VII tombinato rispetto agli apporti urbani che lo interessano.

3.6 Progetto fase 0: Area di laminazione, nuovo scatolare VII e nuovo DN 1000 in PRFV

La progettazione di seguito descritta è denominata “Fase 0” essendo i lavori già di fatto conclusi. Le opere qui descritte, quindi, sono state messe in funzione nel corso dell’anno 2019, ma sono comunque illustrate per poter correttamente interpretare il livello di sicurezza raggiunto rispetto allo stato precedente.

Si tratta principalmente di lavori realizzati mediante accordo pubblico – privato, nell’ambito della trasformazione urbanistica dell’area in prossimità del depuratore; essi consistono in:

- posa di nuova condotta di lunghezza 456 m per il canale VII tombinato nel tratto compreso tra Via Lattea ed il depuratore comunale, con dimensioni 3,2 x 2,7 in sostituzione dell’esistente condotta DN 2500 (che resta invece a servizio dei lottizzanti);
- realizzazione di area di laminazione a cielo aperto di estensione 30'000 m² e quota fondo pari a -0,50 m slm, collegata allo scatolare VII di cui al punto precedente mediante un petto sfiorante di lunghezza 6 m.

Il nuovo scatolare VII, traslato rispetto al sedime attuale per esigenze legate all’urbanizzazione del lotto, riceverà – oltre alle portate del canale VII in uscita da Bibione – anche quelle scaricate dai pompaggi di vuotamento dell’invaso urbano di Via Orsa Maggiore. Per aumentare la capacità di tale vaso urbano di recente realizzazione, infatti, ne è stato previsto il vuotamento in continuo tramite pompaggio (3 x 500 l/s) e scarico con mandata PRFV DN 1000; durante gli eventi meteo 2017 e 2018, tuttavia, tale condotta si re-immetteva (in via del tutto provvisoria) nel canale tombinato VII presso Via Lattea, aumentando le condizioni di sovraccarico del collettore VII ed annullando quindi il beneficio legato all’invaso urbano di Via Orsa Maggiore.

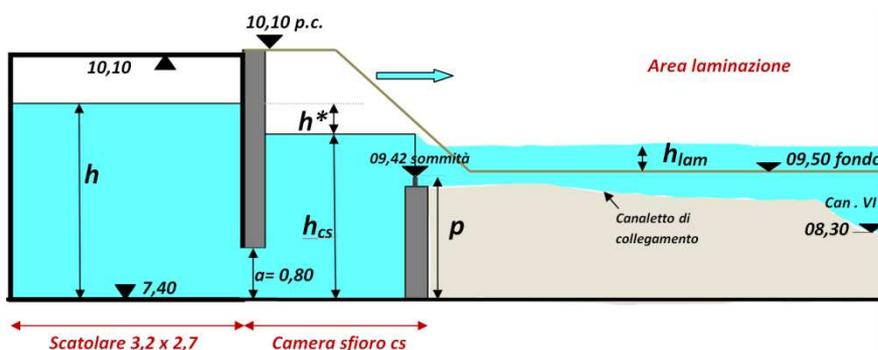
Il completamento dei lavori consentirà invece di scaricare le portate sollevate in Via Orsa Maggiore a valle del centro urbano, in prossimità dell’area di laminazione.

Il complesso di interventi sopra delineato consentirà di raggiungere tre distinte finalità:

- 1) Aumento delle portate massime smaltibili dal collettore VII nel tratto finale, compreso tra Via Lattea ed il depuratore, grazie alla sostituzione del DN 2500 (sezione 4,9 m²) con scatolare 3,20 x 2,70 (sezione 8,6 m²).
- 2) Aumento dell’invaso in linea e, per quote prossime alla quota di allerta, innesco di un vaso di grandi dimensioni mediante

l’allagamento dell’area di laminazione di estensione 30'000 m².

Schema nodo nuovo scat. VII –
sfioro verso area laminazione



Il petto di sfioro di lunghezza 6 m si innesca quando il livello all’interno dello scatolare VII raggiunge quota 9,50 (- 0,50 m slm): da quel momento si ha il progressivo riempimento dell’area umida per un tirante massimo di 60

cm ed un volume utile di circa 18.000 m³. La quota di fondo dell'area di laminazione (9,50) è tale da non interferire con l'oscillazione della falda, eccezione fatta per un limitato ambito centrale dedicato ad area umida di valenza ambientale. Tale quota va interpretata tenendo conto che, come descritto al paragrafo 3.1, essa è di 60 cm più bassa rispetto al piano campagna nel punto più depresso (piano campagna quota 10,10) e di 1,0 m più bassa rispetto al piano stradale di Via Costellazioni, il più critico degli ambiti urbani (piano stradale quota 10,50), ubicato circa 1'500 m più a monte.

- 3) Deviazione delle portate (3 x 500 l/s) derivanti dal sollevamento di Via Orsa Maggiore al di fuori del centro urbano, con scarico nel nuovo scatolare in prossimità dell'area di laminazione.

L'insieme di questi tre fattori porterà a limitare l'innalzamento del tirante all'interno del nuovo scatolare: esso sarà sempre in equilibrio con le quote di funzionamento dell'impianto di sollevamento dedicato al supero installato presso il depuratore, in gestione a Livenza Tagliamento Acque.

Per portate in uscita dall'area urbana superiori rispetto alle capacità massime installate presso il sollevamento del depuratore, si avrà un progressivo riempimento dello scatolare e quindi l'interessamento dell'area di laminazione: il livello nello scatolare rimarrà stabile nell'intervallo compreso tra quota 9,50 e quota 10,10: le portate eccedenti rispetto a quelle sollevabili sfioreranno verso l'invaso.

In particolare, tenendo conto che in uscita dall'area urbana si avranno:

- ✓ la condotta del tombinamento VII, che rimane invariata a monte di Via Lattea, di dimensioni DN 2500 con portata massima di 7,5 m³/s;
- ✓ la condotta DN 1000 in PRFV di scarico dei pompaggi di Orsa Maggiore, con portata massima di 1,5 m³/s;

è possibile stimare che a seguito del completamento della *Fase 0* descritta nel presente paragrafo si avranno nello scatolare portate massime di 10,0 m³/s. Considerando che la capacità di sollevamento del pompaggio di supero installato presso il depuratore è di 7,2 m³/s, si deduce che – in condizioni ideali di perfetto funzionamento e situazione stazionaria – la massima portata sfiorabile dallo scatolare verso l'area di laminazione sarà di 10,0 – 7,2 = 2,8 m³/s.

A tale ritmo l'area di laminazione di 18'000 m³ si riempirà in poco meno di 2 ore: ciò è compatibile con le massime durate degli eventi di eccezionale intensità come quelli a carattere temporalesco che mettono in crisi il sistema urbano di Bibione. Tale stima è del tutto approssimativa, essendo necessario in realtà tenere conto della variabilità nel tempo delle portate in transito, del tempo di trasferimento dell'onda di piena dal centro urbano verso l'area di laminazione e del legame tra la portata sfiorante dal petto ed il tirante che – per riempimento - si instaura nell'area di laminazione: tale nodo progressivamente passerà da un comportamento a sfioro "libero" ad un comportamento di tipo rigurgitato.

I risultati delle simulazioni a moto vario saranno presentati di seguito con il supporto del modello idraulico; già da questa prima analisi macroscopica, tuttavia, emerge che in questa configurazione (*Fase 0*) il limite non è tanto legato alla capienza dell'area di laminazione quanto piuttosto alla capacità del sistema fognario urbano di alimentare il nuovo scatolare VII: il nuovo sistema *scatolare + area di laminazione*, infatti, potrebbe gestire portate in arrivo ben superiori ai 10,0 m³/s.

E' anzi verosimile che la massima portata in uscita dal centro di Bibione sia in questa fase addirittura inferiore al valore di 10,0 m³/s (7,5 + 1,5): la massima capacità del collettore VII a monte di Via Lattea, infatti, è stata stimata ottimisticamente in 7,5 m³/s, assumendo condizioni di moto uniforme con cadente piezometrica pari a 0,09 %, pari al dislivello tra il piano stradale di Via Costellazioni e la quota di esercizio presso il depuratore.

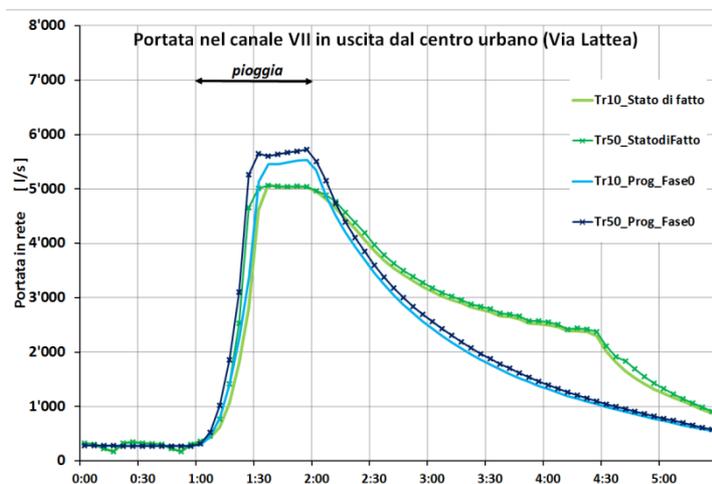
Tale considerazione in merito all'insufficienza delle dorsali urbane rispetto alle necessità assume maggior significato se si calcola l'apporto teorico legato ad una realtà impermeabilizzata come quella di Bibione centro-est. Assumendo un coefficiente udometrico di punta di 60 l/s/ha, abbassato rispetto ai valori suggeriti in letteratura per i contesti urbanizzati data la matrice sabbiosa dei suoli, si hanno stime di portata massima ben superiori (pari circa al doppio) rispetto ai quantitativi oggi smaltibili in condizioni ideali dal sistema fognario verso il nuovo tombinamento VII:

$$340 \text{ ha} \times 60 \text{ l/s/ha} = 20'400 \text{ l/s} = 20,4 \text{ m}^3/\text{s}$$



Schematica suddivisione dei sottobacini Bibione

Viene di seguito esaminato il vantaggi legato a tale complesso di interventi per diversi eventi, soprattutto in riferimento ai punti più sensibili del sistema idraulico di Bibione centro-est.



Dal grafico seguente è evidente come la portata in uscita dal centro urbano di Bibione all'altezza di Via Lattea attraverso l'esistente DN2500 sia, allo stato di fatto, pari a circa 5,0 m³/s sia per evento caratterizzato da media intensità (Tr = 10 anni) sia per un evento eccezionale, corrispondente a Tr = 50 anni. All'aumentare dei deflussi generati in area urbana, infatti, si determina all'interno dei collettori urbani un profilo idraulico tale da superare in alcune zone il piano campagna e determinare l'insorgere di

allagamenti, mentre attraverso il canale VII DN2500 si ha la medesima portata uscente. Come evidente dal grafico, le simulazioni condotte evidenziano che grazie agli interventi previsti nella Fase 0 qui descritta si ha un aumento della portata in uscita dal centro urbano pari a circa 0,7 m³/s, raggiungendo quindi una portata di picco di 5,7 m³/s.

Cambia inoltre anche la forma dell'idrogramma di piena, che nella configurazione riferita allo stato di fatto (ante Fase 0) mostra una parte finale corrispondente al vuotamento dei volumi derivanti dall'invaso in rete e dei volumi di allagamento.

Il sottodimensionamento delle condotte nel tratto a monte, tuttavia, non consente di smaltire verso il nuovo sistema più di 5,7 m³/s; a causa di questo il beneficio legato alla Fase 0 è via via meno evidente man mano che ci si allontana dallo scarico finale, come evidente dai due grafici seguenti, riferiti al confronto tra stato di fatto e stato di progetto (Fase 0) per due diversi punti della linea urbana di Bibione:

- **punto A:** Corso del Sole incrocio Via Urano;

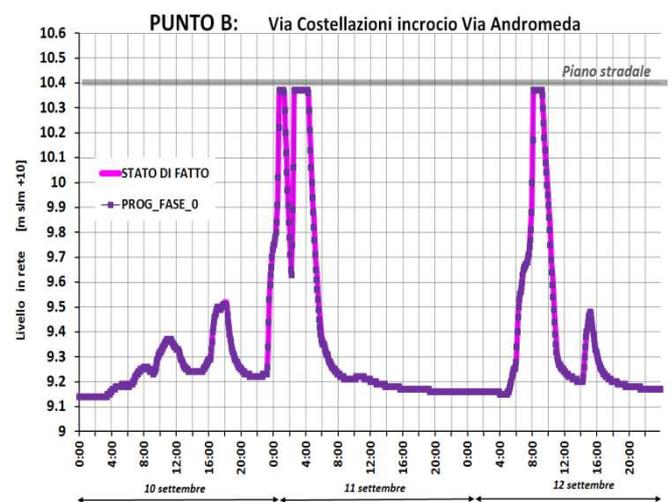
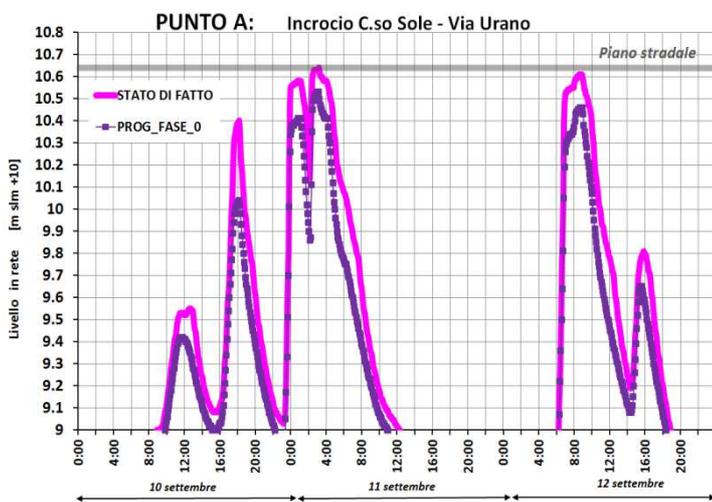
- **punto B:** Via Costellazioni incrocio Via Andromeda.

E' stato simulato a titolo di esempio l'evento che ha colpito Bibione con due distinti scrosci nei giorni 10-12 settembre



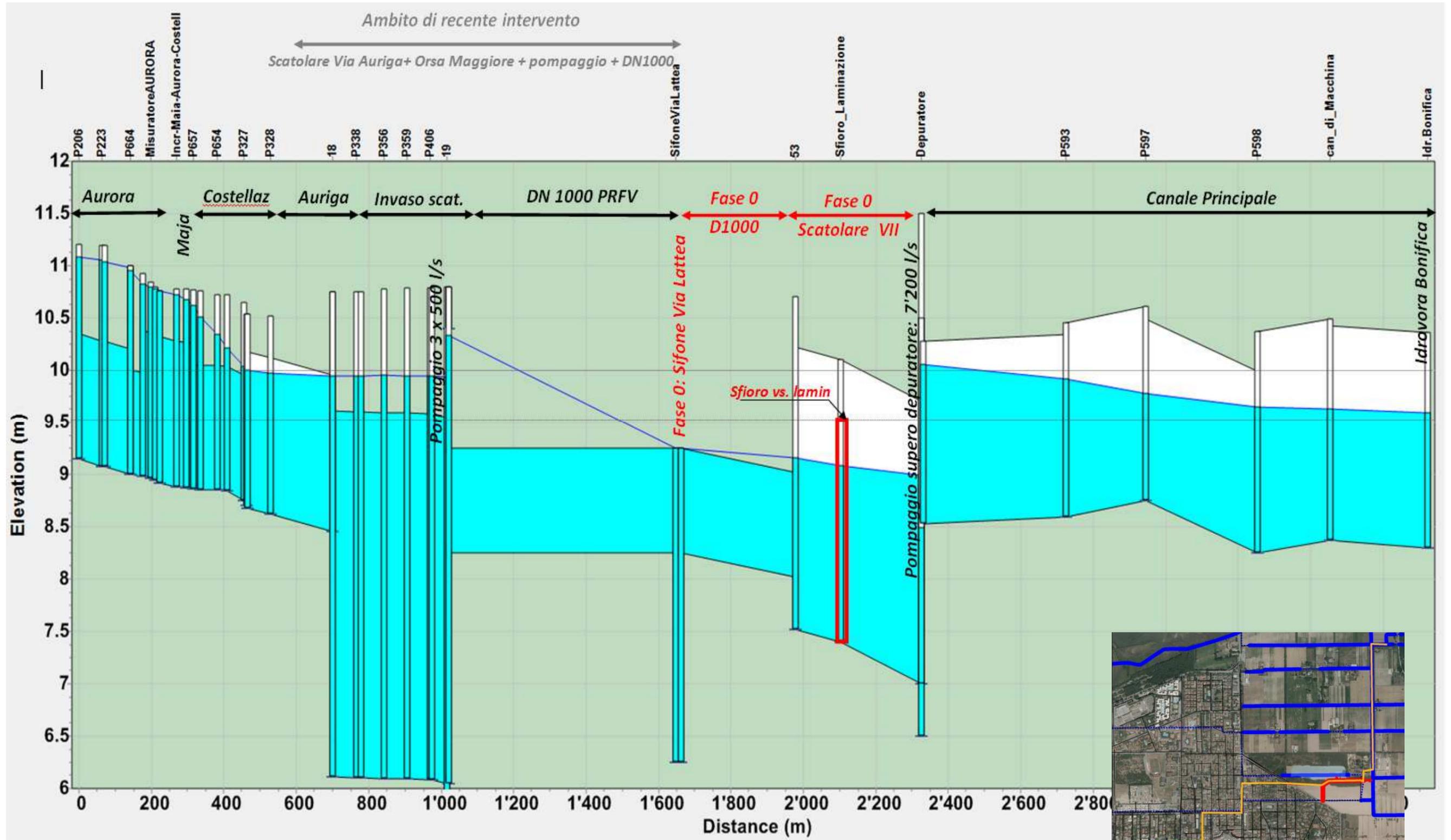
2017 determinando significativi allagamenti di tutto il centro urbano: mentre per il punto **A** il beneficio legato agli interventi è significativo (20 cm di differenza), esso si annulla completamente nel punto **B**: macroscopicamente si può concludere che, anche qualora fossero state realizzate le opere qui previste prima dell'evento in esame, gli allagamenti del centro urbano sarebbero stati analoghi a quelli registrati.

Confronto simulazioni stato di fatto – progetto (fase 0) per evento 10-11-12/09/2017 ($Tr > 50$ anni)

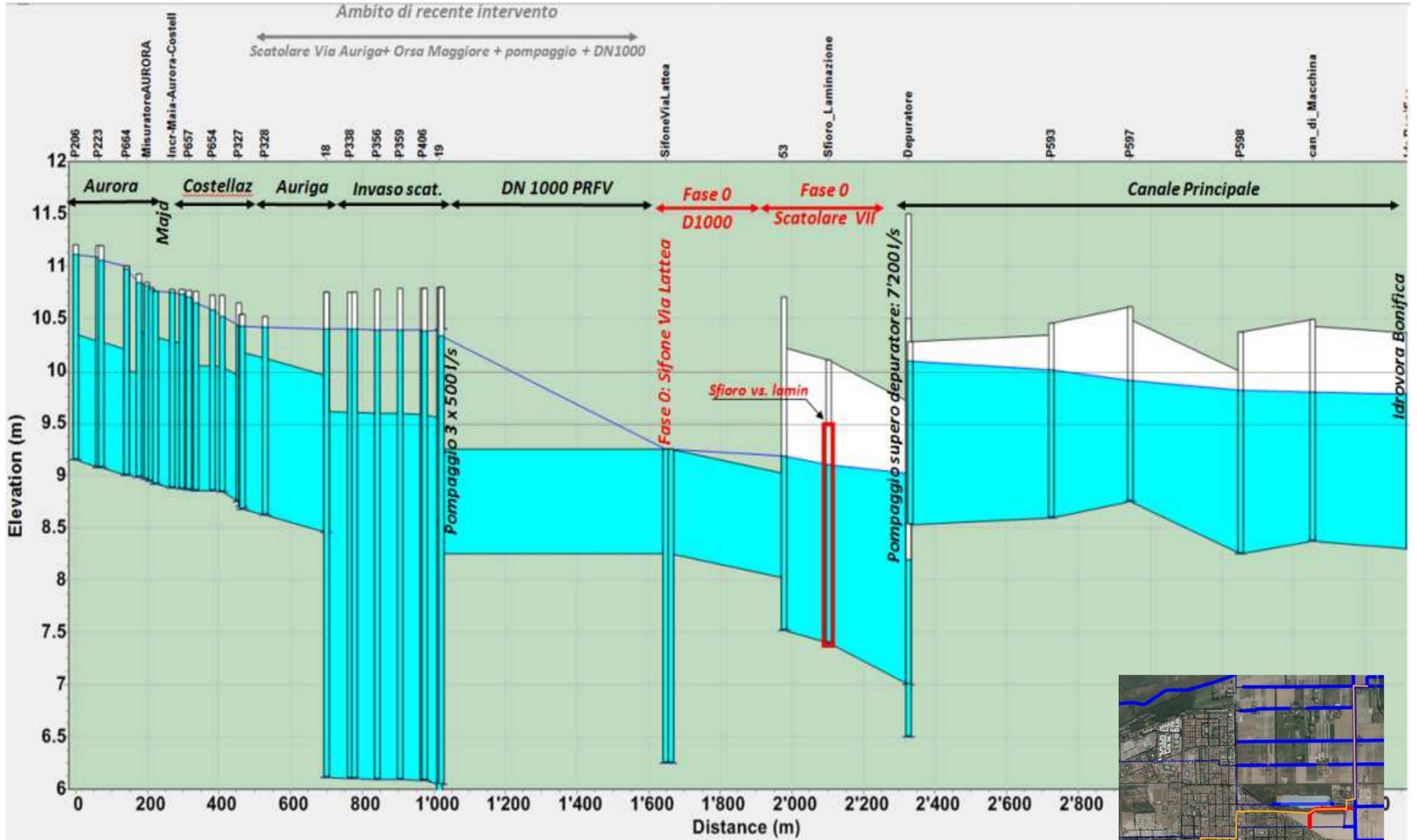


Il limite qui evidenziato verrà affrontato nei paragrafi successivi prevedendo ulteriori stralci progettuali che ottimizzino le modalità con cui lo scatolare VII viene alimentato. E' infatti corretto programmare il potenziamento delle opere idrauliche di un bacino proprio partendo da valle, almeno nei sistemi condizionati da corrente di tipo lento come quelli di bonifica. Si riporta di seguito, per i tempi di ritorno 10 e 50 anni il profilo relativo al comparto Bibione centro-est. Dal confronto con gli analoghi profili riferiti allo stato di fatto emerge che:

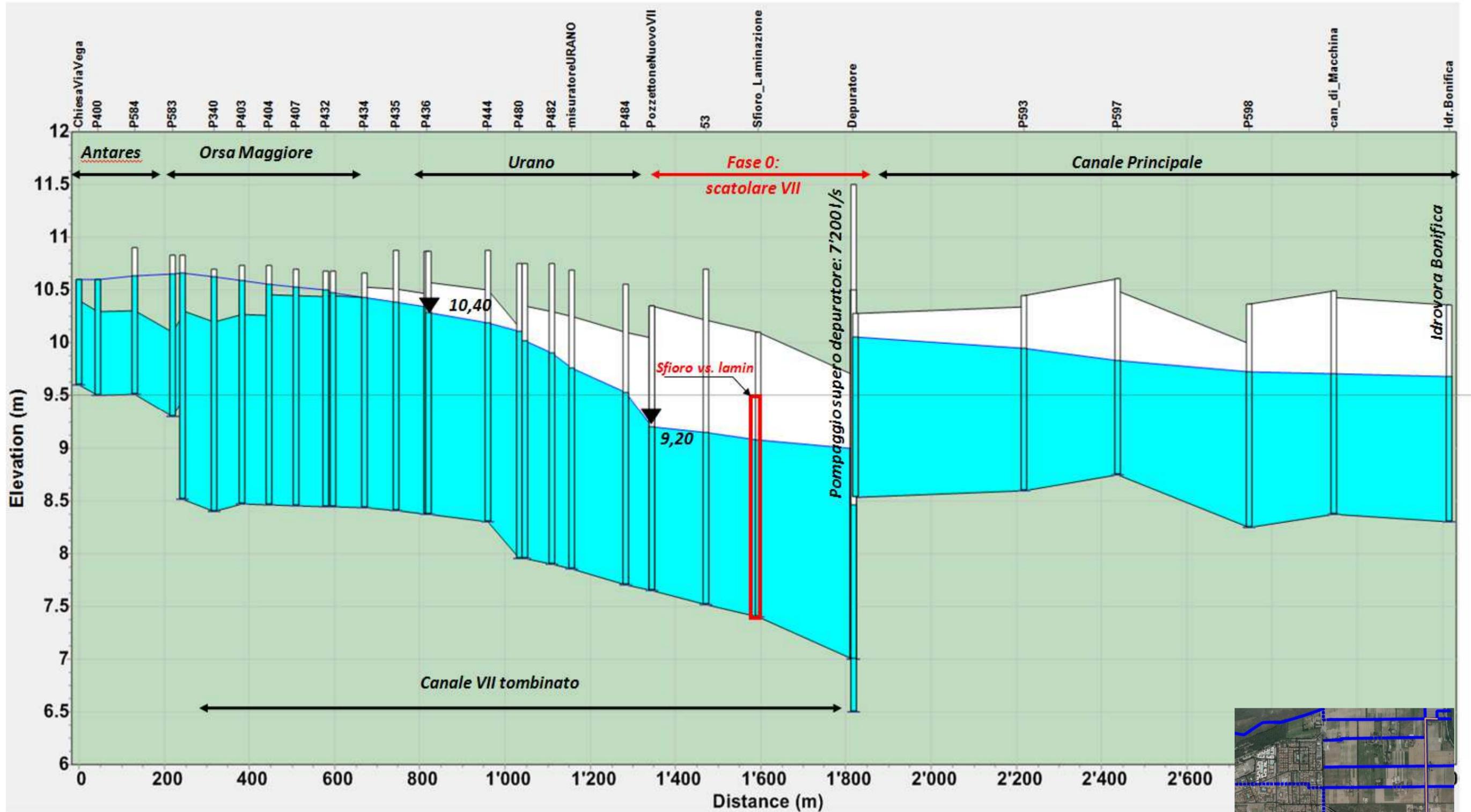
- le opere realizzate con la Fase 0 non sono sufficienti ad annullare le sovra-pressioni nelle reti urbane di Via Costellazioni – Aurora;
- le portate in arrivo al nuovo scatolare VII, limitate per le dimensioni dei tratti a monte, sono tali da non determinare l'innesco dell'area di laminazione, dato che in ipotesi di funzionamento di tutti i dispositivi i tiranti nel nuovo scatolare non raggiungono la quota di sfioro di 9,42 m slm;
- gli interventi inclusi nella Fase 0 offrono significativo beneficio al profilo del canale VII fino a Via Urano, annullando le perdite di carico distribuite nel tratto di valle (vd. terzo profilo seguente);
- le perdite di carico lungo il canale VII DN 2500 in Via Urano sono rilevanti: (10,50-9,25) 1,25m in un tratto di lunghezza 550 m e ciò annulla i benefici di cui al punto c) per le aree urbane: è quindi necessario estendere l'intervento qui presentato verso monte.



PROG. FASE 0 - Tr 10 anni (50 mm in 1 ora) : profilo istantaneo nel momento di picco per la rete urbana (in arancio il tracciato su planimetria)

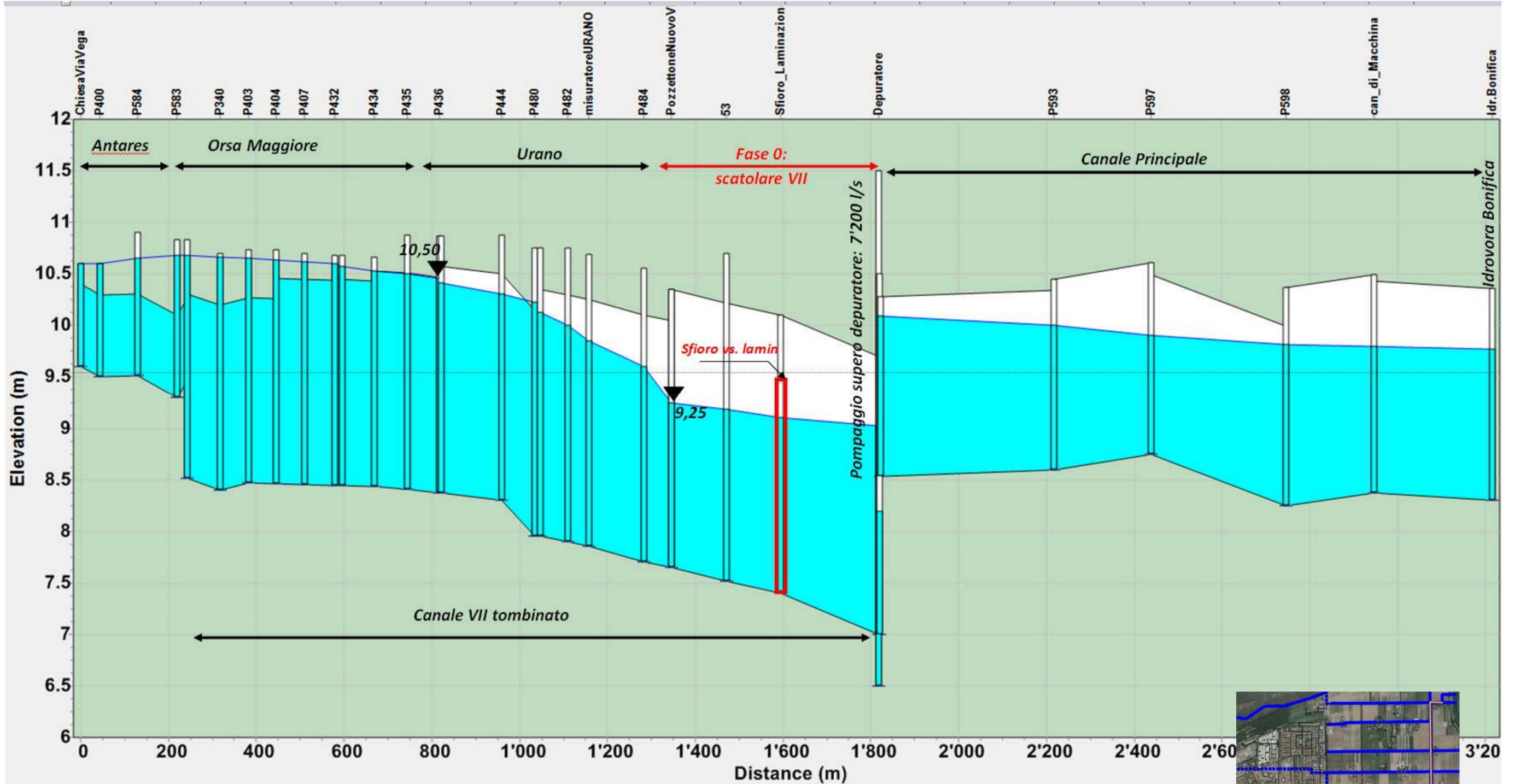


PROG. FASE 0 - Tr 50 anni (62 mm in 1 ora) : profilo istantaneo nel momento di picco per la rete urbana (in arancio il tracciato su planimetria)



PROG. FASE 0 - Tr 10 anni (50 mm in 1 ora) : profilo istantaneo nel momento di picco per la rete urbana (in arancio il tracciato su planimetria)





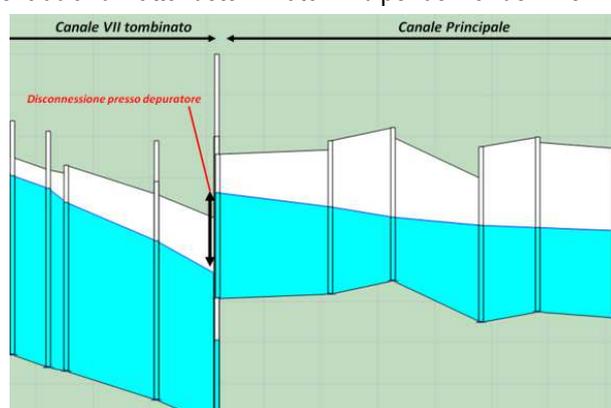
PROG. FASE 0 - Tr 50 anni (62 mm in 1 ora) : profilo istantaneo nel momento di picco per la rete urbana (in arancio il tracciato su planimetria)

3.7 Progetto fase 1: Potenziamento idrovora consortile

La presente fase progettuale ha l'obiettivo di potenziare il sistema di sollevamento finale. Come chiarito ai par. 3.1 e 3.2 quello di Bibione è un bacino chiuso, delimitato dalla duna di difesa a mare e da arginature lagunari; il suo prosciugamento avviene artificialmente per via meccanica, grazie all'impianto idrovoro consortile con scarico nel fiume Tagliamento. Dai paragrafi precedenti emerge tuttavia il crescente livello di infrastrutturazione e complessità che in questi anni ha caratterizzato il bacino, soprattutto in riferimento al collettamento delle portate urbane di natura meteorica le quali, per la natura mista del sistema, sono sempre convogliate insieme ai reflui e hanno come punto di immissione nel sistema di bonifica originario solo il nodo idraulico del depuratore ed il relativo pompaggio di supero.

Dai profili riportati nei paragrafi precedenti, sia riferiti allo stato di fatto che allo stato di progetto, è evidente come la disconnessione determinata dal pompaggio del depuratore abbia di fatto determinato l'indipendenza dei livelli nel sistema urbano da quelli registrati nei canali di bonifica.

Ancorché il sistema di pompaggio finale di bonifica sia un passaggio obbligato per le portate di pioggia generate sia in area urbana sia in area agricola, quindi, non si può correlare il livello nelle condotte urbane al livello nei canali nel medesimo momento, essendovi interposto un pompaggio.



Questa considerazione va tuttavia contestualizzata rispetto alla particolare struttura della rete idraulica di Bibione: diversamente da quanto avviene normalmente nei sistemi di bonifica, infatti, il canale consortile Principale che riceve i pompaggi di supero del depuratore non è un canale arginato. Ciò è naturale conseguenza del fatto che esso deve assolvere alla propria funzione originaria di drenaggio delle aree agricole circostanti diventando, pochi metri più a valle, il canale di alimentazione dell'impianto di sollevamento consortile: tale funzione rende impensabile un'arginatura per il Principale. In aggiunta va detto che mentre il canale VII comunica con il canale Principale solo attraverso il depuratore o paratoia presidiata, i canali I, II, III, IV e V si immettono direttamente nel principale, non essendo veicolo di portata reflua.

Pertanto quando il livello nella rete di bonifica supera quota 10,10 (+0,10m slm) sia ha l'allagamento delle campagne circostanti, con "corto-circuito idraulico" del pompaggio installato presso il depuratore: questo accade soprattutto per eventi che mettano in crisi il sistema di bonifica, che tipicamente hanno durata superiore a 1 ora come illustrato nel grafico del par. 3.5. Dal punto di vista operativo questo equivale, di fatto, ad annullare la disconnessione tra rete urbana e rete di bonifica, e quindi in riferimento ai profili idraulici mostrati ai paragrafi precedenti significa imporre anche a monte del depuratore il medesimo livello registrato nei canali a cielo aperto.

A fronte dei lavori inclusi nella Fase 0 illustrata al par. 3.6, anche nel caso in cui ciò avvenisse, si avrebbe un minor impatto sul livello del canale VII, data la disponibilità di un volume di laminazione nell'area umida di circa 30 ha.

E' necessario, in ogni caso, evitare tale accadimento soprattutto a tutela delle aree agricole più depresse del bacino, collocate a quota +0,10 m slm come illustrato al par. 3.1. Per questo motivo è previsto il potenziamento dell'impianto idrovoro consortile, con alloggiamento di una ulteriore pompa di portata 1'250 l/s nel vano già predisposto nel corso dell'ampliamento realizzato nell'anno 2003. Tale programma si completa con fornitura di sgrigliatore automatico per l'impianto idrovoro, adeguamento delle griglie di protezione della vasca di aspirazione e installazione di un nuovo trasformatore, con adeguamento del locale cabina e delle apparecchiature elettriche.

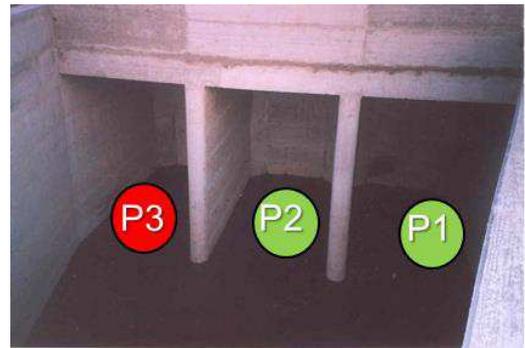
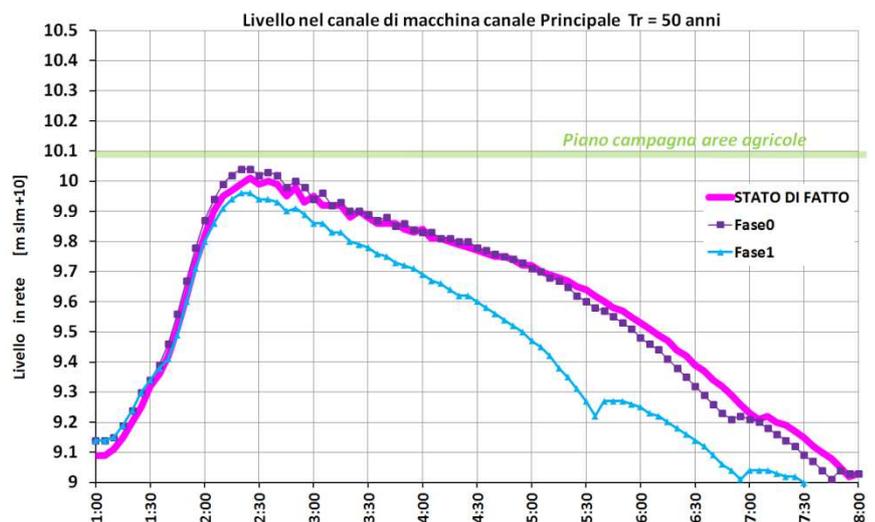


Foto vasca impianto realizzato nell'anno 2003

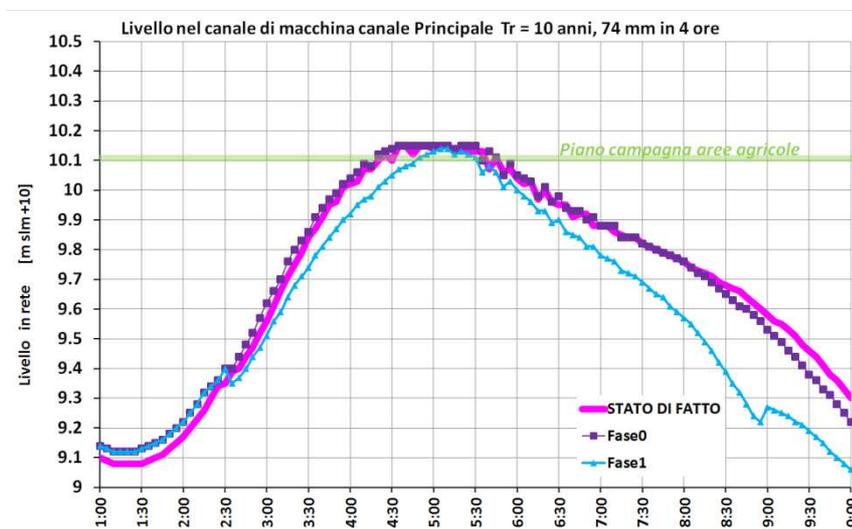
Il vantaggio legato all'intervento, data la disconnessione idraulica esistente presso il depuratore, è chiaramente significativo solo per le aree agricole del bacino, di cui le più basse a quota +0,10 m slm (quota 10,10), mentre non direttamente percepibile nel centro urbano, nonostante esista anche per le aree urbane una ripercussione "di fatto" legata al fatto che grazie all'intervento verrà limitato l'effetto di "corto-circuito" prima descritto presso le pompe del depuratore, rendendone possibile un funzionamento alla massima potenzialità.

Il grafico seguente riporta un confronto relativo al livello nel canale di macchina in prossimità dell'idrovora consortile per un evento di durata 1 ora e tempo di ritorno cinquantennale; è naturalmente diversa anche la forma dell'idrogramma, che mostra in questo caso un più rapido esaurimento.

Confronto livelli attesi nel canale di macchina per evento durata 1 ora, $Tr = 50$ anni (62mm)



Il beneficio legato al progetto *Fase 1* è più evidente analizzando eventi di durata maggiore: ad esempio l'evento del 10-



11-12 settembre 2017 ha determinato livelli in rete maggiori di quota 10,10 (+0,10 m slm) data la maggior durata dell'evento, che ha consentito anche ai 440 ha agricoli di contribuire alla generazione dell'onda di piena.

Confronto livelli attesi nel canale di macchina per evento durata 4 ore, $Tr = 10$ anni (74mm)

3.8 Progetto fase 2: Miglioramento puntuale dei collegamenti urbano - bonifica

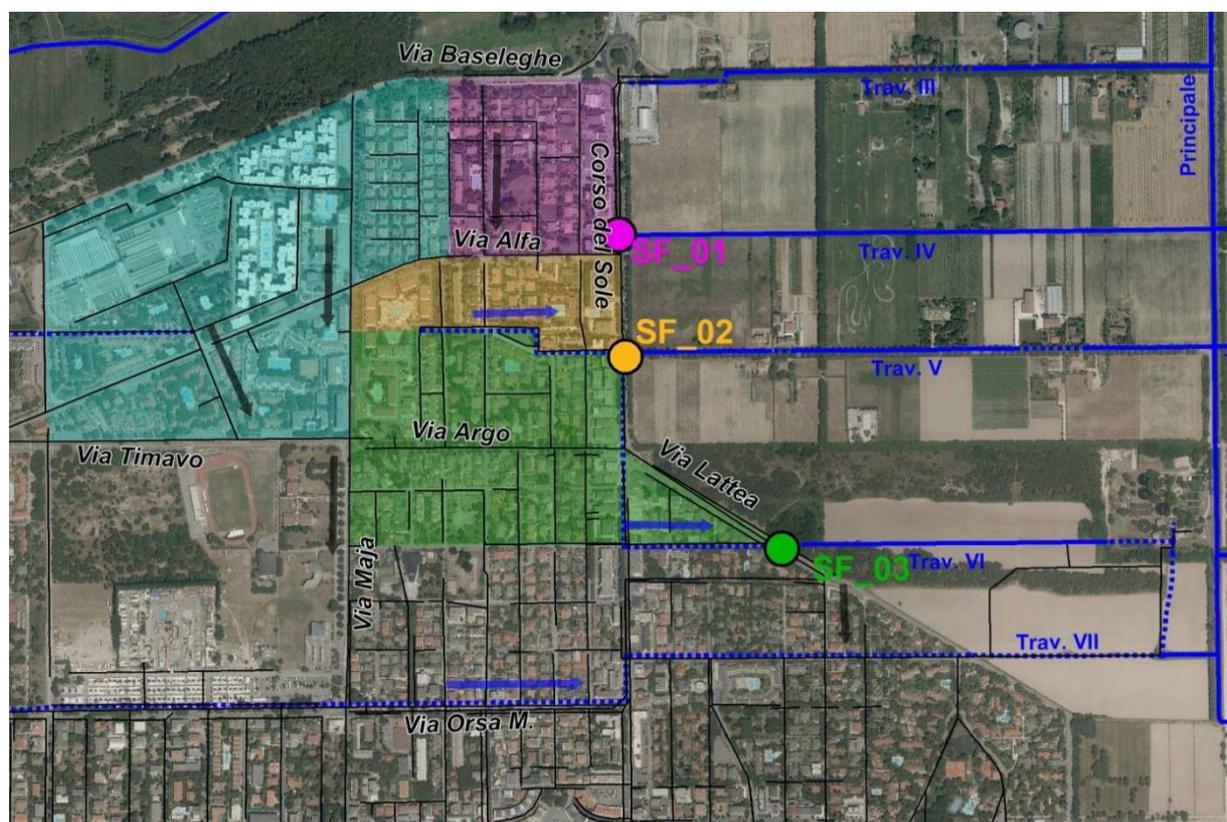
La presente fase progettuale prevede di ottimizzare il collegamento tra la rete urbana e il sistema di bonifica ricevente. Tale collegamento è stato parzialmente interrotto negli anni '70 con la realizzazione delle linee fognarie ed il collegamento al depuratore, interrompendo i collegamenti urbano – bonifica all'altezza di Via Lattea e veicolando tutte le portate verso il collettore tombinato VII.

Salvo ipotesi di separazione delle reti reflue, che rappresenterebbe la soluzione ottimale sia per l'ottimizzazione dei processi depurativi sia per lo svincolo del sistema di drenaggio di Bibione dal rilancio intermedio del supero presso il depuratore, l'unica soluzione praticabile per il migliorare il collegamento tra i due sistemi è quella di prevedere punti di sfioro lungo Corso del Sole e Via Lattea, al fine di limitare il sovraccarico del collettore VII.

Tali punti di sfioro dovranno essere collocati in corrispondenza dei canali consortili IV, V e VI e dovranno essere costituiti da pozzettoni con soglia sfiorante tale da garantire:

- che nessuna portata sfiori verso i canali prima che il livello di diluizione raggiunto sia quello previsto ex lege;
- che al raggiungimento del livello di diluizione previsto ex lege la portata sfiorante sia la massima possibile, per favorire lo svasso delle reti urbane.

Per rispondere a tali esigenze i petti dovranno avere altezza pari almeno al tirante generato per portata pari a 5 volte quella reflua e dovranno avere lunghezza del petto sfiorante quanto maggiore possibile, per massimizzare le portate in uscita dal centro dopo l'innesco.



Punti di sfioro di progetto e relative aree urbane afferenti

La planimetria sopra riportata mostra come allo stato di fatto la linea di drenaggio del canale V tombinato, di direttrice originale ovest – est sia interrotta: ad oggi anche il comparto nord viene immesso nel collettore VII tramite deflusso nella fognatura di Via Timavo e Via Maja.

Punto di sfioro	Area urbana afferente [ha]	Stima Q_{nera} picco [l/s]	Tirante per $Q = 5x Q_{nera}$ [m]	Quota fondo nel punto di sfioro: [m slm]	Quota sfioro: p [m slm]
Sfioro 01	12	14	0.30	9.75	10.05
Sfioro 02	7 +12	22	0.35	9.43	9.78
Sfioro 03	23 +7+12 + futuri ulteriori 37 ha da Via Timavo (Fase 3)	94	0.63	8.59	9.22

La sola apertura degli sfiori non consente di collegare fin da subito l'area a nord di Via Timavo direttamente al sistema di bonifica: tuttavia la quota di sfioro per **SF_03** è stata fin d'ora calcolata calcolando anche tale zona come afferente (vd. tabella): l'area nord sarà svincolata dal canale VII (esclusa la componente reflua) nell'ambito degli stralci progettuali successivi (par. 3.9).

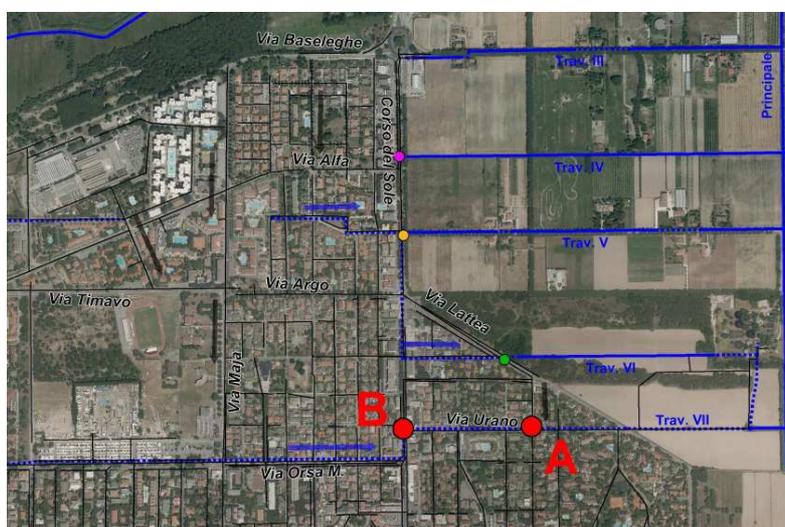
Naturalmente i manufatti andranno realizzati tenendo presente i seguenti aspetti:

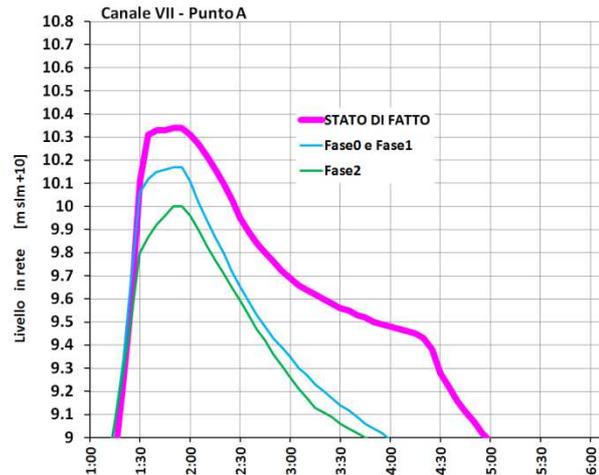
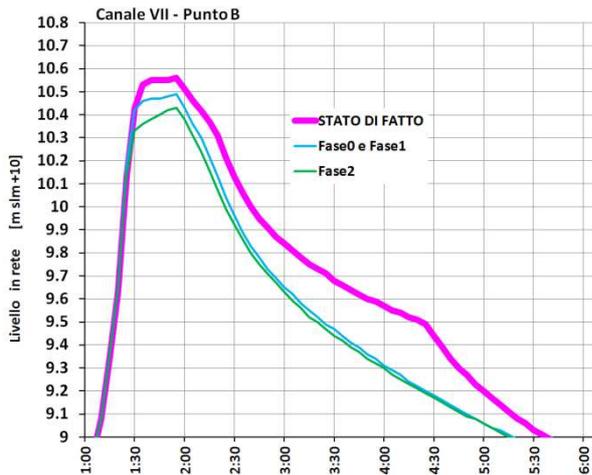
- per eventi di carattere non temporalesco può succedere che si alzi il livello nei canali di bonifica IV, V e Vi più che nelle aree urbane (tipicamente per eventi di lunga durata): in tal caso è necessario evitare l'ingresso di acqua dai canali verso la fognatura mista;
- in periodo estivo caratterizzato da prolungata siccità e nessuna previsione di evento piovoso i livelli nei canali vengono mantenuti più alti del normale per consentire irrigazione di soccorso alle aree agricole: in tali casi è necessario evitare l'ingresso d'acqua nel sistema fognario misto.

A fronte di ciò i manufatti di sfioro dovranno essere presidiati da paratoia e preferibilmente telecontrollati. In fase di pre-dimensionamento essi sono immaginati con petto sfiorante di lunghezza pari a 2m.

Il beneficio è limitato alle aree a nord del collettore VII: viene di seguito evidenziato quello relativo ai punti **A** (Via Urano presso l'immissione del collettore comunale nel collettore VII tombinato) e **B** (collettore VII – C.so Sole).

Confronto livelli attesi per diverse configurazioni progettuali per evento Tr 10 anni (50 mm in 1 ora)



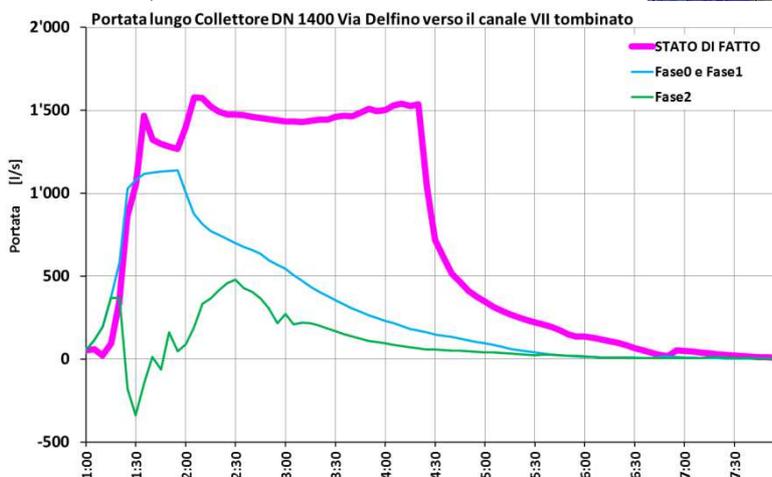


Nonostante sia evidente nel punto **A** il beneficio per il collettore VII legato all'apertura dei tre sfiori (nel grafico: vd. differenza tra *Fase1* e *Fase 2*), va tuttavia precisato che tale beneficio si riduce via via che si procede verso monte e si annulla in corrispondenza delle aree altimetricamente più sfavorite come Via Costellazioni e limitrofe.

La **Fase 1** fin qui descritta è quindi necessaria per diminuire gli apporti al canale tombinato VII, ma non basta per annullarne le sovra-pressioni. Si rende pertanto necessario procedere ulteriormente nelle tratte più a monte, intervenendo direttamente sulla rete urbana come illustrato nel paragrafo seguente.

La portata in uscita dagli sfiori, e quindi lo sgravio per il collettore VII, è stimabile nel momento di picco per tempo di ritorno decennale in: **SF_01**: 700 l/s; **SF_02**: 800 l/s; **SF_03**: 2'000 l/s.

Confrontando le portate in transito lungo Via Delfino (fognatura mista DN 1400) nello stato ante e post apertura degli sfiori, è evidente sia che la *Fase 0* porta a sgravare il collettore dei rilanci da Via Orsa Maggiore, sia che lo sfioro **SF_03** previsto dalla *Fase 2* funge anche da troppo pieno per il collettore VII, dato che la portata lungo Via Delfino è negativa durante il picco (e quindi va dal VII verso lo sfioro).

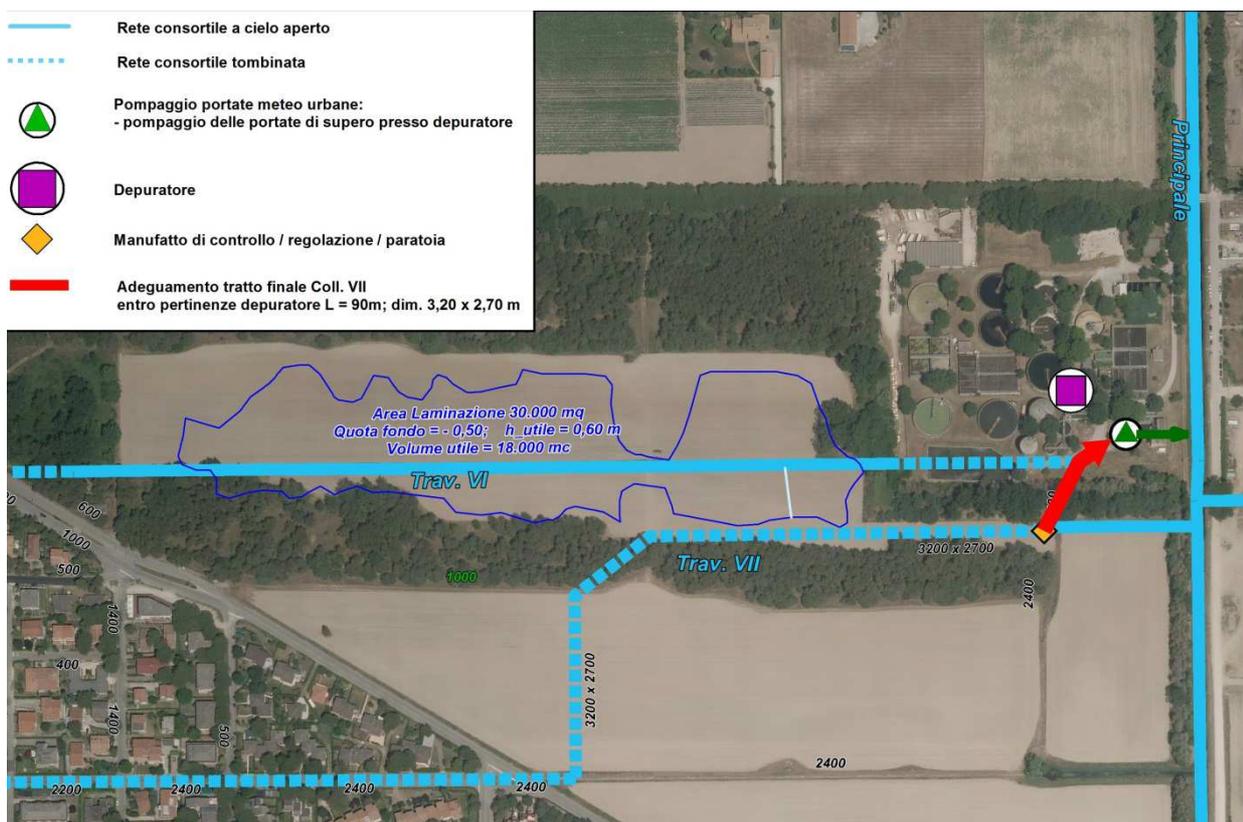


Confronto portate in transito verso il collettore VII lungo Via delfino per Tr 10 anni (50mm in 1 ora)

Le portate in uscita dallo **SF_03**, afferenti al canale VI, entreranno direttamente nell'area di laminazione a cielo aperto di recente realizzazione (vd. fase 0, par. 3.6) e rappresentano pertanto l'ottimizzazione degli interventi previsti dalle precedenti fasi progettuali.

In aggiunta agli interventi puntuali sopra descritti, la Fase 2 include anche il completamento dell'opera di potenziamento del collettore VII tombinato negli ultimi 90 m in ingresso al depuratore.

Eseguiti gli interventi di cui alla Fase 0 descritti al par. 3.6, infatti, è stata raggiunta la sezione utile di $3,2 \times 2,7 = 8,64 \text{ m}^2$ per il tratto compreso tra Via Lattea e l'ingresso all'area del depuratore. Gli ultimi 90 necessari per raggiungere il pompaggio di supero del depuratore, interni alle aree di pertinenza del sistema depurativo, restano invece di dimensione D2500, come riportato anche nelle schede monografiche All. 19C. Poiché, nel caso di transito della portata massima sollevabile dal pompaggio di supero e pari a $7'200 \text{ l/s}$ si avrebbe un beneficio rispetto alla situazione esistente stimabile in 10 cm di tirante atteso presso la paratoia di controllo, considerato che – come chiarito al par. 2.4 – la struttura idraulica del bacino di Bibione ed il livello emergente di falda rendono di fatto molto limitate le escursioni di livello ammissibili e quindi 10 cm sono da considerarsi un beneficio rilevante, si prevede la sostituzione degli ultimi 90 di condotta D2500 con scatolare analogo a quello posato nell'ambito della Fase 0, passando quindi da una sezione utile di $4,9 \text{ m}^2$ a una sezione di $8,6 \text{ m}^2$. L'intervento consentirebbe anche di avere un sensibile abbassamento della velocità in arrivo al pompaggio di supero e quindi un funzionamento più regolare del sistema di smaltimento.



Individuazione planimetrica intervento di adeguamento sezione Coll. VII entro area di pertinenza del depuratore

3.9 Progetto fase 3: Via Urano, C.so Sole, Via Maja e Parco del Donatore

Le fasi progettuali precedenti hanno portato al potenziamento della parte finale del sistema di drenaggio ed al miglioramento dei collegamenti tra sistema urbano e sistema di bonifica. Come evidente dai profili riportati nei paragrafi precedenti (in particolare l'ultimo profilo del par. 3.6), tuttavia, i benefici legati a tali interventi faticano a mostrarsi nelle aree urbane più a monte, dato il sottodimensionamento delle reti urbane di prima raccolta. Ciò è evidente dalle consistenti perdite di carico distribuite che si manifestano, ad esempio, lungo Via Urano.

Via Urano e C.so Sole

A fronte di ciò è stata individuata come prioritaria, tra le opere rivolte al sistema fognario, l'esigenza di potenziare il collettore VII tombinato nel tratto appena a monte di quello oggetto dell'adeguamento **Fase 0**.

Mentre a valle di Via Lattea lo scatolare di nuova posa ha dimensioni (bxh) 3,20 x 2,70m, per un'area utile di 8,64 m², per il tratto di Via Urano viene immaginato a livello modellistico un affiancamento all'esistente condotta DN 2400 (sezione utile 4,5 m²) con uno scatolare di dimensioni 2.0 x 2.0 m. Il tratto interessato dall'intervento, tutto in area demaniale, coincide con Via Urano per una lunghezza di 650 m e con Corso del Sole per ulteriori 90m.

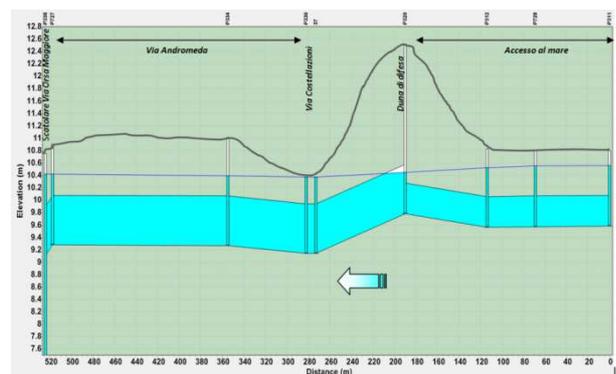
E' lasciata alle successive fasi progettuali la scelta in merito all'eventuale convenienza di prevedere, anziché l'affiancamento all'esistente, il lievo della attuale condotta DN 2400 e la posa di un manufatto scatolare unico avente sezione utile pari alla somma delle due, ovvero pari a circa 8,6 m² (dimensione commerciale 4,0 x 2,2 m, data impossibilità di approfondimento rispetto all'esistente D2400).

La stima economica affrontata nel par. 3.14 affronta entrambe le soluzioni, equivalenti dal punto di vista idraulico, ma la scelta dovrà necessariamente basarsi, oltre che su valutazioni di costo, sulla fattibilità, sulla cantierabilità e sulle interferenze con sottoservizi, tutti aspetti da valutare con un progetto definitivo dedicato.

Un ulteriore aspetto da considerare sarà chiaramente quello legato al collettamento della componente reflua, oggi convogliata nell'esistente D2400 di rete mista: la realizzazione di un grande scatolare pone il problema dei tempi di residenza in rete dei reflui, la cui risoluzione va progettata e valutata congiuntamente al servizio idrico integrato, affrontando anche l'ipotesi di posa di una tubazione parallela da dedicare alle portate nere come già fatto nel tratto interessato da **Fase 0**.

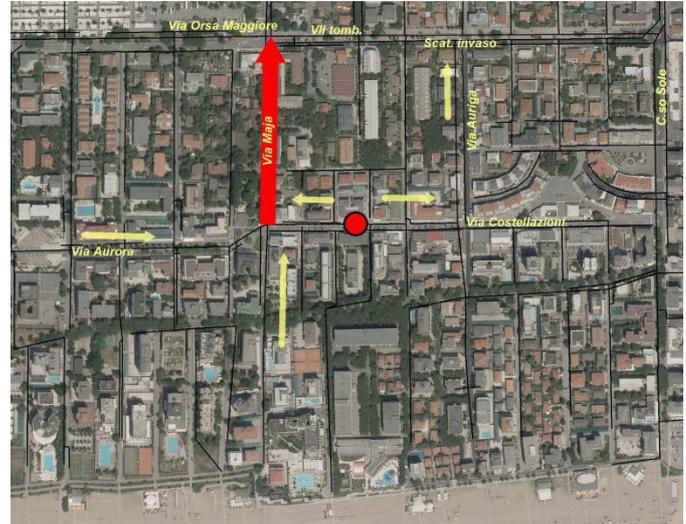
Via Maja

Anche a fronte di tale importante intervento, pur migliorando progressivamente le condizioni di deflusso del principale collettore urbano, non si avrà un beneficio significativo per Via Costellazioni, la quale, in posizione depressa rispetto all'intorno (+0,40m slm), riceve le portate raccolte in ambiti molto più favoriti dal punto di vista altimetrico compresi tra Via Costellazioni stessa e la spiaggia. Tali ambiti raggiungono altimetrie di circa +2,50 m slm (nei profili quota 12,50), trovandosi a ridosso della duna di difesa a mare.



Profilo Via Costellazioni – Andromeda

Va inoltre considerato che a seguito dei recenti lavori eseguiti sulle linee urbane da parte del Comune di S. Michele al Tagliamento e CAIBT (ora LTA), come evidente dal profilo sopra schematizzato, Via Costellazioni è collegata direttamente al nuovo scatolare di Via Orsa Maggiore, ma non al collettore VII tombinato. Questa scelta, attuata dai progettisti con l'intento di dedicare l'invaso scatolare di Via Orsa Maggiore esclusivamente alle zone più depresse del centro, va a questo punto ottimizzata scollegando da tale sistema tutto l'ambito più occidentale, che oggi invece tramite Via Aurora raggiunge Via Costellazioni.



Diversione portate litorale verso Via Maja e posa scatolare Via Maja

Per questo motivo la presente fase progettuale prevede la deviazione delle portate di Via Aurora verso il collettore VII tramite (vd. interventi in rosso):

- Interruzione del DN 1200 di Via Costellazioni;
- Posa di scatolare (bxh) 2,5 x 1,5m lungo Via Maja (lunghezza 250 m) che, con scorrimento in direzione sud – nord, raccolga le portate del litorale e le veicoli al collettore VII senza interessare Via Costellazioni.

In questa fase lo scatolare di Via Maja non potrà lavorare al massimo delle proprie potenzialità essendo il suo livello fortemente rigurgitato dal canale VII tombinato fino all'esecuzione degli interventi previsti per la fase 4. Al contrario, il modello evidenzia addirittura la possibilità di flusso da Via Orsa Maggiore verso Via Maja, con portata di segno negativo nel nuovo scatolare. È stato tuttavia scelto di inserire questo intervento nella Fase 3 per anticipare il beneficio su Via Costellazioni, disconnettendola dal bacino occidentale e litoraneo.

Parco del donatore

In risposta alla criticità registrate nelle zone di Via Vega in prossimità della Chiesa, in attesa dell'intervento strutturale di cui alla successiva **Fase 04**, viene in questo stralcio prevista la realizzazione di un'area di laminazione a cielo aperto nel Parco del donatore, che mostra ad oggi una quota media di +0,70m slm e un'estensione di circa 6'000 m².

Per mantenere la fruibilità del parco, non tutta l'area sarà dedicata ad allagamento occasionale, ma solo 1.500 m², tramite un approfondimento fino a quota di fondo 0,00 m slm (scavo 70 cm).



Questo dispositivo, di limitata estensione, non potrà risolvere la problematica strutturale della rete ma potrà dare un limitato beneficio alle aree più depresse dell'intorno. Naturalmente, la sua funzionalità è limitata a causa della natura mista della rete fognaria: l'area di laminazione si attiverà solo dopo che il livello in rete avrà superato gli adeguati livelli di diluizione, con setto di sfioro di altezza 45 cm.

Tale intervento, in questa sede solo verificato dal punto di vista idraulico, dovrà essere oggetto di una progettazione architettonica per preservare la fruibilità del parco, per garantire il mantenimento delle alberature e per evitare ristagni assicurando il completo drenaggio del prato dopo la fine dell'evento meteorico: in tempo asciutto e per piogge di intensità modesta, infatti, l'area verde non sarà interessata da allagamento.



Vista Parco del Donatore

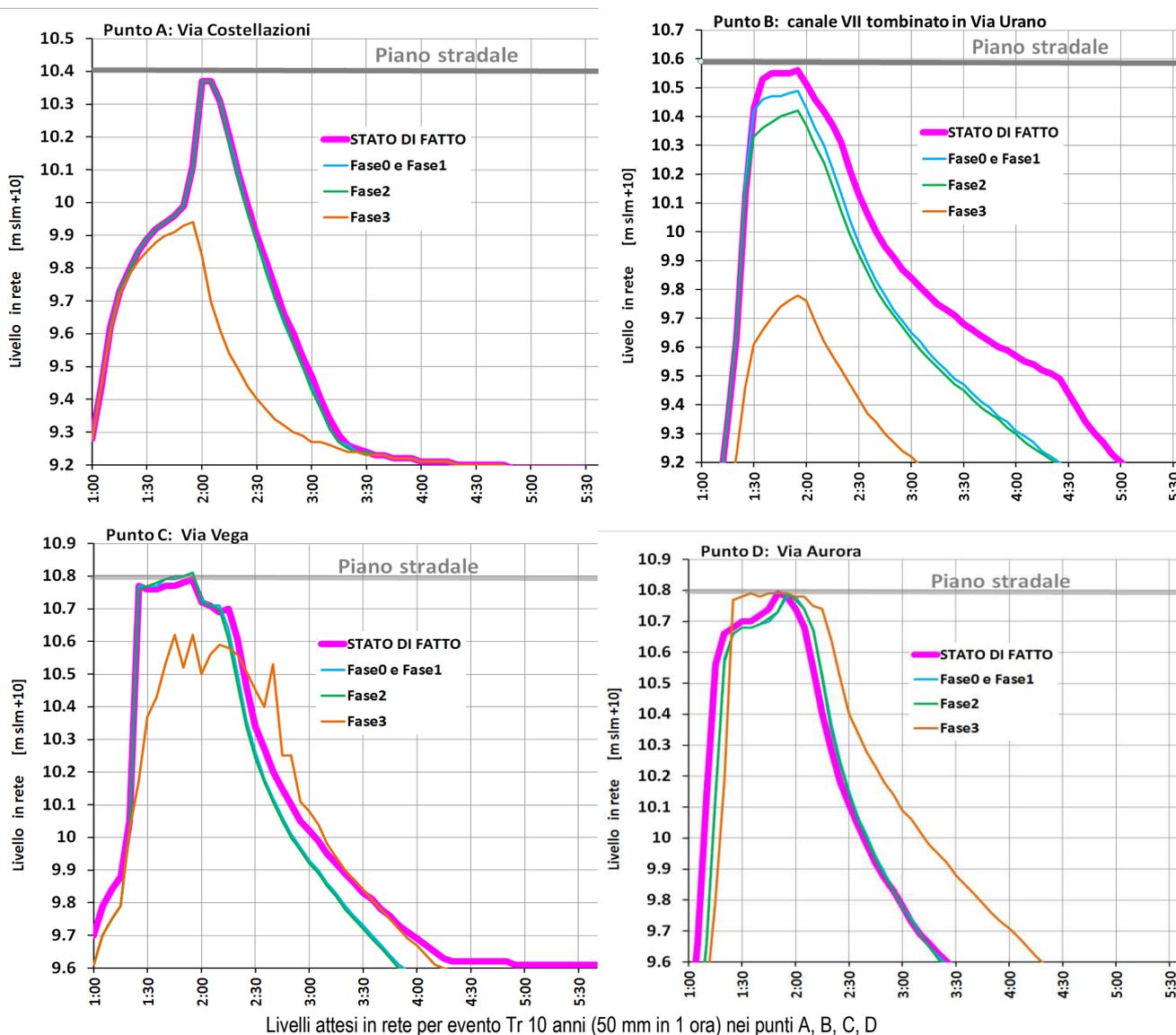
Risultati

Vengono di seguito visualizzati i risultati relativi al complesso di interventi descritti nel presente paragrafo in riferimento a quattro nodi strategici indicati con le lettere **A** (Via Costellazioni nel punto più basso), **B** (collettore VII presso Via Urano) **C** (Via Vega soggetta ad allagamenti) e **D** (Via Aurora).



Interventi previsti in fase 3 (in rosso) e individuazione dei punti di controllo A, B, C per interpretazione grafici seguenti

Come risulta dai grafici, la **Fase 3** ha importanti benefici nei punti **A**, **B** e **C**, mentre determina addirittura un innalzamento del livello atteso per il punto **D**, dato che nella nuova configurazione Via Aurora viene ad essere in completo equilibrio di livello con il canale VII tombinato (il modello evidenzia addirittura flusso in verso opposto a quello previsto, con portata dal VII verso il nuovo scatolare di Via Maja).

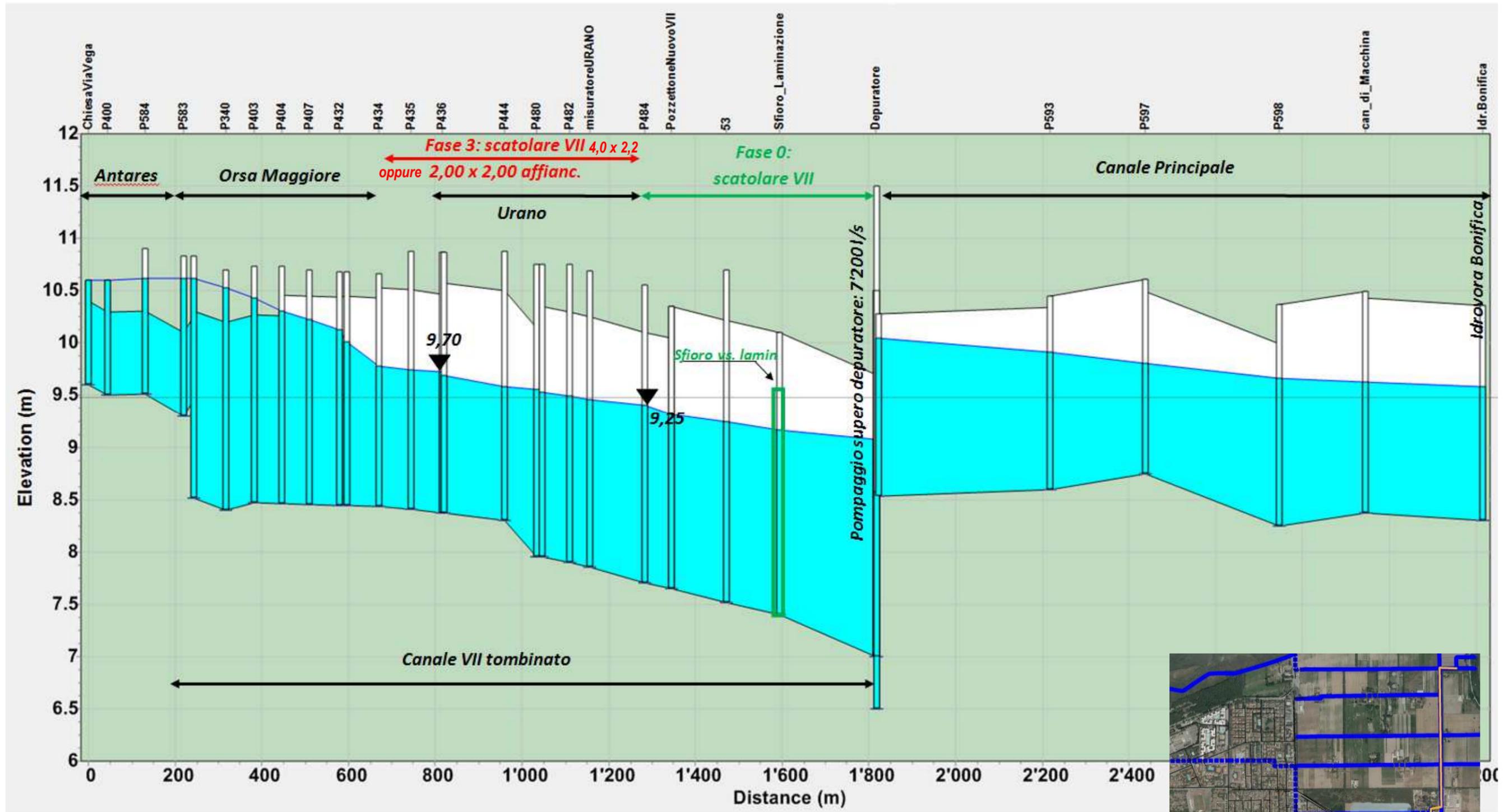


La disconnessione di Via Aurora da Via Costellazioni ha portato grande beneficio a quest'ultima (vd. grafico punto **A**), ma non può essere accettato un peggioramento per le aree più occidentali. Per questo motivo, qualora tra l'attuazione della **Fase 3** e la **Fase 4** ci fosse un transitorio di durata significativa, si renderebbe necessario dotare il nuovo collettore di Via Maja di un presidio, così da evitare il flusso dallo scatolare VII di Via Orsa Maggiore verso Via Aurora.

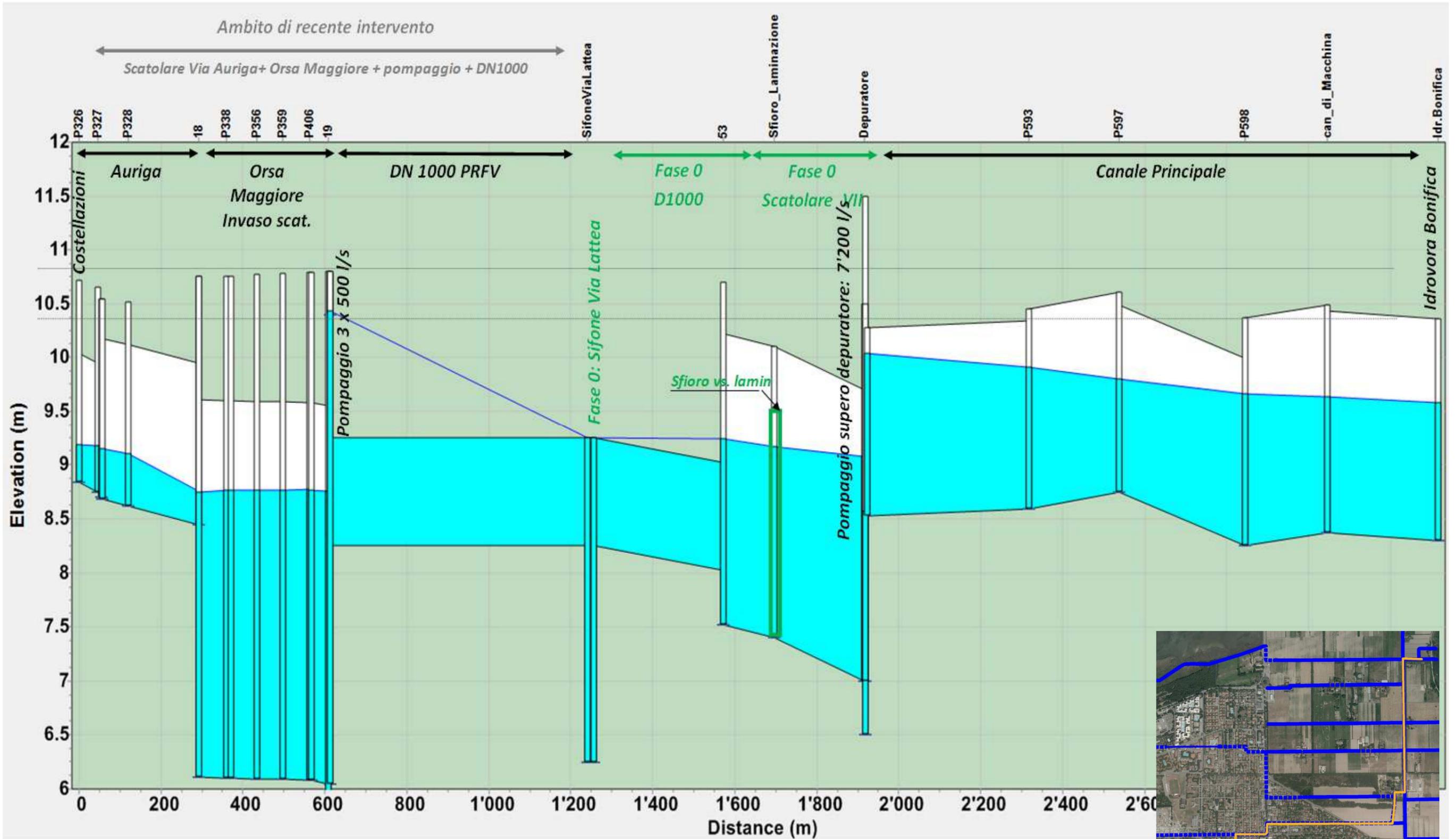
Si riportano di seguito i profili relativi al momento di picco per evento meteorico decennale, da confrontare con quelli relativi alla Fase 0 (par. 3.6). In particolare dai profili seguenti sono evidenti i seguenti aspetti:

- ✓ l'aumento di sezione del collettore VII lungo Via Urano realizzato con la presente **Fase 3** diminuisce fortemente le perdite di carico, che lungo via Urano passano da 1,20 m (10,40 – 9,20) a 45 cm (9,70- 9,25);

- ✓ la disconnessione tra Via Aurora e Via Costellazioni realizzata con la presente **Fase 3** diminuisce significativamente l'apporto all'invaso di Via Orsa Maggiore e svincola Via Costellazioni dagli apporti del litorale sud, con grande beneficio per la parte adiacente a Piazza Orione, storicamente la più colpita; per non penalizzare Via Aurora ciò deve necessariamente accompagnarsi dagli interventi previsti dalla **Fase 4** .



PROG. FASE 3 - Tr 10 anni (50 mm in 1 ora) : profilo istantaneo nel momento di picco per la rete urbana (in arancio il tracciato su planimetria)



PROG. FASE 3 - Tr 10 anni (50 mm in 1 ora) : profilo istantaneo nel momento di picco per la rete urbana (in arancio il tracciato su planimetria)

3.10 Progetto fase 4: Due possibili alternative

Il confronto tra il profilo riferito alla **Fase 0** e quello riferito alla **Fase 3** per il tratto di Via Urano e le considerazioni fatte in merito alla diminuzione delle perdite di carico fanno emergere che, in un bacino in cui limitate escursioni di livello diventano significative a tutela della parte urbana più depressa (Via Costellazioni, quota +0,40 m slm), è auspicabile diminuire per quanto possibile le perdite di carico distribuite.

A fronte di questo, dall'osservazione del profilo riportato al paragrafo precedente, è stata valutata l'ipotesi di proseguire verso monte nel potenziamento del canale VII tombinato, intervenendo su Via Orsa Maggiore così da abbattere il livello nelle fasi di picco. Tale ipotesi, definita di seguito 4A, mira alla massimizzazione delle portate in uscita dal centro urbano, data la differenza tra le portate attese tramite stima idrologia e quelle massime oggi evadibili dal sistema (par. 3.5).

L'alternativa progettuale, partendo dalla medesima considerazione in merito al sovraccarico del collettore VII che ha portato alla proposta **4A**, mira invece alla diminuzione degli apporti, prevedendo una laminazione in posizione centrale tramite la quale ridurre le portate afferenti al tombinamento VII. Tale ipotesi alternativa è di seguito nominata **4B**.

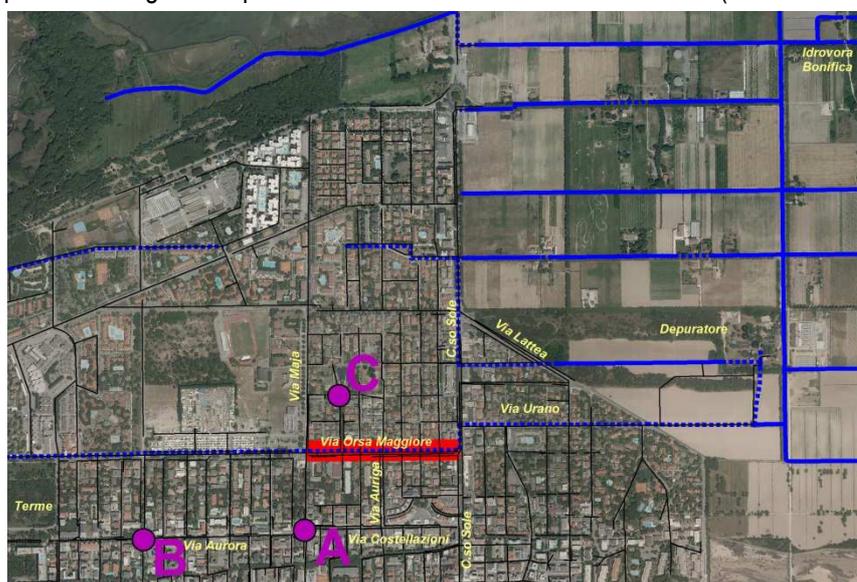
Si riportano i risultati analitici relativi ad ognuna delle due ipotesi, sapendo che la scelta finale deve tener conto non solo degli aspetti tecnici qui evidenziati e di quelli economici (par.3.14), ma anche della fattibilità delle opere, dell'inserimento nel contesto di Bibione, dei sottoservizi, delle infrastrutture interferenti, delle trasformazioni in essere.

3.10.1 **Opzione 4A:** Potenziamento del collettore VII tombinato lungo Via Orsa Maggiore

La presente proposta progettuale rappresenta il proseguo dell'intervento avviato nelle **Fasi 0 e 3**, prevedendo il potenziamento del collettore di Via Orsa Maggiore per una lunghezza di 525 m, cioè tra Via Maja e Corso del Sole.

Analogamente a quanto fatto per la Fase 3, il potenziamento viene previsto con affiancamento per una sezione utile di 4,0 m². Tuttavia, in fase progettuale è possibile scegliere di procedere al lievo della condotta esistente (DN 2000 nel tratto in esame) e posa di nuovo scatolare con area pari alla somma delle due anche sulla base di considerazioni riferite alla ristrettezza degli spazi ed alla vetustà della condotta esistente derivante dal tombinamento del collettore VII.

Fase 4A: in rosso la tratta di intervento, individuati punti A,B,C per analisi benefici



3.10.2 **Opzione 4B:** Area di laminazione interrata presso Luna Park

La proposta si pone in alternativa alla 4A e, contrariamente a questa, mira alla limitazione delle portate afferenti al canale VII tombinato. L'intervento si attua con predisposizione di un'area di laminazione avente quota di fondo a quota -0,10 m slm ed area utile di 20'000 m², per una cubatura utile che, considerando quota di riempimento massima pari a +1,0 m slm, sarà di 22'000 m³.

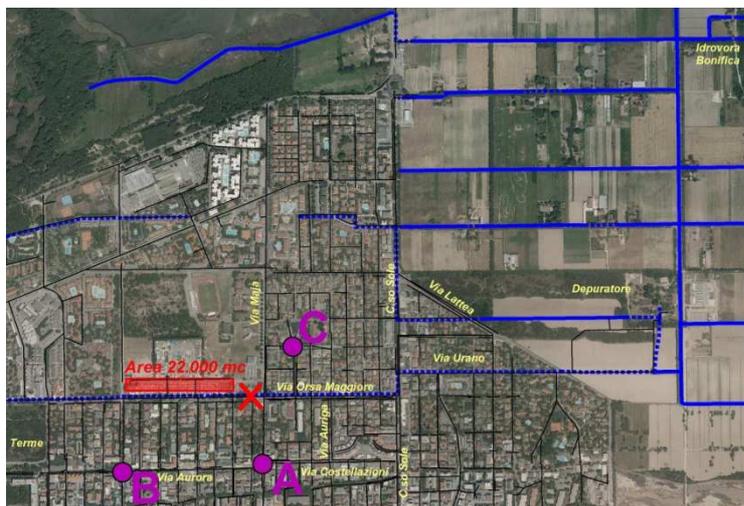
Nel sito in esame, limitrofo al Luna park ed alla delegazione comunale, sorgono ad oggi un parcheggio pubblico asfaltato (mercato del pesce) a quota +1,10 mslm ed una zona a verde alla medesima quota media, oggetto di prossima trasformazione per creazione di zona sportivo-ricreativa. Dato il contesto urbano a forte vocazione turistica, fino ad avvenuta separazione delle reti fognarie, si ritiene che non sia perseguibile l'idea di un'area di laminazione a cielo aperto (mediante scavo necessario 1,20m) e si immagina quindi un invaso sotterraneo da realizzarsi mediante elementi modulari di materiale plastico o mediante camera interrata in cemento armato di pari volumetria.

Va naturalmente affrontato il problema legata alla ordinaria manutenzione dell'invaso, dato il significativo apporto in rete di sabbie e dato che la rete in ingresso è di tipo misto: sia la soluzione con elementi modulari in materiale plastico sia la soluzione in cemento armato dovranno pertanto prevedere pozzetti di ispezione da cui siano inseribili sistemi di idro-jet in pressione per la pulizia. Per consentire il vuotamento dell'invaso interrato per gravità, considerato che esso avrà una profondità minima dal piano asfaltato di 80 cm per garantire il riparto dei carichi del parcheggio, saranno possibili altezze utili di vaso non superiori a 1m. Per evitare il riempimento dell'invaso con acqua di falda, infine, sarà necessario prevederne l'impermeabilizzazione completa e ciò orienta la progettazione verso altezze di vaso ancora minori e occupazioni planimetriche maggiori.

Condizione necessaria per l'effettivo riempimento dell'invaso e la limitazione delle portate afferenti al canale VII tombinato è chiaramente la realizzazione di una strozzatura lungo il collettore VII, che consenta il solo passaggio delle portate reflue e determini invece sul VII un rigurgito tale da riempire prioritariamente l'area di laminazione interrata così predisposta.

Fase 4B: in rosso individuazione schematica area invaso

interrato; simbolicamente indicata con croce la strozzatura per favorire riempimento dell'invaso; individuati punti A,B,C per analisi benefici

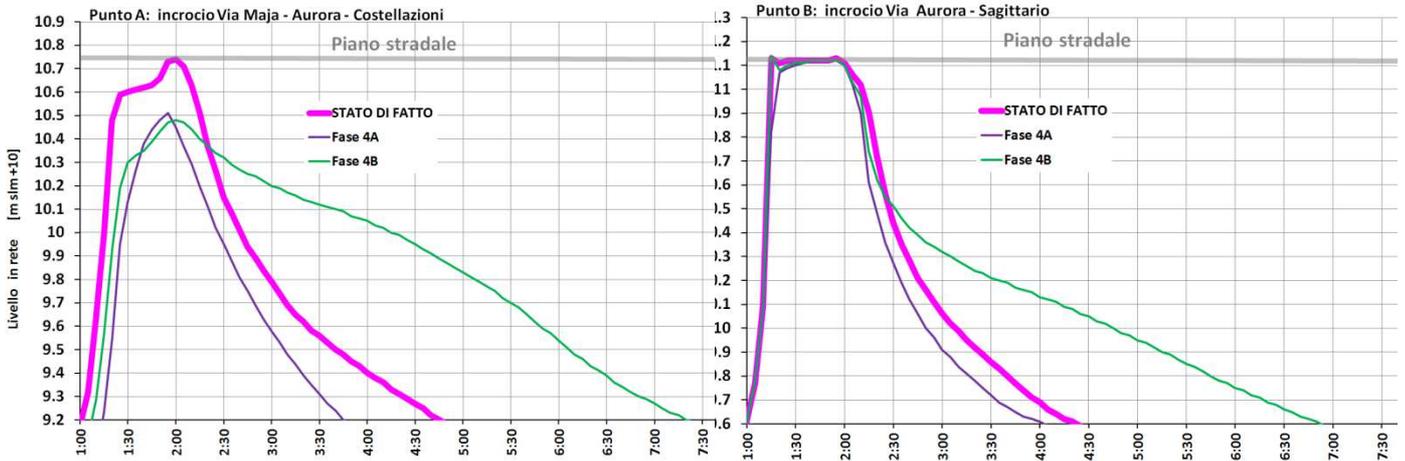


Il volume di invaso così individuato va rapportato all'area urbana ad esso afferente stimabile nei 165 ha evidenziati di seguito in giallo: parametricamente il volume invasato grazie alla soluzione 4B è pari a 133 m³/ha.

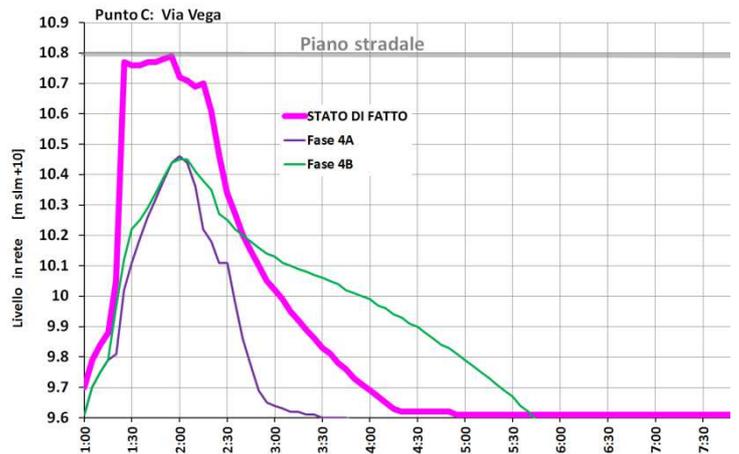
Stima area urbana afferente a laminazione 4B: 165 ha evidenziati in giallo

3.10.3 Confronto tra le opzioni 4A e 4B

Lasciando al paragrafo 3.14 l'analisi relativa ai costi, si mostrano di seguito risultati analitici delle due diverse simulazioni in tre punti strategici individuati con le lettere **A** (incrocio Via Maja – Aurora - Costellazioni), **B** (incrocio Via Aurora – Sagittario) e **C** (Via Vega).

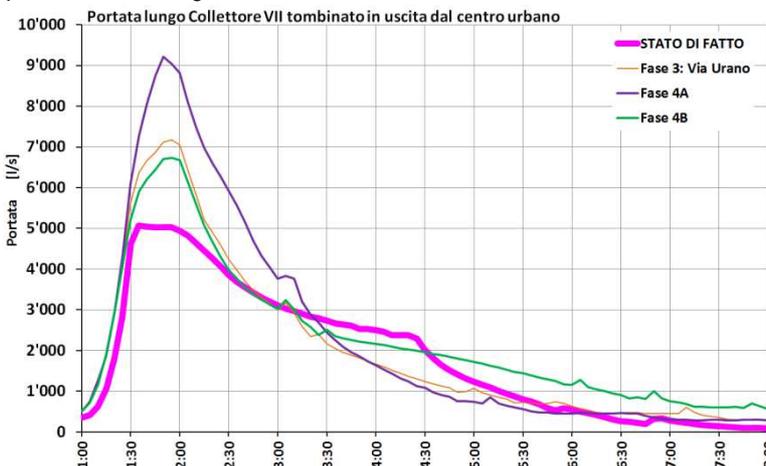


Le soluzioni 4A e 4B portano significativo beneficio per Via Maja e per i comparti più orientali (grafici punti **A** e **C**), mentre rimangono le criticità in Via Aurora (grafico punto **B**), che verranno affrontate nel successivo stralcio progettuale (3.11). Lo smaltimento della “coda” dell’onda di piena è molto più lento nel caso 4B, dato che il principio fondante è quello della laminazione delle portate.



Confronto Stato di fatto – opzioni 4A e 4B (in ipotesi avvenuto completamento fasi precedenti), Tr 10 anni

Viene infine visualizzata di seguito la portata in uscita dal centro urbano attraverso il collettore VII (scatolare 3,20 x 2,70 appena a valle di Via Lattea). A parità di evento, è evidente come rispetto allo stato di fatto ci sia un aumento della portata in uscita già alla **Fase 3**. Con la fase 4 si ha un ulteriore aumento della portata in uscita o una diminuzione a seconda che venga scelta la strada della massimizzazione delle potenzialità del VII (**4A**) o quella della limitazione degli apporti tramite laminazione in centro urbano (**4B**).



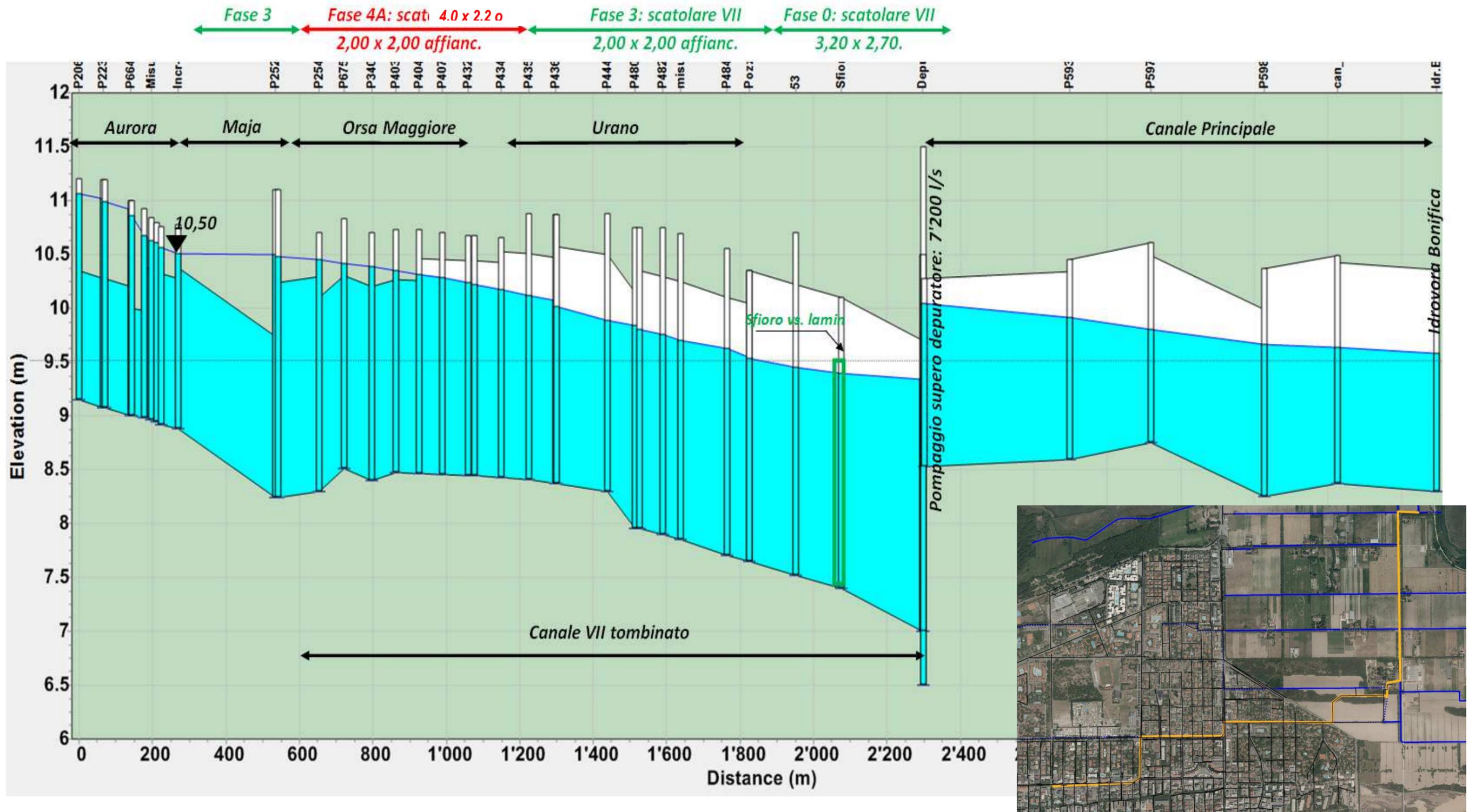
seconda che venga scelta la strada della massimizzazione delle potenzialità del VII (**4A**) o quella della limitazione degli apporti tramite laminazione in centro urbano (**4B**).

Confronto portata in uscita dal centro urbano tramite VII presso Via Lattea (Tr 10 anni, 50 mm in 1 ora)

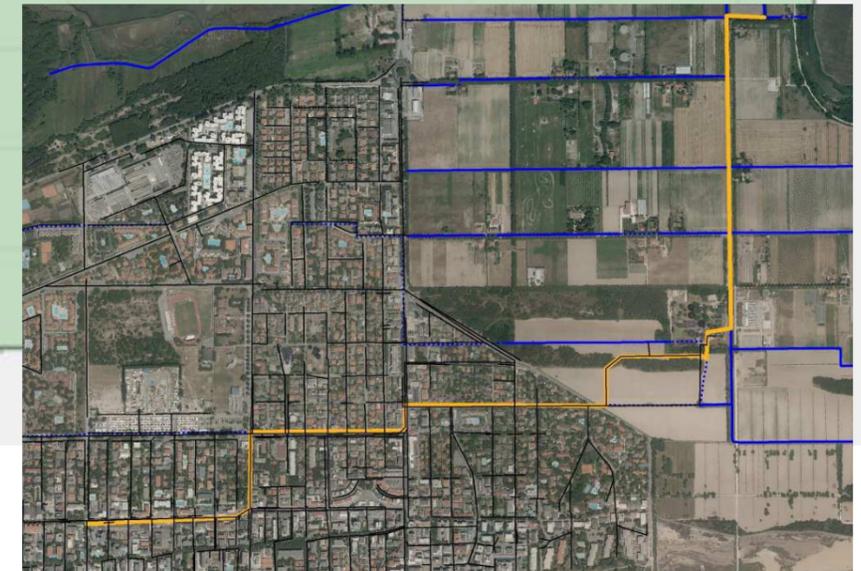
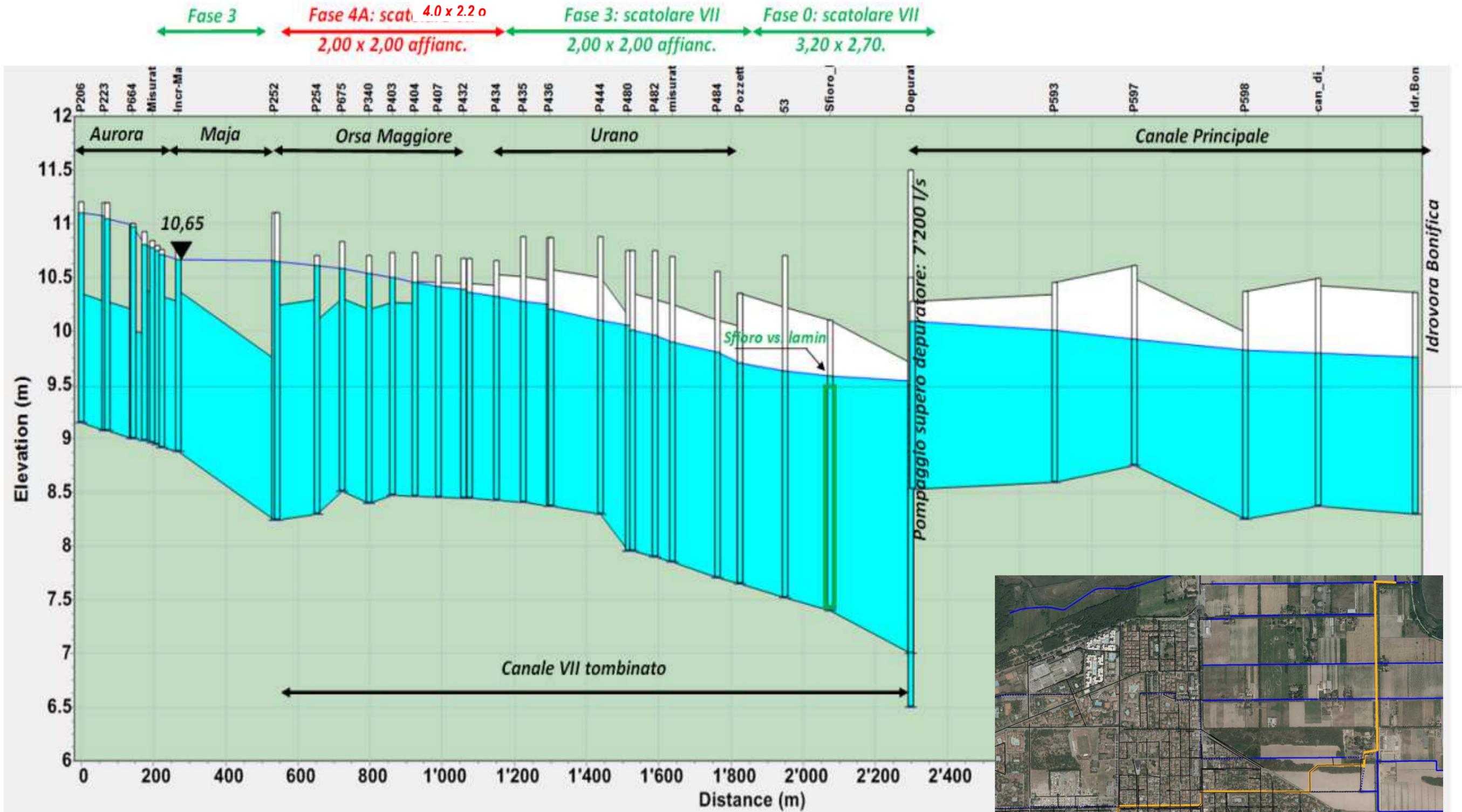
A parità di evento si raggiunge una portata

massima di 9'000 l/s, cui sommare i 1'500 l/s in arrivo dal pompaggio di Via Orsa Maggiore e 3'500 l/s in uscita dagli sfiori realizzati in **Fase2**, per un totale di 14'000 l/s che rispetto ai 340 ha afferenti equivale ad un apporto unitario di circa 40 l/s/ha, più vicini ai parametri idrologici di bibliografia per un evento decennale su area urbanizzata e matrice sabbiosa.

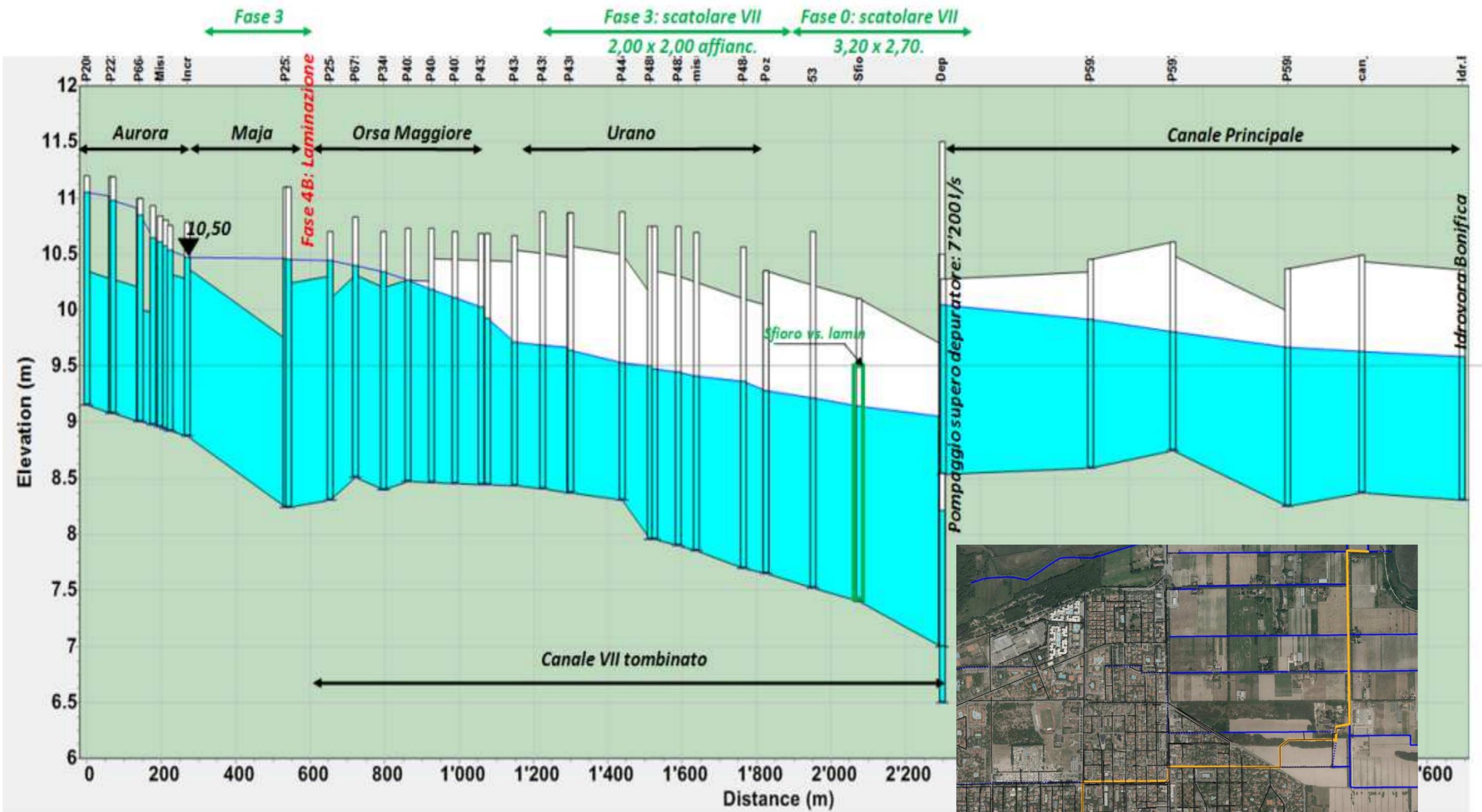
Si riportano di seguito i profili riferiti alle due ipotesi, notando che la soluzione **4A**, determinando un maggior apporto in uscita dal centro urbano, fa registrare quota 09,50 (+0,50 m slm) presso lo sfioro verso l'area di laminazione, pari alla quota del petto sfiorante. Per tempo di ritorno cinquantennale (62mm in 1 ora) si ha infatti l'attivazione dell'area di laminazione realizzata con la **Fase 0**.



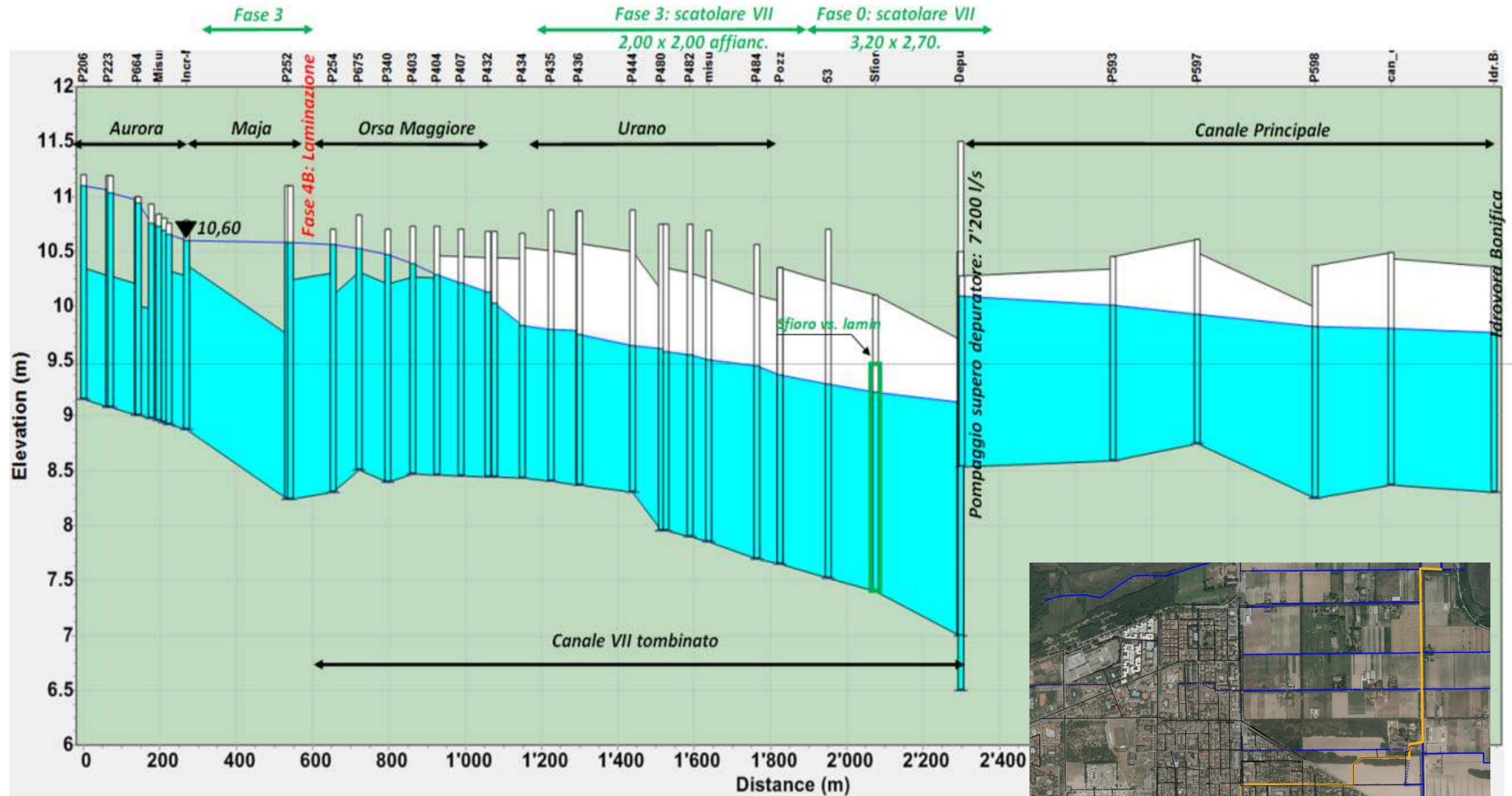
PROG. FASE 4A - Tr 10 anni (50 mm in 1 ora) : profilo istantaneo nel momento di picco per la rete urbana (in arancio il tracciato su planimetria)



PROG. FASE 4A - Tr 50 anni (62 mm in 1 ora) : profilo istantaneo nel momento di picco per la rete urbana (in arancio il tracciato su planimetria)



PROG. FASE 4B - Tr 10 anni (50 mm in 1 ora) : profilo istantaneo nel momento di picco per la rete urbana (in arancio il tracciato su planimetria)



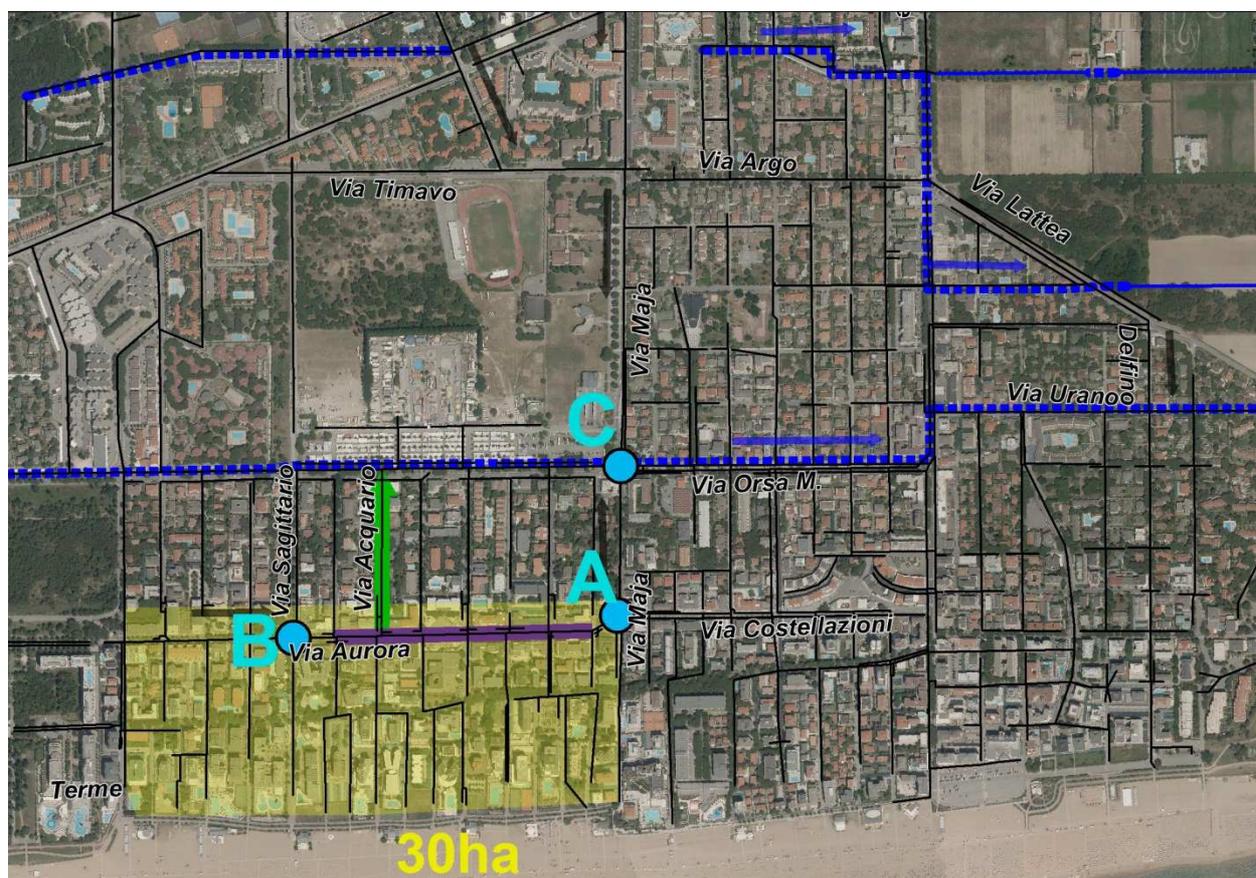
PROG. FASE 4B - Tr 50 anni (62 mm in 1 ora) : profilo istantaneo nel momento di picco per la rete urbana (in arancio il tracciato su planimetria)

3.11 Progetto fase 5: Via Aurora o Via Acquario - due opzioni a completamento della fase precedente

I grafici riportati nel paragrafo 3.10.3 mostrano come gli interventi previsti dalle **Fasi 0, 1, 2, 3 e 4** diano importanti benefici alle aree più orientali, mentre resta invariata la problematica idraulica nella zona costiera più occidentale, prossima alla zona Terme (punto **B** planimetria seguente). Tale zona, le cui portate sono raccolte dalla condotta a diametro crescente DN 600-1000-1200 che scorre in Via Aurora, non beneficia delle significative migliorie apportate alla rete di valle, determinando allagamenti già per eventi associati a tempo di ritorno 10 anni. Va precisato che la direttrice di Via Aurora ha un restringimento tra Via Atlante e Via Pleione, passando da DN 1200 a DN 1000 per circa 35 m.

La **Fase 5** di seguito descritta è dunque pensata per trasferire il beneficio anche alla parte occidentale di Via Aurora, in prossimità dell'area Terme.

A seconda che nella precedente fase progettuale sia stata scelta l'opzione **4A** o l'opzione **4B** si rende necessario procedere rispettivamente al potenziamento del collettore di Via Aurora con massimizzazione delle portate dirette al VII (opzione **5A**) o in alternativa all'ottimizzazione delle potenzialità di riempimento dell'invaso presso il Luna Park (opzione **5B**). In ognuno dei due casi, il dimensionamento va condotto tenendo conto che l'area afferente al collettore di Via Aurora è stimabile in circa 30 ha, come evidenziato di seguito.



Intervento Fase 5 (opzione 5A in viola e 5B in verde) e area afferente al collettore di Via Aurora (30 ha in giallo)

Gli interventi prevedono rispettivamente:

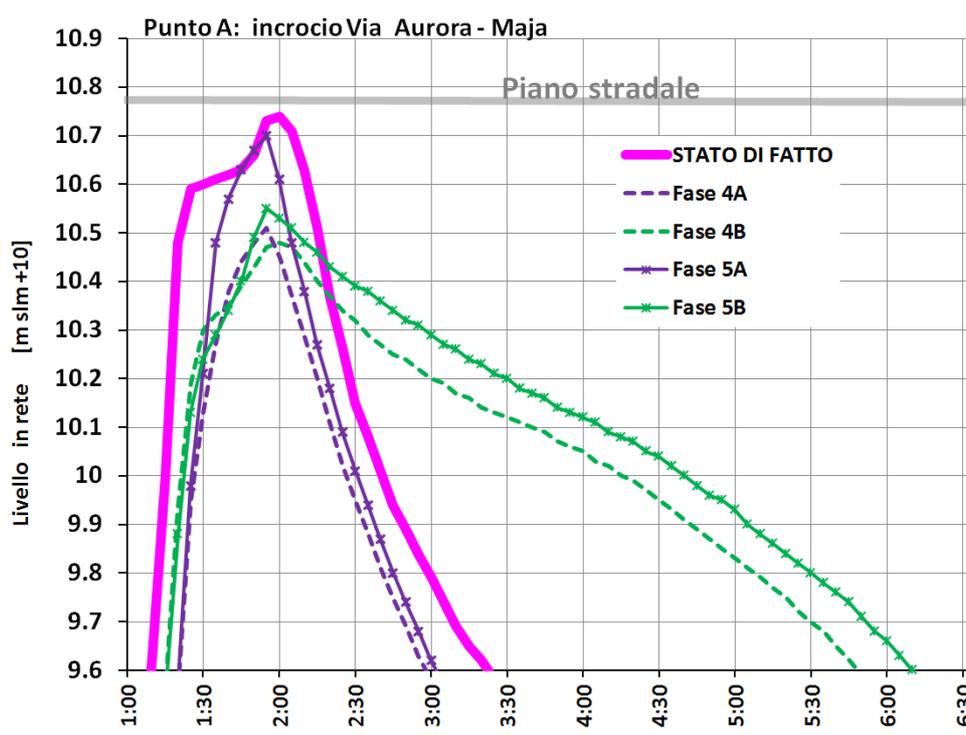
- **Opzione 5A:** posa di collettore DN1400 lungo Via Aurora per una lunghezza di 440m, in affiancamento rispetto all'esistente condotta a diametro variabile DN 1000-1200-1400. L'intervento massimizza le porte in arrivo al collettore VII, potenziato con la precedente fase progettuale **4A**;
- **Opzione 5B:** posa di collettore DN1400 lungo Via dell'Acquario per una lunghezza di 290 m. L'intervento ottimizza l'alimentazione dell'area di laminazione urbana realizzata presso il Luna Park nella precedente fase progettuale **4B**.

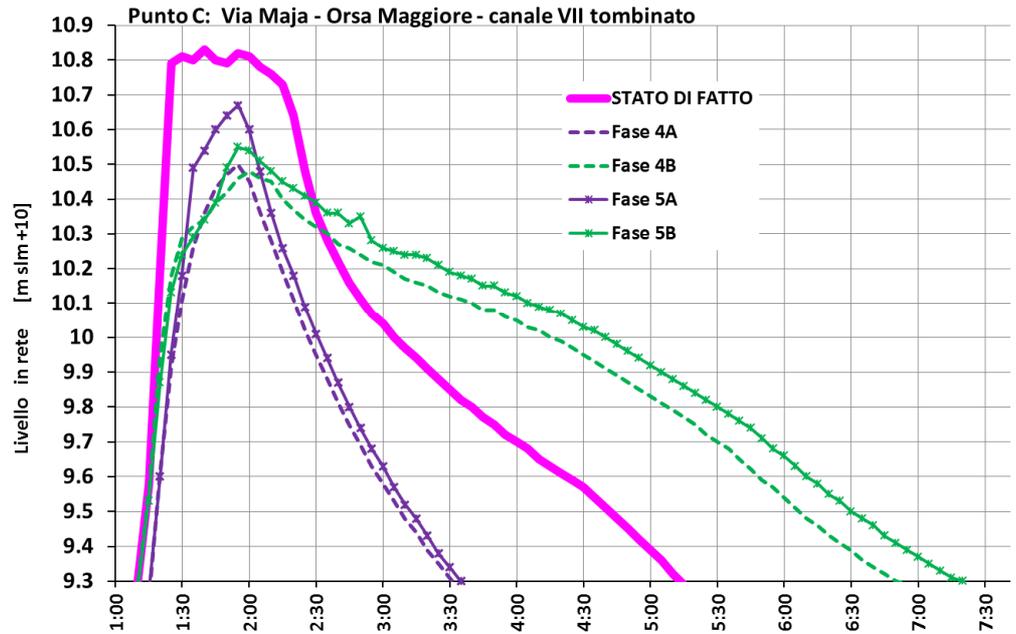
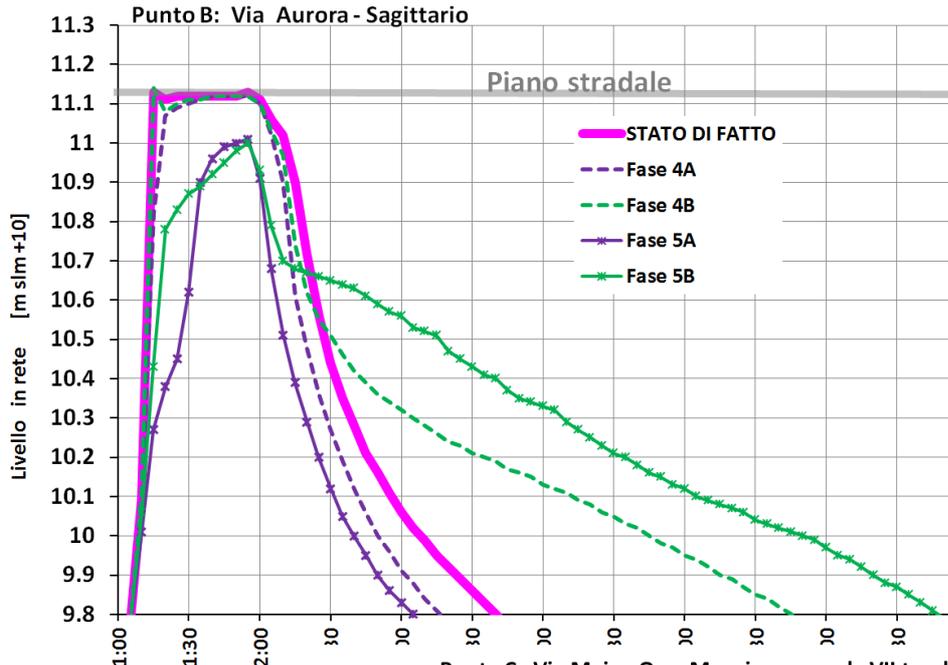
È stata verificata la possibilità di svincolare le due opzioni **5A** e **5B** dalle scelte compiute nella precedente fase progettuale (**4A - 4B**), ma ciò le renderebbe poco efficaci, aumentando le portate in arrivo ad un collettore già sottodimensionato. Viene quindi esclusa la possibilità di attuare l'opzione **5A** dopo aver scelto l'opzione **4B** e viceversa.

Si riportano di seguito grafici confronto relativamente al beneficio atteso nei punti A, B, C per un evento temporalesco di 50 mm in 1 ora (Tr = 10 anni), dai quali emerge che:

- ✓ Le precedenti fasi progettuali (da **Fase 0** a **Fase 4**) non determinano alcun beneficio diretto per l'area prossima alle Terme (punto B – incrocio Via Aurora - Sagittario);
- ✓ La presente Fase 5, sia nell'opzione 5A sia nell'opzione 5B, determina un significativo beneficio per l'area prossima alle Terme (punto B – incrocio Via Aurora - Sagittario);
- ✓ La soluzione 5B, collegata alla scelta progettuale 4B, mostra un idrogramma di piena più lungo nel tempo, essendo basata sul concetto di laminazione e rilascio graduale delle portate;
- ✓ La soluzioni 5A e 5B sono da considerarsi paragonabili in termini di beneficio per i tre punti nodali qui evidenziati. La scelta potrà pertanto essere basata su altri fattori, tra cui quello economico (par. 3.14);
- ✓ In linea con quanto preventivato, la massima portata in uscita dal centro urbano si ha attuando la **Fase 5A**, che porta per un evento

decennale ad un portata di picco di 8'500 l/s nel collettore VII (a valle dell'immissione del DN1000 in PRFV); attuando la fase **5B**, che invece ottimizza la laminazione urbana, la massima portata in uscita dal centro sarà di soli 7'000 l/s.





Confronto livelli attesi in rete per eventi Tr 10 anni (50mm in 1 ora) nei punti A, B, C evidenziati in planimetria

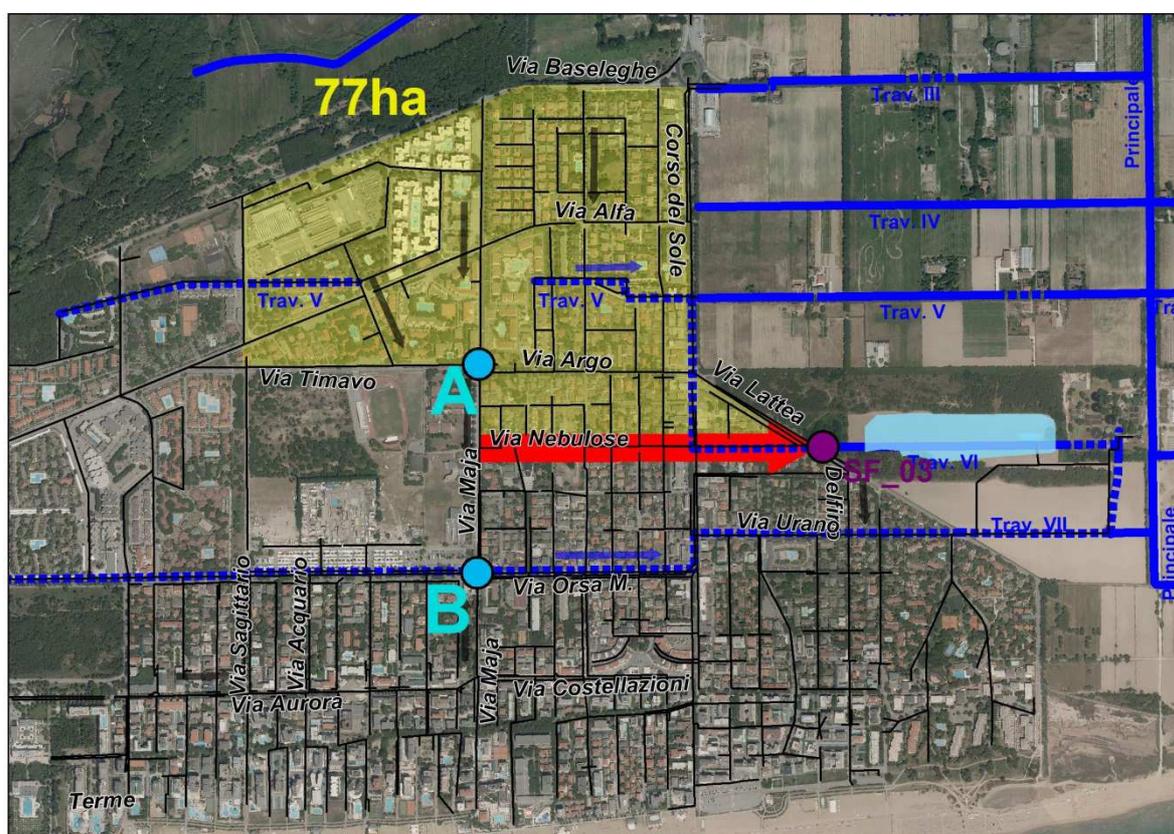
Le fasi progettuali fin qui descritte hanno reso l'abitato di Bibione in grado di sostenere senza allagamenti significativi un evento meteorico di 50 mm in 1 ora, corrispondente statisticamente ad un tempo di ritorno decennale, ma registrato e superato in più occasioni negli ultimi 5 anni.

3.12 Progetto fase 6: Via Plutone e Nebulose

La **Fase 6** di seguito descritta mira a ridurre gli apporti al sistema principale VII, parzializzando le portate in arrivo da nord. Tale fase rappresenta l'ottimizzazione della precedente **Fase 2** (par. 3.8), con la quale venivano ri-organizzati gli sfiori per migliorare il collegamento urbano – bonifica. In particolare viene migliorato il metodo di alimentazione dello sfioro **SF_03**, intercettando le portate di piena di Via Maja e recapitandole direttamente al collettore VI e all'area di laminazione a cielo aperto realizzata nell'ambito della **Fase 0**.

Il dimensionamento è stato condotto tenendo conto che l'area urbana afferente è stimabile (a meno di alcuni punti di sfioro o contatti con altri sottobacini) in circa 77ha come da estratto planimetrico seguente; associando un coefficiente udometrico medio di 50 l/s/ha si avrebbe una portata di picco di 3'850 l/s. Per limitare le interferenze con la falda, viene previsto uno scolare di dimensioni 1,5 x 2,0 m per una lunghezza di 815 m da Via Maja a Via Lattea, passando per Via Nebulose e Plutone, realizzando un invaso in rete di 2'445 m³.

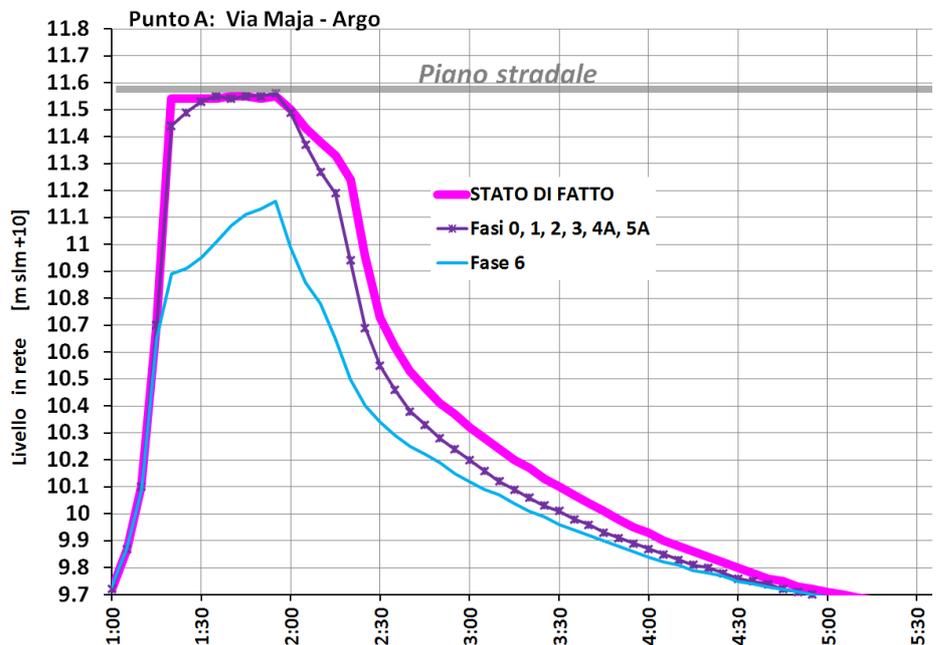
Tale intervento ricostruisce la continuità della direttrice ovest – est che rappresentava la struttura originaria del sistema di smaltimento di Bibione e che è stata interrotta con l'urbanizzazione e con l'infrastrutturazione del servizio depurativo: in particolar modo tale intervento ricostituisce la direttrice del canale tombinato V, che oggi invece affrisce a Via Maja e da qui grava sul collettore VII. Anche per questo intervento, come per i precedenti, l'efficacia sarebbe ottimizzata in caso di separazione delle reti fognarie, poiché lo sfioro potrebbe trasformarsi in uno scarico diretto.



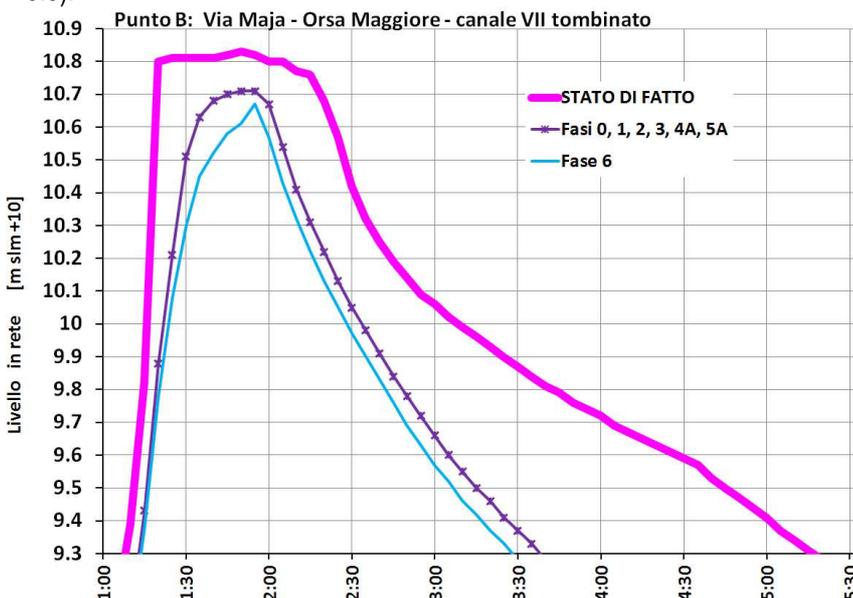
Planimetria intervento Fase 6 (rosso) e stima area afferente (giallo)

Seguno grafici di confronto del livello atteso in rete per i nodi strategici lungo Via Maja nei punti **A** (incrocio Via Argo) e **B** (incrocio Orsa Maggiore) per un tempo di ritorno cinquantennale a carattere temporalesco (62 mm in 1 ora). L'evento di riferimento per la presentazione dei grafici passa da decennale a cinquantennale poiché alla chiusura della **Fase 5** è stata associata la risoluzione delle principali problematiche associate ad eventi Tr 10, nonostante permanessero in realtà situazioni puntuali e nonostante la rete di prima raccolta mostrasse funzionamento in pressione in alcuni tratti. Dai grafici seguenti emerge che l'area beneficiaria della presente **Fase 6** è quella a nord del collettore VII (punto **A**), ma che di riflesso, anche se in modo più contenuto, ne beneficiano anche le aree più a sud e lo stesso collettore VII (punto **B**), avendo minori apporti di piena in arrivo dal comparto settentrionale.

Il potenziamento della rete urbana afferente al punto di sfioro porta ad annullare il dislivello tra urbano e bonifica. Naturalmente, come già chiarito nell'ambito della Fase 2, fino ad avvenuta separazione delle linee fognare si rende necessario presidiare il nodo con paratoia automatizzata per evitare flusso in senso opposto in occasione di eventi di lunga durata e bassa intensità (che non mettono in crisi il sistema urbano ma quello agricolo) o semplicemente durante l'esercizio irriguo. Il dimensionamento dello sfioro **SF_03** condotto nell'ambito della **Fase 2** teneva già conto dell'intera area afferente (par.



3.8).



A fronte del maggior apporto meteorico al canale VI ottenuto mediante la presente **Fase 6**, sarà possibile anche favorire il riempimento dell'area umida realizzata in **Fase 0** tramite una paratoia di sezionamento appena a monte del depuratore, così differire nel tempo il pompaggio di supero.

Grafici confronto ante – post Fase 6 per punti A e B lungo Via Maja Tr = 50 anni (62mm in 1 ora)

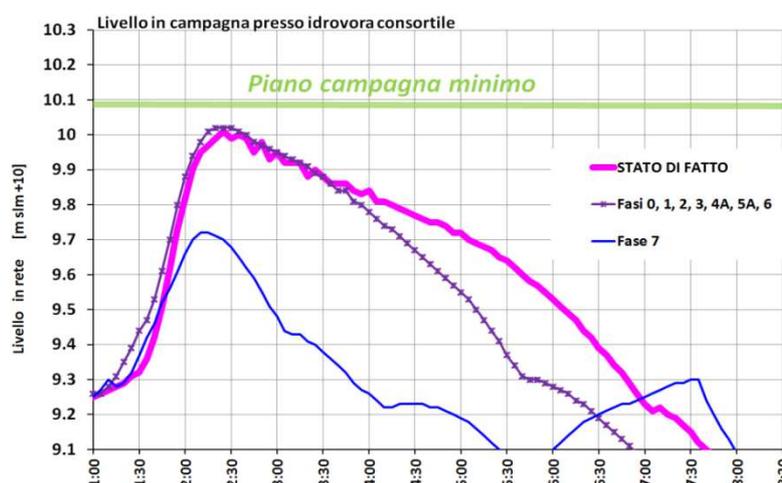
3.13 Progetto fase 7: Telecontrollo idrovora Bibione Pineda, allineamento telecontrollo depuratore e ulteriore potenziamento idrovora consortile

La presente **Fase 7** è in realtà attuabile in qualsiasi momento e, diversamente dalle altre, non necessita della chiusura delle Fasi precedenti per trovare efficienza. Essa comprende:

- Il passaggio di consegne dell'idrovora di Bibione Pineda dal Comune di S. Michele al Consorzio di Bonifica e installazione del relativo sistema di telecontrollo per il monitoraggio dei livelli e la verifica del funzionamento in tempo reale;
- L'allineamento del sistema di telecontrollo esistente presso l'impianto di sollevamento del supero presso il depuratore, al fine di consentire una miglior condivisione dei dati in tempo reale, data la complessità della struttura idraulica del bacino;
- L'ulteriore potenziamento dell'idrovora consortile con scarico a Tagliamento.

In particolare con riferimento al punto c) si tenga conto della struttura del bacino evidenziata al paragrafo 3.1, da cui emerge che afferiscono all'idrovora consortile 340 ha urbani e 440 ha agricoli. Se allo stato di fatto la portata installata complessiva è di 4'500 l/s, grazie alla **Fase 1** essa sarà elevata a $4'500+1'250 = 5'750$ l/s, per un coefficiente udometrico medio di 7,37 l/s/ha (tale valore medio non tiene conto dei diversi tempi di risposta agricolo – urbano). La presente **Fase 7** mira ad aumentare la portata sollevabile presso l'idrovora fino a 10'000 l/s, per un coefficiente udometrico medio di 12,8 l/s/ha. Il pre-dimensionamento è stato condotto tenendo conto delle massime potenzialità del sollevamento installato presso il supero del depuratore (7'200 l/s) con scarico nel canale Principale e dell'ulteriore apporto agricolo stimato in almeno 5 l/s/ha per i 440ha afferenti. L'operazione qui descritta porta beneficio alle aree agricole più depresse (+0,10 m slm) ma, in via indiretta, anche alle aree urbane poiché ottimizza il funzionamento del pompaggio di supero installato presso il depuratore limitando la possibilità di accadimento del "corto-circuito" evidenziato al paragrafo 3.7. Tale potenziamento non rende necessario un allargamento della sezione del collettore Principale, avendo esso una sezione utile di 20 m² (vd. tav. 20 C e 20 D) a cui, per una velocità in rete di 0,6 m/s tipica dei collettori di bonifica, corrisponde una portata massima di 12'000 l/s, ancora compatibile con le necessità legate all'installazione del nuovo gruppo di sollevamento. Il grafico mostra il piano campagna nei punti più bassi (quota +0,10 m slm, indicata come 10,10). L'abbassamento del livello presso l'idrovora grazie al potenziamento di **Fase 7** equivale ad instaurare un profilo di chiamata e di conseguenza salva la campagna dagli allagamenti nelle aree più depresse. Il beneficio è ancor più evidente per eventi di durata maggiore (2-4ore).

Confronto livelli attesi presso idrovora ante – post Fase 7 per Tr 50 anni (62mm in 1 ora)



3.14 Bibione: stima preliminare dei costi

Come previsto dal P.T.C.P. di Venezia, la programmazione a livello comunale passa attraverso l'individuazione delle criticità, il loro approfondimento tecnico con rilievi e modelli, l'individuazione delle cause ed infine il dimensionamento delle soluzioni tecniche, con stima parametrica dei costi.

Per questo motivo gli interventi progettuali delineati per le diverse fasi nei paragrafi precedenti sono stati oggetto di stima parametrica dei costi. Va precisato che si tratta di soli costi riferiti ai lavori, cui sommare le somme a disposizione della stazione appaltante per poter definire un quadro economico completo.

Resta inteso che, trattandosi di interventi in ambito prevalentemente urbano, la risoluzione delle interferenze con sottoservizi e gli allacciamenti, esclusi dalla presente stima, rivestiranno un ruolo importante nella definizione dei costi totali. In particolare, trattandosi di collettori di rete mista, sarà necessario affrontare nelle prossime fasi di progettazione il tema legato alle portate reflue, valutando in accordo con il soggetto gestore del servizio idrico l'opportunità di prevedere la posa in affiancamento di una tubazione dedicata alle acque nere, come già fatto per la **Fase 0**, tenendo conto che questo determina notevoli costi nella modifica degli allacciamenti e che questi si sommano alle stime parametriche per la rete meteo qui contenute.

La stima qui presentata, basata su prezzi parametrici desunti da prezziari e da recenti lavori, dovrà pertanto essere rivista e perfezionata in sede di progettazione definitiva, tenendo conto delle condizioni particolari dei siti, dei sottoservizi rilevati e delle modalità operative che saranno scelte nell'ambito della progettazione di ogni singolo intervento, a fronte di rilievi e valutazioni di dettaglio.

Segue per ogni fase una stima parametrica (escluse Fase 0, già realizzata e Fasi 1 e 7, di competenza diversa dal Comune di S. Michele al Tagliamento).

FASE 2: SFIORI N. 01-02-03 E TRATTO FINALE ENTRO PERTINENZE DEPURATORE				
BIBIONE	L TRATTA [m]	DIMENSIONI [mm]	stima parametrica prezzo unitario (scavo+fornitura+posa+ripristini)	STIMA PARAMETRICA IMPORTO LAVORI [€]
<i>Completamento dell'opera di potenziamento del tratto finale can. VII: sostituzione esistente D2400 con scat. 3,2 x 2,7 m entro pertinenze area depuratore</i>	90	scat. 3,2 x 2,7	3300	297'000
<i>Adeguamento sfiori con realizzazione in opera n.3 pozzettoni di sfioro + raccordi (necessaria progettazione congiunta con servizio idrico)</i>				60'000
TOTALE LAVORI €				357'000
<i>+ SICUREZZA + I.V.A. + SOTTOSERVIZI + SPESE TECNICHE + SPESE GENERALI</i>				

FASE 3: CANALE VII: VIA URANO+ CORSO DEL SOLE, VIA MAJA E PARCO DEL DONATORE				
BIBIONE	L TRATTA [m]	DIMENSIONI [mm]	stima parametrica prezzo unitario (scavo+fornitura+posa+ripristini)	STIMA PARAMETRICA IMPORTO LAVORI [€]
Potenziamento can. VII tombinato: scolare sezione utile 8,5 m ² , tratto Via Urano e C.so Sole	730	scat. 2,0 x 2,0	2'650	1'934'500
		scat. 4,0 x 2,2	4'200	3'066'000
Via Maja	260	scat. 2,5 x 1,5	2'800	728'000
Area laminazione Parco del Donatore (preferibile se previa separazione reti)		1050 m ³	scavo + smaltimento terre +ripristino verde + manufatti collegamento	35'000
TOTALE LAVORI (IN IPOTESI SCAT. 4,0 x 2,2 CON LIEVO ESISTENTE) €				3'829'000
+ SICUREZZA + I.V.A. + SOTTOSERVIZI + SPESE TECNICHE + SPESE GENERALI				

FASE 4 : DUE OPZIONI ALTERNATIVE				
BIBIONE	L TRATTA [m]	DIMENSIONI [mm]	stima parametrica prezzo unitario (scavo+fornitura+posa+ripristini)	STIMA PARAMETRICA IMPORTO LAVORI [€]
OPZIONE A: Potenziamento can. VII tombinato: scolare sezione utile 8,5 m ² , tratto Via Orsa Maggiore	525	scat. 2,0 x 2,0	2'650	1'391'250
		scat. 4,0 x 2,2	4'200	2'205'000
OPZIONE B: invaso interrato parcheggio area Luna Park (elementi modulari plastici oppure vasca in cemento armato)	-	20.000 m ³ utili, inclusi scavi e ripristini		4'500'000
TOTALE LAVORI €				a seconda opzione scelta
+ SICUREZZA + I.V.A. + SOTTOSERVIZI + SPESE TECNICHE + SPESE GENERALI				

FASE 5: DUE OPZIONI ALTERNATIVE				
BIBIONE	L TRATTA [m]	DIMENSIONI [mm]	stima parametrica prezzo unitario (scavo+fornitura+posa+ripristini)	STIMA PARAMETRICA IMPORTO LAVORI [€]
OPZIONE A: Via Aurora <i>(se precedentemente realizzata fase 4 opzione A)</i>	440	D1400	670	294'800
OPZIONE B: Via Acquario <i>(se precedentemente realizzata fase 4 opzione B)</i>	290	D1400	670	194'300
TOTALE LAVORI €				a seconda opzione scelta
+ SICUREZZA + I.V.A. + SOTTOSERVIZI + SPESE TECNICHE + SPESE GENERALI				

FASE 6: VIA PLUTONE E NEBULOSE				
BIBIONE	L TRATTA [m]	DIMENSIONI [mm]	stima parametrica prezzo unitario (scavo+fornitura+posa+ripristini)	STIMA PARAMETRICA IMPORTO LAVORI [€]
Via Plutone e Nebulose	815	1,5 x 2,0	2600	2'119'000
TOTALE LAVORI €				2'119'000
+ SICUREZZA + I.V.A. + SOTTOSERVIZI + SPESE TECNICHE + SPESE GENERALI				