



Tav. n°

02

Scala

-

PIANO COMUNALE DELLE ACQUE

RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA



Progettisti:

Ing. Enrico Musacchio
Ing. Giuseppe Baldo

Co-progettazione:

Regione Veneto
Provincia di Venezia

Collaboratori:

Ing. Enrico Duprè
Dr. Francesco Guidolin
Dr. Marco Lisso
Dr.ssa Francesca Piadi
Dr. Andrea Risato
Ing. Claudio Tamai

Uff. Tecnico del Comune di Spinea:

Arch. Fiorenza Dal Zotto

Sindaco del comune di Spinea:

Silvano Checchin

Redatto: Aprile 2013; aggiornamento: Settembre 2013

Adottato:

Approvato:



Pro.Tec.O. soc.coop. a r.l.

30027 San Donà di Piave (Venezia) Via Cesare Battisti, 39 - P.IVA 01853870275
tel 0421 54589 - fax 0421 54532 - e.mail: proteco@proteco.cc - www.proteco.cc



Aequa Engineering s.r.l.

30038 Spinea (Venezia) Via delle Industrie 18/A - C.F. P.IVA VE03913010272
tel 041 8221863 - fax 041 8221864 - e.mail: info@aequaeng.com - www.aequaeng.com

Sommario

1	PREMESSA	1
2	VERIFICA DELLA RETE SCOLANTE.....	2
2.1	Generalità	2
2.2	Il funzionamento della rete di bonifica consortile	2
2.2.1	Descrizione delle modellazione idraulica.....	2
2.3	Definizione dell'evento pluviometrico di progetto.....	3
2.4	Modello di trasformazione afflussi-deflussi	7
2.5	Principali parametri utilizzati	10
2.6	Condizioni al contorno e ulteriori ipotesi.....	11
3	SINTESI DEI RISULTATI OTTENUTI	13
3.1	Risultati significativi per Tr=2 anni.....	15
3.1.1	Capofossi	16
3.1.2	Scoli consortili	17
3.1.3	Via Rossignago.....	18
3.2	Risultati significativi per Tr=20 anni	20
3.2.1	Capofossi	21
3.2.2	Via Rossignago.....	29
3.2.3	Scoli consortili	30
3.3	Risultati significativi per Tr=50 anni	35
3.3.1	Capofossi	36
3.3.2	Scoli consortili principali.....	36

1 PREMESSA

Il Piano delle Acque va inteso come strumento di supporto alla pianificazione e alla programmazione del territorio comunale e nasce dall'analisi approfondita del territorio dal punto di vista idrografico, geomorfologico, normativo, amministrativo e programmatico, condotto mediante lo studio della documentazione e della cartografia esistente, i sopralluoghi e le indagini sul territorio. Molto importanti sono le analisi delle conoscenze messe a disposizione dai Consorzi, dai Gestori e dagli Enti competenti, in particolare il Consorzio di Bonifica Acque Risorgive che gestisce la rete idrica di bonifica, Veritas Spa che gestisce la rete di fognatura nera, ed il Comune che pianifica l'attività urbanistica.

Il PdA è articolato in cinque parti fondamentali:

Quadro normativo; per una buona ed efficace programmazione degli interventi, è importante analizzare la pianificazione territoriale vigente, al fine di ottenere un perfetto quadro degli aspetti normativi, a livello di organizzazione e gestione del territorio, ricadenti sull'area comunale; a tal proposito nel PdA sono elencati e analizzati i principali strumenti normativi vigenti.

Parte conoscitiva; riporta le informazioni di natura idrologica e idrografica relative alla rischiosità idraulica in essere, con riferimento al territorio interessato.

Parte propositiva; organizza le informazioni acquisite e provvede alla caratterizzazione del comportamento del territorio in funzione dell'evento meteorico.

Parte progettuale; fornisce le prime indicazioni progettuali per ridurre i fenomeni di pericolosità e delle criticità idrauliche riscontrate.

Parte regolamentare; definisce gli obblighi dei soggetti destinati alla manutenzione delle vie d'acqua e precisa le regole da osservare negli interventi edilizi ed urbanistici.

La presente relazione idraulica tratta gli aspetti tecnici riguardanti principalmente le ipotesi assunte, i parametri idrologici di riferimento e la descrizione del programma di calcolo utilizzato per la modellazione matematica.

2 VERIFICA DELLA RETE SCOLANTE

2.1 Generalità

Partendo dalla base delle conoscenze acquisite mediante l'analisi della documentazione esistente e grazie ai rilievi in campo effettuati, è stato possibile simulare, a mezzo di opportuni strumenti matematici, il funzionamento delle reti idriche a cielo aperto e di alcuni tratti tubati.

Il modello matematico implementato permette di simulare il comportamento della rete idrica negli scenari futuri con la realizzazione di interventi per la mitigazione del rischio idraulico nelle zone sofferenti.

2.2 Il funzionamento della rete di bonifica consortile

All'interno del territorio comunale, si individuano due gruppi di canali e scoli che attraversano il territorio seguendo due direzioni principali di deflusso: al primo gruppo appartengono lo Scolo Dosa, il Rio Cimetto e il Canale Menegon che scorrono in direzione nordovest-sudest; al secondo gruppo appartengono invece la Fossa Padovana, il Fiumetto e il Rietto. Ai suddetti gruppi, vanno inoltre aggiunti gli scoli Boetta e Parauro che s'immettono nello Scolo Fiumetto.

Per la descrizione della rete di bonifica si rimanda al capitolo dedicato contenuto nella Relazione generale.

2.2.1 Descrizione delle modellazione idraulica

Per la simulazione idraulica della rete di drenaggio si è utilizzato il programma *Storm Water Management Model*, che risolvendo le equazioni di De Saint Venant a moto vario, consente di verificare il comportamento dei canali e delle condotte a seguito di un evento pluviometrico di progetto.

A tal scopo, la vasta rete formata da capofossi, canali consortili e condotte è stata schematizzata come una sequenza di nodi e tronchi.

Le caratteristiche geometriche dei canali sono state ricavate dai rilievi compiuti in campagna con strumentazione topografica che hanno permesso di assegnare quote e sezioni trasversali agli elementi della schematizzazione matematica.

I bacini imbriferi afferenti ai diversi tronchi e nodi della rete sono stati anch'essi schematizzati, caratterizzandoli in base alla forma, alle dimensioni, alla tipologia e all'uso del suolo.

Il modello di simulazione implementato è formato complessivamente da 330 nodi, 333 tronchi e 140 bacini.

2.3 Definizione dell'evento pluviometrico di progetto

Per lo studio del territorio comunale e per la definizione dei possibili interventi, si sono utilizzati i risultati degli studi predisposti dal Commissario Delegato per l'Emergenza concernente gli eventi meteorologici che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto nel Settembre 2007 (OPCM n. 3621 del 18.10.2007).

Per la definizione delle zone più critiche del territorio comunale, sono state analizzate le risposte degli elementi della rete per tre diversi eventi meteorologici, correlati ad altrettanti tempi di ritorno e pari a 2, 20 e 50 anni.

Facendo riferimento agli studi della struttura commissariale, si utilizza la seguente curva di possibilità pluviometrica:

$$h(t) = \frac{a}{(t+b)^c} \cdot t \quad \text{con } t \text{ in minuti}$$

Tale equazione fornisce l'altezza di precipitazione che può essere uguagliata o superata per precipitazioni di durata "t", mediamente una volta ogni Tr (tempo di ritorno) anni.

Si riportano nella tabella seguente i parametri della curva segnalatrice a tre parametri, per i vari tempi di ritorno considerati, relativi alla zona omogenea "Zona costiera e lagunare SE" (zona omogenea di riferimento per il comune di Spinea).

Tabella 1. Parametri delle curve segnalatrici a tre parametri per la Zona costiera e lagunare SE.

Tr	a	b	c
2	20.3	12.0	0.821
5	27.2	13.5	0.820
10	31.4	14.4	0.816
20	35.2	15.3	0.809
30	37.2	15.8	0.805
50	39.7	16.4	0.800
100	42.8	17.3	0.791
200	45.6	18.2	0.783

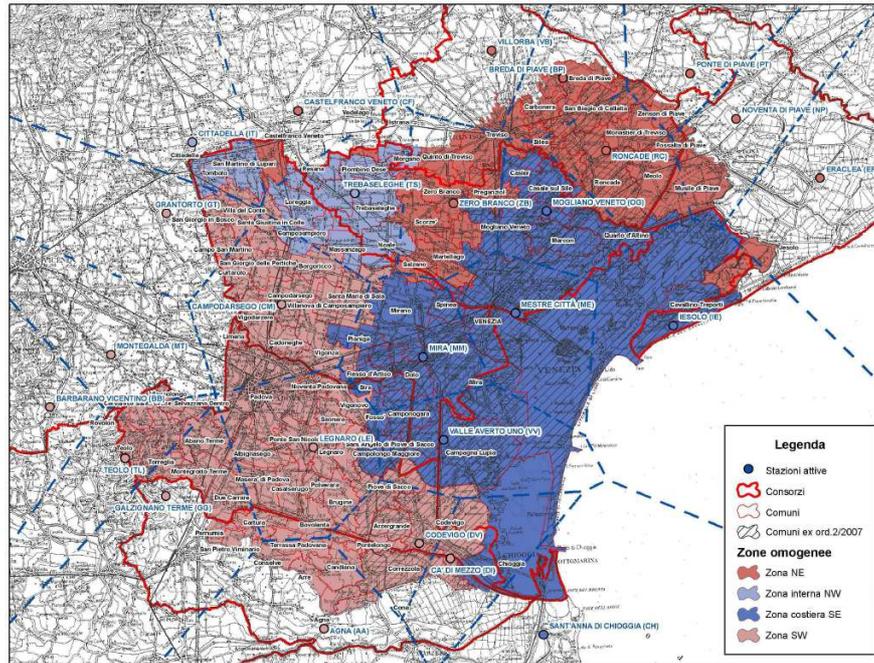


Figura 1. Zone omogenee individuate dallo studio del Commissario Delegato.

Per simulare un evento pluviometrico con un picco intermedio di intensità, anziché supporre un ietogramma con intensità costante durante tutto l'evento meteorico, si è costruito un ietogramma sintetico di progetto.

Per la stima dell'idrogramma di piena relativo ad un qualsiasi bacino, si è scelto di utilizzare l'ietogramma di tipo Chicago simmetrico, costruito fissando un tempo di precipitazione $t_p=3$ ore poiché questo è il massimo tempo di corrivazione dei bacini oggetti di studio.

Per la costruzione dello ietogramma Chicago si è proceduto a:

- scomporre la durata complessiva dell'evento in intervalli discreti di durata prefissata pari a $\Delta t=10$ minuti;
- calcolare il valore di precipitazione previsto dalla curva segnalatrice di possibilità pluviometrica per ciascuna multipla di Δt fino a t_p ;
- allo scopo di realizzare un ietogramma a campana, all'istante centrale dello ietogramma, ovvero dall'intervallo con inizio al tempo $t=1,5$ ore, si è attribuita la precipitazione relativa alla durata di 10 minuti; in seguito sono state applicate all'intervallo Δt successivo la differenza tra le altezze di precipitazione sulle durate di 20 e 10 minuti e all'intervallo precedente la differenza tra le durate di 30 e 20 minuti. Il procedimento è stato quindi ripetuto sino a completare l'evento di pioggia con durata prescelta, aggiungendo alternativamente gli incrementi di precipitazione negli intervalli Δt a sinistra e a destra dello ietogramma.

La procedura descritta rende poco rilevante la scelta della durata complessiva t_p dell'evento di pioggia: per durate di precipitazione crescenti, infatti, gli incrementi dell'altezza totale di precipitazione sono sempre minori e i nuovi contributi sono collocati all'estremità dello ietogramma a campana, in posizioni via via più distanti dall'intervallo centrale dello ietogramma. Pertanto la scelta della durata della

precipitazione non influenza in maniera significativa la portata massima dell'idrogramma di piena, soprattutto se il tale tempo risulta pari ad alcune volte il tempo di corrivazione.

Si può ipotizzare che il procedimento sopra descritto di generazione dello ietogramma porti a sovrastimare le portate al colmo, in quanto difficilmente durante un evento di precipitazione reale si verifica per ciascuna durata la precipitazione massima. Ciò nonostante, la costruzione porta ad ottenere valori cautelativi delle portate di piena, atti a garantire la sicurezza idraulica delle zone considerate ed appare ammissibile, tenendo conto dei numerosi fattori di incertezza insiti nell'analisi pluviometrica e nelle ipotesi fatte per la simulazione dei processi di trasformazione afflussi-deflussi.

I valori numerici degli ietogrammi tipo Chicago utilizzati, per ogni tempo di ritorno, sono riportati di seguito.

Tabella 2. Valori degli ietogrammi tipo Chicago.

Tempo	i [mm/h] Tr=2anni	i [mm/h] Tr=20anni	i [mm/h] Tr=50anni
0:00	3.85	7.75	9.56
0:10	4.64	9.32	11.48
0:20	5.38	10.81	13.29
0:30	6.43	12.89	15.80
0:40	8.00	15.98	19.51
0:50	10.59	21.02	25.53
1:00	15.57	30.48	36.70
1:10	28.29	53.40	63.19
1:20	96.28	154.73	173.64
1:30	45.29	81.63	94.95
1:40	20.19	39.01	46.65
1:50	12.62	24.91	30.14
2:00	9.11	18.16	22.12
2:10	7.13	14.27	17.46
2:20	5.86	11.76	14.43
2:30	4.98	10.01	12.31
2:40	4.34	8.73	10.76
2:50	0.00	0.00	0.00
3:00	0.00	0.00	0.00

Tabella 3. Altezza di pioggia complessiva desunta delle curve segnalatrici a tre parametri per un evento meteorico di durata $t_p=3$ ore.

Tr	h [mm]
2 anni	48.77
20 anni	88.55
50 anni	104.60

Ai collettori consortili che attraversano il territorio comunale di Spinea, sono state assegnate delle portate di base costanti nel tempo, per rappresentare il comportamento della rete in assenza di precipitazioni piovose. Tale assunzione permette di mettere “a regime” il modello idraulico, sul quale successivamente andranno a sommarsi i contributi degli idrogrammi di piena dei vari sottobacini.

Infine, per simulare una condizione di saturazione del terreno prima del verificarsi della precipitazione critica, si è assegnata una precipitazione di 5 mm/ora per le 6 ore precedenti l’evento.

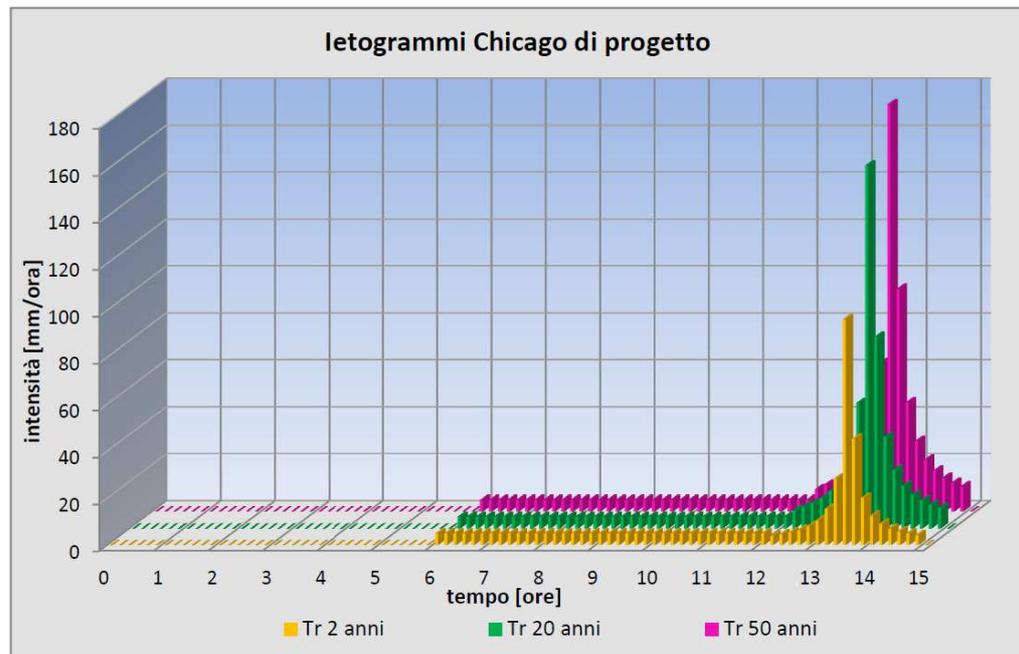


Figura 2. Ietogrammi sintetici di progetto tipo Chicago per vari tempi di ritorno: all’inizio dell’evento è inserita una portata di base per poter mettere a regime il sistema (durata 6 ore); successivamente è simulata la saturazione del terreno con una precipitazione di intensità pari a 5 mm/h (durata 6 ore); infine lo ietogramma tipo Chicago simula l’evento pluviometrico critico (durata 3 ore).

2.4 Modello di trasformazione afflussi-deflussi

Per stimare l'idrogramma di piena, ovvero la successione cronologica dei valori di portata che si verificano alla sezione di chiusura di un bacino con il relativo valore di colmo a partire dalla conoscenza della precipitazione di progetto, è necessario utilizzare un modello di trasformazione afflussi-deflussi.

La simulazione mediante modelli matematici del processo di trasformazione delle precipitazioni in deflussi, che si verifica in un bacino idrografico, per la complessità dei fenomeni fisici coinvolti, rende necessaria l'introduzione di semplificazioni che riguardano sia le leggi che governano le varie fasi del processo, che la rappresentazione geomorfologica ed idrografica del bacino stesso.

Il modello utilizzato per la rappresentazione del fenomeno di infiltrazione è quello del Curve Number.

Il modello è di tipo empirico e consente di ottenere lo ietogramma della pioggia netta da quello della pioggia lorda per mezzo di semplici regole empiriche. Il metodo del Curve Number (*CN*), messo a punto dal *Soil Conservation Service* nel 1972, considera il deflusso superficiale come differenza fra precipitazione e perdite, dove in queste ultime si inglobano oltre alle perdite per infiltrazione anche quelle per intercettazione da parte delle piante, per accumulo sulle depressioni superficiali e per l'imbibimento iniziale del terreno¹.

L'ipotesi di base del metodo è che il rapporto tra il volume defluito ed il volume di pioggia depurato delle perdite iniziali rimanga, in ogni istante, uguale al rapporto tra il volume infiltrato ed il volume massimo teorico delle perdite:

$$\frac{P_e}{P - I_a} = \frac{F_a}{S}$$

dove:

- P : precipitazione cumulata lorda;
- P_e : precipitazione efficace o volume specifico di deflusso;
- I_a : perdite iniziali;
- F_a : volume specifico iniziale;
- S : volume specifico di saturazione del terreno.

¹ I parametri di tale modello non sono stati calibrati solo in base ai dati di infiltrazione, ma anche a quelli relativi a prove di laboratorio e a misure sul campo di un enorme numero di bacini di varie dimensioni negli Stati Uniti, messi in relazione con i tipi pedologici e di uso del suolo di ciascun bacino. La grossa mole di dati ed il continuo aggiornamento rendono questo metodo molto diffuso negli Stati Uniti e sempre più anche in Europa, grazie anche all'impiego di efficaci Sistemi Informativi Geografici.

È possibile inoltre scrivere l'equazione di continuità nella forma:

$$P = P_e + I_a + F_a$$

dove è possibile stimare le perdite iniziali come una quota percentuale del volume specifico di saturazione $I_a = \beta \cdot S$, con valori tipici di β compresi tra 0,1 e 0,3 (usualmente si assume $\beta = 0,2$).

Sostituendo la F_a ottenuta dall'equazione di continuità nella prima, si ottiene l'espressione della precipitazione efficace P_e :

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a + S)}$$

Il volume specifico di saturazione S dipende da natura e uso del suolo, e la sua valutazione può essere ricondotta a quella dell'indice CN secondo la seguente relazione:

$$S = S_0 \cdot \left(\frac{100}{CN} - 1 \right)$$

con $S_0 = 254$ [mm].

L'indice CN è adimensionale ed è un fattore decrescente della permeabilità: esso varia tra $CN=0 \div 100$ con i seguenti valori estremi:

- $CN = 0$ per superficie totalmente permeabile;
- $CN = 100$ per superficie totalmente impermeabile.

Il CN risulta legato a:

- Tipologia litologica del suolo;
- Uso del suolo;
- Grado di umidità del suolo prima dell'evento meteorico esaminato;
- Stagione vegetativa.

Per quanto riguarda la tipologia litologica del suolo, il *Soil Conservation Service* ha classificato i vari tipi di suolo in quattro gruppi, riportati nella tabella seguente, sulla base della capacità di assorbimento del terreno nudo a seguito di un prolungato adacquamento.

Tipo idrologico di suolo	Descrizione
A	<u>Scarsa potenzialità di deflusso.</u> Comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla; anche ghiaie profonde, molto permeabili.
B	<u>Potenzialità di deflusso moderatamente bassa.</u> Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione.

C	Potenzialità di deflusso moderatamente alta. Comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali, anche se meno che nel gruppo D. Il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.
D	Potenzialità di deflusso molto alta. Comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza delle superfici.

In relazione all'uso del suolo, sono state individuate un numero piuttosto elevato di classi che, incrociate con i quattro tipi di suolo (cfr. tabella seguente), permettono di individuare un valore di CN.

Valori del parametro CN (adimensionale)	← Tipo idrologico Suolo →			
	A	B	C	D
↓ Tipologia di Uso del Territorio				
Coltivazioni, in presenza di pratiche di conservazione del suolo	62	71	78	81
Coltivazioni, in assenza di pratiche di conservazione del suolo	72	81	88	91
Terreno da pascolo: cattive condizioni	68	79	86	89
buone condizioni	39	61	74	80
Boschi, in presenza di copertura rada e senza sottobosco	45	66	77	83
Boschi e foreste, in presenza di copertura fitta e con sottobosco	25	55	70	77
Spazi aperti con manto erboso superiore al 75% dell'area	39	61	74	80
Spazi aperti con manto erboso compreso tra il 50 ed il 75% dell'area	49	69	79	84
Spazi aperti con manto erboso inferiore al 50% dell'area	68	79	86	89
Zone industriali (area impermeabile 72%)	81	88	91	93
Zone commerciali e industriali (area imperm. 85%)	89	92	94	95
Zone residenziali, lotti fino a 500 m ² (area imperm. 65%)	77	85	90	92
Zone residenziali, lotti di 500+1000 m ² (area imperm. 38%)	61	75	83	87
Zone residenziali, lotti di 1000+1500 m ² (area imperm. 30%)	57	72	81	86
Zone residenziali, lotti di 1500+2000 m ² (area imperm. 25%)	54	70	80	85
Zone residenziali, lotti di 2000+5000 m ² (area imperm. 20%)	51	68	79	84
Zone residenziali, lotti di 5000+10000 m ² (area imperm. 12%)	46	65	77	82
Parcheggi, tetti, autostrade, ...	98	98	98	98
Strade pavimentate o asfaltate, dotate di drenaggio	98	98	98	98
Strade con letto in ghiaia	76	85	89	91
Strade battute in terra	72	82	87	89

Infine, per tener conto dello stato iniziale di umidità del suolo, l'SCS individua tre classi caratterizzate da differenti condizioni iniziali di umidità (AMC) a seconda del valore assunto dall'altezza di pioggia caduta nei 5 giorni precedenti l'evento meteorico e della stagione vegetativa:

Classe AMC	Stagione di riposo della vegetazione	Stagione di crescita della vegetazione
I	< 12.7 mm	< 35.5 mm
II	12.7 mm – 28.0 mm	35.5 mm - 53.3 mm
III	> 28.0 mm	> 53.3 mm

A seconda della classe di appartenenza è possibile “adattare” il CN precedentemente ottenuto, utilizzando le seguenti formule:

$$\text{classe I} \quad CN(I) = \frac{4.2 \cdot CN(II)}{10 - 0.058 \cdot CN(II)}$$

$$\text{classe II} \quad CN(II)$$

$$\text{classe III} \quad CN(III) = \frac{23 \cdot CN(II)}{10 + 0.13 \cdot CN(II)}$$

2.5 Principali parametri utilizzati

I principali parametri di simulazione idraulica utilizzati sono i seguenti:

- tipo idrologico di suolo: C (potenzialità di deflusso moderatamente alta) desunta dalla “Carta della permeabilità dei Suoli” allegata alla Carta dei Suoli della provincia di Venezia;
- condizioni di umidità iniziali del terreno (AMC): classe II;
- CN: per ogni sottobacino il Curve Number è stato ricavato dalla “Carta della copertura dei suoli” applicando ad ogni classe di uso del suolo uno specifico CN; successivamente è stato determinato il CN medio del sottobacino ottenuto come media pesata dei valori imposti e tenendo conto delle variazioni avvenute con la realizzazione del Passante di Mestre;
- pendenza media dei sottobacini desunta dalla “Carta del micro rilievo” presente all'interno del Quadro Conoscitivo della Regione Veneto: 1‰;
- scabrezza media dei capofossi: $0.05 \text{ s/m}^{1/3}$;
- scabrezza media dei canali consortili: $0.033 \text{ s/m}^{1/3}$;
- scabrezza media delle tubazioni: $0.014 \text{ s/m}^{1/3}$;
- scabrezza media del suolo impermeabile: $0.012 \text{ s/m}^{1/3}$;
- scabrezza media del suolo permeabile: $0.10 \text{ s/m}^{1/3}$;
- invasi superficiali delle aree pavimentate: 3 mm;
- invasi superficiali delle aree permeabili: 10 mm.

2.6 Condizioni al contorno e ulteriori ipotesi

Condizioni al contorno di monte

Ai collettori consortili che attraversano il territorio comunale di Spinea, sono state assegnate delle portate di base costanti per tutta la durata della simulazione, che rappresentano un verosimile comportamento in condizioni di morbida, in assenza di precipitazioni piovose. Per i canali considerati, infatti, si osserva un tirante liquido anche in assenza di eventi meteorici.

Questa assunzione permette anche di mettere “a regime” il modello idraulico sul quale successivamente andranno a sommarsi i contributi degli idrogrammi di piena dei vari sottobacini.

I valori delle portate di base assunte sono tra loro diversi, anche in relazione alla superficie del bacino tributario.

Sottobacino	Superficie [ha]	Portata di base [m ³ /s]
Fiumetto	743	0.500
Parauro	322	0.250
Fossa Padovana – via Miranese	16	0.050
Fossa Padovana	162	0.100
Menegon	3450	2.000

Condizioni al contorno di valle

Ai collettori consortili che escono dal territorio comunale di Spinea sono state imposte diverse condizioni al contorno di valle, per simulare le diverse risposte in relazione alle eventuali condizioni di marea o di livello d'intervento dell'impianto idrovoro.

Le condizioni al contorno sono state imposte agli scoli Cimetto e Menegon, in quanto tutti gli altri scoli consortili sono tra loro interconnessi all'interno del territorio comunale e l'interazione è già determinata dal modello di simulazione.

Lo scolo Cimetto attualmente confluisce al canale Scolmatore che recapita le acque all'impianto idrovoro di Tessera. Recentemente sono stati eseguiti dei lavori che consentiranno al Cimetto di confluire nel Marzenego mediante impianto idrovoro proprio dove quest'ultimo si biforca scorrendo attorno al centro di Mestre. Sono stati quindi ipotizzati due tipi di funzionamento, a scarico libero nel Marzenego e con scarico mediante impianto idrovoro (non ancora funzionante) con quota massima all'impianto pari a +1.00 m s.m.m.

Lo scolo Menegon è il principale affluente del Lusore, cui si congiunge in prossimità della foce del Lusore stesso con la Laguna, all'interno della zona industriale di Porto Marghera.

In base a recenti indagini idrologiche - idrauliche effettuate dal Consorzio di Bonifica Acque Risorgive risulta che il Menegon, a monte dell'attraversamento dell'autostrada A4 Serenissima, è svincolato dai livelli di marea in Laguna, anche a seguito degli importanti interventi di ricalibratura effettuati all'inizio degli anni '90 dall'ex Consorzio di Bonifica Sinistra Medio Brenta.

Per lo scolo Menegon è stato quindi ipotizzato un funzionamento a deflusso libero (inteso come non interessato da livelli di marea) imponendo la condizione di moto uniforme all'ultima sua sezione di valle.

Ulteriori ipotesi

- Durante le operazioni di rilievo sono state riscontrate numerose difficoltà nel ricostruire con sufficiente precisione la rete di fognatura bianca, in quanto molti sigilli non sono visibili poiché si trovano al di sotto del manto stradale oppure sono presenti lunghi tratti non ispezionabili. In altri casi non è stato possibile individuare le interconnessioni tra i vari collettori e quelle con gli scoli consortili tombinati: non si è potuto quindi verificare le quote e i diametri delle varie condotte. In molti altri casi non è stato possibile ricostruire e verificare interi tronchi delle dorsali principali. Per i motivi sopra descritti, non è quindi stato possibile introdurre nel modello matematico una schematizzazione della rete che potesse fornire delle indicazioni attendibili sui collettori di fognatura, dovendo in questo caso fare delle ipotesi puramente teoriche su diametri, quote e pendenze.

Un caso particolare è rappresentato da via Rossignago, dove per buona parte della lunghezza è stato possibile ispezionare e verificare la dorsale principale che scarica nello scolo Rietto, tranne il tratto finale ed il punto di interconnessione con il Rietto stesso. In considerazione del fatto che il bacino afferente ha un'estensione e una distanza dal nodo di recapito considerevoli, il bacino è stato suddiviso in sottobacini minori ed è stato ipotizzata la livelletta del tratto terminale del collettore.

- A tutti i nodi del sistema è stata imposta la condizione "*ponded area*", ipotizzando che tutta l'acqua che dovesse fuoriuscire da un nodo, per sovrappressioni o insufficienza geometrica, al termine del picco di piena rientra completamente nel collettore. Tale funzionamento è compatibile con quanto succede nella realtà, dove i nodi sono rappresentati da caditoie o sezioni di canale.

3 SINTESI DEI RISULTATI OTTENUTI

Nel presente capitolo si riportano le principali schematizzazioni idrauliche utilizzate e i risultati più significativi ottenuti.

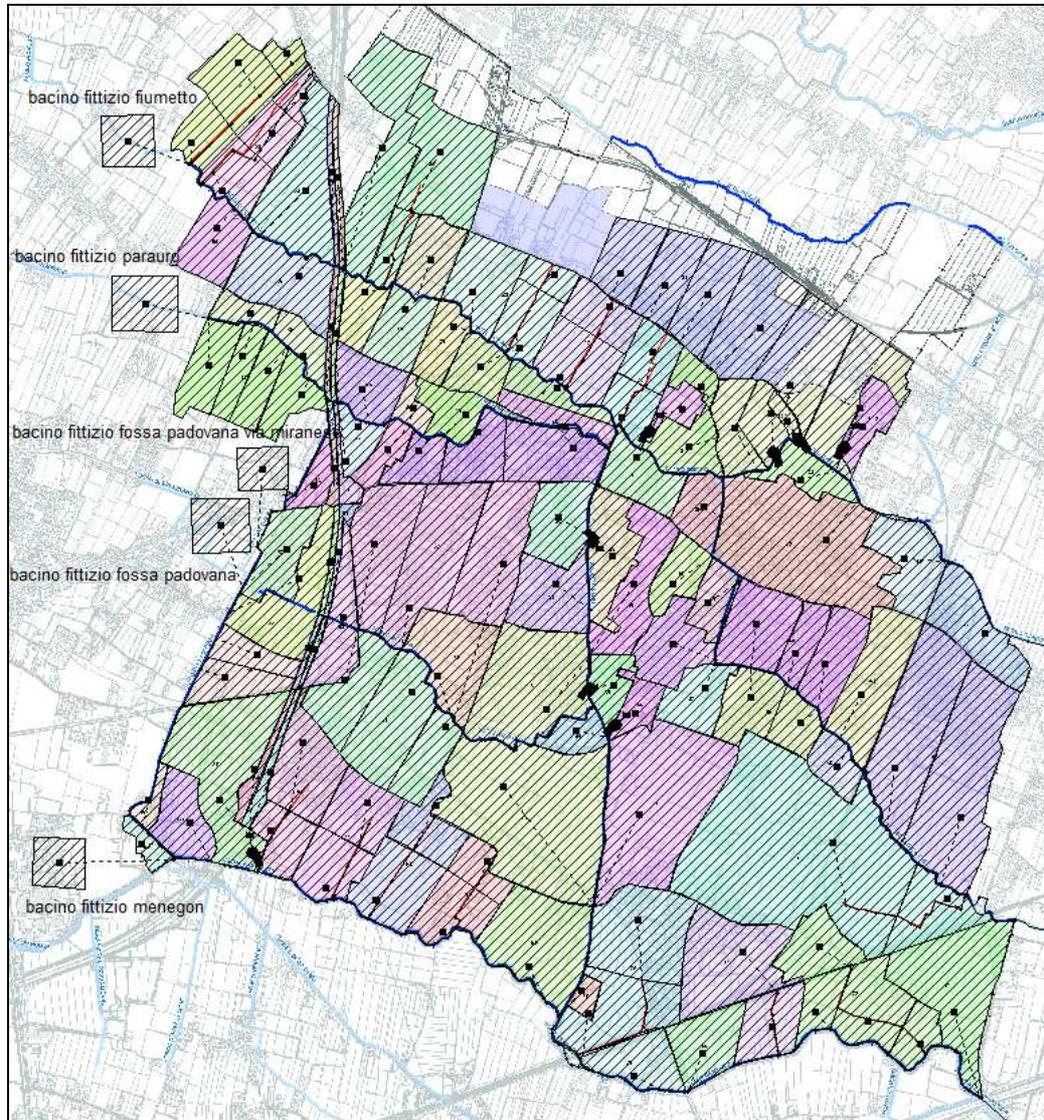


Figura 3. Rappresentazione planimetrica del modello con bacini, nodi e tronchi.

Si riporta di seguito una tabella riepilogativa delle simulazioni effettuate, sia in condizioni di “deflusso libero” (ovvero nell’ipotesi che a valle si instauri la condizione di moto uniforme) e di “deflusso vincolato” (ipotizzando che a valle dello scolo Cimetto il deflusso avvenga mediante impianto idrovoro con quota massima presso l’impianto pari a +1.00 m s.m.m.).

Per sintetizzare i risultati sono stati individuati 3 diversi tipi di risposta:

- *colore verde*. Il collettore ha la capacità sufficiente a contenere il picco di piena, per tutta la lunghezza dell'asta senza presentare situazioni, anche locali, di sofferenza idraulica.
- *colore giallo*. Il collettore presenta almeno un punto di sofferenza idraulica, determinato da un grado di riempimento superiore al 90% in almeno un tronco, ma senza esondare o fuoriuscire al di sopra del piano campagna circostante.
- *colore rosso*. Il collettore non ha la capacità di contenere il picco di piena e presenta almeno un punto critico in cui esonda o fuoriesce dal piano campagna.

Tabella 4. Tabella riassuntiva delle simulazioni.

Id collettore	Tr = 2 anni		Tr = 20 anni		Tr = 50 anni	
	deflusso libero	deflusso vincolato	deflusso libero	deflusso vincolato	deflusso libero	deflusso vincolato
Capofosso 1	verde	verde	rosso	rosso	rosso	rosso
Capofosso 2	verde	verde	verde	verde	rosso	rosso
Capofosso 3	verde	verde	rosso	rosso	rosso	rosso
Capofosso 4	verde	verde	rosso	rosso	rosso	rosso
Capofosso 5	giallo	giallo	rosso	rosso	rosso	rosso
Capofosso 6	verde	verde	rosso	rosso	rosso	rosso
Capofosso 7	verde	verde	rosso	rosso	rosso	rosso
Capofosso 8	verde	verde	rosso	rosso	rosso	rosso
Capofosso 9	verde	verde	rosso	rosso	rosso	rosso
Capofosso 10	verde	verde	rosso	rosso	rosso	rosso
Capofosso 11	verde	verde	verde	giallo	rosso	rosso
Capofosso 12	verde	verde	rosso	rosso	rosso	rosso
Capofosso 13	verde	verde	verde	verde	rosso	rosso
Capofosso 14	verde	verde	rosso	rosso	rosso	rosso
Capofosso 15	verde	verde	rosso	rosso	rosso	rosso
Capofosso 16	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso
Capofosso 17	in corso di progettazione/realizzazione					
Scolo Menegon	verde	verde	verde	giallo	giallo	giallo
Scolo F. Padovana	verde	verde	giallo	giallo	giallo	giallo
Scolo Fiumetto	verde	verde	verde	giallo	rosso	rosso
Scolo Parauro	verde	verde	giallo	giallo	rosso	rosso
Scolo Rietto	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso
Scolo Boetta	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso
Scolo Cimetto	verde	verde	rosso	rosso	rosso	rosso

La condizione di “deflusso vincolato” risulta sempre più critica rispetto a quella di “deflusso libero” in quanto l’effetto dei livelli di valle influenza negativamente il sistema.

3.1 Risultati significativi per $T_r=2$ anni

Si riportano di seguito la planimetria e i principali profili longitudinali dei capofossi e degli scoli consortili per $T_r=2$ anni in condizioni di “deflusso vincolato”.

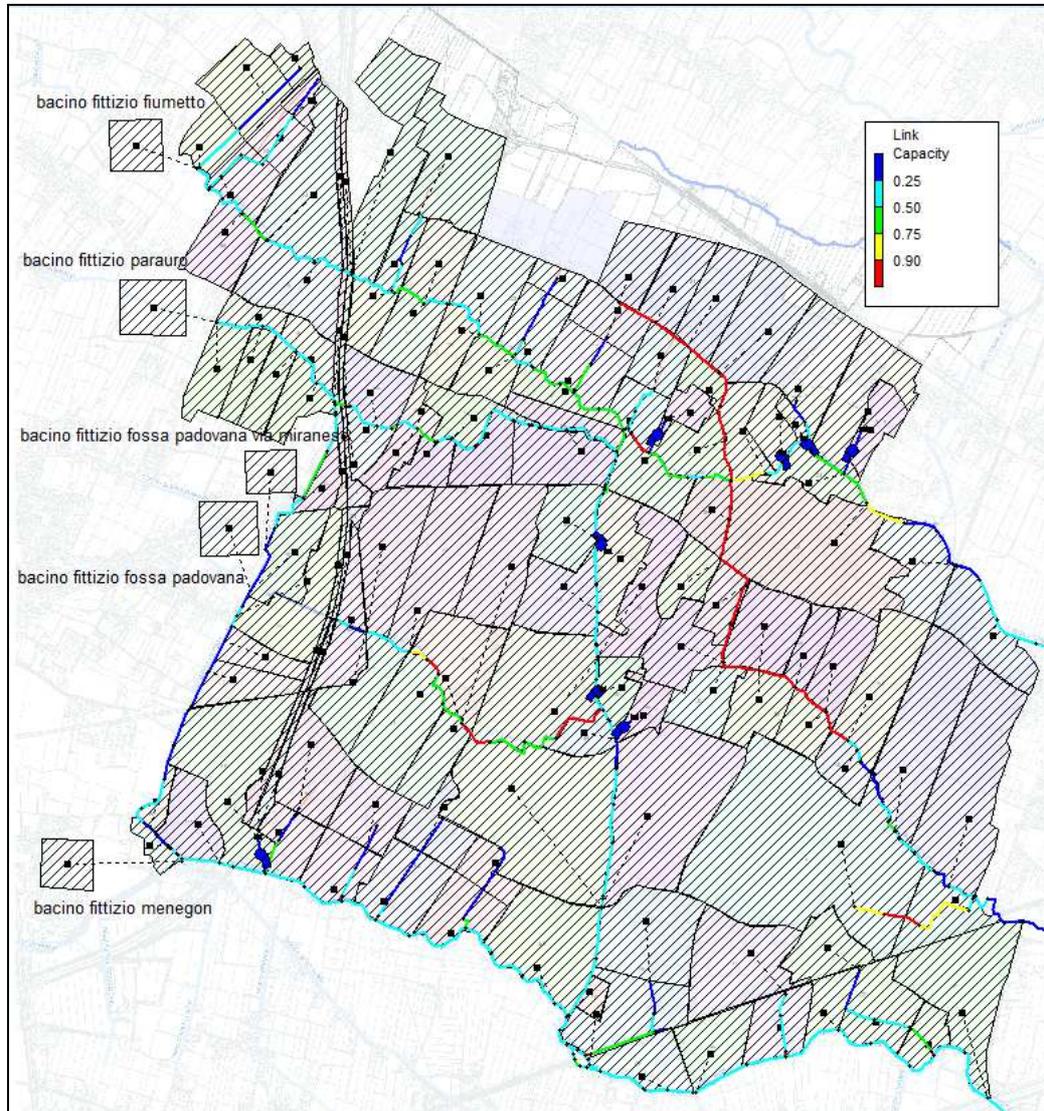


Figura 4. Planimetria della rete in condizioni di “deflusso vincolato” nel momento di massimo grado di riempimento dei collettori del sistema per evento $T_r=2$ anni.

3.1.1 Capofossi

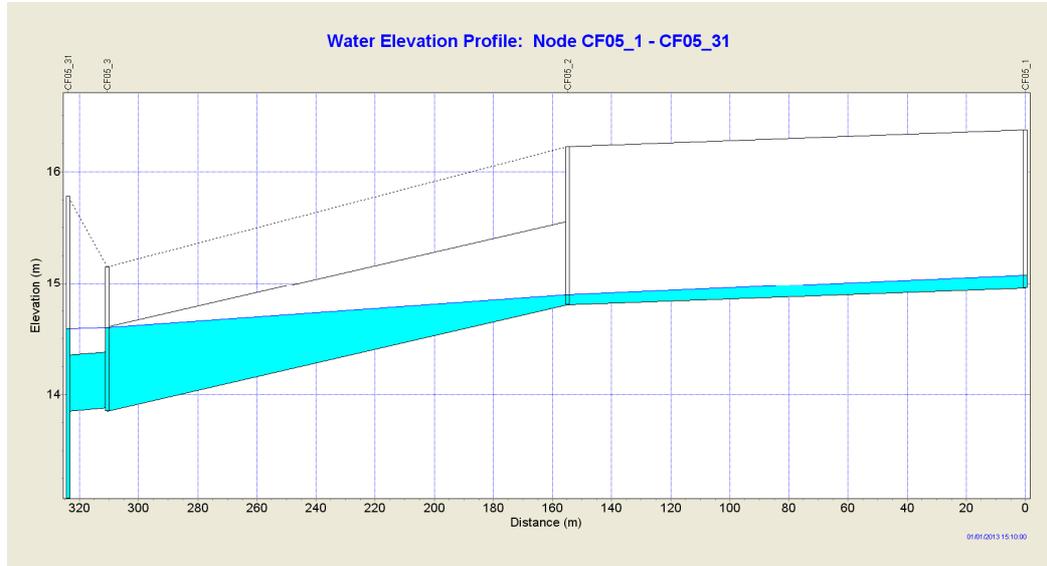


Figura 5. Profilo longitudinale del Capofosso 5 in condizioni di “deflusso vincolato”(Tr=2 anni).

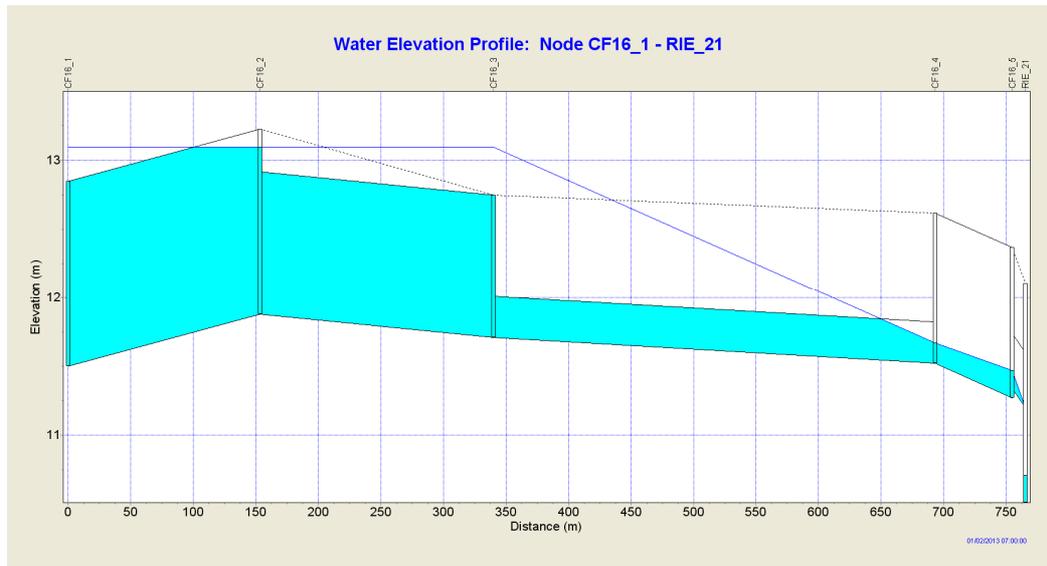


Figura 6. Profilo longitudinale del Capofosso 16 in condizioni di “deflusso vincolato”(Tr=2 anni).

3.1.2 Scoli consortili

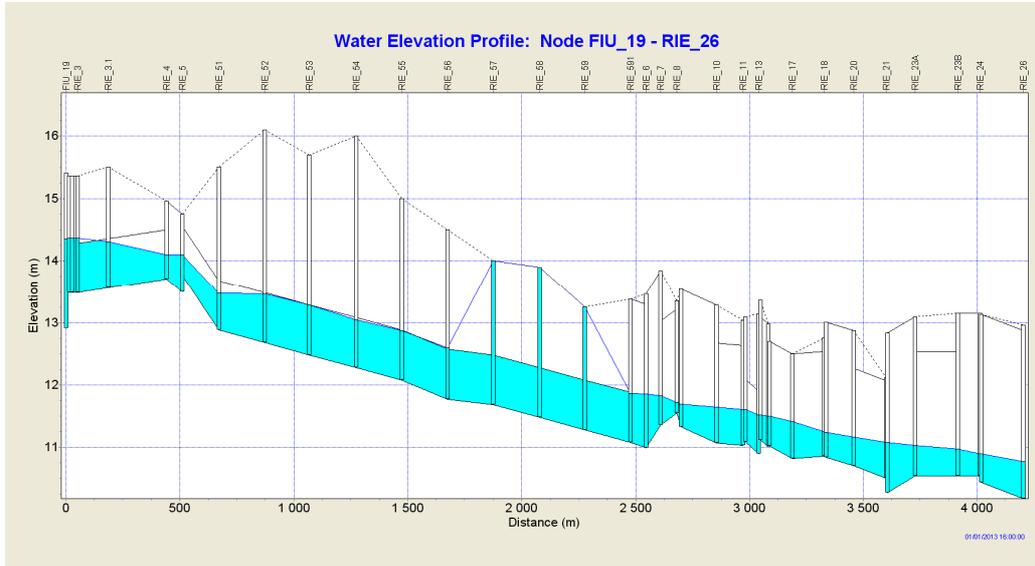


Figura 7. Profilo longitudinale dello scolo Rietto in condizioni di “deflusso vincolato”(Tr=2 anni).

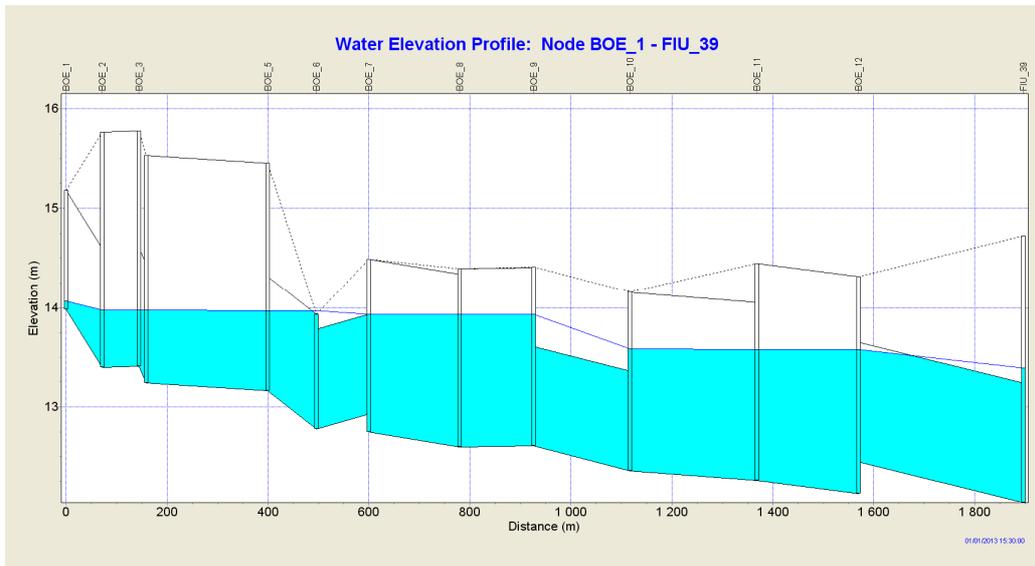


Figura 8. Profilo longitudinale dello scolo Boetta in condizioni di “deflusso vincolato”(Tr=2 anni).

3.1.3 Via Rossignago

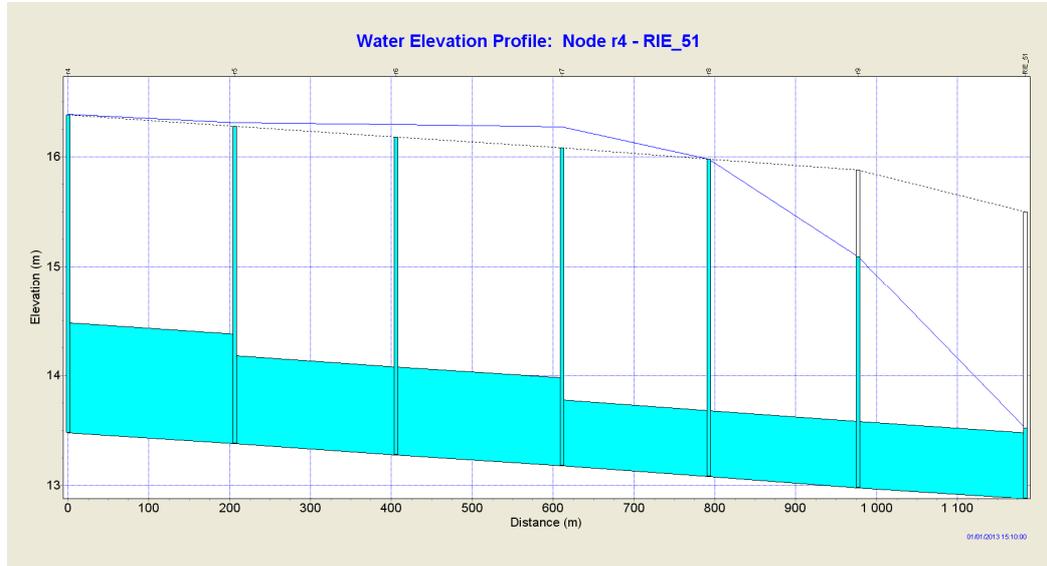


Figura 9. Profilo del collettore di via Rossignago in condizioni di “deflusso vincolato”(Tr=2 anni).

Considerazioni

Le simulazioni per un tempo di ritorno pari a 2 anni non indicano il manifestarsi di condizioni di criticità particolarmente intense.

I due casi di sofferenza idraulica evidenziati per i capofossi sono da imputarsi all'insufficiente diametro dei tratti in prossimità dello scarico all'interno dei ricettori consortili e a porzioni di superficie ove il piano campagna risulta avere livelli leggermente inferiori ai livelli circostanti.

Le soluzioni che possono essere adottate sono principalmente quelle di provvedere alla sostituzione delle tubazioni di scarico con nuovi tratti di diametro attorno al metro unitamente ad una manutenzione straordinaria di sfalcio ed espurgo.

Relativamente agli scoli consortili possono essere sottolineate due criticità che interessano rispettivamente lo Scolo Rietto e lo Scolo Boetta dovute a tratti intubati all'interno dei quali può manifestarsi moto in pressione ingolfato.

Per la situazione della rete modellata lungo Via Rossignago si evidenzia una situazione al limite della criticità idraulica. La dorsale di esistente lungo la via ha funzionamento in pressione e tale condizione è dovuta alla presenza del tratto di diametro 60 cm situato a valle nei pressi dell'immissione nel Rietto.

In questo caso è immediatamente intuibile che la soluzione dovrà essere quella di posizionare nel tratto di valle diametri maggiori rispetto a quelli di monte.

Ipotizzando la sostituzione degli ultimi 600 m di dorsale esistente di diametro 60 cm con una tubazione di diametro 100 cm, la modellazione dimostra un miglioramento della situazione idraulica del tratto.

Con questa soluzione per un tale tempo di ritorno relativamente basso il collettore risulta essere funzionale senza presentare gravose condizioni di pressione.

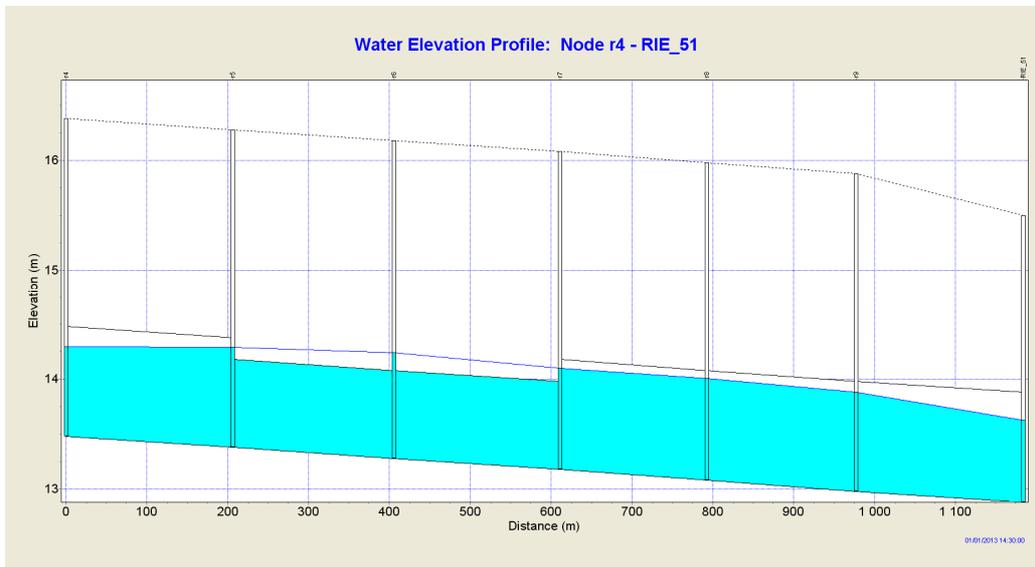


Figura 10. Profilo del collettore di via Rossignago in condizioni di progetto e “deflusso vincolato”(Tr=2 anni).

3.2 Risultati significativi per $Tr=20$ anni

Si riportano di seguito la planimetria e i principali profili longitudinali dei capofossi e degli scoli consortili per $Tr=20$ anni in condizioni di “deflusso vincolato”.

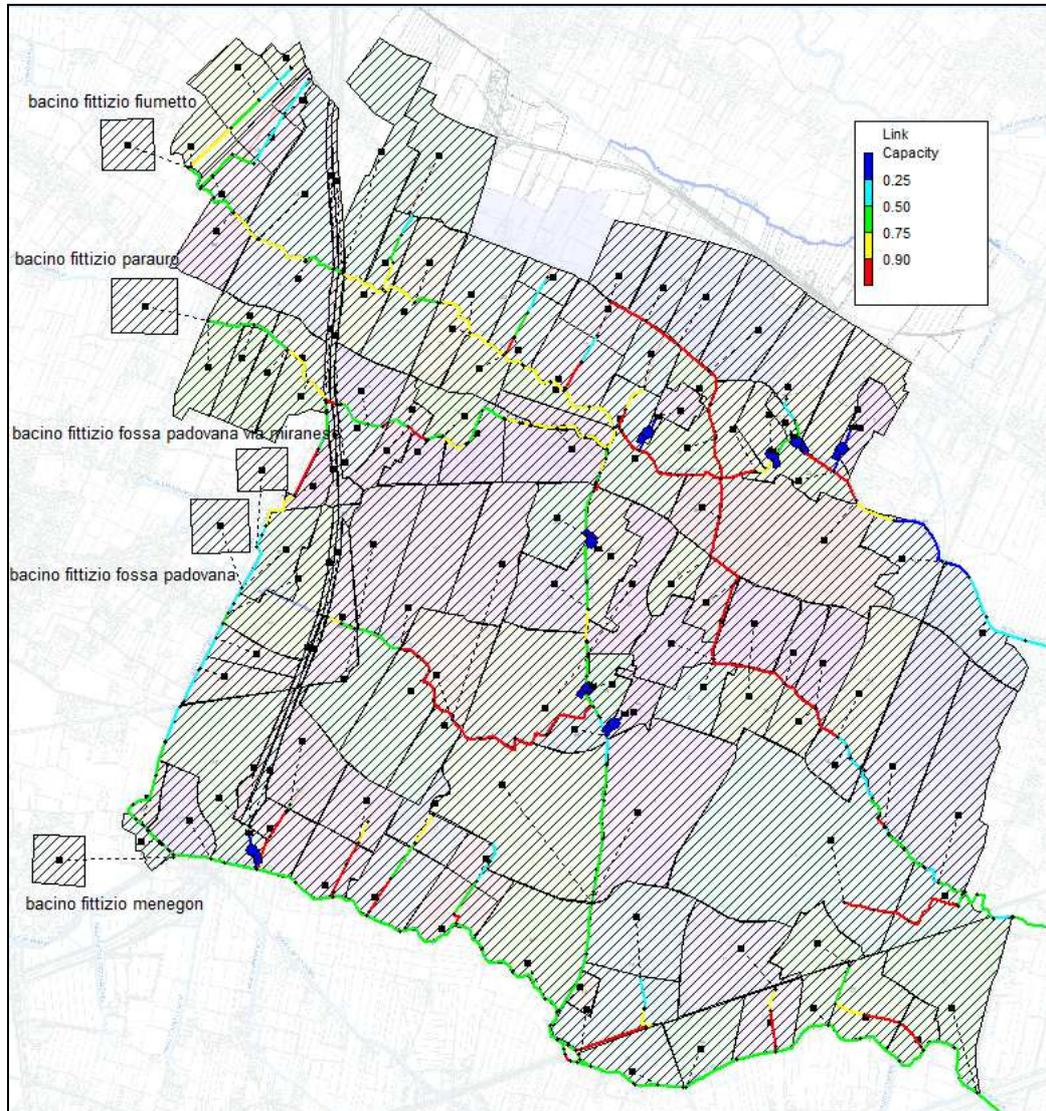


Figura 11. Planimetria della rete in condizioni di “deflusso vincolato” nel momento di massimo grado di riempimento dei collettori del sistema per evento $Tr=20$ anni.

3.2.1 Capofossi

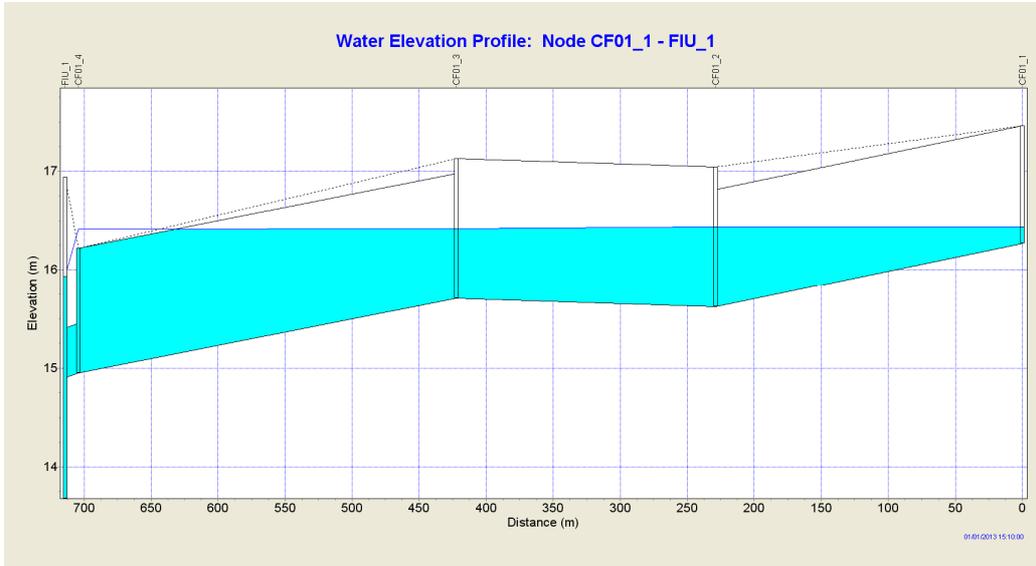


Figura 12. Profilo longitudinale del Capofosso 1 in condizioni di “deflusso vincolato”(Tr=20 anni).

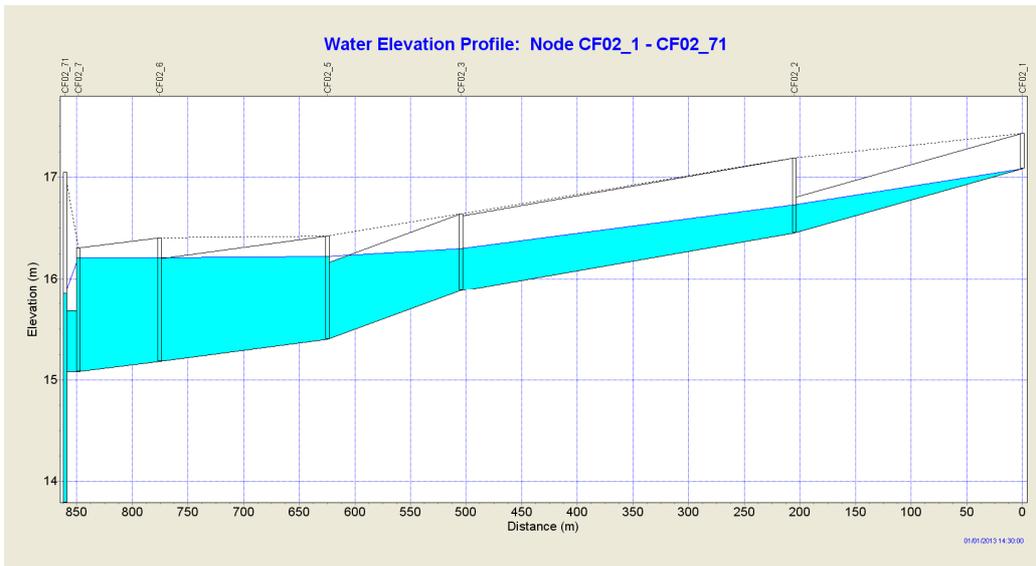


Figura 13. Profilo longitudinale del Capofosso 2 in condizioni di “deflusso vincolato”(Tr=20 anni).

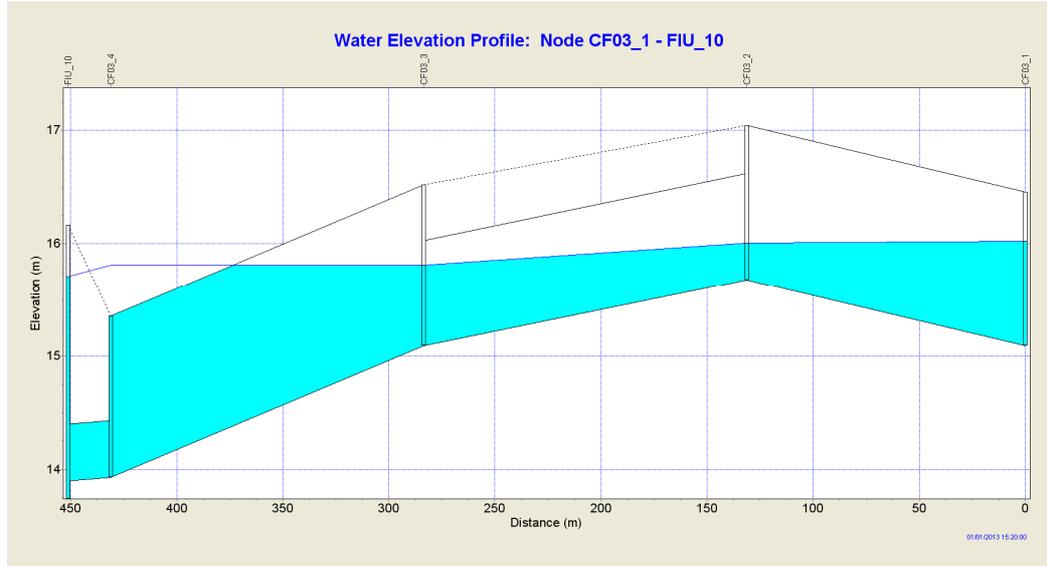


Figura 14. Profilo longitudinale del Capofosso 3 in condizioni di "deflusso vincolato" ($Tr=20$ anni).

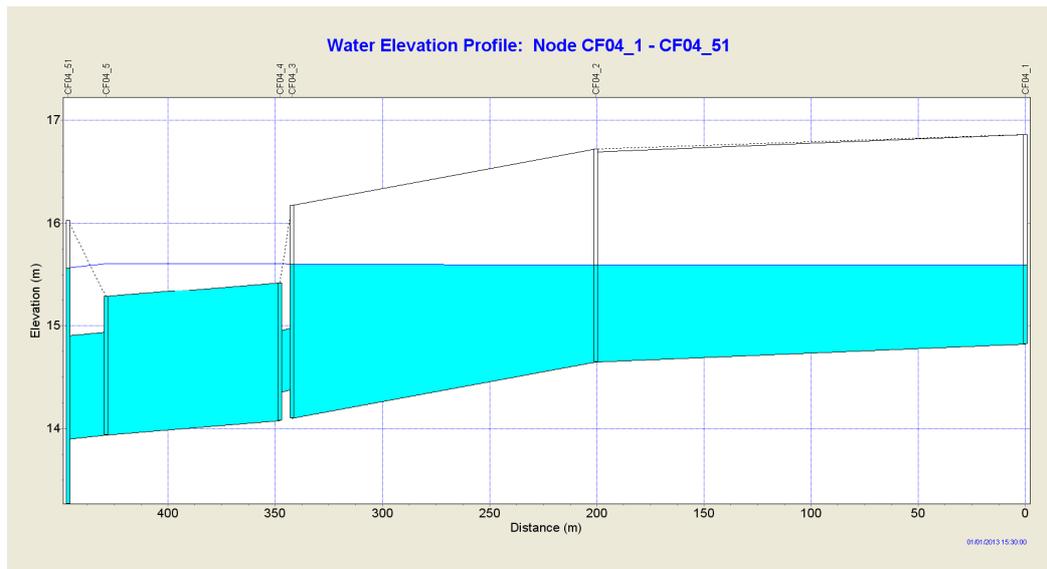


Figura 15. Profilo longitudinale del Capofosso 4 in condizioni di "deflusso vincolato" ($Tr=20$ anni).

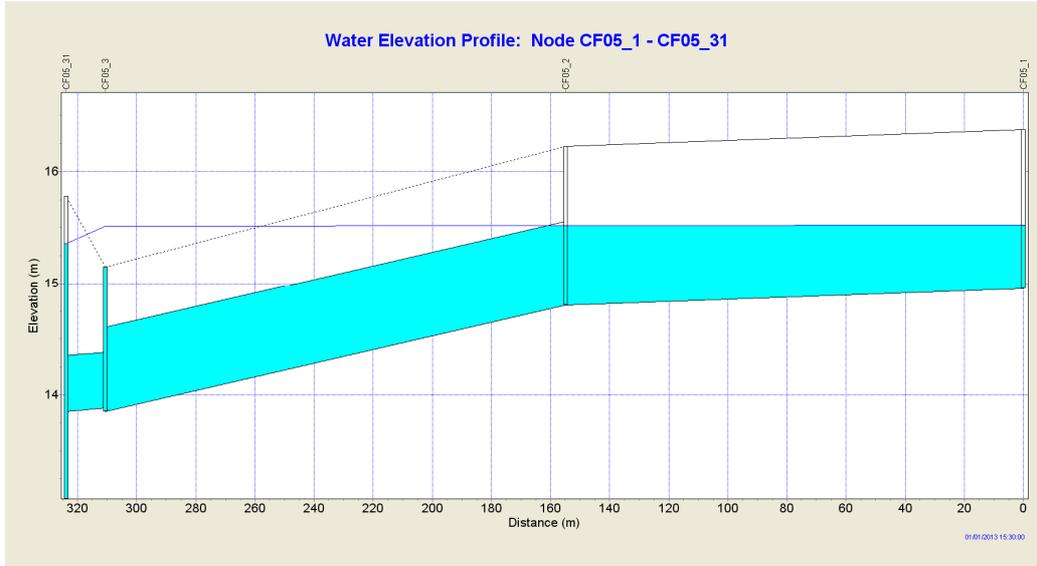


Figura 16. Profilo longitudinale del Capofosso 5 in condizioni di "deflusso vincolato" ($Tr=20$ anni).

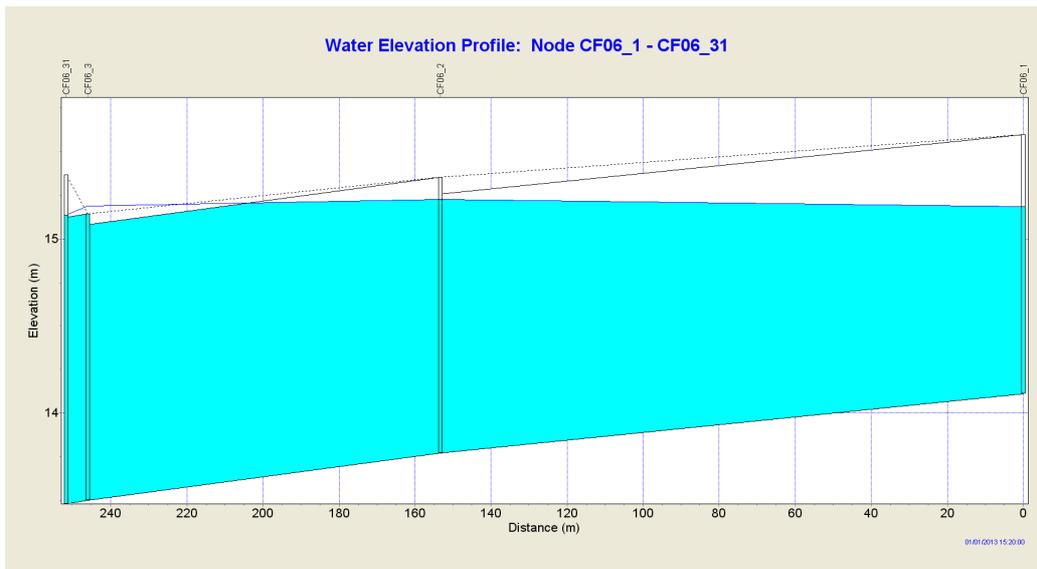


Figura 17. Profilo longitudinale del Capofosso 6 in condizioni di "deflusso vincolato" ($Tr=20$ anni).

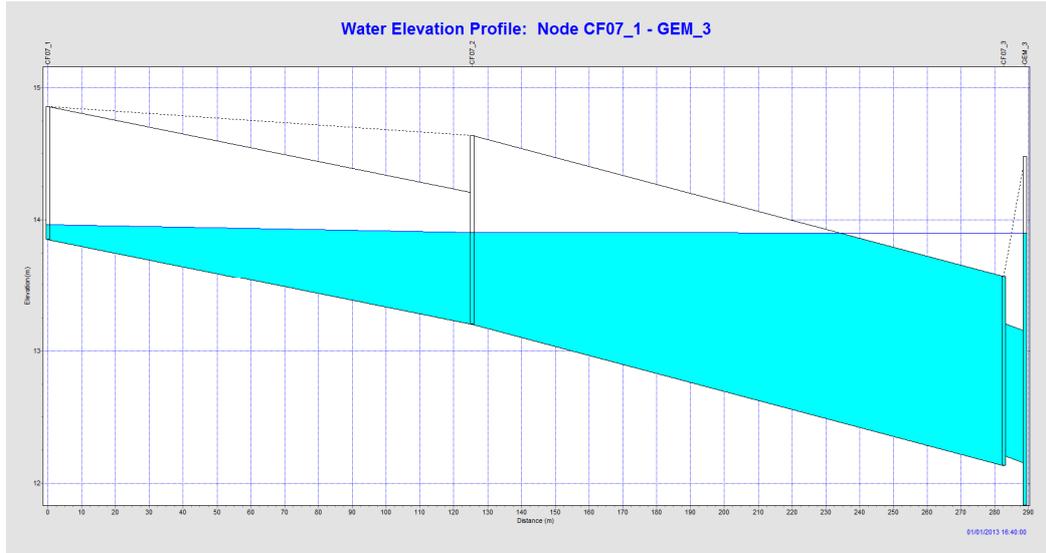


Figura 18. Profilo longitudinale del Capofosso 7 in condizioni di “deflusso vincolato”(Tr=20 anni).

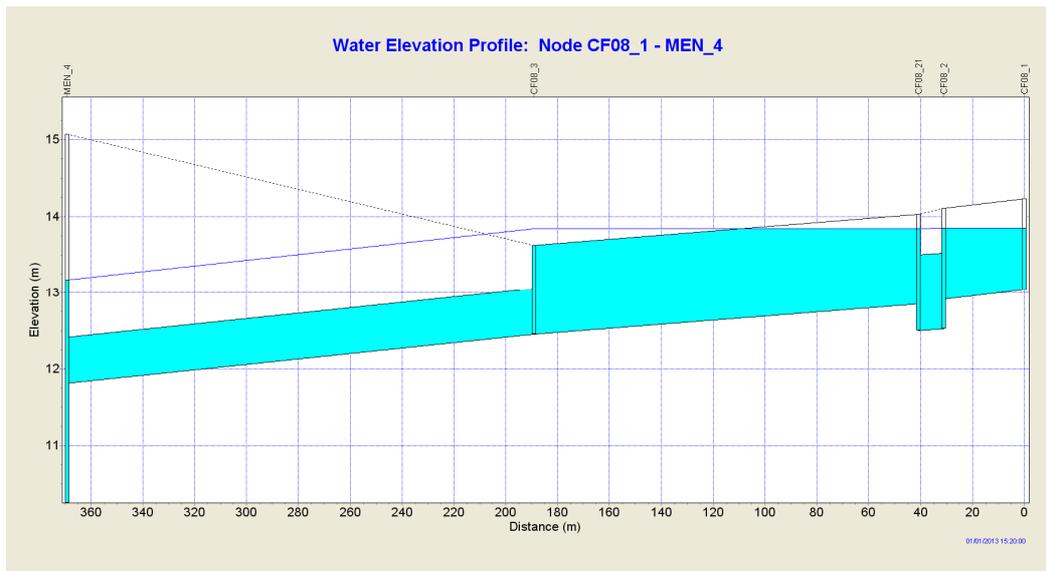


Figura 19. Profilo longitudinale del Capofosso 8 in condizioni di “deflusso vincolato”(Tr=20 anni).

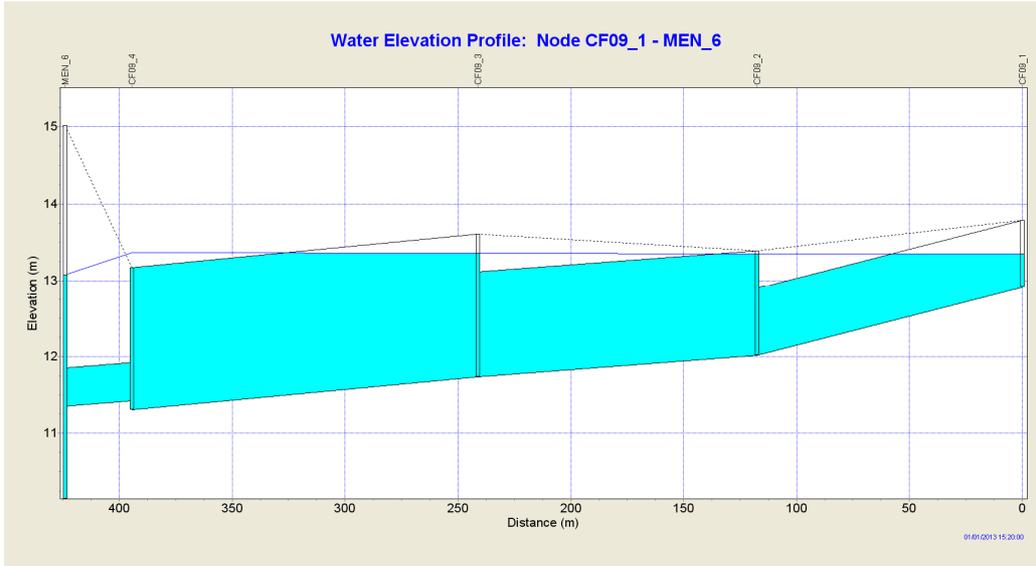


Figura 20. Profilo longitudinale del Capofosso 9 in condizioni di "deflusso vincolato" (Tr=20 anni).

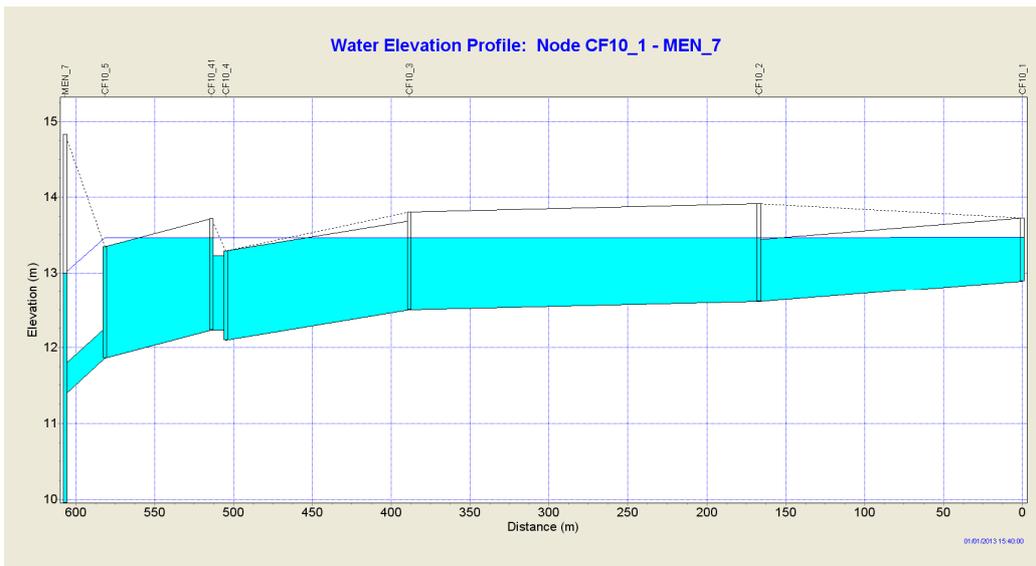


Figura 21. Profilo longitudinale del Capofosso 10 in condizioni di "deflusso vincolato" (Tr=20 anni).

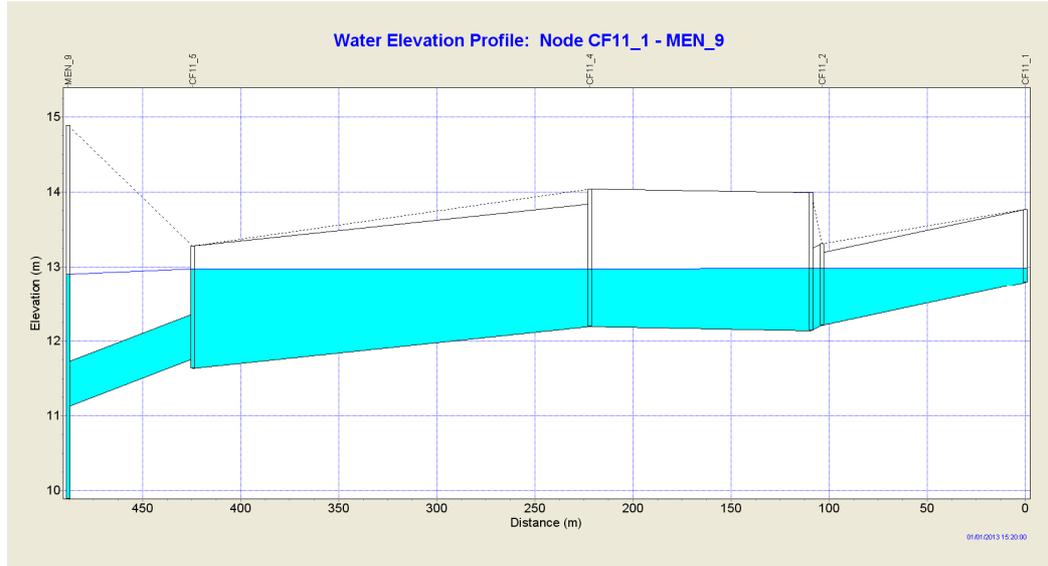


Figura 22. Profilo longitudinale del Capofosso 11 in condizioni di "deflusso vincolato" ($Tr=20$ anni).

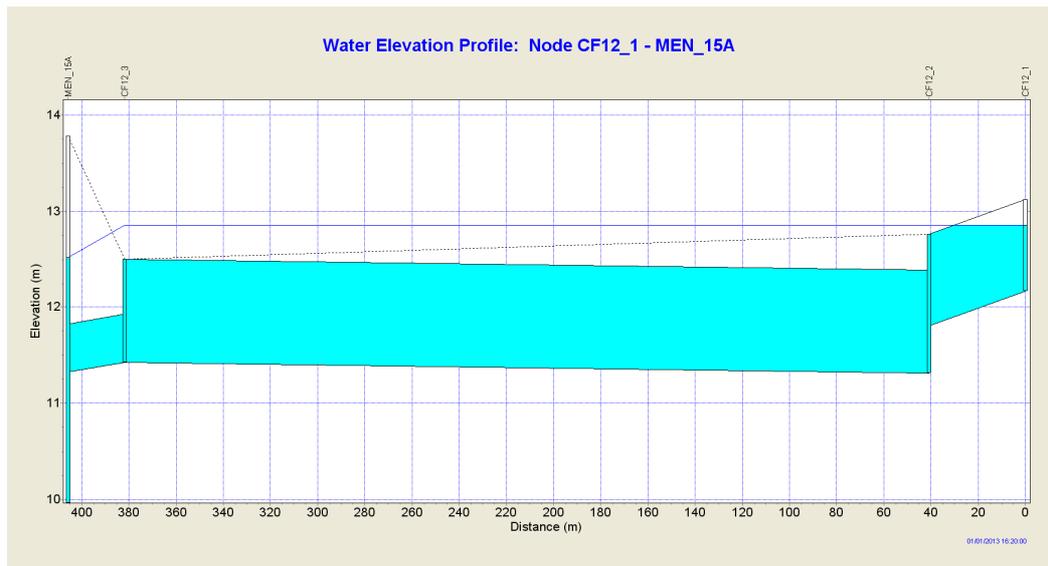


Figura 23. Profilo longitudinale del Capofosso 12 in condizioni di "deflusso vincolato" ($Tr=20$ anni).

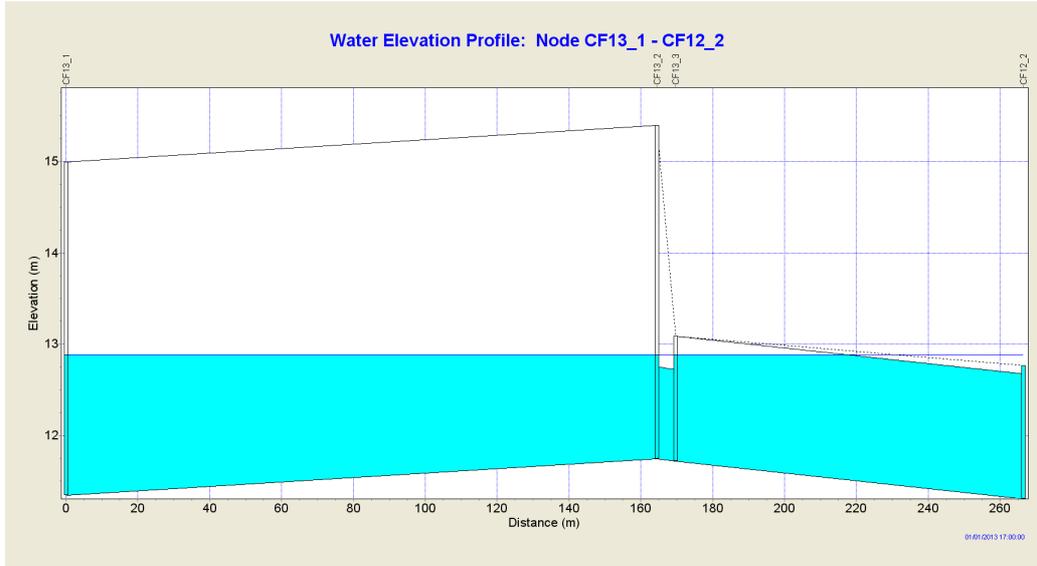


Figura 24. Profilo longitudinale del Capofosso 13 in condizioni di "deflusso vincolato" ($Tr=20$ anni).

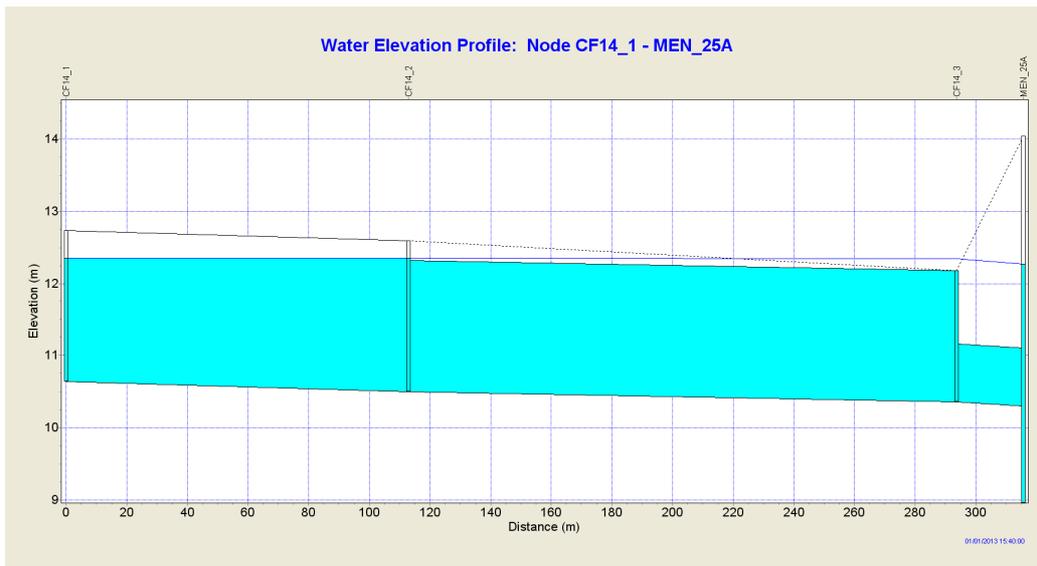


Figura 25. Profilo longitudinale del Capofosso 14 in condizioni di "deflusso vincolato" ($Tr=20$ anni).

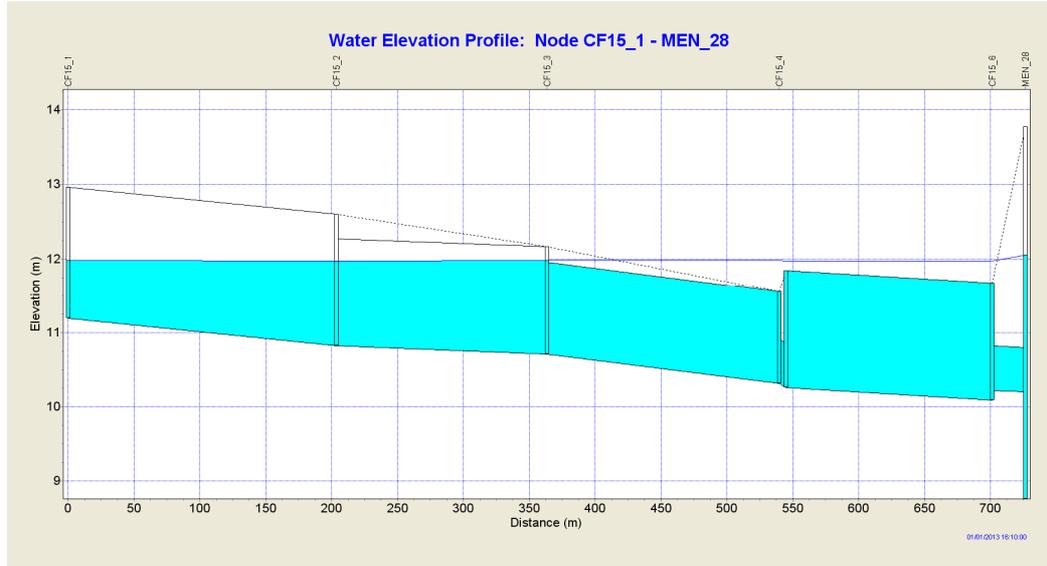


Figura 26. Profilo longitudinale del Capofosso 15 in condizioni di "deflusso vincolato" ($T_r=20$ anni).

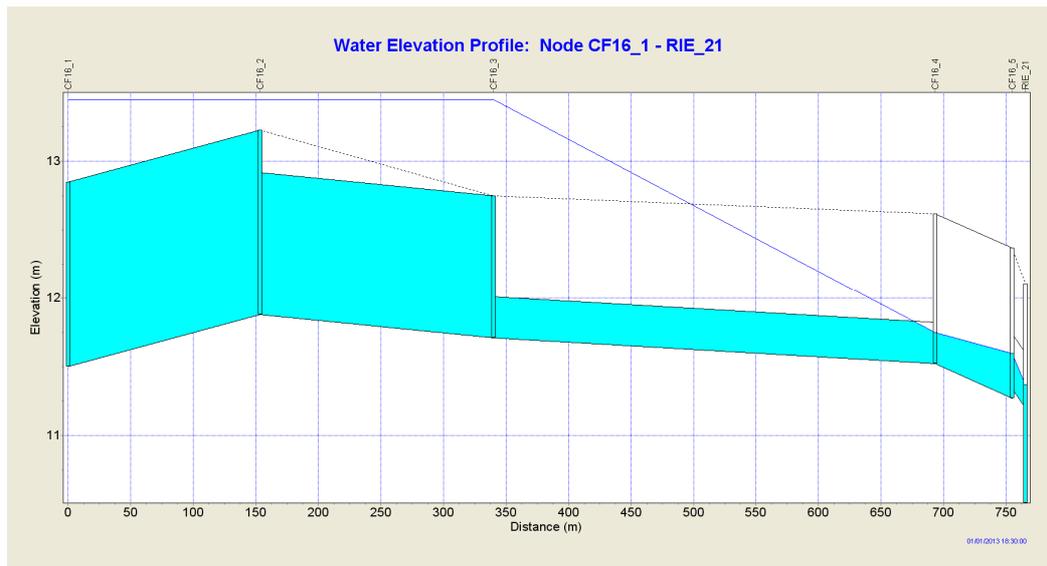


Figura 27. Profilo longitudinale del Capofosso 16 in condizioni di "deflusso vincolato" ($T_r=20$ anni).

3.2.2 Via Rossignago

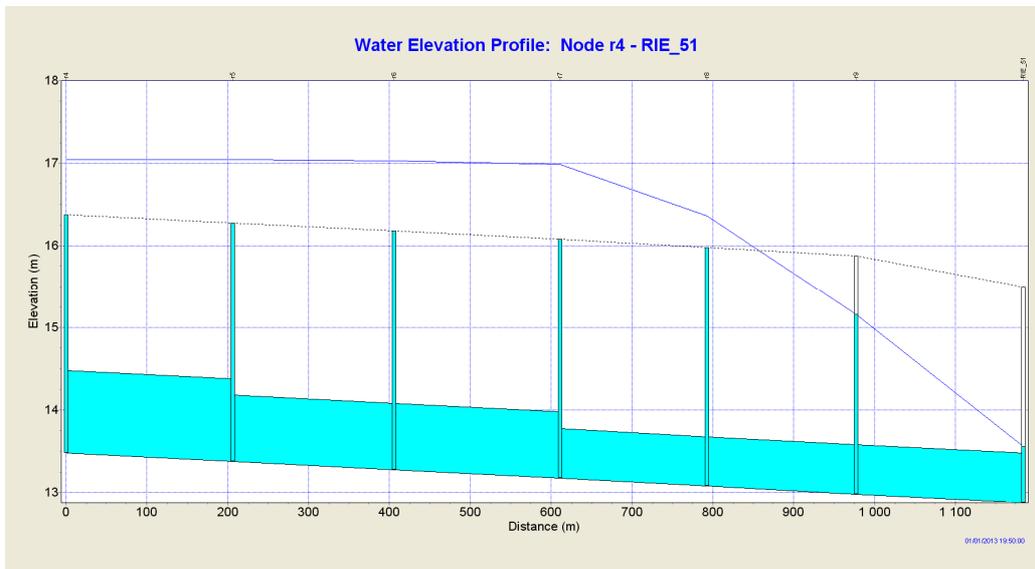


Figura 28. Profilo del collettore di via Rossignago in condizioni di “deflusso vincolato”(Tr=20 anni).

3.2.3 Scoli consortili

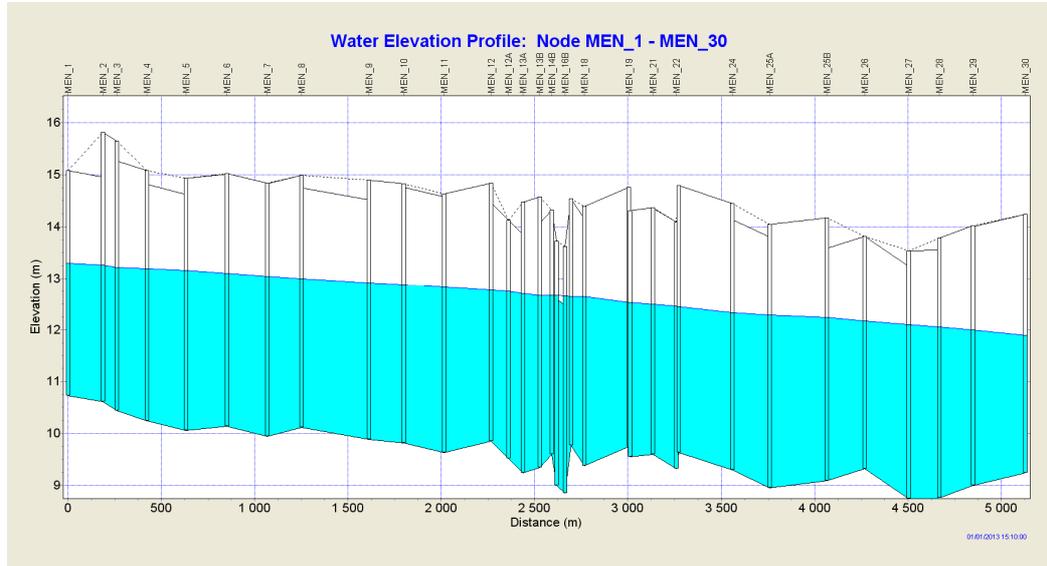


Figura 29. Profilo dello scolo Menegon in condizioni di "deflusso vincolato" ($Tr=20$ anni).

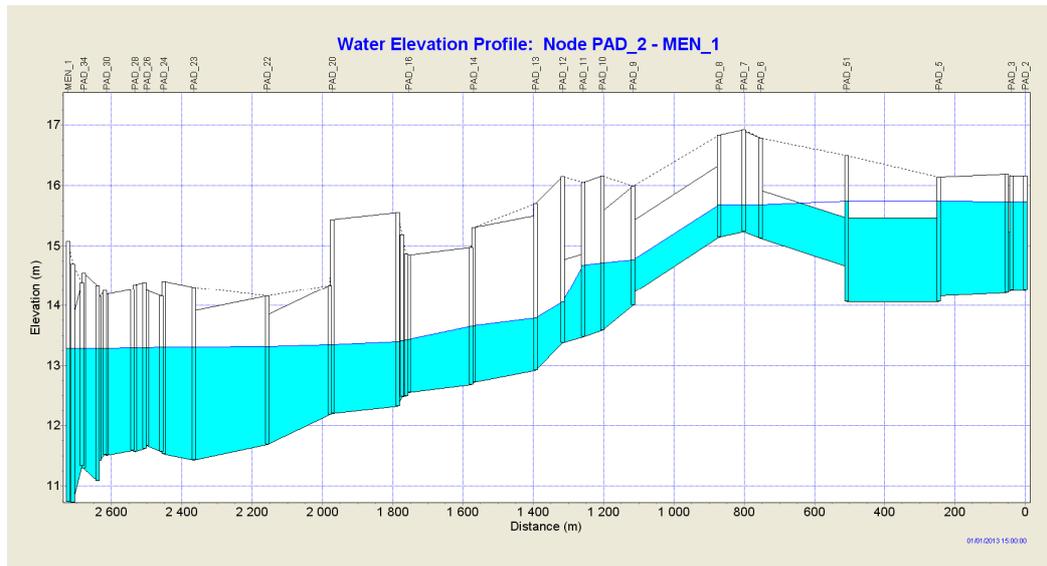


Figura 30. Profilo dello scolo Fossa Padovana in condizioni di "deflusso vincolato" ($Tr=20$ anni).

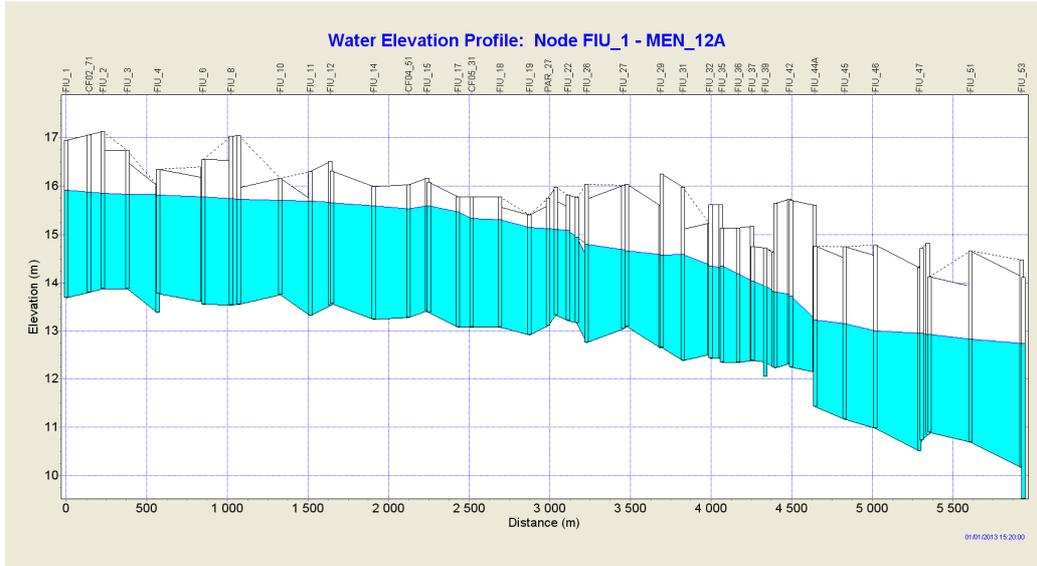


Figura 31. Profilo dello scolo Fiumetto in condizioni di "deflusso vincolato" ($Tr=20$ anni).

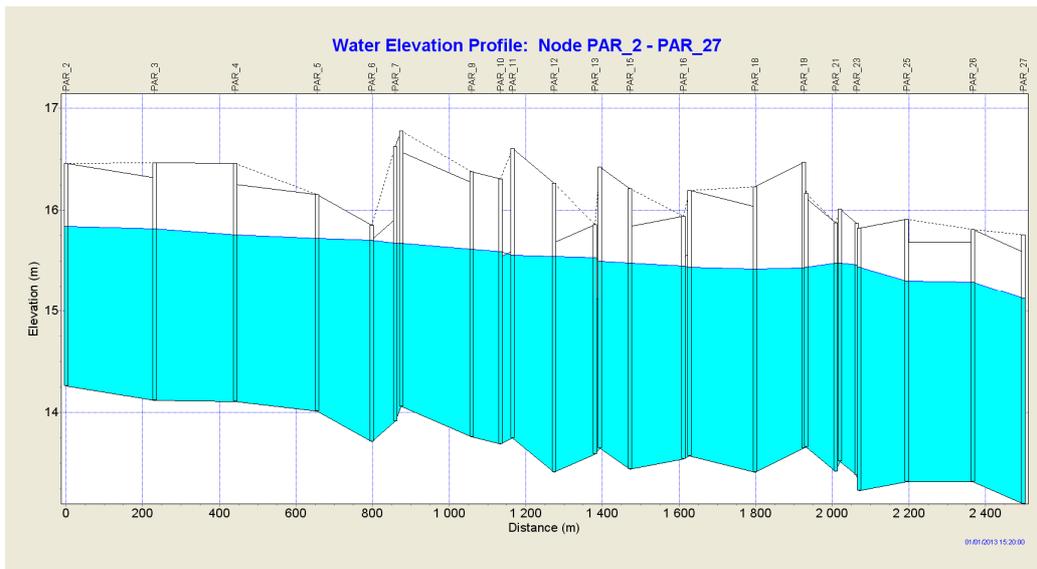


Figura 32. Profilo dello scolo Parauro in condizioni di "deflusso vincolato" ($Tr=20$ anni).

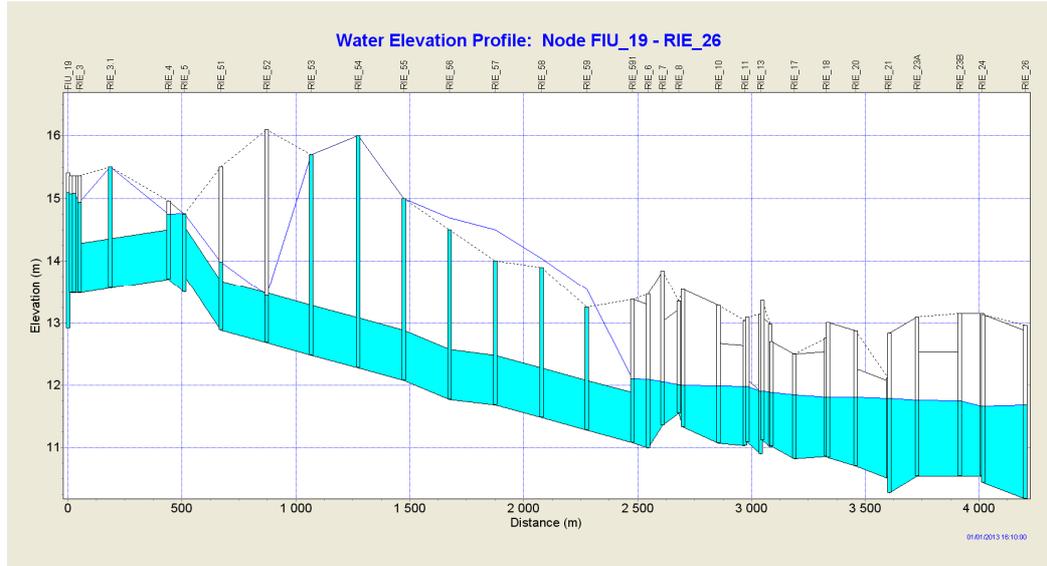


Figura 33. Profilo dello scolo Rietto in condizioni di “deflusso vincolato”(Tr=20 anni).

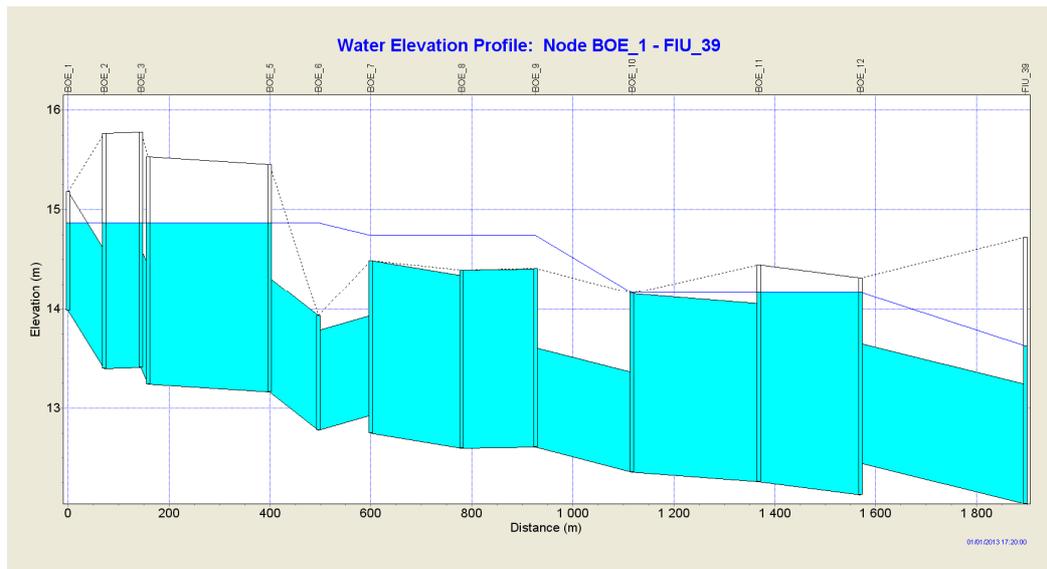


Figura 34. Profilo dello scolo Boetta in condizioni di “deflusso vincolato”(Tr=20 anni).

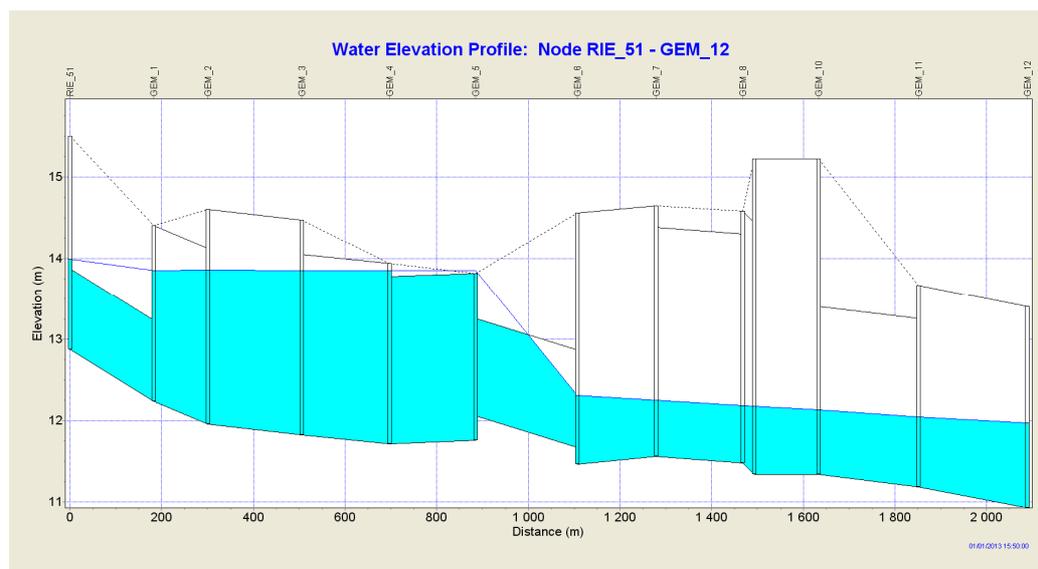


Figura 35. Profilo dello scolo Cimetto in condizioni di “deflusso vincolato”(Tr=20 anni).

Considerazioni

La simulazione idraulica per un tempo di ritorno pari a 20 anni evidenzia che la sicurezza idraulica risulta compromessa in molte aree del Comune a causa delle criticità idrauliche che interessano molti elementi della rete di scolo.

Il capofosso 2 e il capofosso 13 risultano correttamente dimensionati e in grado di collettare le portate generatesi nei rispettivi sottobacini anche durante tale evento meteorico.

Per gli altri elementi costituenti la rete i risultati della modellazione matematica evidenziano situazioni di sofferenza idraulica o criticità di elevata entità.

Per i capofossi la causa è individuabile nella presenza di tratti tombinati sottodimensionati o interrati nei pressi degli scarichi nei ricettori consortili e alla presenza di aree situate a quote minori rispetto ai massimi livelli raggiungibili all'interno dei collettori principali.

Una miglioria generale può essere raggiunta sostituendo le tubazioni presenti con tubazioni di diametro maggiore opportunamente dimensionato provvedendo inoltre ad installare valvole a clapet agli sbocchi per impedire l'ingresso di portata da valle.

Si sottolinea che le aree sulle quali la modellazione evidenzia fenomeni di “flooding” nei tratti di valle dei capofossi, sono aree agricole sulle quali è accettabile un temporaneo ristagno d'acqua localizzato e di ridotto tirante.

Gli scoli consortili Menegon, Fossa Padovana, Fiumetto e Parauro presentano una situazione idraulica accettabile in considerazione del tempo considerato in questo caso. Per essi non si manifestano infatti esondazioni ma solo tratti in cui il collettamento non è completamente funzionale.

In particolare, il Menegon sottopassa la linea ferroviaria Venezia - Padova tramite due rami (corso storico principale e tramite un by pass). Il ramo più a est risulta verificato non avendo punti in cui il livello dell'acqua va a lambire il sottotrave del ponte ferroviario, mentre per il ramo più a ovest il modello indica un tratto in cui il funzionamento è in pressione a causa della minore quota altimetrica del sottotrave.

Per gli scoli Rietto, Boetta e Cimetto invece si presentano delle criticità dovute alla presenza di tratti tombinati di diametri inadeguati rispetto alle portate generabili per tale evento.

In qualche posizione si segnalano tratti in contropendenza a monte dei quali inevitabilmente si ha sedimentazione di materiale solido che porta ad una riduzione delle sezioni di deflusso.

Per un tempo di ritorno di 20 anni secondo la modellazione, lungo Via Rossignago si ha una situazione di flooding diffuso imputabile, come precedentemente descritto nel capitolo 3.1, dalla presenza del restringimento costituito dalla tubazione di diametro 60 cm di valle.

Come simulato per un tempo di ritorno di 2 anni, ipotizzando la sostituzione degli ultimi 600 m di dorsale con una tubazione di diametro 100 cm, la modellazione dimostra ancora una situazione di criticità idraulica dovuta al notevole deflusso generabile per un tale evento.

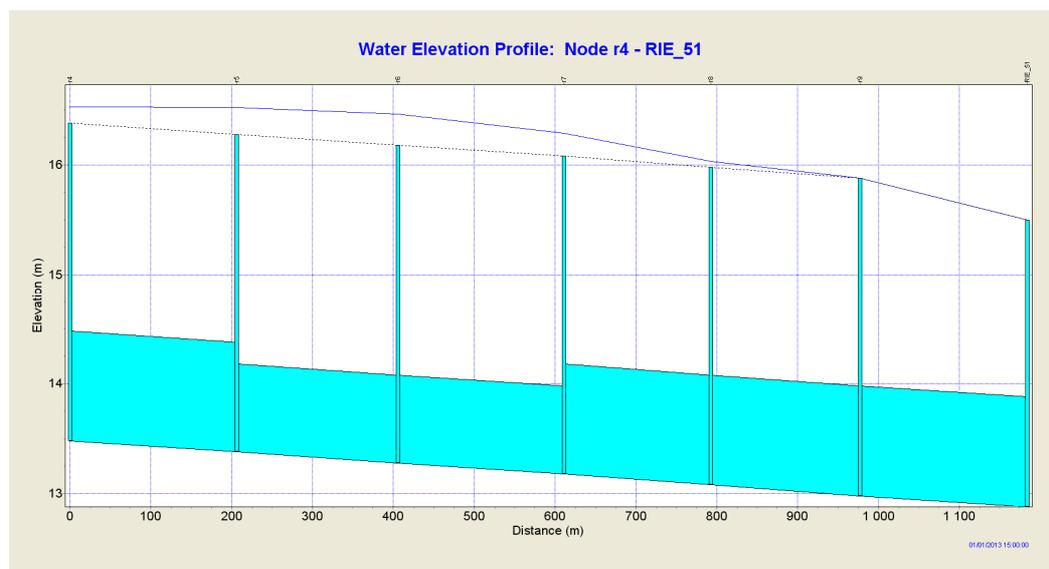


Figura 36. Profilo del collettore di via Rossignago in condizioni di progetto e “deflusso vincolato”(Tr=20 anni).

3.3 Risultati significativi per $Tr=50$ anni

Si riportano di seguito la planimetria e i principali profili longitudinali degli scoli consortili per $Tr=50$ anni in condizioni di “deflusso vincolato”.

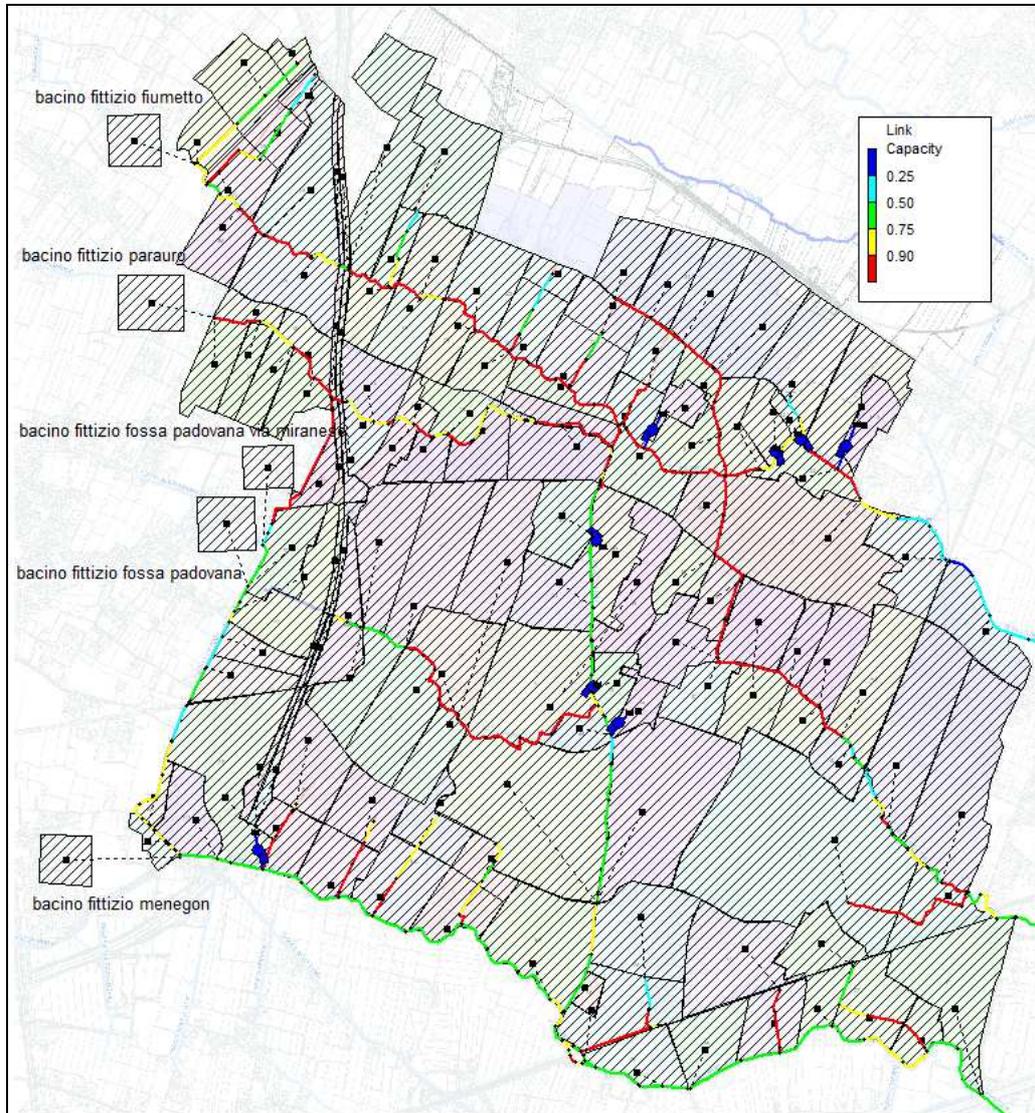


Figura 37. Planimetria della rete in condizioni di “deflusso vincolato” nel momento di massimo grado di riempimento dei collettori del sistema per evento $Tr=50$ anni.

3.3.1 Capofossi

Per un tale tempo di ritorno, i livelli che si instaurano all'interno degli scoli consortili porta ad un regime di deflusso completamente rigurgitato per i capofossi.

Per tutti i capofossi il modello evidenzia almeno una sezione per la quale si ha criticità idraulica con conseguente allagamento delle aree agricole circostanti.

3.3.2 Scoli consortili principali

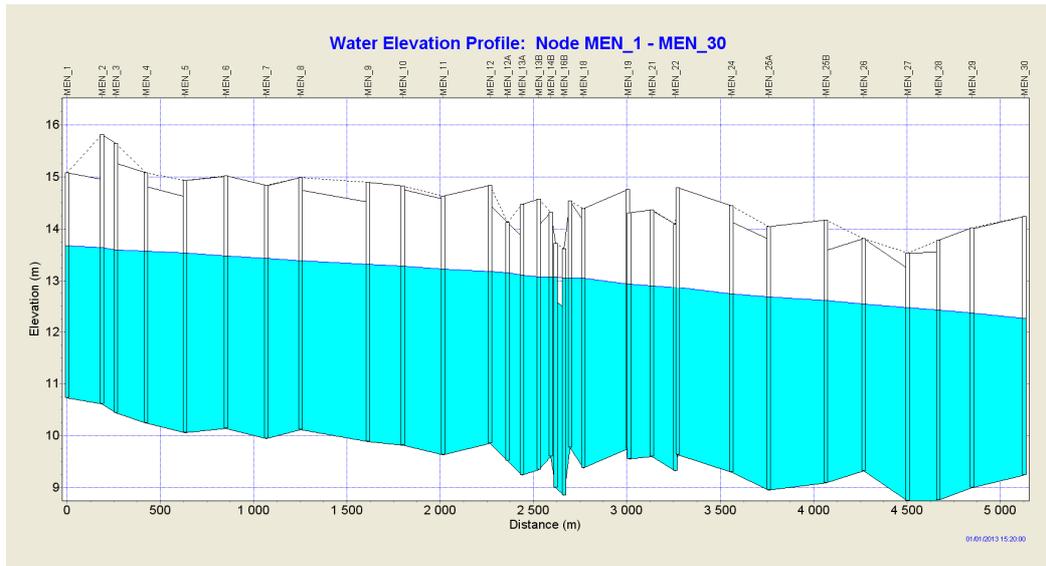


Figura 38. Profilo dello scolo Menegon in condizioni di "deflusso vincolato" ($Tr=50$ anni).

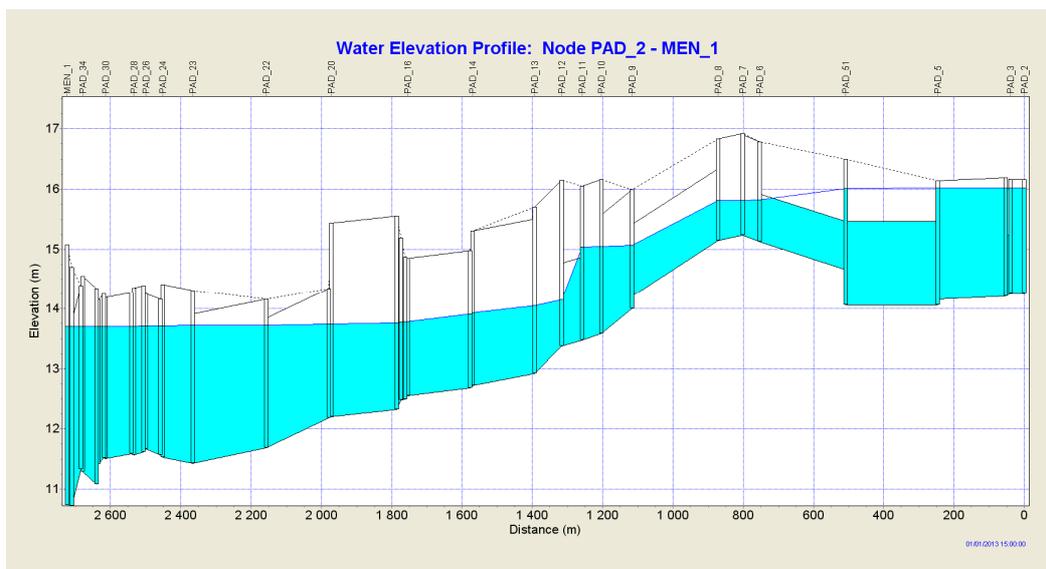


Figura 39. Profilo dello scolo Fossa Padovana in condizioni di "deflusso vincolato" ($Tr=50$ anni).

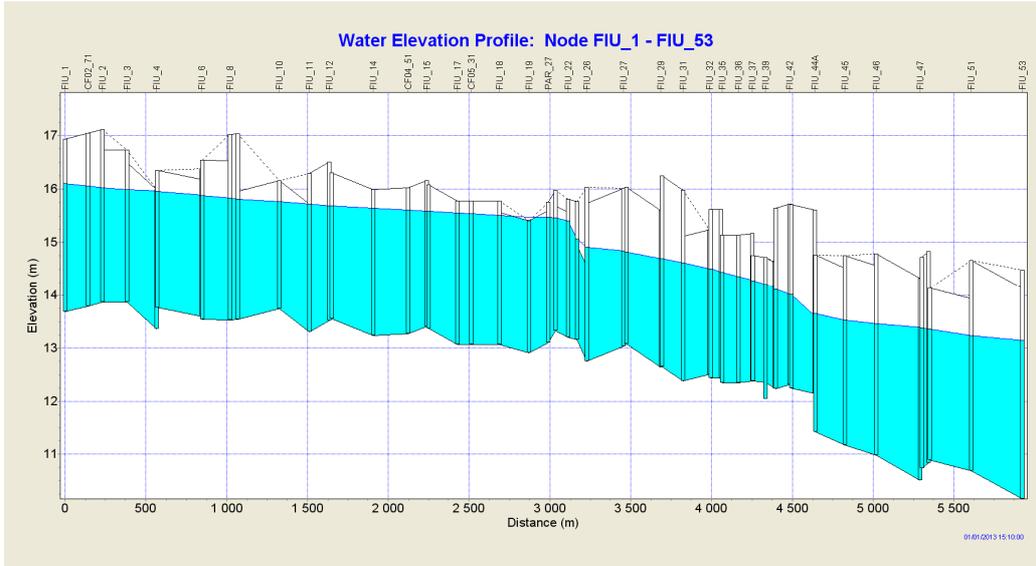


Figura 40. Profilo dello scolo Fiumetto in condizioni di "deflusso vincolato" ($Tr=50$ anni).

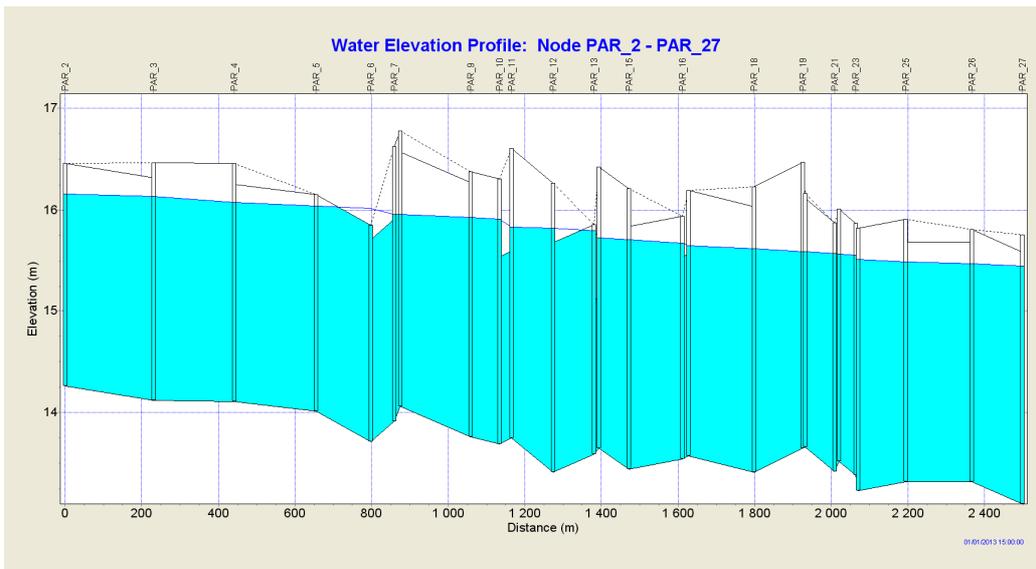


Figura 41. Profilo dello scolo Parauro in condizioni di "deflusso vincolato" ($Tr=50$ anni).

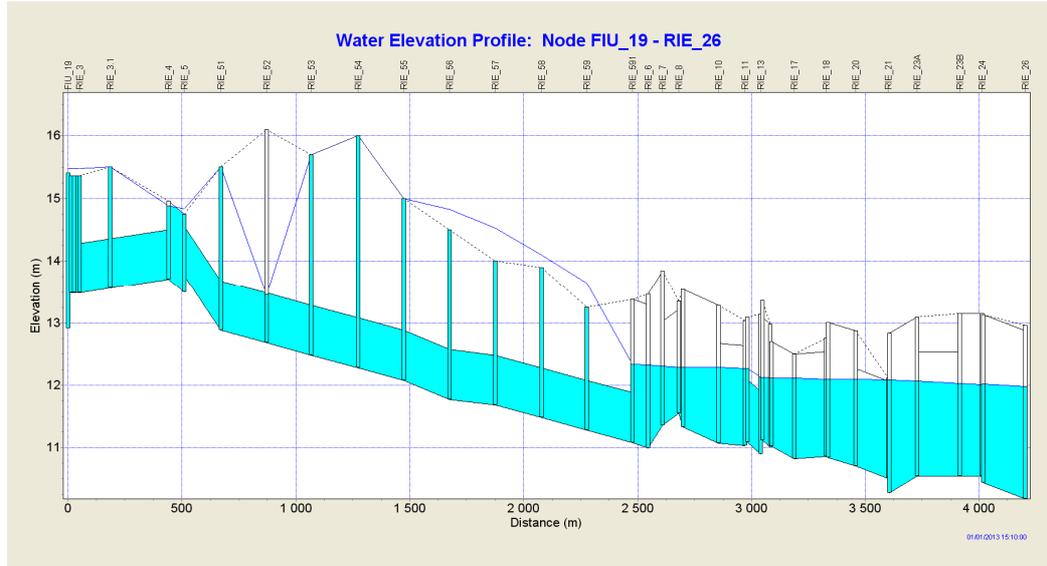


Figura 42. Profilo dello scolo Rietto in condizioni di “deflusso vincolato”(Tr=50 anni).

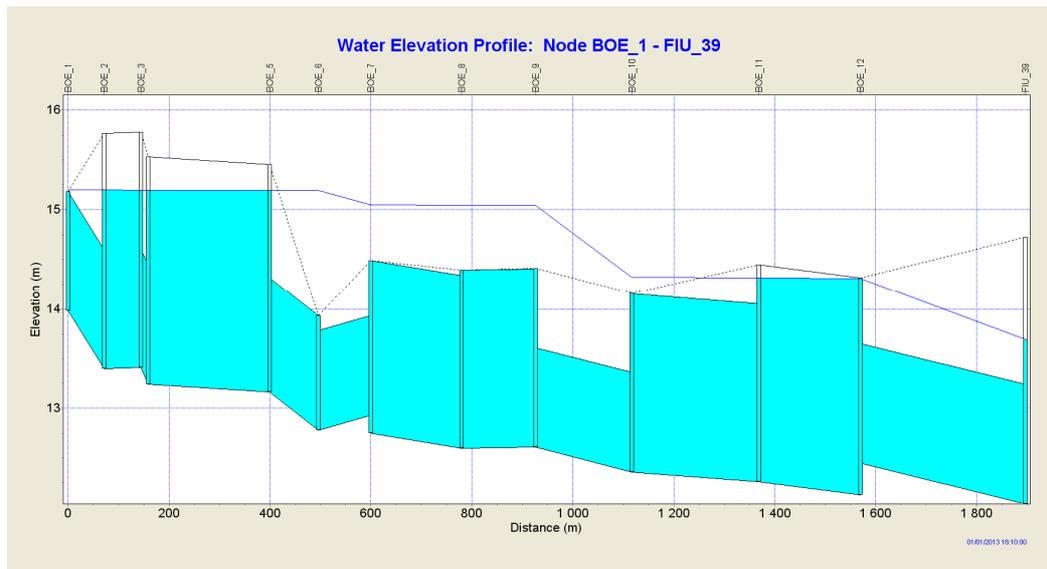


Figura 43. Profilo dello scolo Boetta in condizioni di “deflusso vincolato”(Tr=50 anni).

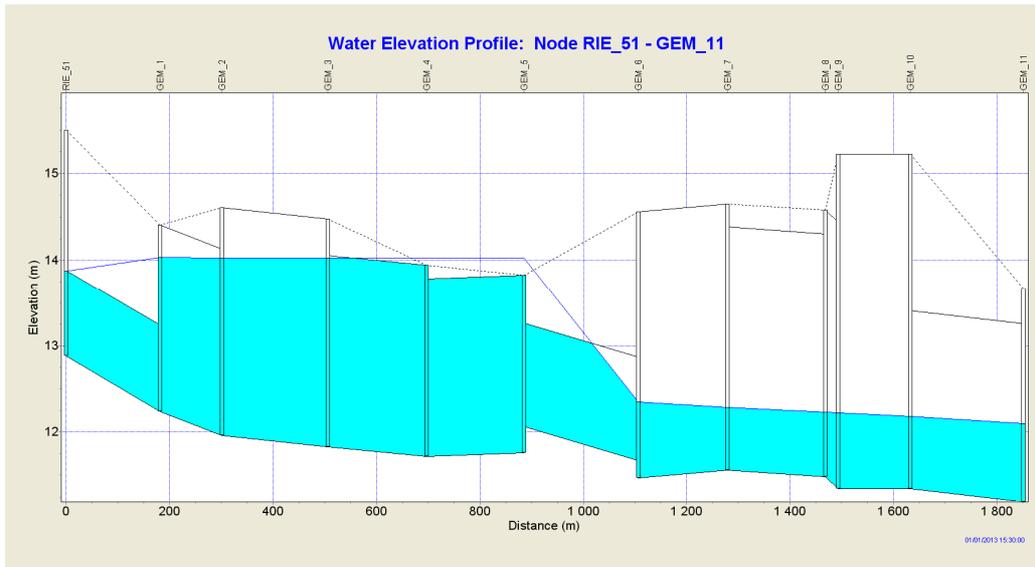


Figura 44. Profilo dello scolo Cimetto in condizioni di “deflusso vincolato”(Tr=50 anni).

Considerazioni

Per un evento meteorico caratterizzato da un tempo di ritorno di 50 anni tutta la rete risulta in crisi.

Scolo Menegon e Fossa Padovana non manifestano esondazioni ma solo tratti in cui il collettamento non è completamente funzionale.

Gli altri scoli invece presentano forti criticità idrauliche dovute come descritto precedentemente per Tr 20 a tratti tombinati che non riescono a collettare efficientemente i valori di portata generabili e tratti in contropendenza che influiscono negativamente sulla potenzialità di deflusso.

Occorre dire che per un evento di tale probabilità di accadimento anche le reti di altri Comuni limitrofi risulterebbe inevitabilmente in condizioni di sofferenza idraulica con ripercussioni sul Comune di Spinea stesso.