

Associazione Temporanea di Imprese tra:



INGEGNERIA DELLE RISORSE IDRICHE

Hydrodata S.p.A. capogruppo mandataria:
via Pomba 23 - 10123 TORINO tel. 011 55 92 811, fax 011 56 20 620
e-mail: hydrodata@hydrodata.it www.hydrodata.it



HY.M. STUDIO
Ingegneria idraulica

Hy.M.Studio mandataria:
via Pomba 23 - 10123 TORINO tel. 011 56 13 103, fax 011 55 92 891
e-mail: hym@hymstudio.it www.hymstudio.it



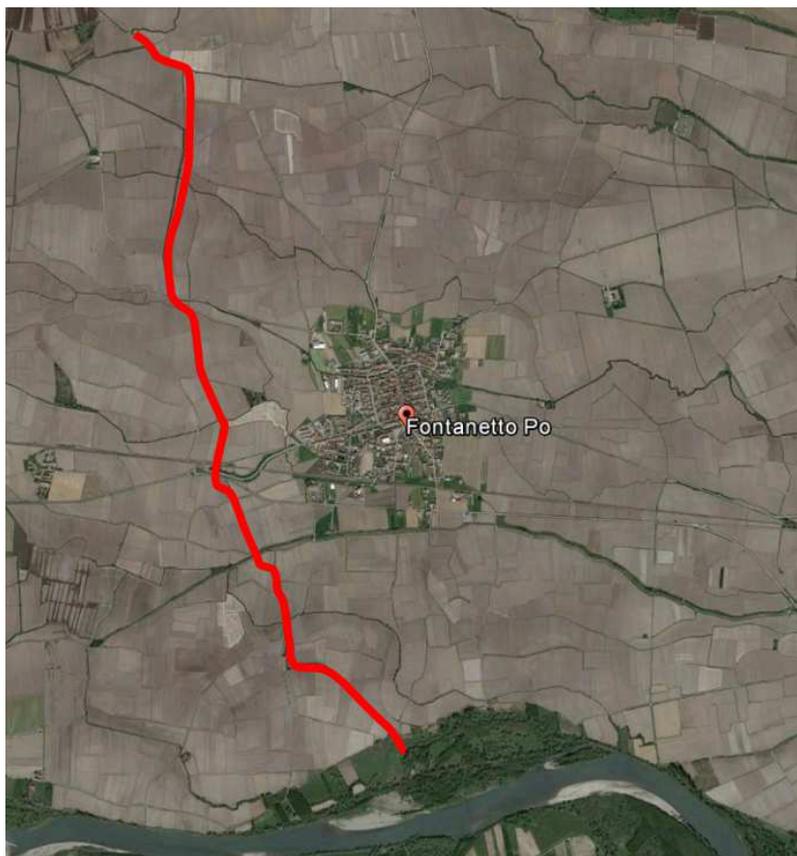
COMUNE DI FONTANETTO PO

Provincia di Vercelli



REALIZZAZIONE CANALE SCOLMATORE AD OVEST DI FONTANETTO PO

PROGETTO DEFINITIVO



Relazione idraulica

CODICE DOCUMENTO

ELABORATO

3218	-	0	8	-	0	0	5	0	1	.	DOC			3.3
------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----	--	--	------------

01	GEN. 20	L. DUTTO	L. DUTTO	C.SOLDERA	
00	MAR.19	L. DUTTO	L. DUTTO	C.SOLDERA	
REV.	DATA	REDAZIONE	VERIFICA	AUTORIZZAZIONE	MODIFICHE



INDICE

1. PREMESSA	1
2. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO IDRAULICO	1
3. ALLESTIMENTO DELLA MODELLISTICA NUMERICA	3
3.1 Schema modellistico	4
3.2 Dati di input e condizioni al contorno	7
4. RISULTATI DELLE VERIFICHE IDRAULICHE	8
4.1 Calcolo delle perdite di carico nei sifoni	8
4.2 Profili idrici sullo scolmatore per gli scenari di progetto	9
4.2.1 Livello di Po associato a evento TR=200 anni	10
4.2.2 Livello di Po associato a evento TR=20 anni	12
4.2.3 Livello di Po non influente	14
4.2.4 Considerazioni in merito ai risultati ottenuti	16
4.3 Analisi degli idrogrammi di portata	18
4.3.1 Andamento delle portate nel canale scolmatore	18
4.3.2 Nodo roggia Cerca	20
4.3.3 Nodo roggia Fonna (immissione)	20
4.3.4 Area di Fontanetto (rogge Fonna e Chiusa)	21
4.3.5 Nodo roggia Camera	21
4.3.6 Effetto complessivo sulla rete dei canali a valle	22
4.4 Condizioni di deflusso nell'abitato di Fontanetto	23
4.5 Condizioni di deflusso nelle rogge a monte dell'abitato di Fontanetto	30
4.6 Grado di sicurezza residuo per malfunzionamenti dei manufatti di regolazione	30
4.7 Configurazione di esercizio alternativa	33
5. VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA	34

ALLEGATO 1 - Schema planimetrico delle modalità di funzionamento del canale scolmatore

ALLEGATO 2 - Risultati delle verifiche idrauliche di progetto in forma tabellare

1. PREMESSA

Il presente documento costituisce relazione idraulica del progetto definitivo per la realizzazione di un canale scolmatore ad Ovest dell'abitato di Fontanetto Po.

In particolare il documento contiene la descrizione dei criteri e metodologie di analisi idraulica adottate e dei risultati ottenuti, con riferimento al dimensionamento delle sezioni di deflusso del nuovo canale e alla verifica delle condizioni di sicurezza idraulica dell'area di interesse.

2. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO IDRAULICO

Per il dimensionamento idraulico del canale scolmatore, congruentemente con le ipotesi alla base dello studio di fattibilità originario dell'opera, si è fatto riferimento ad un evento critico di progetto associato a un tempo di ritorno **TR=100 anni**.

Sempre in continuità con l'impostazione progettuale pregressa sono state valutate le interazioni con il fiume Po assumendo come riferimento portate di piena e livelli associati a un tempo di ritorno TR=200 anni, in accordo peraltro con le indicazioni della Direttiva ADBPO contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce "A" e "B", secondo cui la portata di piena di riferimento da assumere per le valutazioni idrauliche è quella per cui è stata condotta la delimitazione della fascia B.

È stata in ogni caso condotta un'analisi di sensitività dei risultati ottenuti alla condizione di valle adottata, considerando anche la contemporaneità dell'evento di progetto per lo scolmatore con una piena di Po di minore intensità (TR=20 anni) e con livelli di Po non influenti sull'idrodinamica dello scolmatore, così da individuare la condizione più gravosa di verifica e analizzare il comportamento idrodinamico del nuovo canale anche nel tratto di valle al netto dei forti condizionamenti dovuti al rigurgito del fiume.

Come criterio di verifica dell'adeguatezza idraulica delle opere si è imposto il rispetto di un franco minimo di sicurezza idraulica rispetto alla sommità dei rilevati arginali di sponda pari a 1.0 m con riferimento all'evento TR=100 anni e alla più gravosa tra le condizioni di valle (a meno del tratto terminale in golena - fascia B - dove è significativo definire un franco idraulico solo nello scenario non influenzato dai livelli di Po: in caso contrario questi ultimi risultano già superiori alle quote di sponda, che in questa porzione coincidono per la maggior parte con le quote di piano campagna).

Poiché il canale interferisce con una serie di viabilità locali che prevalentemente possono essere mantenute solo rendendo percorribile la sommità dei rilevati arginali, e non volendo prevedere opere di dimensione eccessiva in rapporto all'occupazione di terreno e all'impatto visivo/paesaggistico, per gli attraversamenti di tali viabilità si è ritenuto ammissibile accettare un franco ridotto pari a un minimo di 0.60 m, garantendo comunque un franco minimo di 0.50 m rispetto al carico totale della corrente (ottenuto sommando al livello idrico il termine cinetico della corrente).

Grazie all'analisi modellistica di larga scala condotta sull'intero reticolo principale delle rogge esistenti nell'area di interesse (cfr. relazione idrologica) è stato possibile:

- ricostruire il valore massimo della portata idrologica di piena afferente alla sezione dello scolmatore in corrispondenza dell'intersezione con tali rogge;
- valutare l'incremento di portata dovuto al drenaggio del bacino contribuente nel tratto più a valle, in asse all'abitato di Fontanetto Po;
- stimare, sulla base di un rilievo speditivo della sezione corrente dell'alveo e trascurando eventuali elementi singolari (ponticelli, paratoie, tombini, sifoni) che potrebbero ridurre la luce di deflusso, la portata massima defluibile in alveo senza esondazioni ("capacità di portata") nel tratto in corrispondenza dell'abitato di Fontanetto Po.

Relativamente all'ultimo punto, l'analisi è finalizzata a definire la massima portata di progetto che lo scolmatore può lasciar defluire a valle nelle rogge principali, garantendo adeguate condizioni di sicurezza idraulica presso l'abitato di Fontanetto Po. Si nota infatti come in eventi storici e più recenti il concentrico fu interessato da significativi allagamenti dovuti proprio alle tracimazioni delle rogge che lo attraversano e di quelle defluenti nel territorio a Nord, le cui esondazioni si propagano verso l'abitato.

La Tabella 1 presenta un confronto tra le capacità di portata stimate e le portate massime idrologiche afferenti allo stato attuale, come valore massimo in corrispondenza dell'intersezione con lo scolmatore e dell'abitato di Fontanetto. Si evidenzia come tali portate tengano conto della sovrapposizione di idrogrammi con diverso tempo di risposta all'evento di pioggia di progetto, in relazione alla dimensione e morfologia delle aree contribuenti: i valori massimi riportati in tabella non coincidono necessariamente con la somma dei valori al colmo di portata prodotti da ciascun bacino riportati nella relazione di analisi idrologica.

Per il nodo delle rogge Stura e Cerca i valori indicati tengono conto della ripartizione attuale delle portate in ingresso dal bacino di monte, con grande maggioranza del deflusso che defluisce nella Stura a causa della presenza sulla Cerca di un ponte canale ribassato e di un sostegno con paratoia che provocano un significativo effetto di rigurgito. Si evidenzia comunque come l'apporto della sola roggia Stura a valle dello scolmatore (circa 9 m³/s) sia già superiore alla capacità di portata stimata della roggia.

Roggia	capacità di portata (tratto Fontanetto)	Qmax a scolmatore	Qmax a valle (tratto Fontanetto)
Stura	8.00	9.55	18.78
Cerca	5.00	2.31	2.61
Gambalona	5.00	1.20	1.87
Fonna	2.00	13.66	13.87
Chiusa	6.00	2.90	3.30
Camera	10.00	22.58	23.18

Tabella 1 - Portate massime defluibili nelle rogge principali all'altezza di Fontanetto e portate idrologiche di piena per un evento con TR=100 anni.

Nota: le capacità di portata sono state stimate in via cautelativa assumendo per l'alveo delle rogge un coefficiente di scabrezza espresso secondo Strickler pari a 30 m^{1/3}/s, nonostante esse spesso mostrino condizioni di manutenzione tale da comportare verosimilmente minori resistenze al moto. Si tiene conto quindi forfettariamente della presenza di singolarità che possano ridurre tale capacità di deflusso.

Per valutare invece la significatività delle portate considerate afferenti allo scolmatore, in termini di effettiva possibilità che esse defluiscano almeno nel tratto terminale delle rogge considerate (senza esondare già diffusamente nel tratto a monte) si è considerato in via cautelativa l'assegnazione alle sezioni d'alveo di un coefficiente di scabrezza espresso secondo Strickler pari a $60 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$, che costituisce il massimo ipotizzabile per una sezione in terra o parzialmente rivestita con assenza di vegetazione e materiale fine sul fondo.

Con tali condizioni le rogge risultano in grado di veicolare le portate considerate in progetto, pur se al limite di riempimento delle sezioni per gli apporti più elevati (Camera, Fonna, Candelera a monte del nodo Stura-Cerca).

Si evidenzia pertanto:

- che lo schema di portate considerato è verosimile e adeguato come scenario di progetto cautelativo; nella realtà credibilmente le portate effettivamente in arrivo allo scolmatore saranno inferiori a causa di fuoriuscite laterali nelle aree più a monte, in particolare in presenza di elementi singolari quali attraversamenti o paratoie;
- che l'assunzione di considerare un tempo di ritorno di progetto per le nuove opere pari a 100 anni è consistente, in quanto già corrispondente al limite (cautelativo) della capacità di portata delle rogge principali: considerare tempi di ritorno superiori non avrebbe effetto sulle portate afferenti allo scolmatore ma incrementerebbe solo le esondazioni nei tratti più a monte.

In funzione delle portate di Tabella 1 è stato quindi definito lo schema di funzionamento del canale scolmatore, come descritto nel capitolo 4, con l'obiettivo di definire una configurazione di esercizio di progetto relativa all'evento critico simulato, in grado di soddisfare gli obiettivi enunciati.

A seguito del confronto con il Comune di Fontanetto è stata inoltre proposta una configurazione di esercizio alternativa finalizzata a ridurre i deflussi transitabili nelle rogge adiacenti l'abitato. Tale configurazione è descritta nel capitolo 4. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** e in allegato 1.

Nell'ordinaria gestione delle opere, in particolare per eventi di minore gravosità e/o differente distribuzione spaziale delle piogge, l'effettiva ripartizione delle portate tra rogge e scolmatori potrà comunque essere gestita in tempo reale dai preposti mediante i manufatti di regolazione, decidendo, sulla base delle condizioni di criticità effettive osservate in sito, la modalità più opportuna di deviazione delle portate.

3. ALLESTIMENTO DELLA MODELLISTICA NUMERICA

Per l'analisi idraulica della rete dei canali sono stati utilizzati i modelli numerici già allestiti per l'analisi idrologica (necessari per simulare le modalità di propagazione degli idrogrammi nella rete dei canali), realizzando a partire da essi un modello rappresentativo della configurazione di progetto, in cui è stato inserito il nuovo canale in progetto e le opere di regolazione accessorie.

I modelli allestiti sono in particolare due:

- uno complessivo dell'area, con la schematizzazione dell'intera rete principale delle rogge (nelle due configurazioni di stato attuale e progetto);
- uno di dettaglio relativo al solo concentrico di Fontanetto, utilizzato per definire con certezza gli elementi di criticità e la massima capacità di portata della rete nel tratto cittadino. Per questo modello le geometrie di

stato attuale e progetto non variano, ma si modifica la portata defluente nei canali a seguito della realizzazione del nuovo scolmatore.

Per la descrizione di maggior dettaglio dei modelli allestiti, del codice di calcolo utilizzato, dei dati di input si rimanda alla relazione idrologica. Di seguito si fornisce una sintesi degli elementi di maggiore interesse.

3.1 Schema modellistico

I modelli numerici sono stati allestiti utilizzando il codice di calcolo monodimensionale MIKE11 del DHI, del quale è fornita una sintetica descrizione in allegato alla relazione idrologica.

In Figura 1 e Figura 2 si fornisce una rappresentazione schematica della struttura del modello a grande scala, rispettivamente nelle due configurazioni di stato attuale e progetto.

Per la realizzazione di quest'ultimo sono stati interrotti in corrispondenza dell'intersezione con lo scolmatore i rami delle varie rogge afferenti, facendo confluire nell'asta principale l'intero contributo di portata. In corrispondenza di ciascuno di questi nodi è stata inserita un'uscita di portata definita mediante un idrogramma variabile nel tempo, sincronizzato con i tempi di propagazione dell'onda di piena nel canale. Il medesimo idrogramma è stato inserito come input in testa ai rami di valle delle rogge "interrotte", rappresentando l'andamento delle portate che potrà essere in esse rilasciato per analizzarne la propagazione verso valle.

Questo schema semplificato ha permesso di non rappresentare mediante paratoie e sfiori le uscite dallo scolmatore nei vari nodi, complicazione che avrebbe richiesto un incremento notevole del numero di iterazioni necessarie per ottenere la configurazione ottimale (dovendo di volta in volta adeguare le dimensioni/aperture delle luci per ottenere le portate richieste in relazione alla variazione dei livelli nel canale). L'imposizione di un'apertura costante nel tempo peraltro non sarebbe stata neppure significativa, visto che come già detto si vuole rappresentare una modalità tipo di esercizio, suscettibile di variazioni in tempo reale in relazione all'effettivo sviluppo dell'evento di piena sulla rete dei canali.

Per la sola roggia Camera, dove il manufatto di derivazione verso il nuovo canale è di significativa rilevanza tecnica (viste le portate in gioco), a seguito di questa ottimizzazione iniziale sono state rappresentate le effettive geometrie di paratoie e luci di sfioro, verificando nello scolmatore l'effetto di sovrapposizione dell'idrogramma in arrivo da monte con quello rilasciato da apertura fissa delle paratoie di derivazione.

Nel modello sono invece stati rappresentati mediante le strutture specifiche disponibili nel MIKE11 (culvert, weir, luci sotto battente) tutti i manufatti di regolazione delle portate sullo scolmatore, ovvero paratoie e sfiori di emergenza, e tutti i manufatti interferenti (ponticelli di attraversamento, sifoni, strutture di supporto delle paratoie).

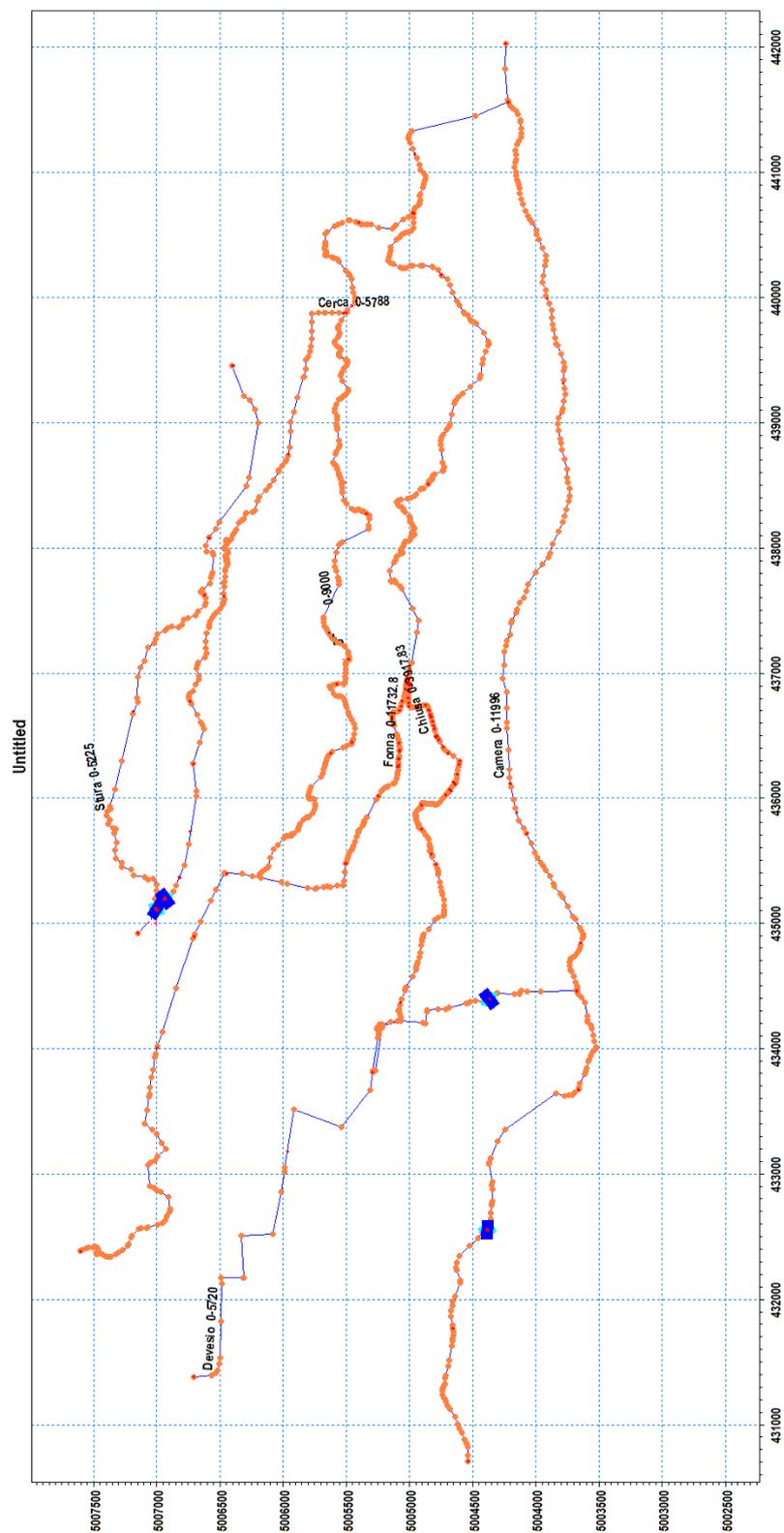


Figura 1 - Schema del modello monodimensionale rappresentativo delle condizioni di stato attuale.

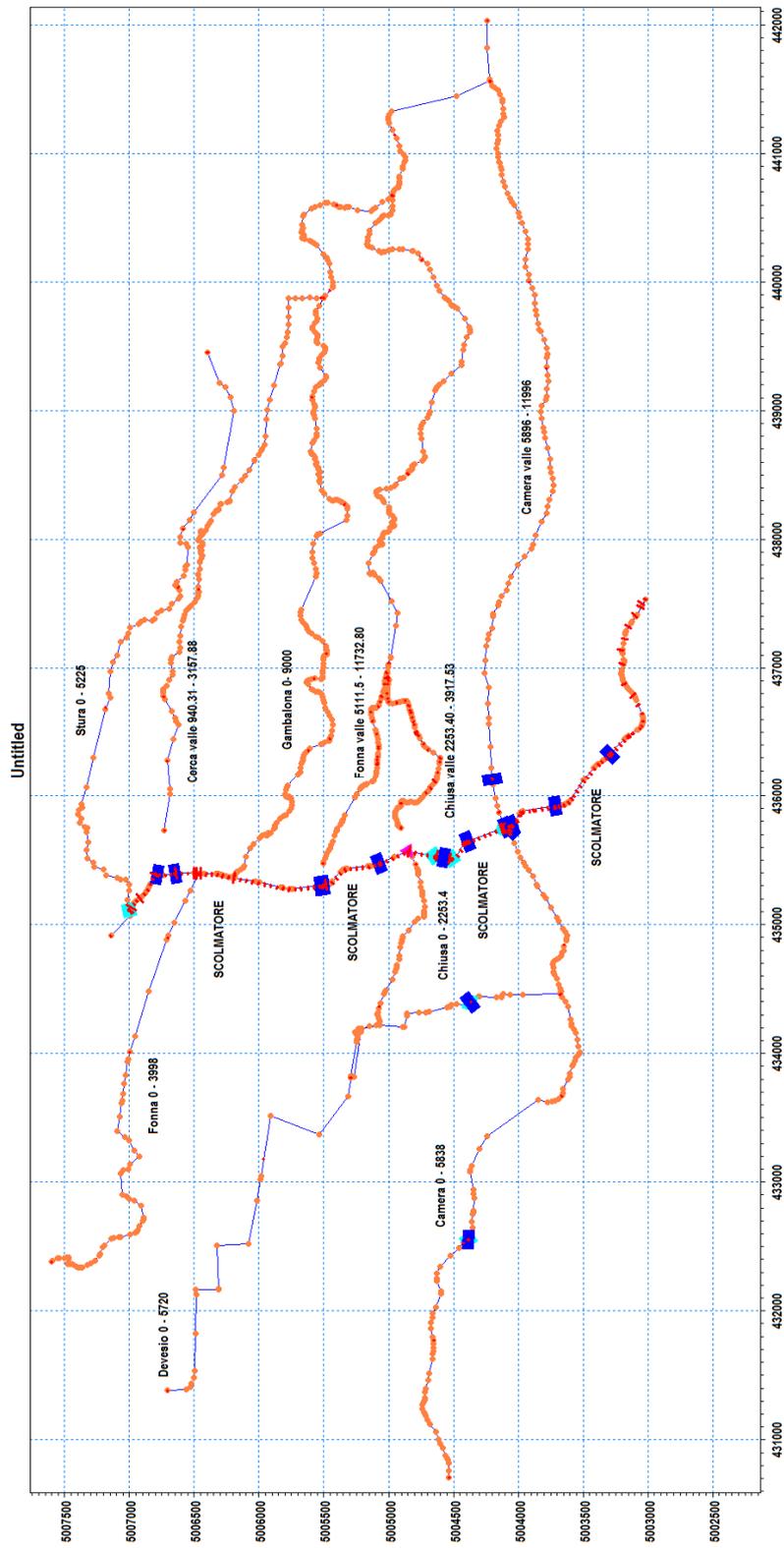


Figura 2 - Schema del modello monodimensionale rappresentativo delle condizioni di progetto.

3.2 Dati di input e condizioni al contorno

Per maggiori dettagli si rimanda alla descrizione dei modelli e delle attività preparatorie per l'allestimento degli stessi contenuta nella relazione idrologica; di seguito si fornisce solo una breve sintesi.

La geometria utilizzata per i modelli si basa su uno specifico rilievo topografico della rete idrografica artificiale presente sul territorio in esame, finalizzata a ottenere:

1. una caratterizzazione geometrica di estremo dettaglio dei canali irrigui e relativi manufatti di attraversamento e regolazione che transitano nel centro abitato di Fontanetto Po;
2. una caratterizzazione geometrica speditiva della rete di canali presenti nell'intorno dell'abitato, funzionale a quantificare e rappresentare la propagazione degli idrogrammi di piena in termini di valore al colmo, forma e volume. Tale rilievo speditivo è stato poi integrato con le sezioni estratte dal piano quotato di rilievo celerimetrico eseguito in asse al previsto tracciato dello scolmatore.

Le condizioni al contorno utilizzate nel modello sono le seguenti:

- idrogramma di portata assegnato nella sezione più a monte dei vari rami (definito dall'analisi descritta nella relazione idrologica);
- aggiunte di contributi di portata rappresentative dell'apporto delle aree contribuenti poste più a valle, inserita come contributo gradualmente variabile lungo la lunghezza o in corrispondenza di immissioni significative ove individuabili;
- scala di deflusso in moto uniforme imposta nelle sezioni terminali di valle del modello (nodo di Spinapesce e sezione di valle della roggia Stura).

Per la valutazione dei coefficienti di scabrezza da inserire nel modello si sono eseguiti sopralluoghi in campo in cui si sono valutati la destinazione di uso del suolo delle aree esterne all'alveo inciso, le caratteristiche granulometriche del materiale d'alveo e quelle morfologiche (brusche variazioni di geometria della sezione). Le indicazioni acquisite nelle ricognizioni di campo sono state quindi riferite alla metodologia prescritta nella Deliberazione 11 maggio 1999 dell'Autorità di Bacino del Fiume Po - aggiornata con deliberazione n.10 del Comitato Istituzionale del 5 Aprile 2006 "*Criteria per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B*" e degli altri riferimenti normativi in essa citati.

Si sono quindi cautelativamente assunti coefficienti di scabrezza espressa secondo Strickler pari a $30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ per le aree di alveo con presenza di vegetazione e di $40 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ per quelle rivestite in cls.

Come detto in precedenza (capitolo 2), per la verifica della compatibilità delle portate afferenti di progetto con le sezioni delle rogge (tratto in prossimità dello scolmatore) in via cautelativa si sono assunti coefficienti di scabrezza pari a $60 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$

4. RISULTATI DELLE VERIFICHE IDRAULICHE

Nel seguito si descrivono i risultati ottenuti dalle verifiche idrauliche condotte sulla soluzione definitiva di progetto, che è stata ottimizzata con successive iterazioni per quanto riguarda gli aspetti idraulici (funzionalità dei manufatti, rispetto dei franchi) e tecnico-progettuali (mantenimento della continuità e funzionalità del reticolo irriguo esistente, bilancio dei volumi di scavo e di riporto, corretto funzionamento dei manufatti).

Si nota come si sia tra l'altro ricercato un bilanciamento tra il rispetto delle portate massime compatibili con l'alveo di valle delle rogge e il contenimento delle dimensioni dello scolmatore a valori non eccessivi in termini di impatto sul territorio.

In particolare, tutelando strettamente i tratti di valle già messi in crisi dalle portate delle aree contribuenti residue a valle scolmatore (roggia Stura, roggia Fonna), nelle quali nello schema di progetto si prevede un rilascio nullo, è stato previsto un rilascio di portata all'interno delle rogge che dalle verifiche condotte sono parse in grado di veicolarlo a valle senza generare criticità idrauliche.

Si ribadisce come lo schema proposto di bilancio delle portate in ingresso e uscita non sia l'unico possibile, e anzi le opere in progetto consentano una gestione "flessibile" dell'evento, anche eventualmente giocando sul franco idraulico residuo dove risultasse conveniente per la minimizzazione complessiva del grado di rischio idraulico del territorio, in relazione alle caratteristiche effettive dell'evento di piena in corso.

In dettaglio è previsto dallo scolmatore il recapito dei seguenti valori massimi di portata entro le rogge a valle:

- roggia Cerca: 4.5 m³/s;
- roggia Gambalona: 2.5 m³/s;
- roggia Chiusa: 4.0 m³/s;
- roggia Camera: si prevede di lasciar proseguire a valle circa 5.0 m³/s (valore inferiore alla capacità di deflusso stimata, così da disporre di un margine di sicurezza in caso di ipotetici malfunzionamenti delle paratoie).

Nel capitolo 4.3 si descrivono in maggior dettaglio gli idrogrammi di portata in ingresso e uscita considerati.

Nei capitoli che seguono si descrivono i risultati delle verifiche idrauliche condotte con riferimento a questo schema di funzionamento.

4.1 Calcolo delle perdite di carico nei sifoni

I sifoni previsti in progetto per l'attraversamento della linea ferroviaria / S.P. 31bis e della roggia Camera sono stati schematizzati direttamente all'interno del modello MIKE11, utilizzando una struttura composita costituita da weir (briglie) e culvert (tombini).

Tuttavia si è ritenuto più opportuno condurre una verifica dei risultati forniti dal modello calcolando le perdite di carico attese mediante le formule classiche dell'idraulica, con particolare riferimento al sifone che sottopasserà la ferrovia. Quest'ultimo verrà realizzato mediante inserimento di 3 canne di diametro interno pari a 2200 mm in cemento armato di lunghezza pari a 100 m.

Le perdite di carico introdotte nel calcolo sono:

- perdita nel canale scolmatore;
- perdita di imbocco;
- perdite distribuite lungo il sifone;
- perdita allo sbocco.

Il calcolo delle perdite distribuite è stato fatto in riferimento alla formula di Chezy:

$$\Delta H = J \cdot L = \beta \cdot \frac{Q^2}{D^5} \cdot L = \frac{10.3}{K_s^2 \cdot D^{1/3}} \cdot \frac{Q^2}{D^5} \cdot L,$$

in cui K_s è il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler, assunto pari a 70 m^{1/3}/s per le condotte in calcestruzzo, Q è la portata in ingresso nel sifone, desunta dal modello idraulico e pari a 16.87 m³/s, e D è il diametro interno della tubazione.

Le perdite di carico concentrate sono state calcolate con la formulazione seguente:

$$\Delta H = \xi \cdot \frac{U^2}{2 \cdot g}$$

ove U è la velocità media nella singola condotta [m/s] e ξ è un coefficiente funzione della tipologia di perdita considerata. La perdita di carico concentrata in corrispondenza del canale è stata determinata in riferimento alla medesima formulazione sopra riportata, nella quale U è stata assunta pari a 0.9 m/s (velocità media nello scolmatore).

Le perdite di carico complessive risultano pari a circa 31 cm (Tabella 2), confrontabili con quanto ottenuto mediante la modellazione idraulica effettuata pari a 26 cm.

	Perdita di carico [m]
Imbocco	0.06
Perdita distribuita lungo il sifone	0.10
Sbocco	0.11
Perdita di carico nel canale	0.04
Totale	0.31

Tabella 2 - Calcolo delle perdite di carico lungo il sifone.

4.2 Profili idrici sullo scolmatore per gli scenari di progetto

Nelle figure seguenti si riporta una rappresentazione del profilo idrico massimo registrato nel corso dell'evento per gli scenari considerati (definiti nel titolo del capitolo). In allegato sono forniti i corrispondenti risultati in forma tabellare.

4.2.1 Livello di Po associato a evento TR=200 anni

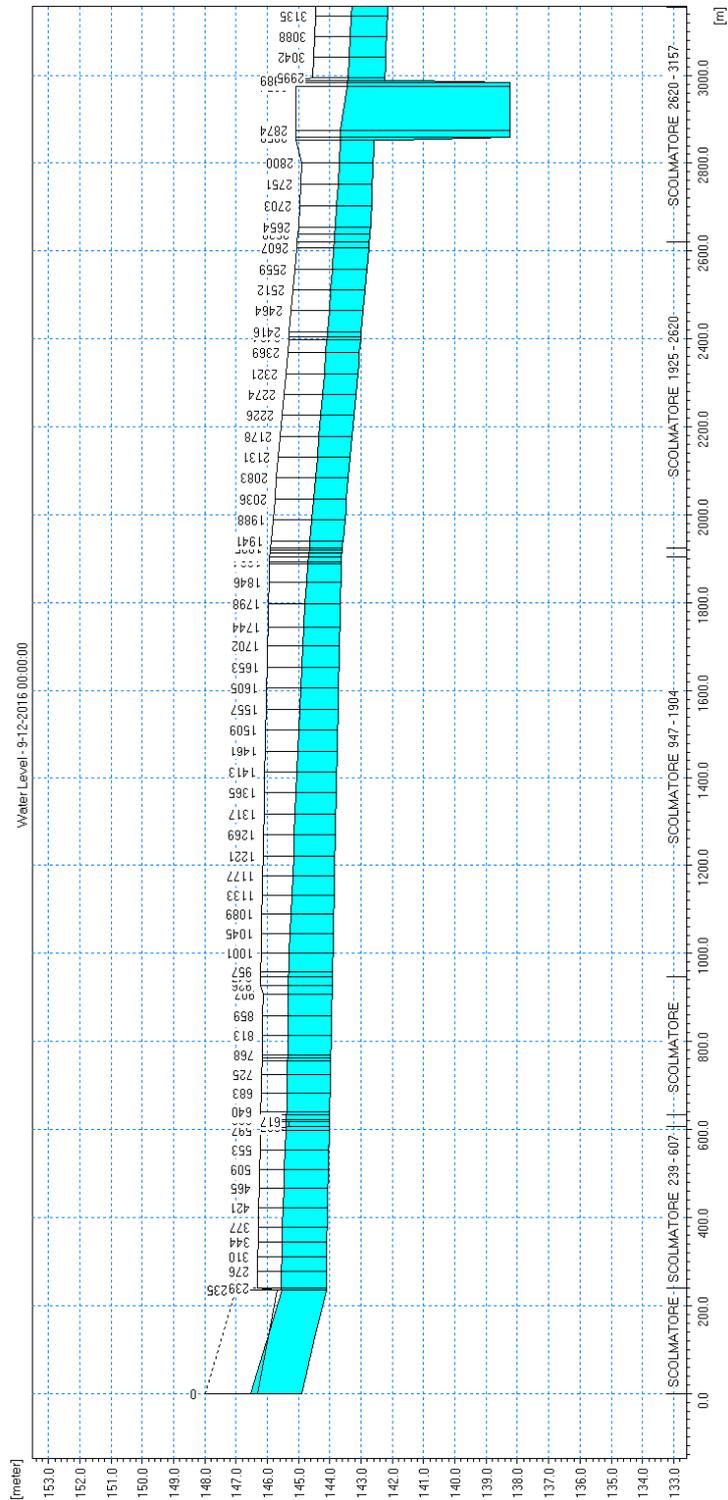


Figura 3 - Profilo idrico massimo nello scolmatore per evento TR=100 anni associato ad un evento di Po per tempo di ritorno 200 anni (tratto di monte).

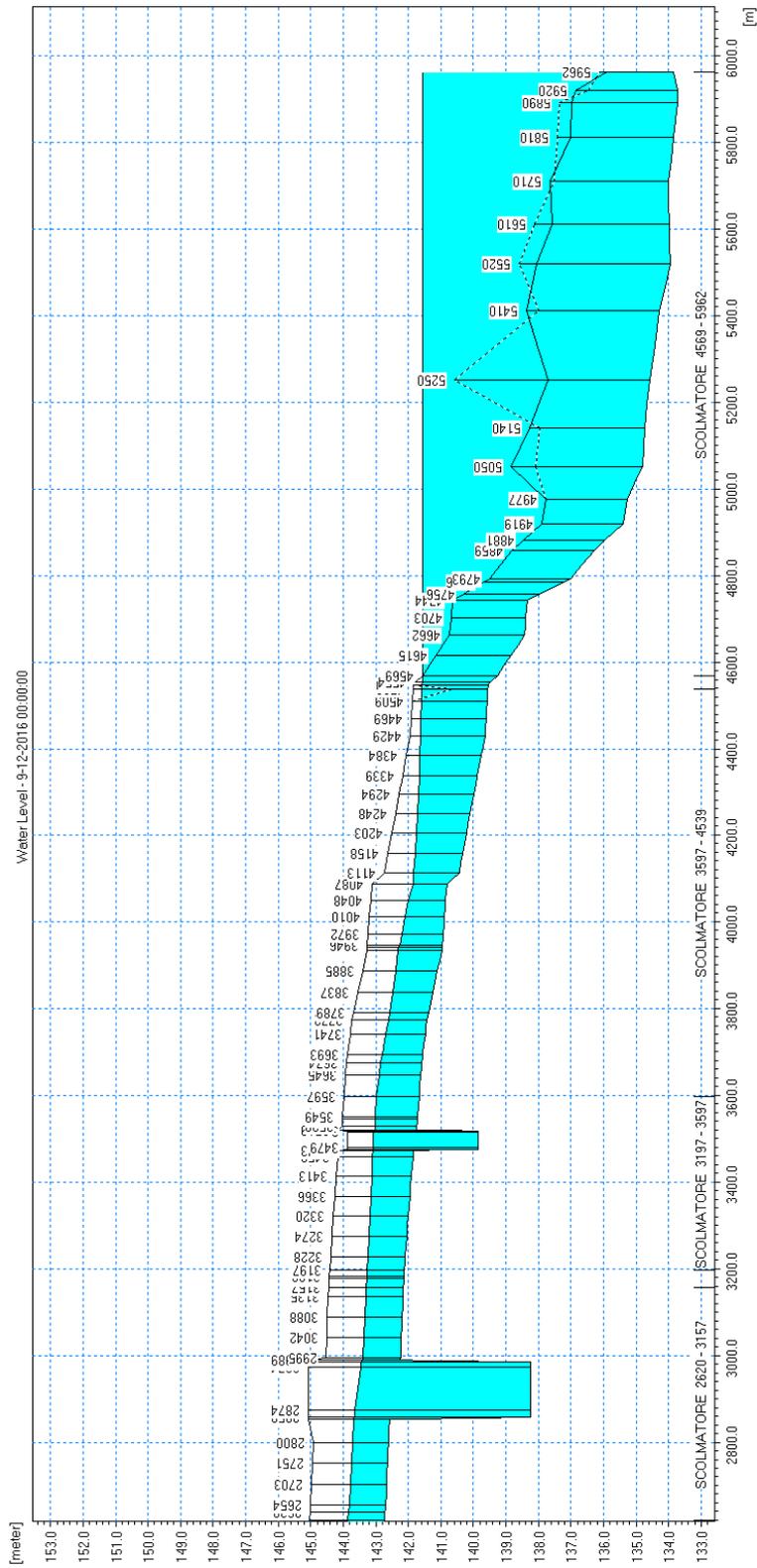


Figura 4 - Profilo idrico massimo nello scolmatore per evento TR=100 anni associato ad un evento di Po per tempo di ritorno 200 anni (tratto di valle).

4.2.2 Livello di Po associato a evento TR=20 anni

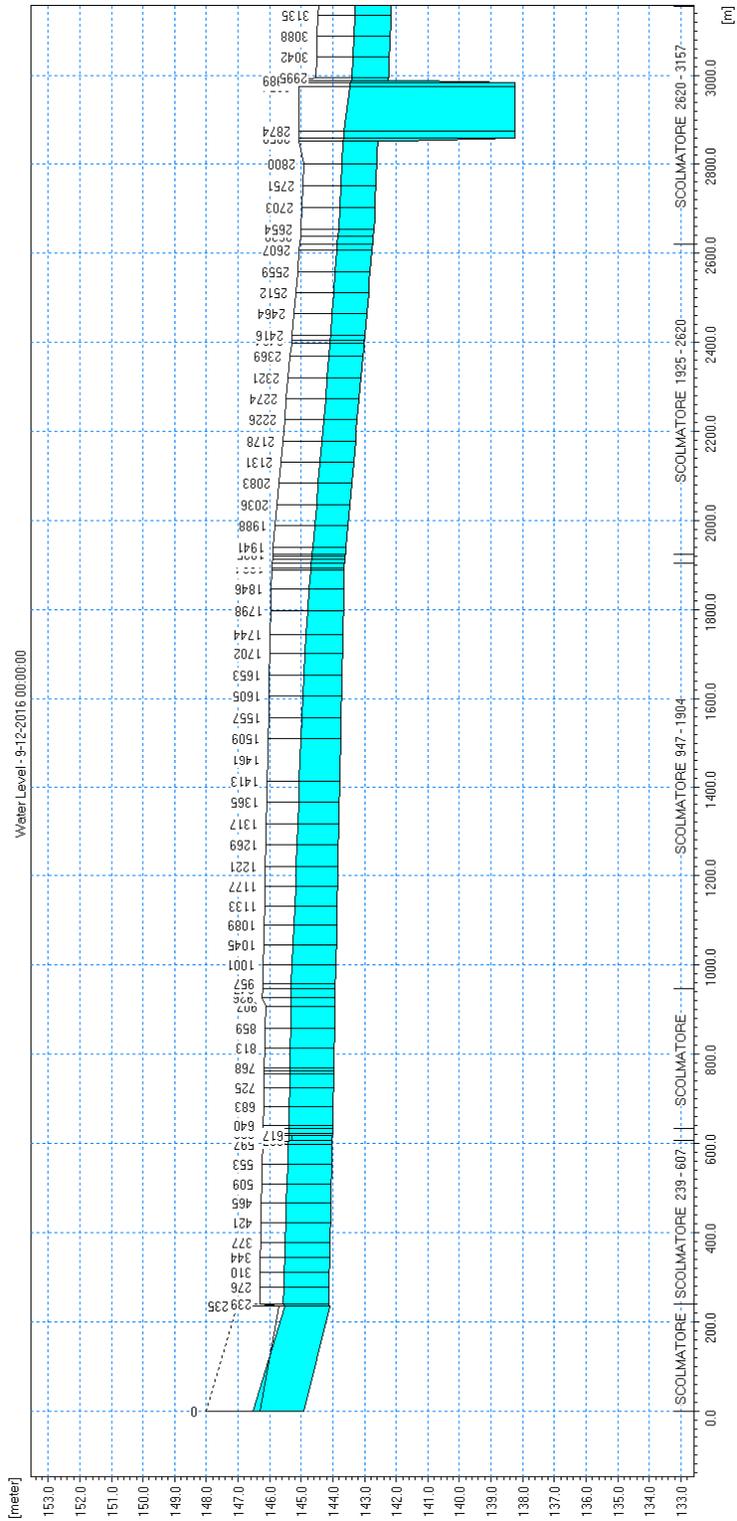


Figura 5 - Profilo idrico massimo nello scolmatore per evento TR=100 anni associato ad un evento di Po per tempo di ritorno 20 anni (tratto di monte).

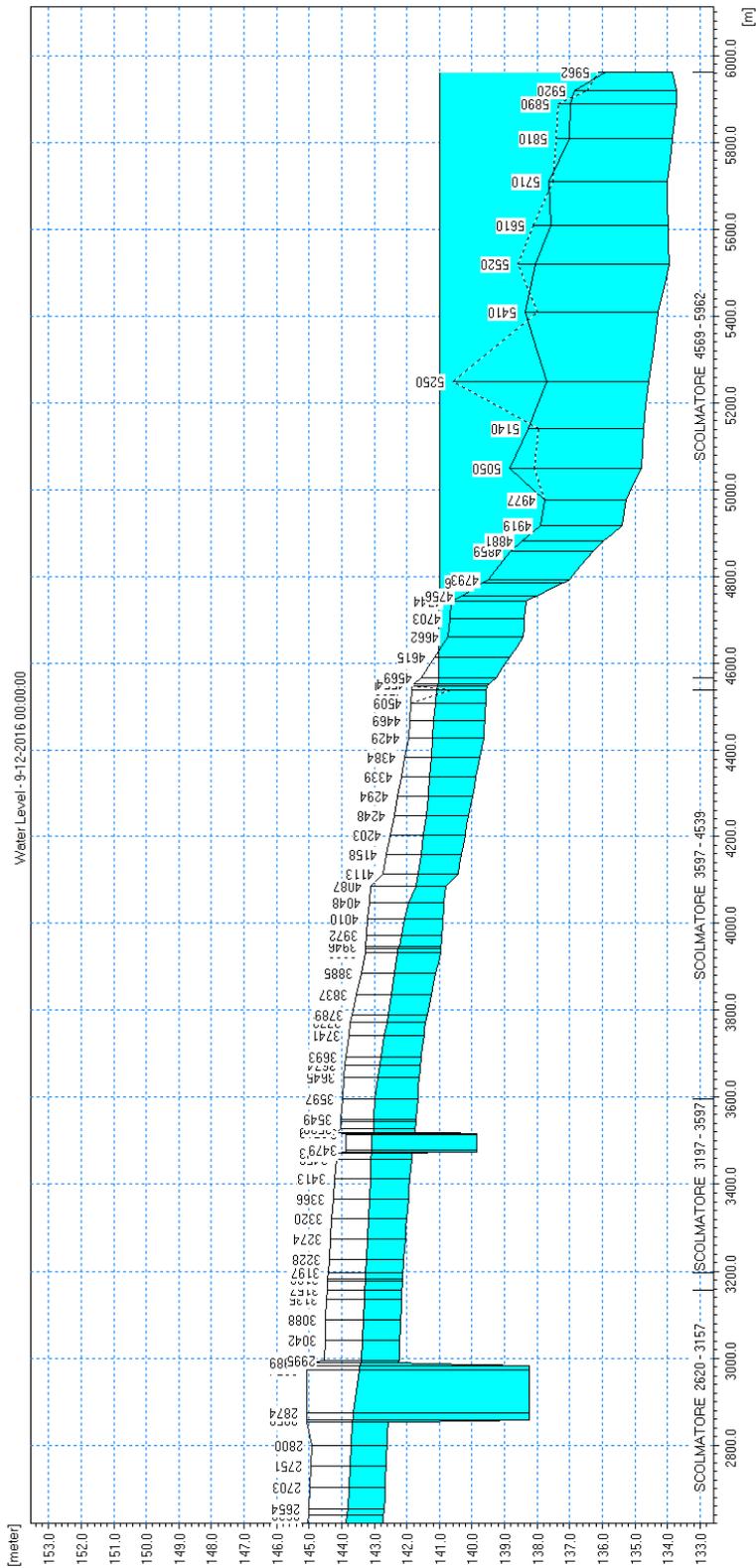


Figura 6 - Profilo idrico massimo nello scolmatore per evento TR=100 anni associato ad un evento di Po per tempo di ritorno 20 anni (tratto di valle).

4.2.3 Livello di Po non influente

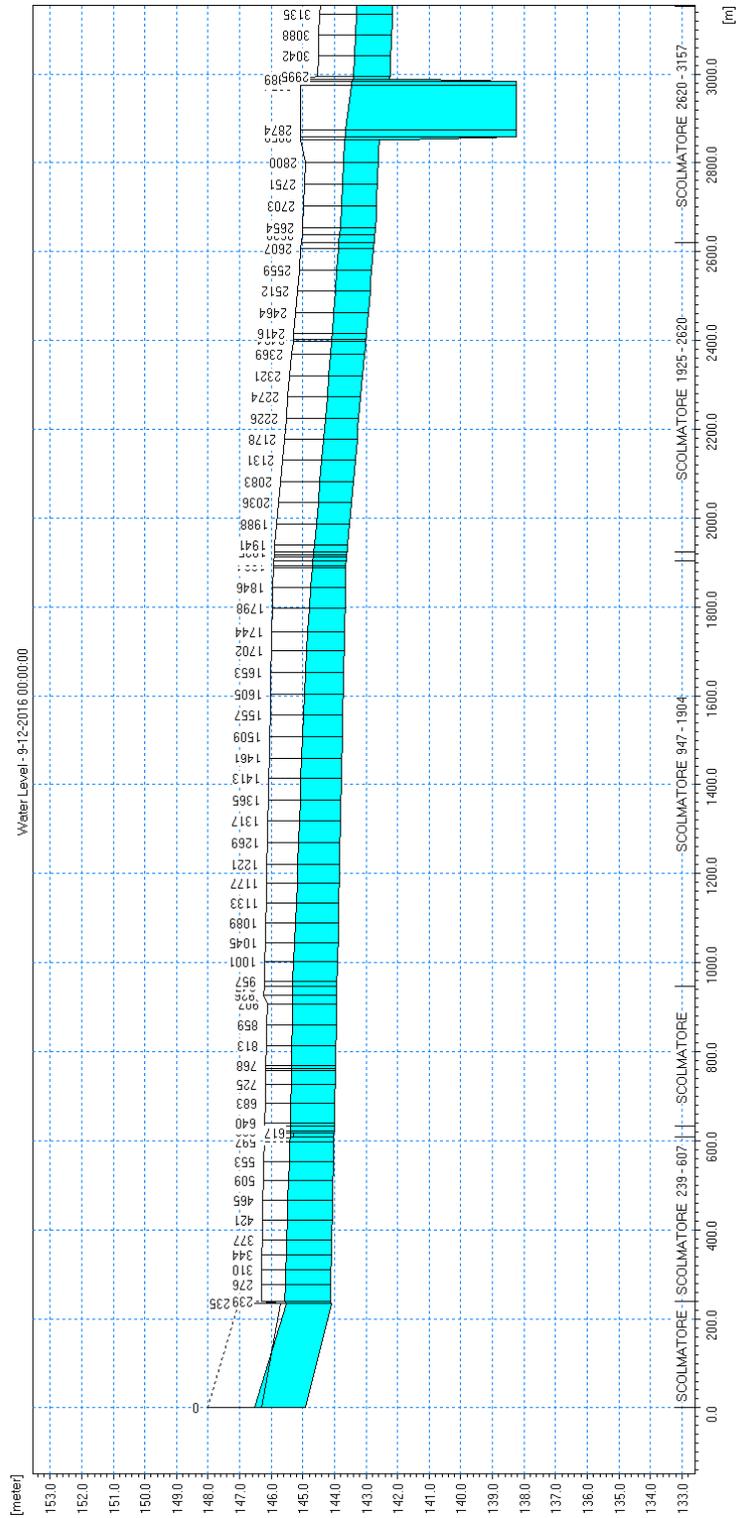


Figura 7 - Profilo idrico massimo nello scolmatore per evento TR=100 anni associato ad un evento di Po con livello non influente (tratto di monte).

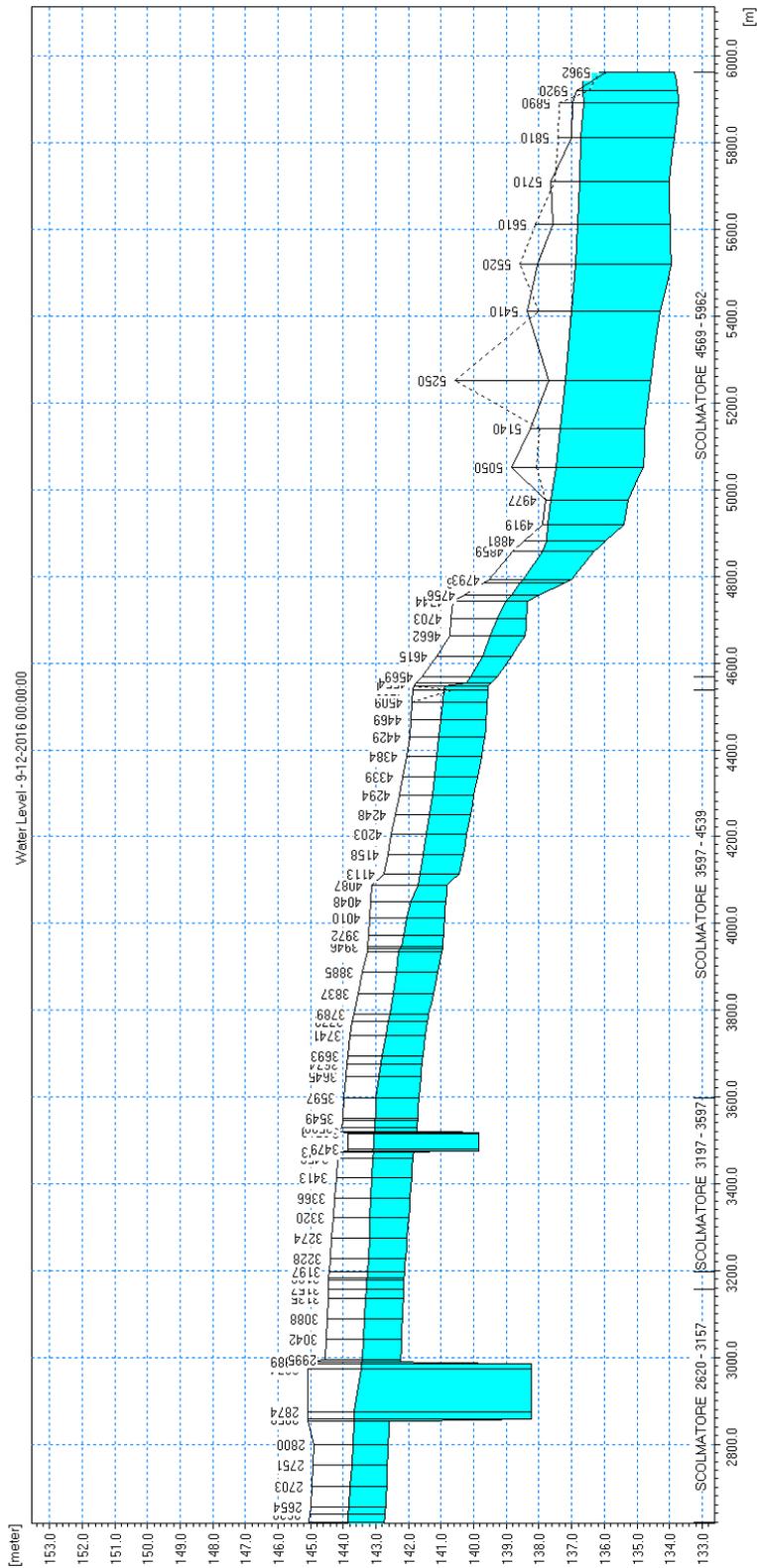


Figura 8 - Profilo idrico massimo nello scolmatore per evento TR=100 anni associato ad un evento di Po con livello non influente (tratto di valle).

4.2.4 Considerazioni in merito ai risultati ottenuti

La diversa condizione al contorno di valle incide significativamente sull'idrodinamica del canale all'incirca fino (risalendo da valle) all'intersezione con la roggia Reale per TR=200 anni dell'evento di Po, e circa fino all'intersezione con la roggia Logna per un evento ventennale.

Tali aree risultano congruente perimetrare all'interno della fascia B di Po, trovandosi nell'area golenale a valle del terrazzo morfologico che confina le acque di piena del fiume. Come meglio descritto nella relazione idrologica, alla quale si rimanda, la fascia A è stata oggetto di modifica con la Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po n.7 del 21/12/2010, ed è oggi ubicata a valle del limite di valle dell'intervento. In particolare essa è stata spostata in posizione più prossima all'alveo inciso, in corrispondenza dell'argine golenale previsto nell'ambito di un progetto di realizzazione di una cassa di espansione chiusa in golena. Le perimetrazioni di pericolosità idrauliche contenute nel più recente PGRA tuttavia non recepiscono tale progetto e mostrano un limite tra le aree di pericolosità elevata e moderata che si attesta sostanzialmente sul limite di fascia A antecedente tale modifica, anzi ulteriormente espandendosi verso Nord in alcuni tratti (cfr. Figura 9). Per le finalità del presente documento pertanto si è ritenuto più opportuno fare riferimento – per confronto – alla versione originaria delle fasce fluviali.

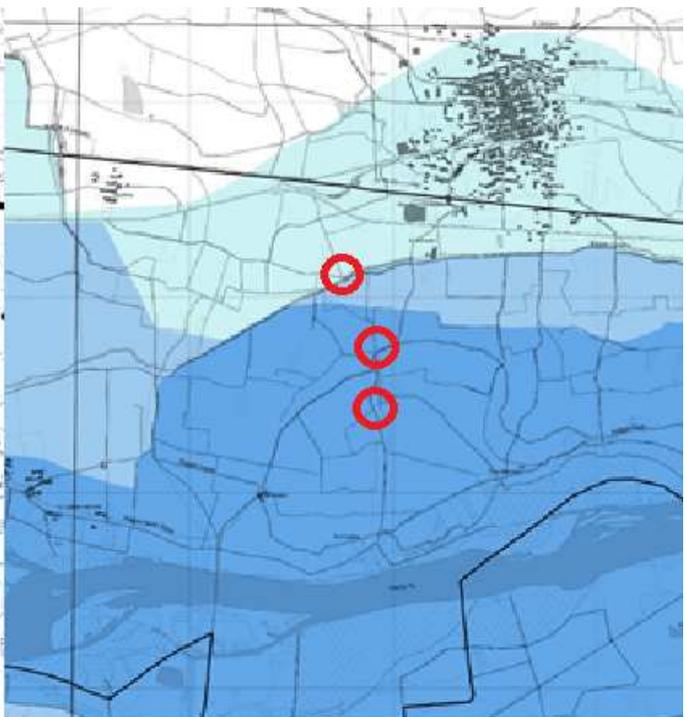
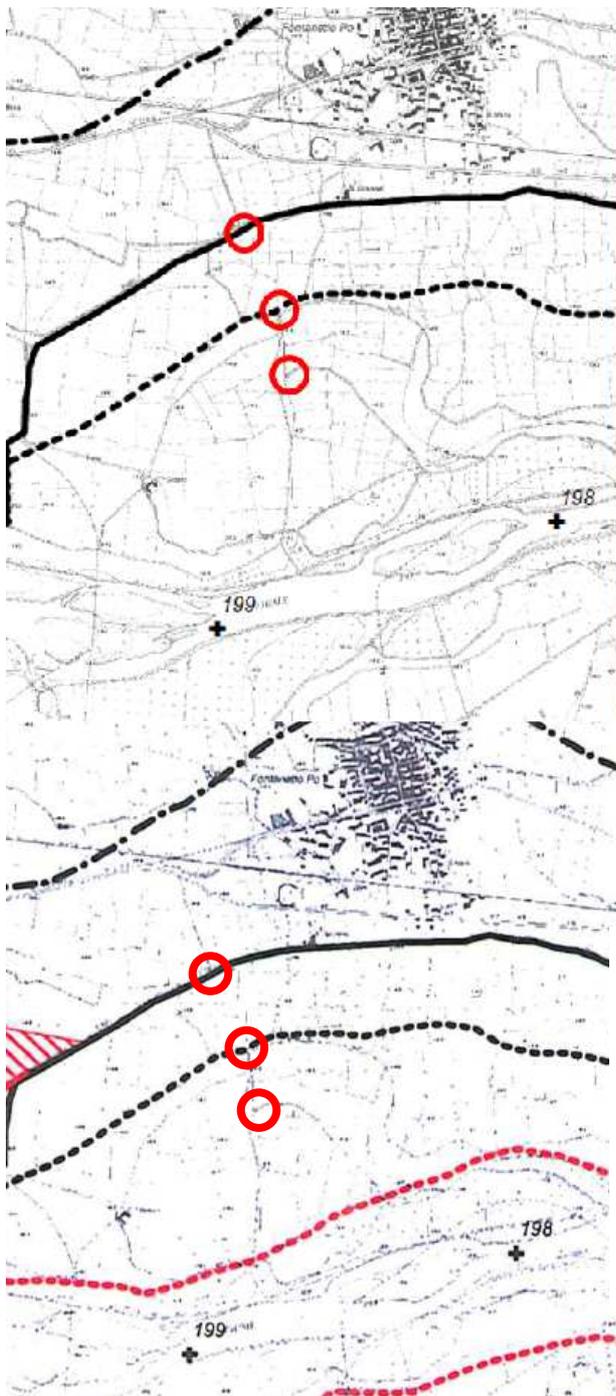
In corrispondenza di eventi di piena gravosi le zone in esame sono sommerse da significative altezze idriche sul piano campagna (i livelli di piena di riferimento, per i quali si rimanda alla relazione idrologica, sono pari a 141.55 m s.m. e 141.00 m s.m.), e conseguentemente anche il canale scolmatore risulta sommerso, ma comunque in grado di recapitare la propria portata senza rilevanti effetti di rigurgito verso monte.

In particolare il sifone al di sotto della roggia Camera non risulta interessato da fenomeni di rigurgito da valle per nessuna delle condizioni esaminate, svincolando pertanto anche l'intero tratto a monte. Tale condizione appare meno gravosa di quella attesa dall'esame delle fasce fluviali: la fascia B si attesterebbe infatti a ridosso della roggia Camera, probabilmente con una perimetrazione cautelativa vista la morfologia dell'area. Tale andamento è sostanzialmente confermato dalle perimetrazioni di pericolosità idraulica fornite dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA, Figura 9).

In assenza di rigurgito di Po il tratto a valle della roggia Camera, viste le pendenze significative, presenterebbe franchi idraulici superiori al metro.

Franchi congruenti con i criteri di dimensionamento sono osservati in tutto il tracciato dello scolmatore a monte, con valori dell'ordine di 1.10 m nel primo tratto di monte (dall'incile per il primo km circa, fino in prossimità dell'immissione della roggia Fonna), per poi crescere gradualmente portandosi su valori di oltre 1.40 m sostanzialmente stabili nel tratto compreso tra l'uscita della roggia Fonna fino a valle del sifone della roggia Camera.

Gli attraversamenti presenti sono interessati da un franco idraulico minore, con un minimo pari a 0.61 m (viabilità poco a valle della roggia Cerca) e gli altri valori compresi tra 0.86 m e 0.93 m. Per tutti gli attraversamenti risulta soddisfatto il criterio di verifica di un franco minimo di 0.50 m rispetto al carico totale della corrente.



LEGENDA

Delimitazione del PAI		Modifiche e integrazioni del Progetto di variante
	limite (*) tra la Fascia A e la Fascia B	
	limite (*) tra la Fascia B e la Fascia C	
	limite (*) esterno della Fascia C	
	limite (*) di progetto tra la Fascia B e la Fascia C	

Elementi conoscitivi	
Delimitazione del PAI	Modifiche e integrazioni del Progetto di variante
	area inondabile per eventi della piena di riferimento in assenza dell'intervento di realizzazione del limite del progetto <small>(solo per i casi di escavo per cui è disponibile lo specifico approfondimento)</small>

Figura 9 - Fasce fluviali in sinistra Po e indicazione (cerchiate, da valle verso monte) delle intersezioni del nuovo scolmatore con le rogge Logna, Reale, Camera (sx, alto). Analoga rappresentazione estratta dal PGRA, con indicazioni delle aree di pericolosità idraulica del fiume Po (dx, alto). In basso sovrapposizione con la variante alle fasce fluviali da Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po n.7 del 21/12/2010.

4.3 **Analisi degli idrogrammi di portata**

Le verifiche idrauliche eseguite sono state condotte in moto vario, in quanto le modalità di formazione/propagazione degli idrogrammi e sovrapposizione dei colmi incidono in modo rilevante sui valori massimi di portata defluenti nei canali. Per tale ragione non si ha sempre una congruenza tra il valore massimo di portata registrato a valle di un nodo e la somma dei valori massimi afferenti da monte.

Per una migliore comprensione delle dinamiche di funzionamento del canale scolmatore si riportano nei capitoli seguenti alcuni confronti tra gli idrogrammi in ingresso e uscita da quest'ultimo in corrispondenza dei nodi più significativi. La serie è preceduta da un grafico di confronto degli idrogrammi di piena all'interno del canale scolmatore, in differenti sezioni significative, per descrivere le modificazioni che subisce l'onda in transito.

4.3.1 Andamento delle portate nel canale scolmatore

In Figura 10 sono posti a confronto gli idrogrammi defluenti nello scolmatore a valle di nodi idraulici significativi.

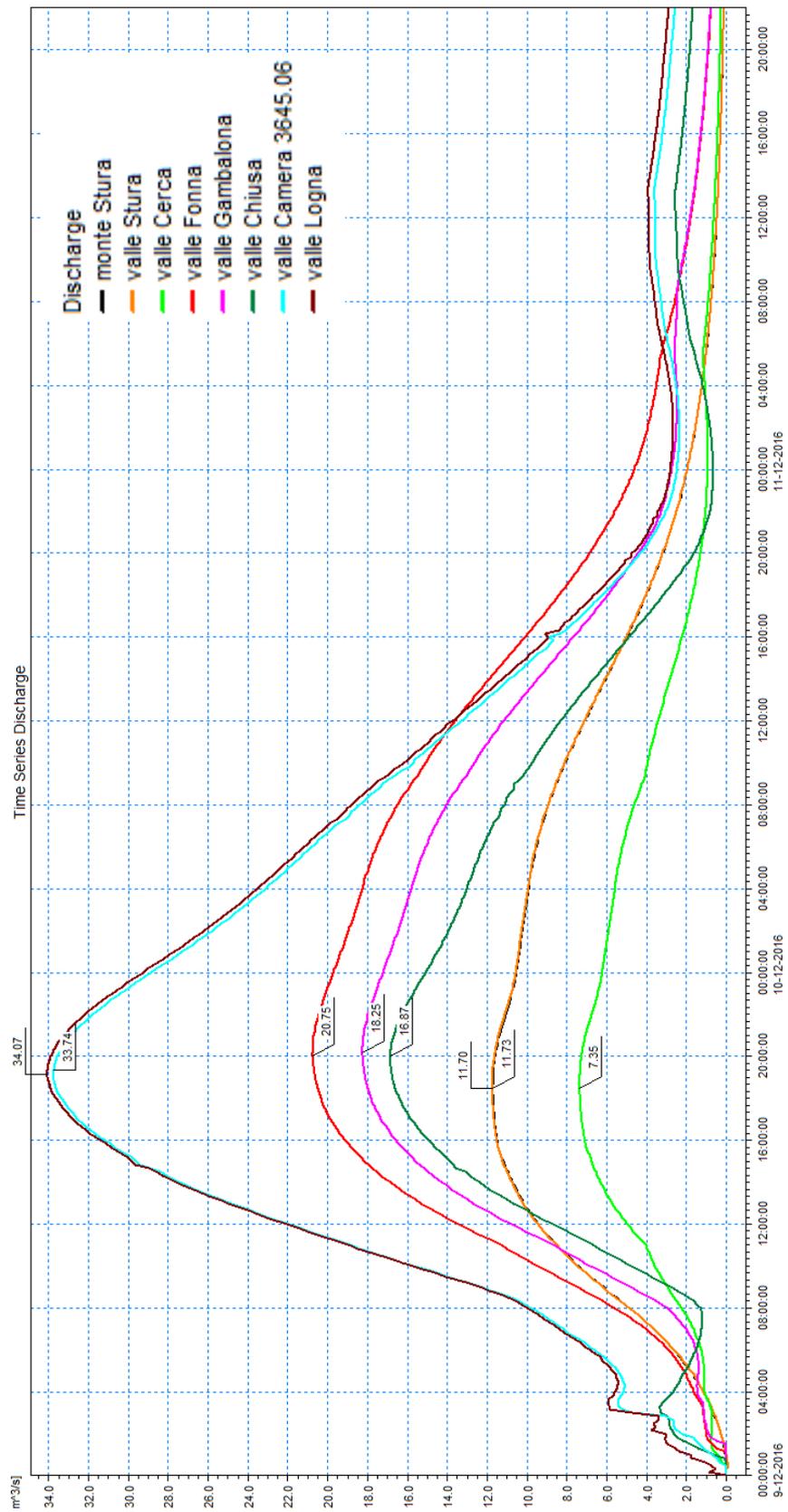


Figura 10 - Idrogrammi di portata nel canale scolmatore (in ordinata le portate in m^3/s , in ascissa il tempo).

4.3.2 Nodo roggia Cerca

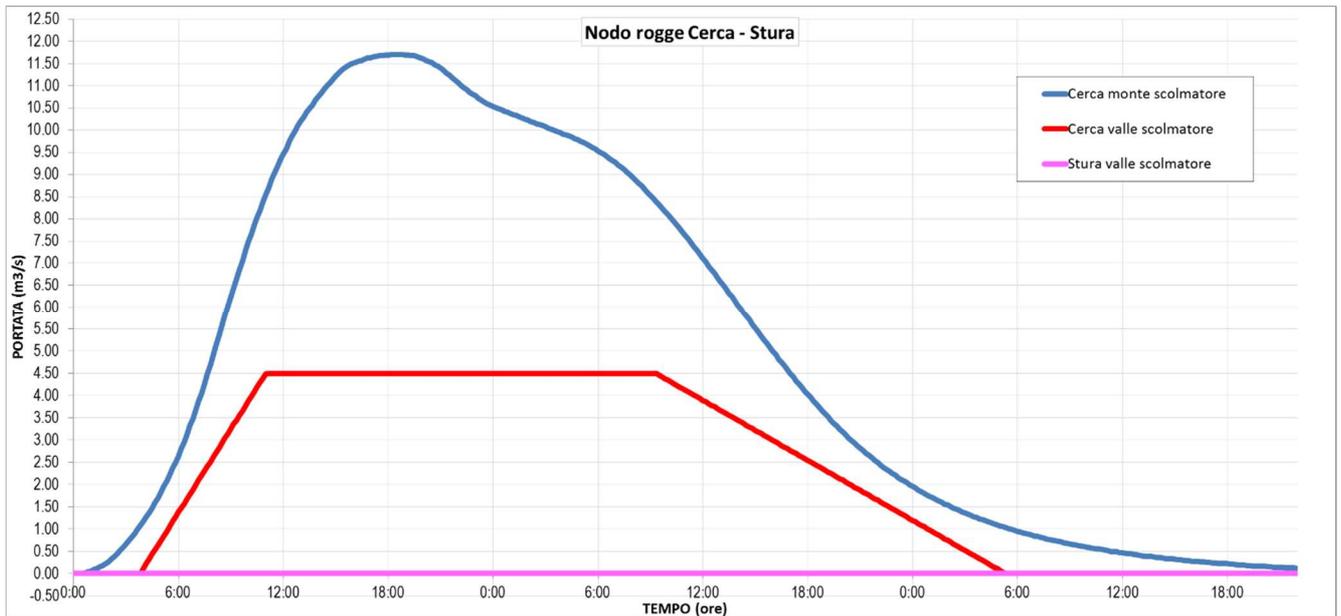


Figura 11 - Idrogrammi sul nodo della roggia Cerca.

Il confronto evidenzia come non vi sia alcuna fuoriuscita di portata verso la roggia Stura da parte del canale scolmatore: in rosso l'idrogramma considerato in uscita dalla roggia Cerca per manovra delle paratoie di derivazione, significativamente ridotto rispetto a quello afferente da monte.

4.3.3 Nodo roggia Fonna (immissione)

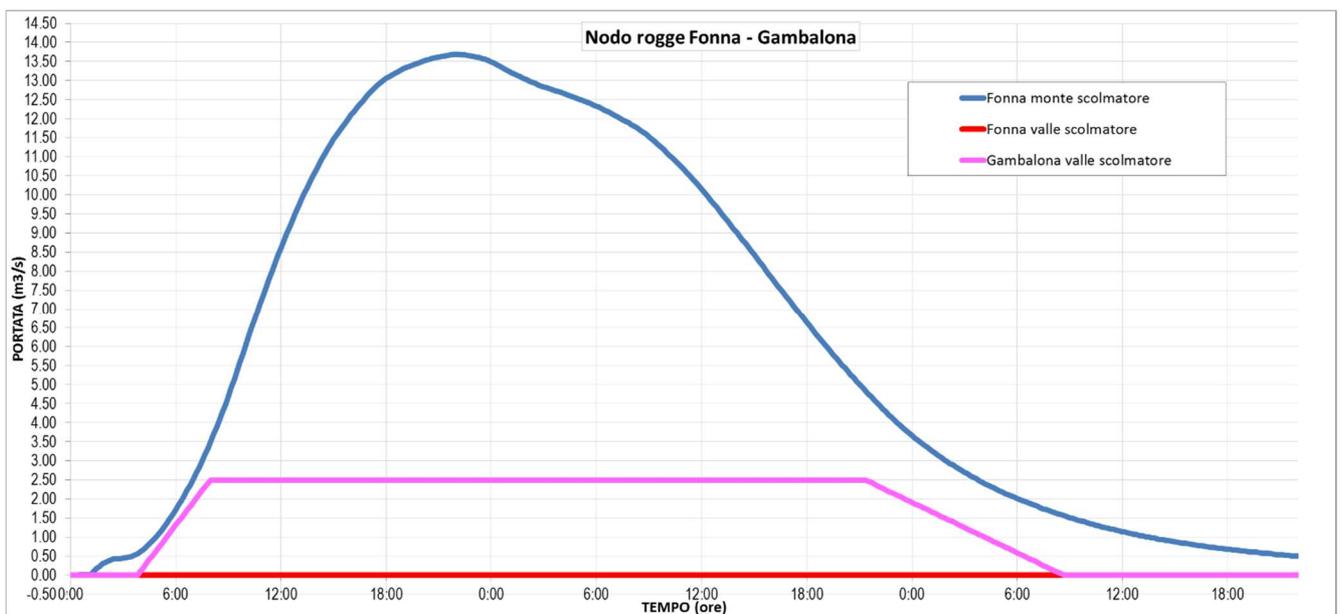


Figura 12 - Idrogrammi sul nodo della roggia Fonna.

Per quanto riguarda la roggia Fonna, la significativa portata di competenza viene completamente collettata dallo scolmatore, senza alcun rilascio nel nodo di “uscita” che si sviluppa poi verso l’abitato di Fontanetto Po, dove risulta caratterizzato da una capacità di portata assai ridotta (circa 2 m³/s).

Un alleggerimento delle condizioni di deflusso nello scolmatore è dato da un rilascio intermedio all’interno della roggia Gambalona, pari a 2.5 m³/s come portata massima (a fronte di una stima di capacità di portata pari a 5.0 m³/s).

4.3.4 Area di Fontanetto (rogge Fonna e Chiusa)

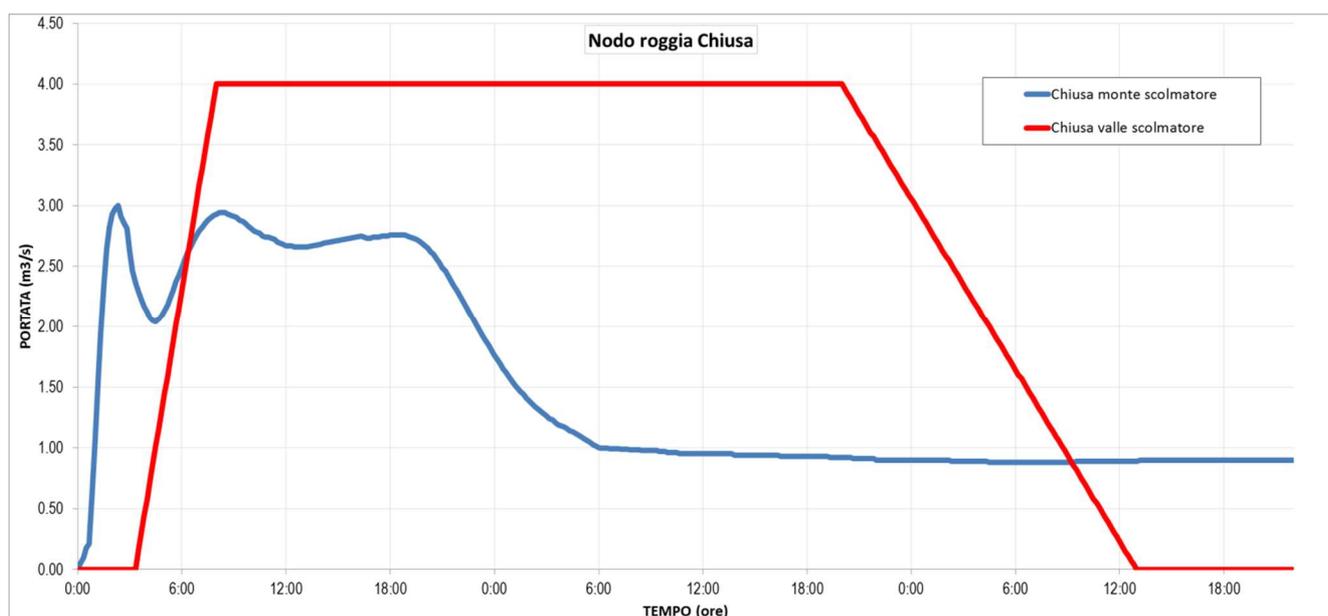


Figura 13 - Idrogrammi sul nodo della roggia Chiusa.

Relativamente alla roggia Fonna, dagli idrogrammi di Figura 12 si è già osservata l’assenza di immissioni da parte dello scolmatore. Sulla roggia Chiusa invece, caratterizzata da una capacità di portata maggiore, si è previsto un rilascio superiore di circa 1.0 m³/s (come valore massimo) rispetto a quanto in ingresso, così da produrre un colmo di portata a valle pari a circa 4.1 m³/s a fronte di una capacità di deflusso pari a 6.0 m³/s.

Tale rilascio consente di ridurre le dimensioni delle opere a valle, con particolare riferimento ai successivi attraversamenti in sifone.

4.3.5 Nodo roggia Camera

Il grafico mostra la sovrapposizione degli idrogrammi in ingresso e uscita dal nodo della Camera: a fronte di una portata massima afferente di circa 22,5 m³/s, a valle della derivazione verso lo scolmatore defluiscono solo più circa 5,4 m³/s, compatibili con la capacità di portata del canale, con una notevole azione di riduzione del rischio idraulico per le aree a valle di Fontanetto Po (comuni di Palazzolo e Trino).

Nel canale scolmatore a monte nodo si ha una portata massima in ingresso di circa 16.9 m³/s, che a valle cresce a circa 33.7 m³/s per effetto dell'idrogramma in ingresso (con colmo di circa 17.1 m³/s).

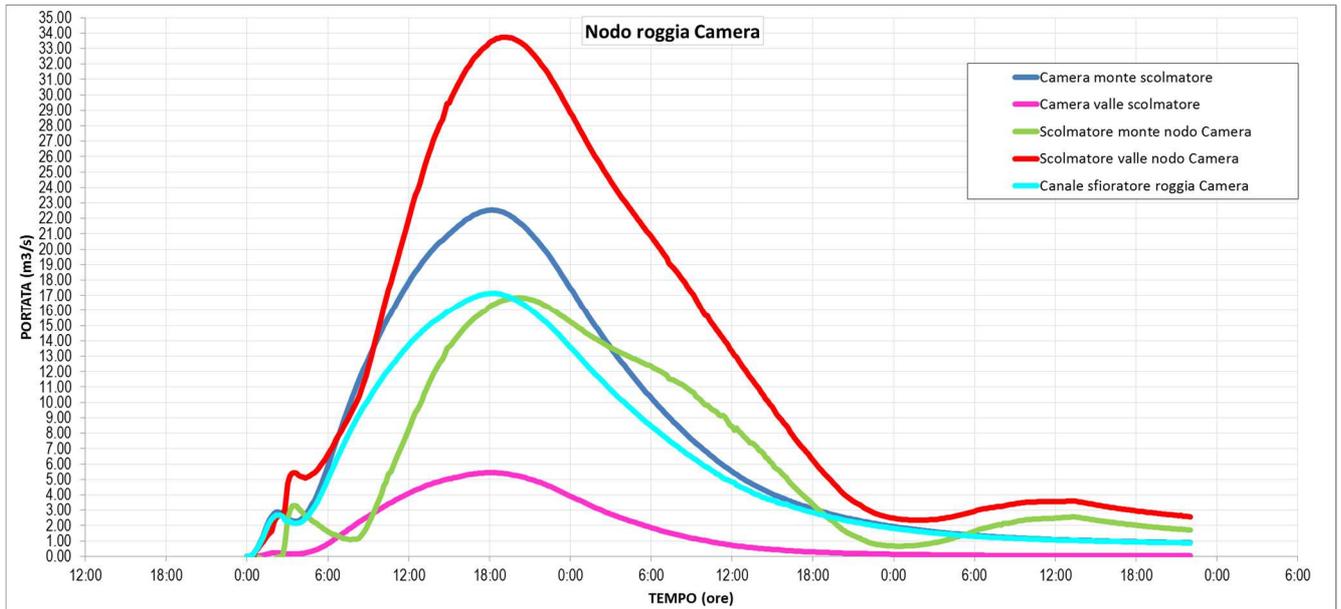


Figura 14 - Idrogrammi sul nodo della roggia Camera.

4.3.6 Effetto complessivo sulla rete dei canali a valle

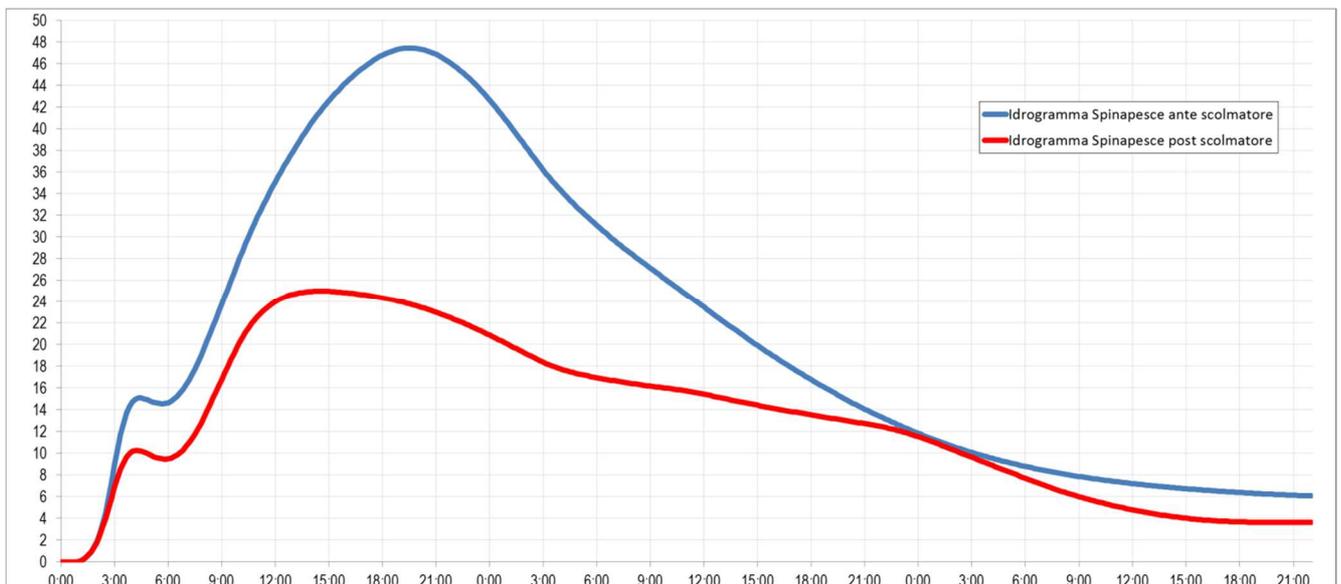


Figura 15 - Idrogrammi in arrivo al nodo di Spinapesce nella situazione attuale e di progetto (con lo scolmatore). In ordinata le portate in m³/s, in ascissa il tempo. Non è rappresentato il contributo del canale Magrelli.

Per valutare l'effetto complessivo da parte del canale scolmatore in termini di miglioramento delle condizioni di rischio idraulico sul territorio in esame, comprendendo anche le aree a valle di Fontanetto, in Figura 15 si confrontano gli idrogrammi complessivi delle portate afferenti al nodo idraulico di Spinapesce, al netto del contributo del canale Magrelli che non è stato oggetto di studio, né viene interessato dalle opere in progetto.

Gli idrogrammi rappresentati costituiscono pertanto la somma delle onde di piena relative alle rogge Cerca, Gambalona/Roggione, Fonna-Guatta e Camera: si nota una rilevante riduzione del colmo di piena complessivo (incrementato anche da ulteriori apporti a valle dello scolmatore) da circa 47.5 m³/s a circa 25.0 m³/s, che corrisponde peraltro anche a una notevole riduzione del volume idrico in transito.

Si osserva inoltre come la nuova opera prevenga l'immissione nella roggia Stura della portata che a oggi non transita entro la Cerca, alleggerendo notevolmente anche l'apporto di portate di piena in questo canale, che non confluisce a Spinapesce ma prosegue verso valle (Trino): la portata al colmo si riduce da circa 18.8 m³/s a circa 9.5 m³/s.

4.4 Condizioni di deflusso nell'abitato di Fontanetto

Grazie al modello numerico di dettaglio che rappresenta gli alvei delle rogge che si sviluppano nel concentrico di Fontanetto (Fonna e Chiusa) si è proceduto con la verifica delle condizioni di rischio idraulico di progetto all'interno dell'abitato, considerando la presenza in alveo della massima portata di piena registrata nel corso dell'evento (apporto bacino residuo a valle scolmatore e portata rilasciata dallo scolmatore stesso).

Cautelativamente la simulazione è stata condotta con riferimento a uno schema di calcolo in moto permanente, così da forzare la sovrapposizione dei colmi di piena anche se le portate massime sulle due rogge si verificano in tempi diversi.

I risultati, rappresentati nelle tabelle e figure seguenti per ciascun ramo di roggia (compreso il piccolo ramo di collegamento tra i due canali a monte dell'abitato) mostrano come con le portate di progetto non si verificano esondazioni laterali in nessun tratto. I franchi idraulici sono talora ridotti, specie in corrispondenza di alcuni punti singolari rappresentati da opere di attraversamento di luce molto ristretta, ma compatibili con adeguate condizioni di sicurezza idraulica, considerando le numerose criticità presenti allo stato attuale. In particolare sulla roggia Fonna si registrano nell'abitato franchi di sicurezza minimi compresi tra valori variabili da 0.3 a 0.6 m; sulla Chiusa i valori minimi sono compresi tra 0.2 e 0.4 m.

Le portate defluenti a confluenza dei due canali non provocano effetti di rigurgito in grado di incidere significativamente sulle condizioni idrodinamiche di monte (il tratto a valle della confluenza è rappresentato nelle restituzioni relative alla roggia Fonna).

Note	Sezione	Progressiva	Fondo alveo	Tirante	Livello idrico	Carico totale	Portata	Velocità	Area deflusso	Larghezza livello idrico	Froude
-	-	m	m s.m.	m	m s.m.	m s.m.	m ³ /s	m/s	m ²	m	-
	SF1	0	143.61	0.59	144.20	144.21	1.20	0.53	2.27	5.41	0.26
	SF2	601.02	142.88	0.68	143.56	143.58	1.20	0.67	1.79	3.48	0.30
	SF3	905.96	142.48	0.62	143.10	143.11	1.20	0.48	2.51	4.88	0.21
	SF4	919.65	142.38	0.72	143.10	143.11	1.20	0.39	3.04	4.72	0.16
	SF5	943.94	142.39	0.70	143.09	143.10	1.20	0.43	2.76	4.55	0.18
	SF6	967.42	142.36	0.72	143.08	143.09	1.20	0.46	2.63	4.10	0.18
monte manufatto	SM1	975.73	142.52	0.55	143.07	143.09	1.20	0.54	2.21	4.09	0.24
valle manufatto	SM1	985.73	142.50	0.57	143.07	143.09	1.20	0.55	2.20	4.09	0.24
	SF7	1033.8	142.30	0.75	143.05	143.06	1.20	0.43	2.79	4.29	0.17
monte manufatto	SM2	1044.69	142.36	0.69	143.05	143.06	1.20	0.40	2.97	4.44	0.16
valle manufatto	SM2	1054.69	142.36	0.68	143.04	143.05	1.20	0.41	2.94	4.44	0.16
monte manufatto	SM3	1101.04	142.56	0.46	143.02	143.03	1.20	0.52	2.31	4.99	0.24
valle manufatto	SM3	1109.04	142.54	0.47	143.01	143.02	1.20	0.51	2.36	4.99	0.24
monte manufatto	SM4	1145.78	142.43	0.49	142.92	143.01	1.20	1.30	0.92	1.87	0.59
valle manufatto	SM4	1205.78	141.30	0.33	141.63	141.83	1.20	1.97	0.61	1.87	1.10
	SF8	1252.67	140.57	0.31	140.88	140.91	1.20	0.72	1.66	5.83	0.43
monte manufatto	SM5	1322.45	140.31	0.50	140.81	140.82	1.20	0.47	2.56	6.16	0.23
valle manufatto	SM5	1342.45	140.28	0.52	140.80	140.81	1.20	0.45	2.65	6.19	0.22
	SF9	1406.04	140.23	0.53	140.76	140.78	1.20	0.55	2.19	5.59	0.28
	SF10	1441.91	140.12	0.62	140.74	140.75	1.20	0.45	2.69	5.48	0.20
	SF11	1485.05	139.97	0.76	140.73	140.74	1.20	0.40	3.00	4.98	0.16
monte manufatto	SM6	1584.79	139.87	0.85	140.72	140.73	1.20	0.36	3.35	5.17	0.14
valle manufatto	SM6	1594.79	139.82	0.89	140.71	140.72	1.20	0.34	3.48	5.16	0.13
	SF12	1630.99	139.67	1.03	140.70	140.71	1.20	0.34	3.56	4.70	0.12
	SF13	1673.45	139.68	0.99	140.67	140.71	5.30	0.88	6.00	6.72	0.30
	SF14	1755.5	139.53	1.01	140.54	140.59	5.30	1.03	5.14	6.41	0.37

Tabella 3 - Simulazione idrodinamica per la massima portata in transito sulla roggia Fonna nell'abitato di Fontanetto (TR=100 anni, condizione di progetto).

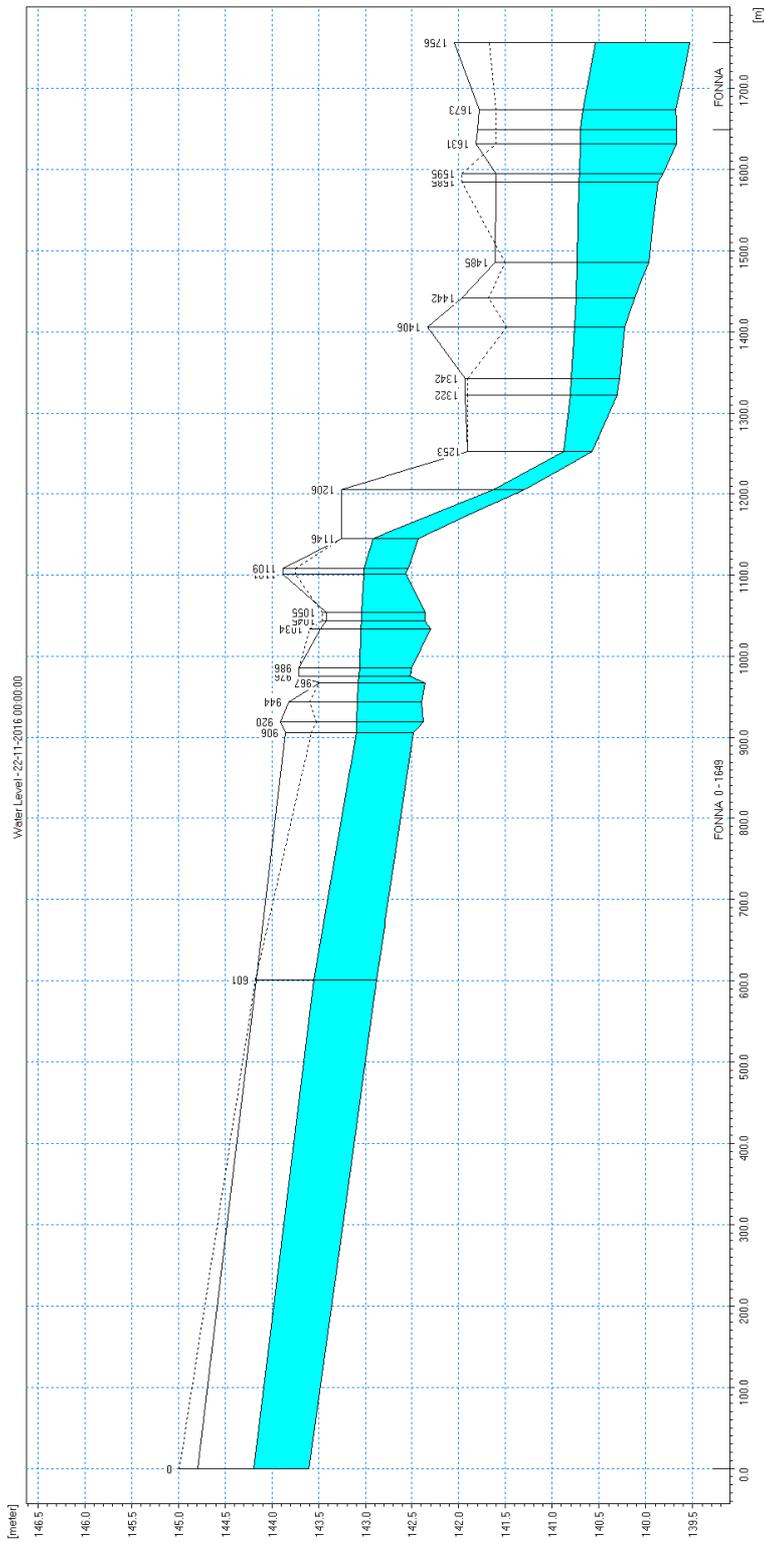


Figura 16 - Profilo di corrente per la massima portata in transito sulla roggia Fonna nell'abitato di Fontanetto (TR=100 anni, condizione di progetto).

Note	Sezione	Progressiva	Fondo alveo	Tirante	Livello idrico	Carico totale	Portata	Velocità	Area deflusso	Larghezza livello idrico	Froude
-	-	m	m s.m.	m	m s.m.	m s.m.	m³/s	m/s	m²	m	-
	SF15	0.00	141.82	1.19	143.01	143.05	4.10	0.87	4.69	5.94	0.31
	SF16	231.28	141.78	0.94	142.72	142.76	4.10	0.89	4.63	6.83	0.34
monte manufatto	SM7	474.57	141.22	1.13	142.35	142.39	4.10	0.91	4.53	4.28	0.28
valle manufatto	SM7	484.57	141.22	1.12	142.34	142.38	4.10	0.91	4.49	4.28	0.28
	SF17	529.80	141.27	0.99	142.26	142.31	4.10	0.99	4.15	5.92	0.38
	SF18	592.20	141.23	0.94	142.17	142.21	4.10	0.88	4.67	6.46	0.33
	SF19	670.54	141.26	0.75	142.01	142.09	4.10	1.27	3.22	4.58	0.48
monte manufatto	SM8	756.26	141.03	0.84	141.87	141.92	4.10	1.04	3.96	5.09	0.37
valle manufatto	SM8	771.26	140.98	0.88	141.86	141.91	4.10	0.99	4.14	5.09	0.35
	SF20	783.71	140.83	1.02	141.85	141.89	4.10	0.93	4.43	5.44	0.33
	SF21	900.63	140.68	1.10	141.78	141.81	4.10	0.75	5.47	6.92	0.27
	SF22	960.69	140.64	1.10	141.74	141.77	4.10	0.81	5.09	5.75	0.27
	SF23	1030.55	140.63	1.07	141.70	141.73	4.10	0.81	5.07	5.18	0.26
monte manufatto	SM9	1037.29	140.69	1.01	141.70	141.73	4.10	0.78	5.27	5.68	0.26
valle manufatto	SM9	1047.29	140.69	1.00	141.69	141.72	4.10	0.79	5.19	5.68	0.26
	SF24	1054.63	140.67	1.03	141.70	141.71	4.10	0.44	9.31	10.45	0.15
	SF24A	1065.75	140.62	1.07	141.69	141.71	4.10	0.61	6.70	7.91	0.21
	SF25	1125.25	140.73	0.93	141.66	141.69	4.10	0.73	5.62	6.74	0.26
monte manufatto	SM10	1148.72	140.62	1.03	141.65	141.68	4.10	0.72	5.70	6.56	0.25
valle manufatto	SM10	1168.72	140.57	1.04	141.61	141.64	4.10	0.71	5.74	6.56	0.24
	SF26	1183.87	140.47	1.11	141.58	141.63	4.10	0.99	4.16	4.01	0.31
monte manufatto	SM11	1187.23	140.65	0.92	141.57	141.63	4.10	1.10	3.72	4.41	0.38
valle manufatto	SM11	1212.23	140.60	0.95	141.55	141.61	4.10	1.07	3.84	4.41	0.37
	SF27	1221.02	140.62	0.93	141.55	141.60	4.10	0.96	4.26	4.77	0.33
monte manufatto	SM12	1226.99	140.66	0.87	141.53	141.59	4.10	1.08	3.80	4.70	0.38
valle manufatto	SM12	1234.99	140.66	0.85	141.51	141.57	4.10	1.12	3.67	4.70	0.40
monte manufatto	SM13	1243.54	140.67	0.82	141.49	141.56	4.10	1.15	3.55	4.71	0.42
valle manufatto	SM13	1252.54	140.62	0.85	141.47	141.54	4.10	1.13	3.63	4.71	0.41
	SF28	1276.74	140.62	0.82	141.44	141.51	4.10	1.18	3.48	4.71	0.44
monte manufatto	SM14	1285.07	140.57	0.87	141.44	141.50	4.10	1.06	3.87	4.69	0.37
valle manufatto	SM14	1300.07	140.52	0.90	141.42	141.47	4.10	1.04	3.96	4.69	0.36
monte manufatto	SM15	1331.40	140.46	0.92	141.38	141.44	4.10	1.08	3.81	4.60	0.38
valle manufatto	SM15	1345.40	140.46	0.89	141.35	141.41	4.10	1.11	3.71	4.60	0.39
monte manufatto	SM16	1395.23	140.46	0.84	141.30	141.35	4.10	0.95	4.32	6.20	0.36
valle manufatto	SM16	1417.23	140.41	0.88	141.29	141.33	4.10	0.92	4.46	6.19	0.35
	SF29	1466.90	140.27	0.98	141.25	141.30	4.10	0.95	4.31	5.40	0.34
	SF30	1493.20	140.20	1.04	141.24	141.27	4.10	0.79	5.16	6.43	0.28
	SF31	1532.19	140.20	1.00	141.20	141.24	4.10	0.84	4.89	5.79	0.29
monte manufatto	SM17	1603.04	140.19	0.90	141.09	141.13	4.10	0.90	4.55	6.03	0.33
valle manufatto	SM17	1611.04	140.19	0.89	141.08	141.12	4.10	0.91	4.49	6.02	0.34
	SF32	1632.55	140.17	0.87	141.04	141.09	4.10	0.96	4.27	6.79	0.39
monte manufatto	SM18	1647.48	140.23	0.70	140.93	141.08	4.10	1.74	2.36	3.37	0.66
valle manufatto	SM18	1653.48	140.18	0.66	140.84	141.01	4.10	1.85	2.22	3.37	0.73
	SF33	1664.43	139.13	1.57	140.70	140.70	4.10	0.29	14.21	13.41	0.09

Tabella 4 - Simulazione idrodinamica per la massima portata in transito sulla roggia Chiusa nell'abitato di Fontanetto (TR=100 anni, condizione di progetto).

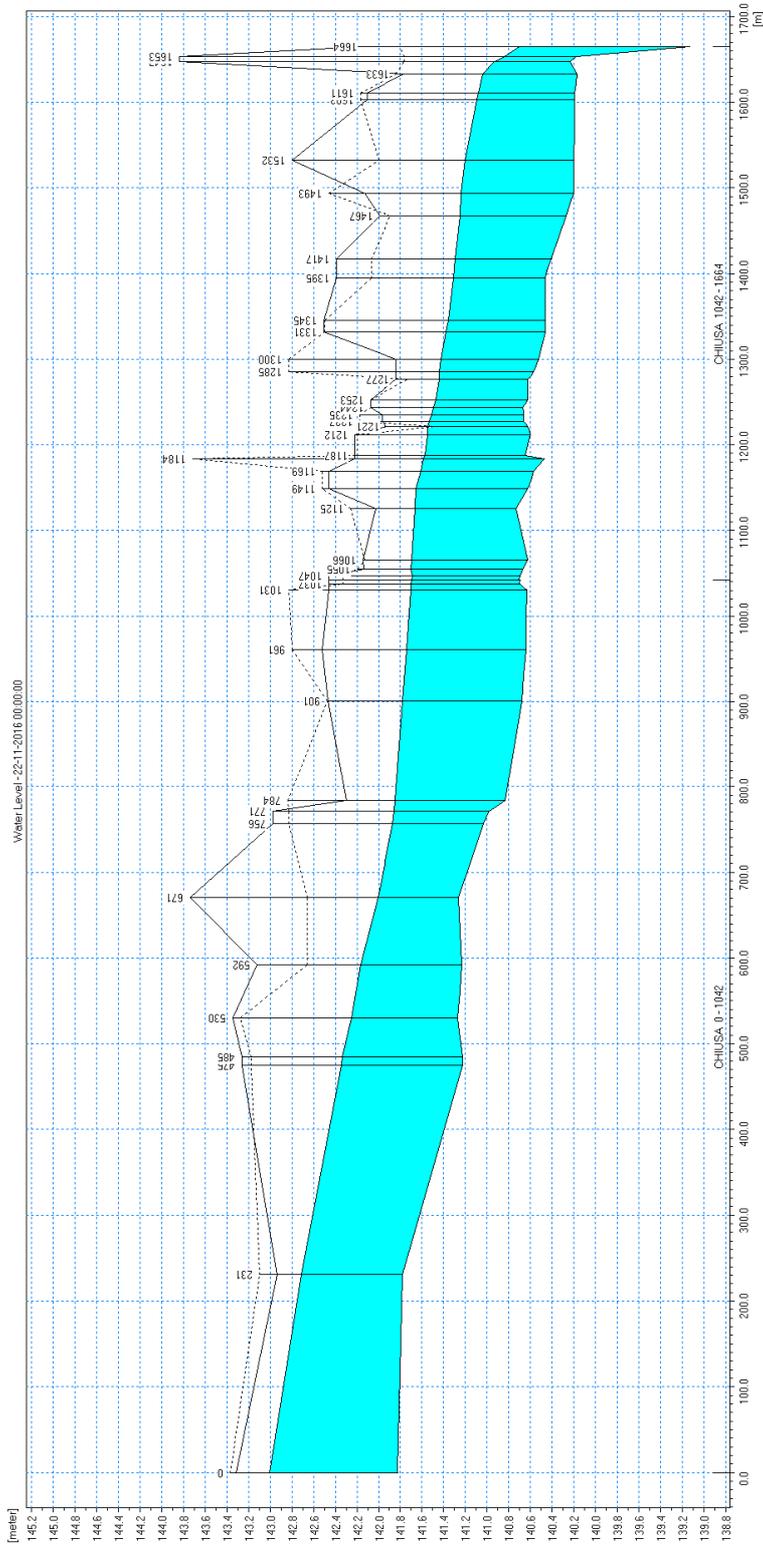


Figura 17 - Profilo di corrente per la massima portata in transito sulla roggia Chiusa nell'abitato di Fontanetto (TR=100 anni, condizione di progetto).

Note	Sezione	Progressiva	Fondo alveo	Tirante	Livello idrico	Carico totale	Portata	Velocità	Area deflusso	Larghezza livello idrico	Froude
-	-	m	m s.m.	m	m s.m.	m s.m.	m³/s	m/s	m²	m	-
	Immissione	0	142.36	0.00	142.36	142.36	0.00	0.00	0.10	0.91	0.00
monte manufatto	SM19	72.39	141.44	0.25	141.69	141.69	0.00	0.00	0.45	1.90	0.00
valle manufatto	SM19	85.39	141.40	0.29	141.69	141.69	0.00	0.00	0.53	1.90	0.00
monte manufatto	SM19B	90.58	141.35	0.34	141.69	141.69	0.00	0.00	0.48	1.84	0.00
valle manufatto	SM19B	99.58	141.30	0.39	141.69	141.69	0.00	0.00	0.54	1.84	0.00
monte manufatto	SM20	122.58	141.14	0.55	141.69	141.69	0.00	0.00	1.02	1.84	0.00
valle manufatto	SM20	132.58	141.14	0.55	141.69	141.69	0.00	0.00	1.02	1.84	0.00
monte manufatto	SM21	137.38	141.32	0.37	141.69	141.69	0.00	0.00	0.52	2.01	0.00
valle manufatto	SM21	146.38	141.32	0.37	141.69	141.69	0.00	0.00	0.52	2.01	0.00
monte manufatto	SM22	173.31	141.39	0.30	141.69	141.69	0.00	0.00	0.51	2.12	0.00
valle manufatto	SM22	280.31	141.34	0.35	141.69	141.69	0.00	0.00	0.62	2.13	0.00
	SM23	321.75	140.72	0.97	141.69	141.69	0.00	0.00	3.92	4.71	0.00

Tabella 5 - Simulazione idrodinamica per la massima portata in transito sulla roggia di collegamento tra le rogge Fonna e Chiusa nell'abitato di Fontanetto (TR=100 anni, condizione di progetto).

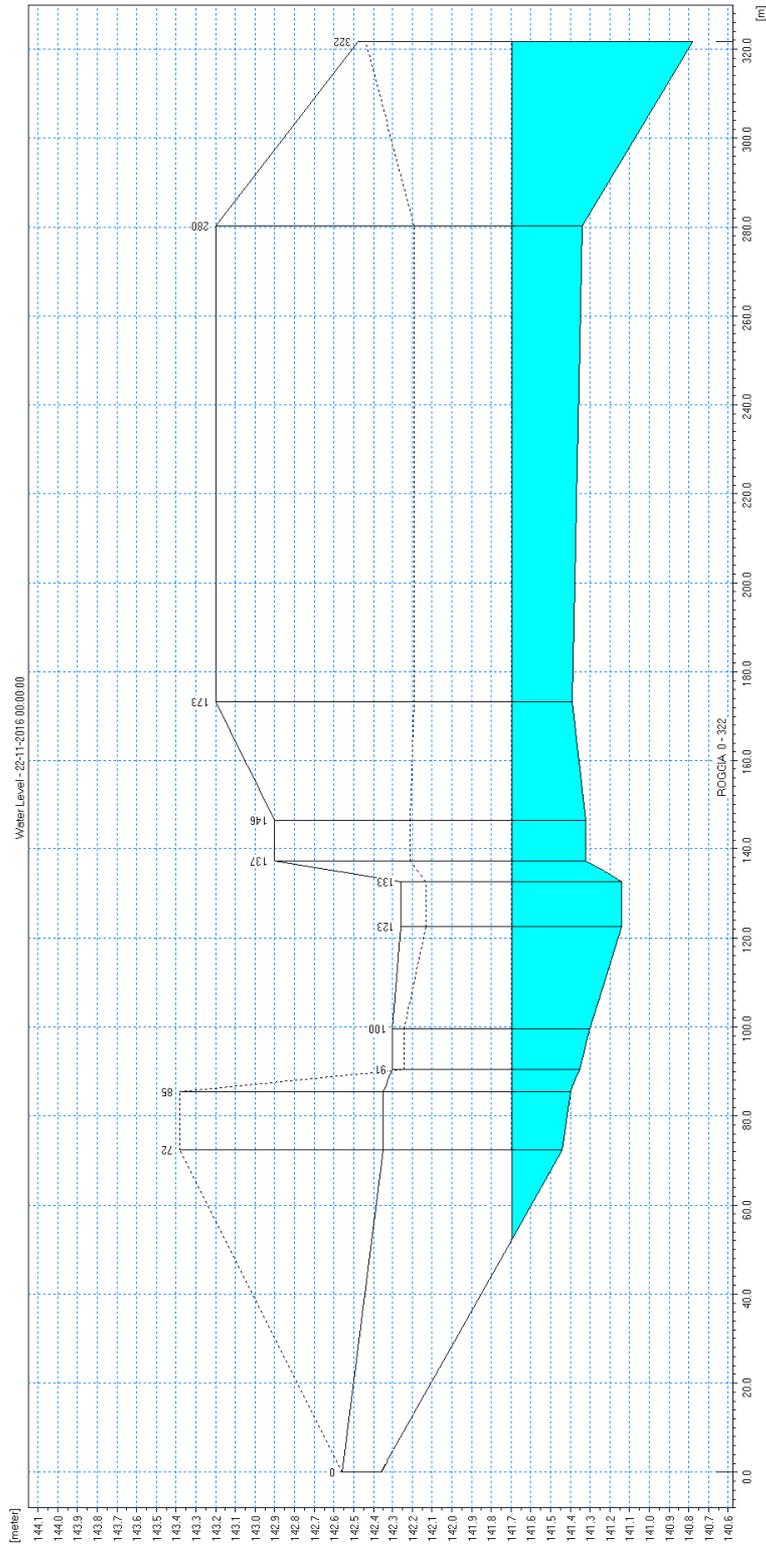


Figura 18 - Profilo di corrente per la massima portata in transito sulla roggia di collegamento tra le rogge Fonna e Chiusa nell'abitato di Fontanetto (TR=100 anni, condizione di progetto).

4.5 Condizioni di deflusso nelle rogge a monte dell'abitato di Fontanetto

Poiché, come già osservato, nel corso di eventi gravosi storici e più recenti il concentrico di Fontanetto fu interessato da significativi allagamenti dovuti anche alle tracimazioni delle rogge defluenti nel territorio a Nord, le cui esondazioni si propagano verso l'abitato, si è verificato, grazie al modello numerico a grande scala, che le portate di progetto defluenti in tali rogge fossero tali da non superare la capacità di portata stimata.

In Tabella 6 si fornisce il confronto tra tali capacità e le portate al colmo per lo stato attuale e il progetto. Si nota un complessivo miglioramento delle condizioni di potenziale rischio idraulico, con portate in alveo generalmente inferiori a quelle massime defluibili nei canali.

Unica eccezione è costituita dalla roggia Stura, dove però non vi sono apporti dallo scolmatore, e la portata in alveo è data dai soli contributi delle aree drenate a valle. Si evidenzia in ogni caso come tra i rami di roggia a monte di Fontanetto vi siano ampi spazi pianeggianti con notevole capacità di invaso e laminazione, per cui una relativamente modesta fuoriuscita di portata (dell'ordine di 1 m³/s), viste le ipotesi cautelative adottate nell'ambito dell'analisi idrologica, non pare in grado di generare allagamenti nel concentrico (essendoci peraltro capacità di portata residua nelle rogge Cerca e Gambalona).

Roggia	capacità di portata stimata (m ³ /s)	Qmax attuale (m ³ /s)	Qmax progetto (m ³ /s)
Stura	8.00	18.78	9.23
Cerca	5.00	2.61	4.70
Gambalona	5.00	1.87	2.74
Fonna	2.00	13.87	1.20
Chiusa	6.00	3.30	4.10
Camera	10.00	23.18	5.43

Tabella 6 - Confronto tra le portate massime al colmo di piena (TR=100 anni) rilevabili nelle varie rogge a valle dell'asse dello scolmatore (tratto in corrispondenza dell'abitato di Fontanetto) nelle condizioni attuali e di progetto, a confronto con la massima capacità di deflusso stimata.

4.6 Grado di sicurezza residuo per malfunzionamenti dei manufatti di regolazione

In progetto sono stati inseriti 5 nodi di regolazione delle portate (aggiuntivi o in sostituzione di quelli esistenti) che consentono flessibilità nell'esercizio del canale scolmatore, utilizzabile peraltro anche per finalità irrigue. Quattro di tali opere sono ubicate sull'asta principale del nuovo canale, mentre uno è posto sulla roggia Camera in corrispondenza dell'intersezione (nodo di derivazione verso lo scolmatore).

Di seguito si fornisce una descrizione di sintesi delle opere citate, rimandando agli elaborati progettuali per maggiori approfondimenti.

L'opera 3 è localizzata sullo scolmatore in prossimità dello scarico nella roggia Cerca ed è costituita da un manufatto di regolazione composto da 3 paratoie, di cui le due più esterne di dimensioni BxH=3.5x2.0 m e quella centrale di dimensioni BxH=2.0x2.0 m; in questo tratto la sezione dello scolmatore presenta una larghezza alla base di 10.0 m e sponde inclinate con pendenza 3 su 4.

L'opera 12 è localizzata sullo scolmatore in prossimità della roggia Fonna ed è costituita da un manufatto di regolazione composto da 5 paratoie, di cui le quattro più esterne aventi dimensioni BxH=3.0x2.0 m, e quella centrale alla sezione di deflusso di dimensioni BxH=2.0x2.0 m; in questo tratto la sezione dello scolmatore presenta una larghezza alla base di 16.0 m e sponde inclinate con pendenza 3 su 4.

L'opera 17 è localizzata sullo scolmatore a valle dell'attraversamento ferroviario (in prossimità dell'interferenza con il metanodotto) ed è costituita da un manufatto di regolazione composto da 5 paratoie di dimensioni uguali a quelle dell'opera 12; la sezione d'alveo dello scolmatore presenta le medesime caratteristiche geometriche.

L'opera 22 è localizzata sullo scolmatore a monte dell'intersezione con la roggia Logna ed è costituita da un manufatto di regolazione composto da 5 paratoie di dimensioni uguali a quelle delle opere 12 e 17; anche la geometria d'alveo dello scolmatore è la stessa.

Tutte le opere descritte in precedenza sono dotate a monte della loro sezione di imposta di sfioratori di emergenza aventi lunghezza e geometria variabili. Tali sfioratori consentono il deflusso della portata in canali diversivi laterali che aggirano i manufatti di regolazione, ed hanno la funzione di contenere gli incrementi di livello nel canale in caso vi siano dei malfunzionamenti delle paratoie tali da causarne la mancata apertura.

Si evidenzia come le stesse paratoie siano previste sormontabili in caso esse restino chiuse e il livello cresca al di sopra della quota di ritenuta; in questo modo anche in caso di malfunzionamento una parte significativa della portata continuerà a defluire nell'alveo.

L'ultimo manufatto di regolazione in progetto è alloggiato sulla roggia Camera in sponda destra, immediatamente a monte dell'intersezione con il canale scolmatore in progetto; esso è costituito da 3 paratoie di dimensione BxH=3.0x2.0 m a valle delle quali si origina un canale collettore di sezione rettangolare larga alla base 10 m. A monte del manufatto di regolazione, sempre in sponda destra, è previsto uno sfioratore di lunghezza pari a 15 m.

In Tabella 7 si riportano le caratteristiche geometriche di sintesi degli organi di regolazione e emergenza in progetto sul canale scolmatore e sulla roggia Camera.

Opera	N. sfiori	Lunghezza sfioro	Quota sfioro	Quota fondo alveo	Larghezza canale al piede sfioro	Quota fondo max canale sfioro	Quota fondo min canale sfioro	Quota sfioro paratoia	Quota fondo paratoia	Luce sfioro complessiva paratoie
-	-	m	m s.m.	m s.m.	m	m s.m.	m s.m.	m s.m.	m s.m.	m
3 - Cerca	2	10	145.30	144.01	3.00	144.80	144.50	145.21	144.01	9.00
12 - Fonna	2	10	144.73	143.63	3.00	144.00	143.70	144.81	143.61	14.00
17 - FF.SS.	1	20	143.25	142.15	6.00	142.70	142.30	143.34	142.14	14.00
nodo roggia Camera	1	15	143.80	142.45	3.00	142.61	142.41	143.85	142.45	9.00
22 - Logna	1	10	140.66	139.56	6.00	139.70	139.56	140.75	139.55	14.00

Tabella 7 - Dati geometrici degli sfiori e dei manufatti di regolazione in progetto lungo il canale scolmatore e la roggia Camera

Mediante il modello numerico di progetto si sono analizzati gli effetti di rigurgito indotti da possibili malfunzionamenti dei dispositivi di regolazione, nell'ottica di valutare la sensibilità a tale possibile evento e il conseguente grado di sicurezza residuo.

In particolare sono state considerate due condizioni di verifica:

- una paratoia chiusa (tra quelle di dimensione maggiore del nodo);
- tutte le paratoie chiuse.

Il livello idrico a monte dello sbarramento cresce rispetto al valore di progetto, attivando (in ordine dipendente dalle rispettive quote di sfioro) gli sfioratori laterali e lo sfioro per sormonto sulle paratoie chiuse. I canali laterali che colleghino le acque sfiorate funzionano in condizioni rigurgitate dai livelli massimi di valle, ma con le geometrie di progetto sono in grado di smaltire le portate sfiorate. Anche gli sfioratori lavorano in condizioni di rigurgito della soglia particolarmente nel caso di singola paratoia chiusa, con differenze di carico dell'ordine di alcuni centimetri tra monte e valle soglia.

Nelle tabelle seguenti si riepilogano i risultati ottenuti in termini di sovrizzo del livello in alveo e ripartizione delle portate evacuate a valle.

condizione	Livello alveo di progetto	Livello alveo con avaria	DY	Q in alveo	Q sfiori	Qtot
-	m s.m.	m s.m.	m	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
1 paratoia chiusa	145.40	145.47	0.07	10.02	1.84	11.86
Tutte paratoie chiuse	145.40	145.72	0.32	4.38	7.48	11.86

Tabella 8 - Verifiche idrodinamiche di inceppamento delle paratoie del manufatto di regolazione opera 3 (roggia Cerca)

condizione	Livello alveo di progetto	Livello alveo con avaria	DY	Q in alveo	Q sfiori	Qtot
-	m s.m.	m s.m.	m	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
1 paratoia chiusa	144.68	144.81	0.13	17.69	0.56	18.25
Tutte paratoie chiuse	144.68	145.31	0.63	6.13	12.12	18.25

Tabella 9 - Verifiche idrodinamiche di inceppamento delle paratoie del manufatto di regolazione opera 12 (roggia Fonna)

condizione	Livello alveo di progetto	Livello alveo con avaria	DY	Q in alveo	Q sfiori	Qtot
-	m s.m.	m s.m.	m	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
1 paratoia chiusa	143.30	143.31	0.01	16.46	0.41	16.87
Tutte paratoie chiuse	143.30	143.80	0.50	6.06	10.81	16.87

Tabella 10 - Verifiche idrodinamiche di inceppamento delle paratoie del manufatto di regolazione opera 17 (valle sifone FF.SS.)

condizione	Livello alveo di progetto	Livello alveo con avaria	DY	Q in alveo	Q sfiori	Qtot
-	m s.m.	m s.m.	m	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
1 paratoia chiusa	141.59	141.59	0.00	23.64	10.43	34.07
Tutte paratoie chiuse	141.59	141.66	0.07	16.12	17.95	34.07

Tabella 11 - Verifiche idrodinamiche di inceppamento delle paratoie del manufatto di regolazione opera 22 (roggia Logna), considerando l'effetto di rigurgito indotto da livelli di piena del Po associati a TR=200 anni.

condizione	Livello alveo di progetto	Livello alveo con avaria	DY	Q in alveo	Q sfiori	Qtot
-	m s.m.	m s.m.	m	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
1 paratoia chiusa	143.87	144.00	0.13	18.34	15.40	33.74
Tutte paratoie chiuse	143.87	144.31	0.44	22.92	10.82	33.74

Tabella 12 - Verifiche idrodinamiche di inceppamento delle paratoie del manufatto di regolazione posto sulla roggia Camera (paratoie di derivazione verso lo scolmatore)

Dalle analisi effettuate si osserva come le opere in progetto mostrino un buon grado di sicurezza intrinseca, risultando relativamente poco influenzate in termini di rigurgito da un evento di avaria minore (blocco di una singola paratoia), con effetti ovunque inferiori ai 15 cm.

Per avaria completa del nodo i sovralti sono chiaramente superiori, compresi tra 30 e 65 cm, ma ancora significativamente inferiore al valore del franco idraulico, compreso nei tratti di interesse tra circa 1,1 m e 1,4 m.

Pertanto, anche nel caso peggiore un evento di avaria completa di un nodo non pare in grado di mettere in crisi il funzionamento dell'opera, né di generare situazioni potenzialmente critiche per incremento di rischio idraulico a valle (ad esempio per sormonto degli argini).

In progetto è comunque prevista sui vari nodi l'installazione di gruppi elettrogeni in grado di movimentare una singola paratoia per volta, così da poter in ogni caso far fronte a eventuali inconvenienti elettromeccanici.

4.7 Configurazione di esercizio alternativa

Come descritto nel capitolo 2, nell'ordinaria gestione delle opere, e in particolare per eventi di minore gravosità e/o differente distribuzione spaziale delle piogge, l'effettiva ripartizione delle portate tra rogge e scolmatori potrà essere gestita in tempo reale dai preposti mediante i manufatti di regolazione, decidendo, sulla base delle condizioni di criticità effettive osservate in sito, la modalità più opportuna di deviazione delle portate.

Lo schema proposto nei capitoli precedenti di bilancio delle portate in ingresso e uscita non è infatti l'unico possibile, e anzi le opere in progetto consentano una gestione "flessibile" dell'evento, anche eventualmente giocando sul franco idraulico residuo dove risultasse conveniente per la minimizzazione complessiva del grado di rischio idraulico del territorio, in relazione alle caratteristiche effettive dell'evento di piena in corso.

Rispetto alla configurazione di esercizio descritta nei capitoli precedenti, a seguito del confronto con il Comune viene nel seguito proposta una configurazione di esercizio alternativa finalizzata a ridurre i deflussi transitabili nelle rogge adiacenti l'abitato di Fontanetto.

In allegato è fornito uno schema di tale configurazione che individua con rappresentazione a frecce le portate in ingresso e uscita da ogni nodo (valori massimi registrati nel corso dell'evento); la ripartizione delle portate è stata studiata con la finalità di ridurre in maniera significativa il deflusso entro le rogge adiacenti Fontanetto e, al contempo, mantenere inalterato il deflusso complessivo verso il nodo Spinapesce.

Si tratta pertanto di una differente ripartizione delle portate defluenti nei vari corsi d'acqua; rispetto alla configurazione di progetto descritta nei capitoli precedenti lungo lo scolmatore sono stati mantenuti invariati i valori al colmo dal sifone sino al recapito in Po.

In Tabella 13 si fornisce il confronto tra la capacità di portata stimata per ogni corso d'acqua e le portate al colmo per lo stato attuale, per lo stato di progetto descritto nei capitoli precedenti e per la configurazione alternativa di esercizio proposta. Si nota un complessivo miglioramento delle condizioni di potenziale rischio idraulico, con portate in alveo generalmente inferiori a quelle massime defluibili nei canali.

Unica eccezione è costituita dalla roggia Stura, dove nella configurazione alternativa di esercizio alla portata in alveo data dai contributi delle aree drenate a valle si somma un apporto proveniente dallo scolmatore. Si evidenzia in ogni caso come tra i rami di roggia a monte di Fontanetto vi siano ampi spazi pianeggianti con notevole capacità di invaso e laminazione, per cui una fuoriuscita di portata (dell'ordine di 4,5-5 m³/s), viste le ipotesi cautelative adottate nell'ambito dell'analisi idrologica, non pare in grado di generare allagamenti nel concentrico (essendoci peraltro capacità di portata residua nelle rogge Cerca e Gambalona, quest'ultima pressoché vuota nella configurazione di esercizio alternativa e di capacità massima stimata pari a circa 5 m³/s, in linea con il valore atteso come derivante da un'eventuale esondazione della roggia Stura).

Roggia	capacità di portata stimata (m ³ /s)	Qmax attuale (m ³ /s)	Qmax progetto (m ³ /s)	Qmax configurazione di esercizio alternativa (m ³ /s)
Stura	8.00	18.78	9.23	12.7
Cerca	5.00	2.61	4.70	4.8
Gambalona	5.00	1.87	2.74	1.87
Fonna	2.00	13.87	1.20	1.2
Chiusa	6.00	3.30	4.10	3.1
Camera	10.00	23.18	5.43	5.4

Tabella 13 - Confronto tra le portate massime al colmo di piena (TR=100 anni) rilevabili nelle varie rogge a valle dell'asse dello scolmatore (tratto in corrispondenza dell'abitato di Fontanetto) nelle condizioni attuali, di progetto e nella configurazione di esercizio alternativa, a confronto con la massima capacità di deflusso stimata.

5. VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Il canale scolmatore in progetto ricade nella fascia B del fiume Po per la porzione compresa tra le intersezioni con le rogge Camera e Logna; la lunghezza di questo tratto è circa pari a 1200 m.

La sezione tipologica costruttiva del canale scolmatore in quest'area ha forma trapezoidale caratterizzata da una larghezza di base pari a 16,00 m, una larghezza in sommità di circa 23,00 m e sponde inclinate di 36° (rapporto orizzontale/verticale circa 3/2). Il canale è approfondito rispetto alla quota media di piano campagna (che mostra ridottissime pendenze) per una quantità variabile da circa 1,5 a 2,5 m, procedendo da monte (roggia Camera) a valle (roggia Logna); in corrispondenza di entrambe le sponde sono previsti rilevati di altezza, misurata rispetto al piano campagna, degradante tra 1,5 m (roggia Camera) e 0,30 m (roggia Logna).

La quota di tali rilevati è tale da non influenzare in modo rilevante il deflusso della portata a tempo di ritorno 200 anni defluente in fascia B, che in questo tratto (a monte della roggia Logna) è caratterizzato da tiranti idrici modesti rispetto al piano campagna e un'idrodinamica di relativamente lenta espansione trasversale (all'asse del fiume), che continua a verificarsi sui due lati del canale e internamente ad esso. Si evidenzia a tale proposito come nel tratto in esame il bilancio tra gli scavi per l'ampliamento e regolarizzazione della sezione di deflusso del canale e i riporti per la costituzione dei rilevati arginali sia a favore dei primi, con un incremento netto del volume di invaso potenzialmente disponibile in golena.

Il tratto terminale dello scolmatore e l'intera roggia Logna risultano sormontati per l'evento duecentennale, senza costituire ostacolo al moto in senso longitudinale all'asse del Po (peraltro secondario rispetto all'espansione in senso trasversale). L'opera è quindi tale da non poter modificare le quote idriche raggiunte dal fiume Po in occasione dell'evento di riferimento. Non ci si attendono effetti significativi neppure localmente, sia per i due ordini di grandezza di differenza tra le portate in gioco (tra scolmatore e fiume Po, considerando cautelativamente la contemporaneità dei colmi di piena), sia per le modeste velocità ed energia con cui la portata dello scolmatore raggiunge la golena fluviale, in ragione delle limitate pendenze di fondo e dell'effetto di rigurgito da valle.

Il franco idraulico di progetto rispetto agli argini dello scolmatore per questo tratto è stato verificato con riferimento a una condizione di valle non interferente, proprio per non realizzare opere di rilevante altezza sul piano campagna che potessero ostacolare la propagazione della piena di Po in golena. Infatti in condizioni di concomitanza dello scarico dello scolmatore con la piena di Po i livelli di valle risultano già superiori alle quote di sponda.

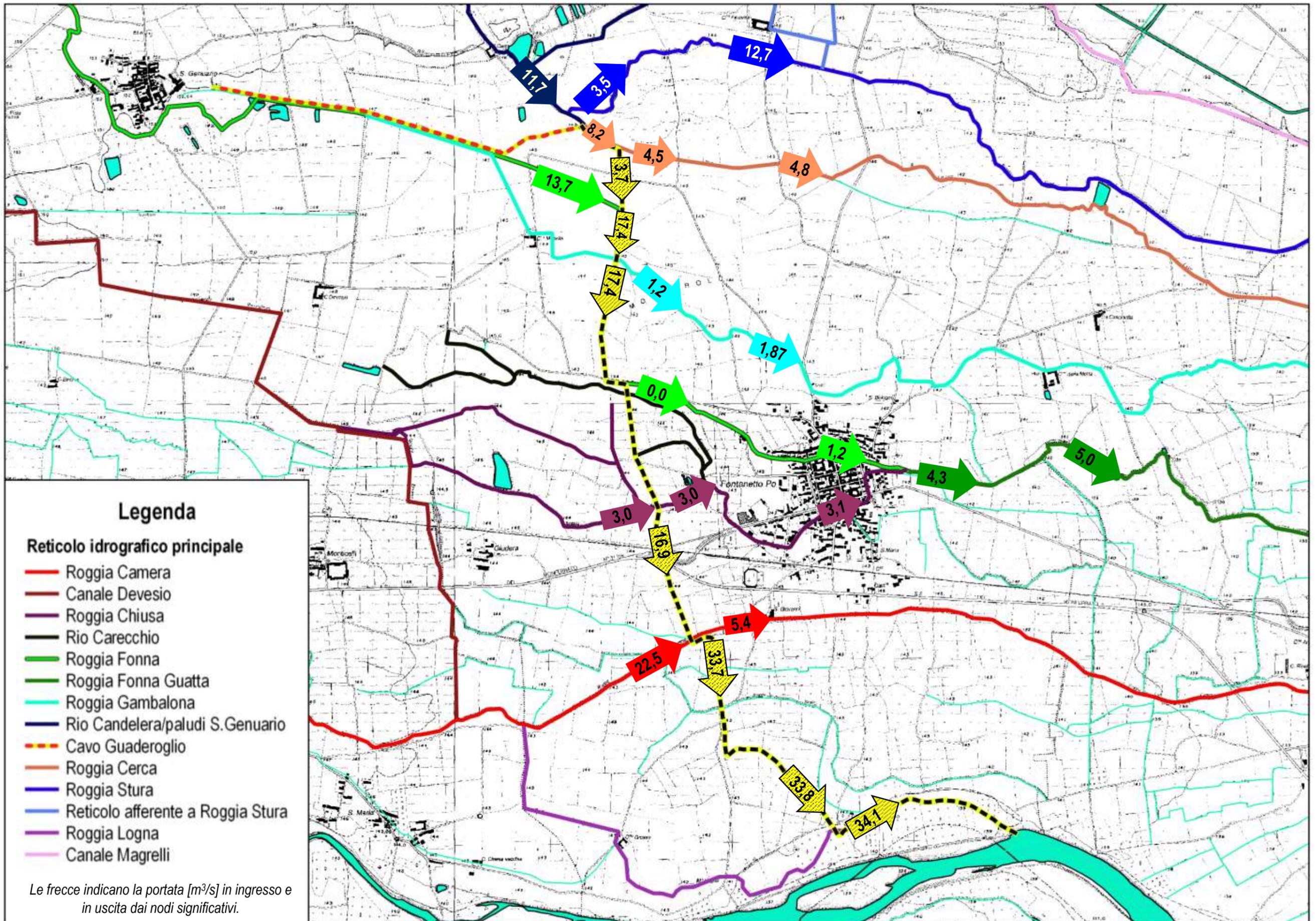
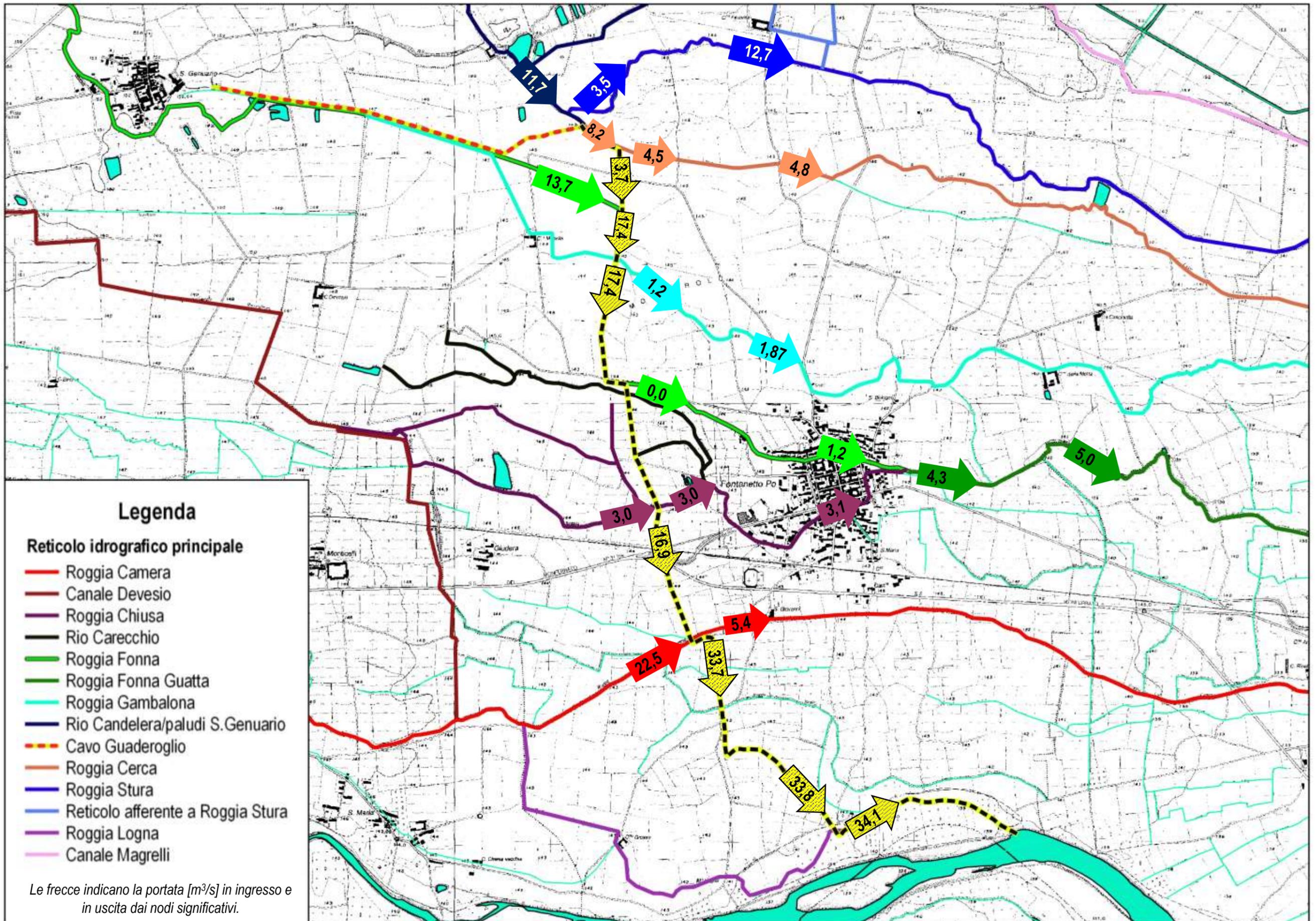
Volendo quindi esprimere un giudizio di compatibilità idraulica dell'opera in progetto, attenendosi allo schema proposto dalla Deliberazione 11 maggio 1999 n.2 dell'Autorità di Bacino del Fiume Po – aggiornata con deliberazione n.10 del Comitato Istituzionale del 5 Aprile 2006 “Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B” e degli altri riferimenti normativi in essa citati, si elencano gli effetti sulla corrente dovuti alla presenza della struttura dello scolmatore.

- E.1. Modifiche indotte sul profilo inviluppo di piena: lo scolmatore provoca una trascurabile parzializzazione della sezione utile al passaggio in golena della portata di riferimento a tempo di ritorno 200 anni, data la limitata altezza dei rilevati di contenimento dei livelli rispetto alle quote golenali e ai livelli di piena del Po, non ostacolando il libero deflusso della corrente che peraltro in questa porzione è caratterizzata da un'idrodinamica con bassa energia.
- E.2. Riduzione della capacità di invaso dell'alveo: la struttura dello scolmatore non provoca una riduzione della capacità di invaso dell'alveo. Complessivamente i volumi di scavo in questo tratto sono maggiori di quelli di riporto, incrementando pur marginalmente il volume a disposizione per l'invaso di portata in golena (la presenza degli argini non è un ostacolo vista la modesta altezza e considerando la risalita del flusso da valle – in senso trasversale all'asse del fiume).
- E.3. Interazioni con le opere di difesa idraulica esistenti: nel tratto in esame non sono presenti opere di contenimento dei livelli a carattere continuo che possano essere interferite dalla presenza dello

scolmatore; date inoltre le contenute altezze in sommità dei rilevati rispetto a quelle del piano golenale circostante non viene modificata la ampiezza degli allagamenti del territorio definiti dalla fascia B.

- E.4. Opere idrauliche in progetto nell'ambito dell'intervento: sono previste opere di contenimento dei livelli in materiale sciolto proveniente dagli scavi di realizzazione dell'opera.
- E.5. Modifiche indotte sull'assetto morfologico planimetrico e altimetrico dell'alveo inciso e di piena: la presenza dello scolmatore non è causa di effetti di questo genere sull'alveo.
- E.6. Modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale: per questi aspetti si rimanda alla relazione paesaggistica.
- E.7. Condizioni di sicurezza rispetto alla piena: i rilevati in frodo dello scolmatore in caso di un loro sormonto da parte della piena di Po defluente in fascia B, verranno completamente rimossi, poiché costituiti da materiale di riporto proveniente dagli scavi e pertanto non adeguati in sagoma a resistere a questo tipo di sollecitazioni.

ALLEGATO 1 - Schema planimetrico delle modalità di funzionamento del canale scolmatore



ALLEGATO 2 - Risultati delle verifiche idrauliche di progetto in forma tabellare

ALLEGATO 2.1 – Profilo di piena dello scolmatore in progetto associato a un evento di Po a tempo di ritorno 200 anni

Sezione	Progressiva modello	Progressiva elaborati progetto	Fondo alveo	Tirante	Livello idrico	Carico totale	Portata al colmo	Velocità	Area deflusso	Larghezza livello idrico	Froude	Sommità argini	Franco di sicurezza
-	m	m	m s.m.	m	m s.m.	m s.m.	m³/s	m/s	m²	m	-	m s.m.	m
Esistente	0.00		144.91	1.62	146.53	146.69	11.70	1.77	6.61	7.17	0.59	-	-
Esistente	235.00		144.11	1.42	145.52	145.64	11.70	1.55	7.53	7.55	0.50	-	-
Esistente	239.42		144.12	1.45	145.57	145.59	11.70	0.67	17.36	13.88	0.19	-	-
1	276.24	16.04	144.12	1.44	145.56	145.58	11.73	0.68	17.14	13.84	0.20	146.62	1.06
	309.94	49.74	144.11	1.43	145.54	145.56	11.73	0.69	17.08	13.83	0.20	146.61	1.07
	343.64	83.44	144.10	1.43	145.53	145.55	11.73	0.69	17.01	13.81	0.20	146.60	1.07
2	377.34	117.14	144.09	1.42	145.51	145.54	11.86	0.70	16.93	13.80	0.20	146.59	1.08
	421.36	161.16	144.08	1.41	145.49	145.52	11.86	0.70	16.85	13.78	0.20	146.58	1.09
	465.38	205.18	144.06	1.41	145.47	145.50	11.86	0.71	16.76	13.76	0.20	146.56	1.09
	509.40	249.20	144.05	1.40	145.45	145.48	11.85	0.71	16.66	13.74	0.21	146.55	1.10
	553.42	293.22	144.03	1.40	145.43	145.46	11.85	0.72	16.56	13.73	0.21	146.53	1.10
3 (ROGGIA CERCA VALLE SCOLMATORE)	597.44	337.24	144.02	1.39	145.41	145.44	11.85	0.72	16.46	13.71	0.21	146.52	1.11
sfioro 1	607.44	347.24	144.01	1.39	145.40	145.43	11.85	0.74	16.07	12.94	0.21	146.51	1.11
monte manufatto OPERA 3	617.44	357.24	144.01	1.39	145.40	145.43	11.57	0.72	16.02	12.94	0.21	146.51	1.11
valle manufatto OPERA 3	622.44	362.24	144.01	1.38	145.39	145.40	7.07	0.43	16.29	13.67	0.13	146.51	1.12
restituzione sfioro 1	632.44	372.24	144.01	1.38	145.39	145.39	5.11	0.31	16.41	13.70	0.09	146.51	1.12
	640.10	379.90	144.01	1.37	145.38	145.39	7.35	0.45	16.28	13.67	0.13	146.51	1.13
	682.76	422.56	144.00	1.37	145.37	145.38	7.35	0.45	16.34	13.68	0.13	146.50	1.13
	725.42	465.22	143.98	1.39	145.37	145.38	7.35	0.45	16.40	13.69	0.13	146.48	1.11
monte attraversamento viario	756.66	496.46	143.97	1.39	145.36	145.37	7.34	0.44	16.50	13.71	0.13	146.47	1.11
valle attraversamento viario	761.66	501.46	143.97	1.38	145.35	145.36	7.34	0.45	16.38	13.69	0.13	146.47	1.12
4	768.08	507.79	143.97	1.38	145.35	145.36	7.34	0.45	16.37	13.69	0.13	146.47	1.12
	813.44	553.24	143.96	1.38	145.34	145.35	7.34	0.45	16.43	13.70	0.13	146.46	1.12
	858.80	598.60	143.95	1.39	145.34	145.35	7.34	0.44	16.50	13.71	0.13	146.45	1.11
5	906.50	646.30	143.93	1.40	145.33	145.34	7.34	0.44	16.57	13.73	0.13	146.43	1.10
6	926.27	666.07	143.93	1.40	145.33	145.34	7.34	0.29	25.00	19.73	0.08	146.43	1.10
(IMMISSIONE ROGGIA FONNA)	946.70	686.50	143.92	1.41	145.33	145.34	7.34	0.29	25.10	19.74	0.08	146.42	1.09
7	957.27	699.41	143.92	1.40	145.32	145.34	20.75	0.83	25.04	19.74	0.23	146.42	1.10
	1001.16	740.96	143.90	1.40	145.30	145.34	20.75	0.83	24.95	19.72	0.24	146.40	1.10
	1045.06	784.86	143.89	1.38	145.27	145.31	20.75	0.84	24.64	19.68	0.24	146.39	1.12
	1088.95	828.75	143.88	1.36	145.24	145.28	20.75	0.85	24.30	19.64	0.25	146.38	1.14

Sezione	Progressiva modello	Progressiva elaborati progetto	Fondo alveo	Tirante	Livello idrico	Carico totale	Portata al colmo	Velocità	Area deflusso	Larghezza livello idrico	Froude	Sommità argini	Franco di sicurezza
-	m	m	m s.m.	m	m s.m.	m s.m.	m³/s	m/s	m²	m	-	m s.m.	m
	1132.85	872.65	143.86	1.35	145.21	145.25	20.75	0.87	23.94	19.59	0.25	146.36	1.15
	1176.74	916.54	143.85	1.33	145.18	145.22	20.75	0.88	23.55	19.53	0.26	146.35	1.17
8 (ROGGIA GAMBALONA VALLE SCOLMATORE)	1220.64	960.44	143.84	1.32	145.16	145.19	18.25	0.78	23.49	19.52	0.23	146.34	1.18
	1268.73	1008.53	143.82	1.32	145.14	145.17	18.25	0.78	23.27	19.49	0.23	146.32	1.18
	1316.81	1056.61	143.81	1.30	145.11	145.14	18.25	0.79	23.06	19.47	0.23	146.31	1.20
	1364.90	1104.70	143.79	1.30	145.09	145.12	18.25	0.80	22.85	19.44	0.24	146.29	1.20
	1412.99	1152.79	143.78	1.28	145.06	145.09	18.25	0.81	22.62	19.41	0.24	146.28	1.22
	1461.07	1200.87	143.76	1.27	145.03	145.06	18.25	0.82	22.37	19.37	0.24	146.26	1.23
	1509.16	1248.96	143.75	1.25	145.00	145.03	18.25	0.83	22.10	19.33	0.25	146.25	1.25
	1557.24	1297.04	143.73	1.24	144.97	145.01	18.25	0.84	21.80	19.29	0.25	146.23	1.26
	1605.33	1345.13	143.72	1.22	144.94	144.98	18.25	0.85	21.48	19.25	0.26	146.22	1.28
	1653.42	1393.22	143.70	1.21	144.91	144.95	18.25	0.86	21.12	19.20	0.26	146.20	1.29
	1701.50	1441.30	143.69	1.18	144.87	144.91	18.25	0.88	20.73	19.14	0.27	146.19	1.32
	1744.31	1484.11	143.68	1.16	144.84	144.88	18.25	0.90	20.34	19.09	0.28	146.18	1.34
	1797.68	1537.48	143.66	1.13	144.79	144.83	18.25	0.92	19.83	19.02	0.29	146.16	1.37
(ROGGIA FONNA VALLE SCOLMATORE)	1845.76	1585.56	143.65	1.10	144.75	144.80	18.25	0.95	19.30	18.94	0.30	146.15	1.40
monte attraversamento viario	1888.85	1628.65	143.64	1.07	144.71	144.76	18.26	0.98	18.56	18.84	0.32	146.14	1.43
9 valle attraversamento viario	1893.85	1633.65	143.64	1.06	144.70	144.75	18.26	0.99	18.36	18.81	0.32	146.14	1.44
sfiore 2	1903.84	1643.64	143.63	1.05	144.68	144.73	18.26	1.00	18.35	18.81	0.32	146.13	1.45
monte manufatto OPERA 12	1913.84	1653.64	143.61	1.06	144.67	144.72	18.26	0.98	18.54	18.84	0.32	146.11	1.44
valle manufatto OPERA 12	1918.84	1658.64	143.61	1.04	144.65	144.70	18.26	1.01	18.15	18.78	0.33	146.11	1.46
restituzione sfiore 2	1924.85	1664.65	143.60	1.05	144.65	144.70	18.26	1.00	18.18	18.79	0.33	146.10	1.45
10	1940.62	1680.42	143.58	1.05	144.63	144.68	18.26	1.00	18.25	18.80	0.32	146.08	1.45
	1988.19	1727.99	143.52	1.05	144.57	144.62	18.25	1.00	18.27	18.80	0.32	146.02	1.45
	2035.77	1775.57	143.46	1.05	144.51	144.56	18.25	1.00	18.30	18.80	0.32	145.96	1.45
	2083.34	1823.14	143.40	1.06	144.46	144.51	18.25	1.00	18.33	18.81	0.32	145.90	1.44
	2130.92	1870.72	143.35	1.05	144.40	144.45	18.25	0.99	18.37	18.81	0.32	145.85	1.45
	2178.49	1918.29	143.29	1.05	144.34	144.39	18.25	0.99	18.42	18.82	0.32	145.79	1.45
	2226.07	1965.87	143.23	1.06	144.29	144.34	18.25	0.99	18.48	18.83	0.32	145.73	1.44
	2273.64	2013.44	143.17	1.06	144.23	144.28	18.25	0.98	18.56	18.84	0.32	145.67	1.44
	2321.22	2061.02	143.11	1.07	144.18	144.23	18.25	0.98	18.64	18.85	0.31	145.61	1.43

Sezione	Progressiva modello	Progressiva elaborati progetto	Fondo alveo	Tirante	Livello idrico	Carico totale	Portata al colmo	Velocità	Area deflusso	Larghezza livello idrico	Froude	Sommità argini	Franco di sicurezza
-	m	m	m s.m.	m	m s.m.	m s.m.	m³/s	m/s	m²	m	-	m s.m.	m
	2368.79	2108.59	143.05	1.08	144.13	144.18	18.26	0.97	18.75	18.87	0.31	145.55	1.42
monte attraversamento viario	2398.88	2138.68	143.01	1.09	144.10	144.15	18.27	0.96	18.97	18.90	0.31	145.51	1.41
valle attraversamento viario	2403.88	2143.68	143.01	1.08	144.09	144.14	18.27	0.97	18.77	18.87	0.31	145.51	1.42
	2416.37	2156.17	142.99	1.08	144.07	144.12	18.26	0.97	18.85	18.88	0.31	145.49	1.42
	2463.94	2203.74	142.93	1.09	144.02	144.07	18.26	0.96	18.99	18.90	0.31	145.43	1.41
	2511.52	2251.32	142.88	1.09	143.97	144.02	18.25	0.95	19.17	18.93	0.30	145.38	1.41
	2559.09	2298.89	142.82	1.11	143.93	143.98	18.25	0.94	19.37	18.95	0.30	145.32	1.39
	2606.67	2346.47	142.76	1.12	143.88	143.92	18.26	0.93	19.61	18.99	0.29	145.26	1.38
(IMMISSIONE ROGGIA CHIUSA)	2638.60	2378.40	142.72	1.12	143.84	143.90	20.87	1.06	19.69	19.00	0.33	145.22	1.38
11 (ROGGIA CHIUSA VALLE SCOLMATORE)	2654.24	2394.04	142.70	1.12	143.82	143.86	16.87	0.86	19.55	18.98	0.27	145.20	1.38
	2702.83	2442.63	142.67	1.11	143.78	143.82	16.87	0.87	19.37	18.95	0.28	145.17	1.39
	2751.41	2491.21	142.64	1.10	143.74	143.78	16.87	0.88	19.21	18.93	0.28	145.14	1.40
	2800.00	2539.80	142.61	1.09	143.70	143.74	16.87	0.89	19.03	18.91	0.28	145.11	1.41
weir incile sifone monte	2852.22	2592.02	142.58	1.09	143.67	143.68	16.87	0.81	20.74	19.07	0.25	145.01	1.34
weir incile sifone valle	2858.72	2598.52	138.25	5.41	143.66	143.66	16.87	0.16	103.23	19.07	0.02	145.00	1.34
12 monte imbocco	2873.72	2613.52	138.25	5.41	143.66	143.66	16.87	0.16	103.23	19.07	0.02	144.97	1.31
13 valle imbocco	2973.72	2713.52	138.25	5.20	143.45	143.45	16.87	0.17	99.21	19.07	0.02	144.78	1.33
weir uscita sifone monte	2983.72	2723.52	138.25	5.20	143.45	143.45	16.88	0.17	99.21	19.07	0.02	144.76	1.31
weir uscita sifone valle	2988.72	2728.52	142.25	1.16	143.41	143.44	16.88	0.76	22.19	19.07	0.23	144.75	1.34
	2995.00	2734.80	142.24	1.16	143.40	143.43	16.87	0.82	20.45	19.11	0.25	144.74	1.34
	3041.69	2781.49	142.22	1.16	143.37	143.41	16.87	0.83	20.34	19.09	0.26	144.72	1.35
	3088.38	2828.18	142.19	1.15	143.34	143.38	16.87	0.83	20.22	19.07	0.26	144.69	1.35
	3135.07	2874.87	142.17	1.15	143.31	143.35	16.88	0.84	20.08	19.05	0.26	144.67	1.35
sfioro 3 SX	3156.76	2896.56	142.15	1.15	143.30	143.34	16.88	0.84	20.04	19.05	0.26	144.65	1.35
monte attraversamento viario e manufatto OPERA17	3176.76	2916.56	142.14	1.14	143.28	143.32	16.63	0.83	20.01	19.04	0.26	144.64	1.36
valle attraversamento viario e manufatto OPERA17	3181.76	2921.56	142.14	1.13	143.27	143.31	16.63	0.84	19.76	19.01	0.26	144.64	1.37
restituzione sfioro 3	3196.76	2936.56	142.13	1.13	143.26	143.30	16.63	0.84	19.85	19.02	0.26	144.63	1.37
	3227.92	2967.72	142.09	1.15	143.24	143.28	16.87	0.84	20.05	19.05	0.26	144.59	1.35
	3274.08	3013.88	142.05	1.16	143.21	143.24	16.87	0.83	20.37	19.09	0.26	144.55	1.34

Sezione	Progressiva modello	Progressiva elaborati progetto	Fondo alveo	Tirante	Livello idrico	Carico totale	Portata al colmo	Velocità	Area deflusso	Larghezza livello idrico	Froude	Sommità argini	Franco di sicurezza
-	m	m	m s.m.	m	m s.m.	m s.m.	m³/s	m/s	m²	m	-	m s.m.	m
	3320.25	3060.05	142.00	1.18	143.18	143.21	16.87	0.81	20.73	19.14	0.25	144.50	1.32
	3366.41	3106.21	141.95	1.20	143.15	143.18	16.86	0.80	21.12	19.20	0.24	144.45	1.30
	3412.57	3152.37	141.91	1.22	143.13	143.16	16.80	0.78	21.55	19.26	0.24	144.41	1.28
14	3458.73	3198.53	141.86	1.24	143.10	143.13	16.64	0.75	22.06	19.33	0.23	144.61	1.51
weir incile sifone monte	3472.72	3212.52	141.85	1.22	143.07	143.10	16.61	0.83	19.94	16.00	0.24	144.59	1.52
weir incile sifone valle	3474.41	3214.21	139.86	3.22	143.08	143.09	16.61	0.32	51.45	16.00	0.06	144.58	1.50
15 monte imbocco	3478.73	3218.53	139.86	3.22	143.08	143.09	16.62	0.32	51.44	16.00	0.06	144.58	1.50
valle sbocco	3513.41	3253.21	139.86	3.21	143.07	143.08	16.69	0.33	51.27	16.00	0.06	144.52	1.45
weir uscita sifone monte	3517.41	3257.21	139.86	3.21	143.07	143.08	16.69	0.33	51.26	16.00	0.06	144.51	1.44
weir uscita sifone valle	3519.00	3258.80	141.75	1.28	143.03	143.06	16.70	0.82	20.38	16.00	0.23	144.51	1.48
16 (ROGGIA CAMERA)	3528.99	3268.79	141.74	1.29	143.03	143.06	16.72	0.73	22.78	19.43	0.22	144.49	1.46
monte manufatto OPERA19	3543.99	3283.79	141.73	1.30	143.02	143.05	16.76	0.73	23.06	19.47	0.21	144.48	1.45
17 valle manufatto OPERA19	3548.99	3288.79	141.72	1.29	143.01	143.03	16.77	0.73	22.89	19.44	0.22	144.47	1.46
	3597.02	3336.82	141.67	1.32	142.99	143.02	16.85	0.72	23.52	19.53	0.21	144.42	1.43
	3645.06	3384.86	141.62	1.28	142.90	143.01	33.74	1.48	22.75	19.42	0.44	144.37	1.47
	3673.53	3413.33	141.59	1.25	142.84	142.96	33.74	1.52	22.18	19.34	0.45	144.34	1.50
	3693.09	3432.89	141.56	1.24	142.80	142.92	33.74	1.53	22.00	19.32	0.46	144.31	1.51
	3741.13	3480.93	141.48	1.22	142.70	142.83	33.74	1.58	21.42	19.24	0.48	144.23	1.53
	3772.03	3511.83	141.43	1.19	142.62	142.75	33.74	1.61	20.93	19.17	0.49	144.18	1.56
	3789.16	3528.96	141.38	1.20	142.58	142.71	33.74	1.60	21.12	19.20	0.49	144.13	1.55
	3837.19	3576.99	141.24	1.24	142.48	142.60	33.75	1.55	21.82	19.30	0.46	143.99	1.51
	3885.23	3625.03	141.11	1.28	142.39	142.50	33.75	1.48	22.80	19.43	0.44	143.86	1.47
18	3933.26	3673.06	140.97	1.35	142.32	142.42	33.75	1.40	24.07	19.60	0.40	143.72	1.40
monte attraversamento viario	3940.98	3680.78	140.96	1.35	142.31	142.41	33.75	1.41	24.02	19.60	0.41	143.71	1.40
valle attraversamento viario	3945.98	3685.78	140.96	1.29	142.25	142.36	33.75	1.48	22.88	19.44	0.43	143.71	1.46
	3971.57	3711.37	140.93	1.27	142.20	142.32	33.75	1.51	22.42	19.38	0.45	143.68	1.48
	4009.88	3749.68	140.89	1.22	142.11	142.24	33.75	1.57	21.44	19.24	0.48	143.64	1.53
	4048.19	3787.99	140.86	1.14	142.00	142.14	33.75	1.68	20.11	19.06	0.52	143.61	1.61
	4086.50	3826.30	140.82	1.04	141.86	142.04	33.75	1.87	18.08	18.77	0.61	143.57	1.71
	4112.67	3852.47	140.44	1.40	141.84	141.93	33.75	1.35	25.04	19.73	0.38	143.19	1.35
	4157.88	3897.68	140.33	1.46	141.79	141.87	33.75	1.28	26.29	19.90	0.36	143.08	1.29
	4203.09	3942.89	140.21	1.54	141.75	141.83	33.75	1.22	27.72	20.09	0.33	142.96	1.21

Sezione	Progressiva modello	Progressiva elaborati progetto	Fondo alveo	Tirante	Livello idrico	Carico totale	Portata al colmo	Velocità	Area deflusso	Larghezza livello idrico	Froude	Sommità argini	Franco di sicurezza
-	m	m	m s.m.	m	m s.m.	m s.m.	m³/s	m/s	m²	m	-	m s.m.	m
	4248.30	3988.10	140.10	1.62	141.72	141.79	33.75	1.15	29.31	20.30	0.31	142.85	1.13
	4293.50	4033.30	139.99	1.70	141.69	141.75	33.75	1.09	31.05	20.53	0.28	142.74	1.05
	4338.71	4078.51	139.87	1.80	141.67	141.72	33.75	1.03	32.91	20.77	0.26	142.62	0.95
	4383.92	4123.72	139.76	1.89	141.65	141.70	33.75	0.97	34.89	21.02	0.24	142.51	0.86
	4429.13	4168.93	139.65	1.98	141.63	141.67	33.75	0.91	36.95	21.28	0.22	142.40	0.77
	4468.94	4208.74	139.62	2.00	141.62	141.66	33.75	0.90	37.35	21.33	0.22	142.37	0.75
(ROGGIA LOGNA)	4508.74	4248.54	139.59	2.01	141.60	141.64	33.75	0.89	37.75	21.38	0.21	142.34	0.74
sfioro 5	4538.55	4278.35	139.56	2.03	141.59	141.63	33.75	0.90	37.47	20.18	0.21	142.31	0.72
monte manufatto su OPERA 22	4548.55	4288.35	139.55	2.04	141.59	141.61	23.88	0.63	38.19	21.44	0.15	142.30	0.71
valle manufatto su OPERA 22	4553.55	4293.35	139.48	2.08	141.56	141.58	23.88	0.61	39.04	21.54	0.15	142.23	0.67
restituzione sfioro 5	4568.63	4308.43	139.27	2.29	141.56	141.58	23.88	0.55	43.65	22.11	0.12	142.02	0.46
	4615.25	4355.05	138.85	2.71	141.56	141.58	33.75	0.64	52.96	22.13	0.13	141.60	0.04
	4661.88	4401.68	138.43	3.13	141.56	141.58	33.75	0.54	62.27	22.13	0.10	141.18	-0.38
	4702.77	4442.57	138.39	3.17	141.56	141.58	33.75	0.53	63.10	22.13	0.10	141.14	-0.42
	4743.65	4483.45	138.35	3.21	141.56	141.58	33.75	0.53	63.93	22.13	0.10	141.10	-0.46
19	4756.33	4496.13	138.00	3.56	141.56	141.58	33.75	0.47	71.72	22.13	0.08	140.75	-0.81
20	4786.20	4526.00	137.20	4.36	141.56	141.58	33.75	0.84	40.32	11.17	0.14	-	-
	4793.16	4532.96	137.02	4.55	141.56	141.58	33.75	0.80	42.33	11.17	0.13	-	-
	4858.58	4598.38	136.30	5.26	141.55	141.57	33.75	0.67	50.36	11.17	0.10	-	-
	4881.45	4621.25	135.96	5.59	141.55	141.57	34.07	0.63	54.17	11.17	0.09	-	-
	4918.76	4658.56	135.40	6.15	141.55	141.57	34.07	0.56	60.40	11.17	0.08	-	-
fine sistemazione	4976.70	4716.50	135.28	6.27	141.55	141.57	34.06	0.55	61.74	11.17	0.07	-	-
esistente	5050.20	4790.00	134.81	6.74	141.55	141.56	34.06	0.32	105.69	23.60	0.05	-	-
esistente	5140.20	4880.00	134.75	6.80	141.55	141.55	34.06	0.16	218.53	50.49	0.02	-	-
esistente	5250.20	4990.00	134.59	6.96	141.55	141.55	34.06	0.23	145.83	38.33	0.04	-	-
esistente	5410.20	5150.00	134.28	7.27	141.55	141.55	34.06	0.17	202.17	45.51	0.03	-	-
esistente	5520.20	5260.00	133.95	7.60	141.55	141.55	34.06	0.16	217.29	50.77	0.02	-	-
esistente	5610.20	5350.00	133.98	7.57	141.55	141.55	34.06	0.16	209.13	43.66	0.02	-	-
esistente	5710.20	5450.00	134.02	7.53	141.55	141.55	34.06	0.12	282.76	55.61	0.02	-	-
esistente	5810.20	5550.00	133.84	7.71	141.55	141.55	34.06	0.13	269.44	50.85	0.02	-	-

Sezione	Progressiva modello	Progressiva elaborati progetto	Fondo alveo	Tirante	Livello idrico	Carico totale	Portata al colmo	Velocità	Area deflusso	Larghezza livello idrico	Froude	Sommità argini	Franco di sicurezza
-	m	m	m s.m.	m	m s.m.	m s.m.	m³/s	m/s	m²	m	-	m s.m.	m
esistente	5890.20	5630.00	133.71	7.84	141.55	141.55	34.06	0.12	288.92	53.90	0.02	-	-
esistente	5920.20	5660.00	133.74	7.81	141.55	141.55	34.06	0.12	281.36	48.94	0.02	-	-
21	5962.20	5702.00	133.86	7.69	141.55	141.55	34.06	0.21	159.66	24.59	0.03	-	-

ALLEGATO 2.2 – Profilo di piena dello scolmatore in progetto associato a un evento di Po a tempo di ritorno 20 anni

Sezione	Progressiva modello	Progressiva elaborati progetto	Fondo alveo	Tirante	Livello idrico	Carico totale	Portata al colmo	Velocità	Area deflusso	Larghezza livello idrico	Froude	Sommità argini	Franco di sicurezza
-	m	m	m s.m.	m	m s.m.	m s.m.	m³/s	m/s	m²	m	-	m s.m.	m
Esistente	0.00		144.91	1.62	146.53	146.69	11.70	1.77	6.61	7.17	0.59	-	-
Esistente	235.00		144.11	1.42	145.52	145.64	11.70	1.55	7.53	7.55	0.50	-	-
Esistente	239.42		144.12	1.45	145.57	145.59	11.70	0.67	17.36	13.88	0.19	-	-
1	276.24	16.04	144.12	1.44	145.56	145.58	11.73	0.68	17.14	13.84	0.20	146.62	1.06
	309.94	49.74	144.11	1.43	145.54	145.56	11.73	0.69	17.08	13.83	0.20	146.61	1.07
	343.64	83.44	144.10	1.43	145.53	145.55	11.73	0.69	17.01	13.81	0.20	146.60	1.07
2	377.34	117.14	144.09	1.42	145.51	145.54	11.86	0.70	16.93	13.80	0.20	146.59	1.08
	421.36	161.16	144.08	1.41	145.49	145.52	11.86	0.70	16.85	13.78	0.20	146.58	1.09
	465.38	205.18	144.06	1.41	145.47	145.50	11.86	0.71	16.76	13.76	0.20	146.56	1.09
	509.40	249.20	144.05	1.40	145.45	145.48	11.85	0.71	16.66	13.74	0.21	146.55	1.10
	553.42	293.22	144.03	1.40	145.43	145.46	11.85	0.72	16.56	13.73	0.21	146.53	1.10
3 (ROGGIA CERCA VALLE SCOLMATORE)	597.44	337.24	144.02	1.39	145.41	145.44	11.85	0.72	16.46	13.71	0.21	146.52	1.11
sfioro 1	607.44	347.24	144.01	1.39	145.40	145.43	11.85	0.74	16.07	12.94	0.21	146.51	1.11
monte manufatto OPERA 3	617.44	357.24	144.01	1.39	145.40	145.43	11.57	0.72	16.02	12.94	0.21	146.51	1.11
valle manufatto OPERA 3	622.44	362.24	144.01	1.38	145.39	145.40	7.07	0.43	16.29	13.67	0.13	146.51	1.12
restituzione sfioro 1	632.44	372.24	144.01	1.38	145.39	145.39	5.11	0.31	16.41	13.70	0.09	146.51	1.12
	640.10	379.90	144.01	1.37	145.38	145.39	7.35	0.45	16.28	13.67	0.13	146.51	1.13
	682.76	422.56	144.00	1.37	145.37	145.38	7.35	0.45	16.34	13.68	0.13	146.50	1.13
	725.42	465.22	143.98	1.39	145.37	145.38	7.35	0.45	16.40	13.69	0.13	146.48	1.11
monte attraversamento viario	756.66	496.46	143.97	1.39	145.36	145.37	7.34	0.44	16.50	13.71	0.13	146.47	1.11
valle attraversamento viario	761.66	501.46	143.97	1.38	145.35	145.36	7.34	0.45	16.38	13.69	0.13	146.47	1.12
4	768.08	507.79	143.97	1.38	145.35	145.36	7.34	0.45	16.37	13.69	0.13	146.47	1.12
	813.44	553.24	143.96	1.38	145.34	145.35	7.34	0.45	16.43	13.70	0.13	146.46	1.12
	858.80	598.60	143.95	1.39	145.34	145.35	7.34	0.44	16.50	13.71	0.13	146.45	1.11
5	906.50	646.30	143.93	1.40	145.33	145.34	7.34	0.44	16.57	13.73	0.13	146.43	1.10
6	926.27	666.07	143.93	1.40	145.33	145.34	7.34	0.29	25.00	19.73	0.08	146.43	1.10
(IMMISSIONE ROGGIA FONNA)	946.70	686.50	143.92	1.41	145.33	145.34	7.34	0.29	25.10	19.74	0.08	146.42	1.09
7	957.27	699.41	143.92	1.40	145.32	145.34	20.75	0.83	25.04	19.74	0.23	146.42	1.10
	1001.16	740.96	143.90	1.40	145.30	145.34	20.75	0.83	24.95	19.72	0.24	146.40	1.10
	1045.06	784.86	143.89	1.38	145.27	145.31	20.75	0.84	24.64	19.68	0.24	146.39	1.12
	1088.95	828.75	143.88	1.36	145.24	145.28	20.75	0.85	24.30	19.64	0.25	146.38	1.14

Sezione	Progressiva modello	Progressiva elaborati progetto	Fondo alveo	Tirante	Livello idrico	Carico totale	Portata al colmo	Velocità	Area deflusso	Larghezza livello idrico	Froude	Sommità argini	Franco di sicurezza
-	m	m	m s.m.	m	m s.m.	m s.m.	m³/s	m/s	m²	m	-	m s.m.	m
	1132.85	872.65	143.86	1.35	145.21	145.25	20.75	0.87	23.94	19.59	0.25	146.36	1.15
	1176.74	916.54	143.85	1.33	145.18	145.22	20.75	0.88	23.55	19.53	0.26	146.35	1.17
8 (ROGGIA GAMBALONA VALLE SCOLMATORE)	1220.64	960.44	143.84	1.32	145.16	145.19	18.25	0.78	23.49	19.52	0.23	146.34	1.18
	1268.73	1008.53	143.82	1.32	145.14	145.17	18.25	0.78	23.27	19.49	0.23	146.32	1.18
	1316.81	1056.61	143.81	1.30	145.11	145.14	18.25	0.79	23.06	19.47	0.23	146.31	1.20
	1364.90	1104.70	143.79	1.30	145.09	145.12	18.25	0.80	22.85	19.44	0.24	146.29	1.20
	1412.99	1152.79	143.78	1.28	145.06	145.09	18.25	0.81	22.62	19.41	0.24	146.28	1.22
	1461.07	1200.87	143.76	1.27	145.03	145.06	18.25	0.82	22.37	19.37	0.24	146.26	1.23
	1509.16	1248.96	143.75	1.25	145.00	145.03	18.25	0.83	22.10	19.33	0.25	146.25	1.25
	1557.24	1297.04	143.73	1.24	144.97	145.01	18.25	0.84	21.80	19.29	0.25	146.23	1.26
	1605.33	1345.13	143.72	1.22	144.94	144.98	18.25	0.85	21.48	19.25	0.26	146.22	1.28
	1653.42	1393.22	143.70	1.21	144.91	144.95	18.25	0.86	21.12	19.20	0.26	146.20	1.29
	1701.50	1441.30	143.69	1.18	144.87	144.91	18.25	0.88	20.73	19.14	0.27	146.19	1.32
	1744.31	1484.11	143.68	1.16	144.84	144.88	18.25	0.90	20.34	19.09	0.28	146.18	1.34
	1797.68	1537.48	143.66	1.13	144.79	144.83	18.25	0.92	19.83	19.02	0.29	146.16	1.37
(ROGGIA FONNA VALLE SCOLMATORE)	1845.76	1585.56	143.65	1.10	144.75	144.80	18.25	0.95	19.30	18.94	0.30	146.15	1.40
monte attraversamento viario	1888.85	1628.65	143.64	1.07	144.71	144.76	18.26	0.98	18.56	18.84	0.32	146.14	1.43
9 valle attraversamento viario	1893.85	1633.65	143.64	1.06	144.70	144.75	18.26	0.99	18.36	18.81	0.32	146.14	1.44
sfioro 2	1903.84	1643.64	143.63	1.05	144.68	144.73	18.26	1.00	18.35	18.81	0.32	146.13	1.45
monte manufatto OPERA 12	1913.84	1653.64	143.61	1.06	144.67	144.72	18.26	0.98	18.54	18.84	0.32	146.11	1.44
valle manufatto OPERA 12	1918.84	1658.64	143.61	1.04	144.65	144.70	18.26	1.01	18.15	18.78	0.33	146.11	1.46
restituzione sfioro 2	1924.85	1664.65	143.60	1.05	144.65	144.70	18.26	1.00	18.18	18.79	0.33	146.10	1.45
10	1940.62	1680.42	143.58	1.05	144.63	144.68	18.26	1.00	18.25	18.80	0.32	146.08	1.45
	1988.19	1727.99	143.52	1.05	144.57	144.62	18.25	1.00	18.27	18.80	0.32	146.02	1.45
	2035.77	1775.57	143.46	1.05	144.51	144.56	18.25	1.00	18.30	18.80	0.32	145.96	1.45
	2083.34	1823.14	143.40	1.06	144.46	144.51	18.25	1.00	18.33	18.81	0.32	145.90	1.44
	2130.92	1870.72	143.35	1.05	144.40	144.45	18.25	0.99	18.37	18.81	0.32	145.85	1.45
	2178.49	1918.29	143.29	1.05	144.34	144.39	18.25	0.99	18.42	18.82	0.32	145.79	1.45
	2226.07	1965.87	143.23	1.06	144.29	144.34	18.25	0.99	18.48	18.83	0.32	145.73	1.44
	2273.64	2013.44	143.17	1.06	144.23	144.28	18.25	0.98	18.56	18.84	0.32	145.67	1.44
	2321.22	2061.02	143.11	1.07	144.18	144.23	18.25	0.98	18.64	18.85	0.31	145.61	1.43

Sezione	Progressiva modello	Progressiva elaborati progetto	Fondo alveo	Tirante	Livello idrico	Carico totale	Portata al colmo	Velocità	Area deflusso	Larghezza livello idrico	Froude	Sommità argini	Franco di sicurezza
-	m	m	m s.m.	m	m s.m.	m s.m.	m³/s	m/s	m²	m	-	m s.m.	m
	2368.79	2108.59	143.05	1.08	144.13	144.18	18.26	0.97	18.75	18.87	0.31	145.55	1.42
monte attraversamento viario	2398.88	2138.68	143.01	1.09	144.10	144.15	18.27	0.96	18.97	18.90	0.31	145.51	1.41
valle attraversamento viario	2403.88	2143.68	143.01	1.08	144.09	144.14	18.27	0.97	18.77	18.87	0.31	145.51	1.42
	2416.37	2156.17	142.99	1.08	144.07	144.12	18.26	0.97	18.85	18.88	0.31	145.49	1.42
	2463.94	2203.74	142.93	1.09	144.02	144.07	18.26	0.96	18.99	18.90	0.31	145.43	1.41
	2511.52	2251.32	142.88	1.09	143.97	144.02	18.25	0.95	19.17	18.93	0.30	145.38	1.41
	2559.09	2298.89	142.82	1.11	143.93	143.98	18.25	0.94	19.37	18.95	0.30	145.32	1.39
	2606.67	2346.47	142.76	1.12	143.88	143.92	18.26	0.93	19.61	18.99	0.29	145.26	1.38
(IMMISSIONE ROGGIA CHIUSA)	2638.60	2378.40	142.72	1.12	143.84	143.90	20.87	1.06	19.69	19.00	0.33	145.22	1.38
11 (ROGGIA CHIUSA VALLE SCOLMATORE)	2654.24	2394.04	142.70	1.12	143.82	143.86	16.87	0.86	19.55	18.98	0.27	145.20	1.38
	2702.83	2442.63	142.67	1.11	143.78	143.82	16.87	0.87	19.37	18.95	0.28	145.17	1.39
	2751.41	2491.21	142.64	1.10	143.74	143.78	16.87	0.88	19.21	18.93	0.28	145.14	1.40
	2800.00	2539.80	142.61	1.09	143.70	143.74	16.87	0.89	19.03	18.91	0.28	145.11	1.41
weir incile sifone monte	2852.22	2592.02	142.58	1.09	143.67	143.68	16.87	0.81	20.74	19.07	0.25	145.01	1.34
weir incile sifone valle	2858.72	2598.52	138.25	5.41	143.66	143.66	16.87	0.16	103.23	19.07	0.02	145.00	1.34
12 monte imbocco	2873.72	2613.52	138.25	5.41	143.66	143.66	16.87	0.16	103.23	19.07	0.02	144.97	1.31
13 valle imbocco	2973.72	2713.52	138.25	5.20	143.45	143.45	16.87	0.17	99.21	19.07	0.02	144.78	1.33
weir uscita sifone monte	2983.72	2723.52	138.25	5.20	143.45	143.45	16.88	0.17	99.21	19.07	0.02	144.76	1.31
weir uscita sifone valle	2988.72	2728.52	142.25	1.16	143.41	143.44	16.88	0.76	22.19	19.07	0.23	144.75	1.34
	2995.00	2734.80	142.24	1.16	143.40	143.43	16.87	0.82	20.45	19.11	0.25	144.74	1.34
	3041.69	2781.49	142.22	1.16	143.37	143.41	16.87	0.83	20.34	19.09	0.26	144.72	1.35
	3088.38	2828.18	142.19	1.15	143.34	143.38	16.87	0.83	20.22	19.07	0.26	144.69	1.35
	3135.07	2874.87	142.17	1.15	143.31	143.35	16.88	0.84	20.08	19.05	0.26	144.67	1.35
sfioro 3 SX	3156.76	2896.56	142.15	1.15	143.30	143.34	16.88	0.84	20.04	19.05	0.26	144.65	1.35
monte attraversamento viario e manufatto OPERA17	3176.76	2916.56	142.14	1.14	143.28	143.32	16.63	0.83	20.01	19.04	0.26	144.64	1.36
valle attraversamento viario e manufatto OPERA17	3181.76	2921.56	142.14	1.13	143.27	143.31	16.63	0.84	19.76	19.01	0.26	144.64	1.37
restituzione sfioro 3	3196.76	2936.56	142.13	1.13	143.26	143.30	16.63	0.84	19.85	19.02	0.26	144.63	1.37
	3227.92	2967.72	142.09	1.15	143.24	143.28	16.87	0.84	20.05	19.05	0.26	144.59	1.35
	3274.08	3013.88	142.05	1.16	143.21	143.24	16.87	0.83	20.37	19.09	0.26	144.55	1.34

Sezione	Progressiva modello	Progressiva elaborati progetto	Fondo alveo	Tirante	Livello idrico	Carico totale	Portata al colmo	Velocità	Area deflusso	Larghezza livello idrico	Froude	Sommità argini	Franco di sicurezza
-	m	m	m s.m.	m	m s.m.	m s.m.	m³/s	m/s	m²	m	-	m s.m.	m
	3320.25	3060.05	142.00	1.18	143.18	143.21	16.87	0.81	20.73	19.14	0.25	144.50	1.32
	3366.41	3106.21	141.95	1.20	143.15	143.18	16.86	0.80	21.12	19.20	0.24	144.45	1.30
	3412.57	3152.37	141.91	1.22	143.13	143.16	16.80	0.78	21.55	19.26	0.24	144.41	1.28
14	3458.73	3198.53	141.86	1.24	143.10	143.13	16.64	0.75	22.06	19.33	0.23	144.61	1.51
weir incile sifone monte	3472.72	3212.52	141.85	1.22	143.07	143.10	16.61	0.83	19.94	16.00	0.24	144.59	1.52
weir incile sifone valle	3474.41	3214.21	139.86	3.22	143.08	143.09	16.61	0.32	51.45	16.00	0.06	144.58	1.50
15 monte imbocco	3478.73	3218.53	139.86	3.22	143.08	143.09	16.62	0.32	51.44	16.00	0.06	144.58	1.50
valle sbocco	3513.41	3253.21	139.86	3.21	143.07	143.08	16.69	0.33	51.27	16.00	0.06	144.52	1.45
weir uscita sifone monte	3517.41	3257.21	139.86	3.21	143.07	143.08	16.69	0.33	51.26	16.00	0.06	144.51	1.44
weir uscita sifone valle	3519.00	3258.80	141.75	1.28	143.03	143.06	16.70	0.82	20.38	16.00	0.23	144.51	1.48
16 (ROGGIA CAMERA)	3528.99	3268.79	141.74	1.29	143.03	143.06	16.72	0.73	22.78	19.43	0.22	144.49	1.46
monte manufatto OPERA19	3543.99	3283.79	141.73	1.30	143.02	143.05	16.76	0.73	23.06	19.47	0.21	144.48	1.45
17 valle manufatto OPERA19	3548.99	3288.79	141.72	1.29	143.01	143.03	16.77	0.73	22.89	19.44	0.22	144.47	1.46
	3597.02	3336.82	141.67	1.32	142.99	143.02	16.85	0.72	23.52	19.53	0.21	144.42	1.43
	3645.06	3384.86	141.62	1.28	142.90	143.01	33.74	1.48	22.75	19.42	0.44	144.37	1.47
	3673.53	3413.33	141.59	1.25	142.84	142.96	33.74	1.52	22.18	19.34	0.45	144.34	1.50
	3693.09	3432.89	141.56	1.24	142.80	142.92	33.74	1.53	22.00	19.32	0.46	144.31	1.51
	3741.13	3480.93	141.48	1.21	142.69	142.82	33.74	1.58	21.31	19.23	0.48	144.23	1.54
	3772.03	3511.83	141.43	1.18	142.61	142.74	33.74	1.62	20.78	19.15	0.50	144.18	1.57
	3789.16	3528.96	141.38	1.19	142.57	142.70	33.74	1.61	20.95	19.18	0.49	144.13	1.56
	3837.19	3576.99	141.24	1.23	142.47	142.59	33.75	1.56	21.58	19.26	0.47	143.99	1.52
	3885.23	3625.03	141.11	1.27	142.38	142.49	33.75	1.50	22.47	19.38	0.45	143.86	1.48
18	3933.26	3673.06	140.97	1.33	142.30	142.40	33.75	1.43	23.65	19.55	0.41	143.72	1.42
monte attraversamento viario	3940.98	3680.78	140.96	1.33	142.29	142.39	33.75	1.43	23.59	19.54	0.42	143.71	1.42
valle attraversamento viario	3945.98	3685.78	140.96	1.26	142.22	142.34	33.75	1.51	22.33	19.37	0.45	143.71	1.49
	3971.57	3711.37	140.93	1.24	142.17	142.29	33.75	1.55	21.76	19.29	0.47	143.68	1.51
	4009.88	3749.68	140.89	1.18	142.07	142.21	33.75	1.64	20.55	19.12	0.51	143.64	1.57
	4048.19	3787.99	140.86	1.07	141.93	142.09	33.75	1.80	18.78	18.87	0.58	143.61	1.68
	4086.50	3826.30	140.82	0.92	141.74	141.97	33.75	2.14	15.79	18.44	0.74	143.57	1.83
	4112.67	3852.47	140.44	1.23	141.67	141.79	33.75	1.56	21.67	19.27	0.47	143.19	1.52
	4157.88	3897.68	140.33	1.25	141.58	141.70	33.75	1.53	22.09	19.33	0.46	143.08	1.50
	4203.09	3942.89	140.21	1.28	141.49	141.60	33.75	1.49	22.66	19.41	0.44	142.96	1.47

Sezione	Progressiva modello	Progressiva elaborati progetto	Fondo alveo	Tirante	Livello idrico	Carico totale	Portata al colmo	Velocità	Area deflusso	Larghezza livello idrico	Froude	Sommità argini	Franco di sicurezza
-	m	m	m s.m.	m	m s.m.	m s.m.	m³/s	m/s	m²	m	-	m s.m.	m
	4248.30	3988.10	140.10	1.32	141.42	141.53	33.75	1.44	23.41	19.51	0.42	142.85	1.43
	4293.50	4033.30	139.99	1.36	141.35	141.45	33.75	1.39	24.34	19.64	0.40	142.74	1.39
	4338.71	4078.51	139.87	1.43	141.30	141.39	33.75	1.33	25.46	19.79	0.37	142.62	1.32
	4383.92	4123.72	139.76	1.49	141.25	141.33	33.75	1.26	26.75	19.97	0.35	142.51	1.26
	4429.13	4168.93	139.65	1.56	141.21	141.28	33.75	1.20	28.20	20.16	0.32	142.40	1.19
	4468.94	4208.74	139.62	1.55	141.17	141.24	33.75	1.21	27.99	20.13	0.33	142.37	1.20
(ROGGIA LOGNA)	4508.74	4248.54	139.59	1.54	141.13	141.21	33.75	1.22	27.59	20.08	0.33	142.34	1.21
sfiore 5	4538.55	4278.35	139.56	1.52	141.08	141.16	33.75	1.26	26.85	19.47	0.34	142.31	1.23
monte manufatto su OPERA 22	4548.55	4288.35	139.55	1.52	141.07	141.11	23.88	0.89	26.91	19.99	0.24	142.30	1.23
valle manufatto su OPERA 22	4553.55	4293.35	139.48	1.55	141.03	141.07	23.88	0.87	27.57	20.07	0.24	142.23	1.20
restituzione sfiore 5	4568.63	4308.43	139.27	1.76	141.03	141.06	23.88	0.75	31.86	20.64	0.19	142.02	0.99
	4615.25	4355.05	138.85	2.17	141.02	141.05	33.75	0.82	40.93	21.78	0.19	141.60	0.58
	4661.88	4401.68	138.43	2.59	141.02	141.05	33.75	0.67	50.28	22.13	0.14	141.18	0.16
	4702.77	4442.57	138.39	2.63	141.02	141.05	33.75	0.66	51.06	22.13	0.14	141.14	0.12
	4743.65	4483.45	138.35	2.67	141.02	141.05	33.75	0.65	51.84	22.13	0.14	141.10	0.08
19	4756.33	4496.13	138.00	3.02	141.02	141.05	33.75	0.57	59.67	22.13	0.11	140.75	-0.27
20	4786.20	4526.00	137.20	3.80	141.00	141.03	33.75	0.99	34.15	11.17	0.18	-	-
	4793.16	4532.96	137.02	3.99	141.00	141.03	33.75	0.93	36.16	11.17	0.17	-	-
	4858.58	4598.38	136.30	4.71	141.00	141.03	33.75	0.76	44.20	11.17	0.12	-	-
	4881.45	4621.25	135.96	5.04	141.00	141.03	34.07	0.71	48.02	11.17	0.11	-	-
	4918.76	4658.56	135.40	5.60	141.00	141.02	34.07	0.63	54.25	11.17	0.09	-	-
fine sistemazione	4976.70	4716.50	135.28	5.72	141.00	141.02	34.06	0.61	55.58	11.17	0.09	-	-
esistente	5050.20	4790.00	134.81	6.19	141.00	141.01	34.06	0.37	92.69	23.60	0.06	-	-
esistente	5140.20	4880.00	134.75	6.25	141.00	141.00	34.06	0.18	190.83	50.49	0.03	-	-
esistente	5250.20	4990.00	134.59	6.41	141.00	141.00	34.06	0.27	124.75	38.33	0.05	-	-
esistente	5410.20	5150.00	134.28	6.72	141.00	141.00	34.06	0.19	177.17	45.51	0.03	-	-
esistente	5520.20	5260.00	133.95	7.05	141.00	141.00	34.06	0.18	189.39	50.77	0.03	-	-
esistente	5610.20	5350.00	133.98	7.02	141.00	141.00	34.06	0.18	185.13	43.66	0.03	-	-
esistente	5710.20	5450.00	134.02	6.98	141.00	141.00	34.06	0.14	252.20	55.61	0.02	-	-
esistente	5810.20	5550.00	133.84	7.16	141.00	141.00	34.06	0.14	241.49	50.85	0.02	-	-

Sezione	Progressiva modello	Progressiva elaborati progetto	Fondo alveo	Tirante	Livello idrico	Carico totale	Portata al colmo	Velocità	Area deflusso	Larghezza livello idrico	Froude	Sommità argini	Franco di sicurezza
-	m	m	m s.m.	m	m s.m.	m s.m.	m ³ /s	m/s	m ²	m	-	m s.m.	m
esistente	5890.20	5630.00	133.71	7.29	141.00	141.00	34.06	0.13	259.29	53.90	0.02	-	-
esistente	5920.20	5660.00	133.74	7.26	141.00	141.00	34.06	0.13	254.46	48.94	0.02	-	-
21	5962.20	5702.00	133.86	7.14	141.00	141.00	34.06	0.23	146.13	24.59	0.03	-	-

ALLEGATO 2.3 – Profilo di piena dello scolmatore in progetto associato ad un livello di Po non influente

Sezione	Progressiva modello	Progressiva elaborati progetto	Fondo alveo	Tirante	Livello idrico	Carico totale	Portata al colmo	Velocità	Area deflusso	Larghezza livello idrico	Froude	Sommità argini	Franco di sicurezza
-	m	m	m s.m.	m	m s.m.	m s.m.	m³/s	m/s	m²	m	-	m s.m.	m
Esistente	0.00		144.91	1.62	146.53	146.69	11.70	1.77	6.61	7.17	0.59	-	-
Esistente	235.00		144.11	1.42	145.52	145.64	11.70	1.55	7.53	7.55	0.50	-	-
Esistente	239.42		144.12	1.45	145.57	145.59	11.70	0.67	17.36	13.88	0.19	-	-
1	276.24	16.04	144.12	1.44	145.56	145.58	11.73	0.68	17.14	13.84	0.20	146.62	1.06
	309.94	49.74	144.11	1.43	145.54	145.56	11.73	0.69	17.08	13.83	0.20	146.61	1.07
	343.64	83.44	144.10	1.43	145.53	145.55	11.73	0.69	17.01	13.81	0.20	146.60	1.07
2	377.34	117.14	144.09	1.42	145.51	145.54	11.86	0.70	16.93	13.80	0.20	146.59	1.08
	421.36	161.16	144.08	1.41	145.49	145.52	11.86	0.70	16.85	13.78	0.20	146.58	1.09
	465.38	205.18	144.06	1.41	145.47	145.50	11.86	0.71	16.76	13.76	0.20	146.56	1.09
	509.40	249.20	144.05	1.40	145.45	145.48	11.85	0.71	16.66	13.74	0.21	146.55	1.10
	553.42	293.22	144.03	1.40	145.43	145.46	11.85	0.72	16.56	13.73	0.21	146.53	1.10
3 (ROGGIA CERCA VALLE SCOLMATORE)	597.44	337.24	144.02	1.39	145.41	145.44	11.85	0.72	16.46	13.71	0.21	146.52	1.11
sfioro 1	607.44	347.24	144.01	1.39	145.40	145.43	11.85	0.74	16.07	12.94	0.21	146.51	1.11
monte manufatto OPERA 3	617.44	357.24	144.01	1.39	145.40	145.43	11.57	0.72	16.02	12.94	0.21	146.51	1.11
valle manufatto OPERA 3	622.44	362.24	144.01	1.38	145.39	145.40	7.07	0.43	16.29	13.67	0.13	146.51	1.12
restituzione sfioro 1	632.44	372.24	144.01	1.38	145.39	145.39	5.11	0.31	16.41	13.70	0.09	146.51	1.12
	640.10	379.90	144.01	1.37	145.38	145.39	7.35	0.45	16.28	13.67	0.13	146.51	1.13
	682.76	422.56	144.00	1.37	145.37	145.38	7.35	0.45	16.34	13.68	0.13	146.50	1.13
	725.42	465.22	143.98	1.39	145.37	145.38	7.35	0.45	16.40	13.69	0.13	146.48	1.11
monte attraversamento viario	756.66	496.46	143.97	1.39	145.36	145.37	7.34	0.44	16.50	13.71	0.13	146.47	1.11
valle attraversamento viario	761.66	501.46	143.97	1.38	145.35	145.36	7.34	0.45	16.38	13.69	0.13	146.47	1.12
4	768.08	507.79	143.97	1.38	145.35	145.36	7.34	0.45	16.37	13.69	0.13	146.47	1.12
	813.44	553.24	143.96	1.38	145.34	145.35	7.34	0.45	16.43	13.70	0.13	146.46	1.12
	858.80	598.60	143.95	1.39	145.34	145.35	7.34	0.44	16.50	13.71	0.13	146.45	1.11
5	906.50	646.30	143.93	1.40	145.33	145.34	7.34	0.44	16.57	13.73	0.13	146.43	1.10
6	926.27	666.07	143.93	1.40	145.33	145.34	7.34	0.29	25.00	19.73	0.08	146.43	1.10
(IMMISSIONE ROGGIA FONNA)	946.70	686.50	143.92	1.41	145.33	145.34	7.34	0.29	25.10	19.74	0.08	146.42	1.09
7	957.27	699.41	143.92	1.40	145.32	145.34	20.75	0.83	25.04	19.74	0.23	146.42	1.10
	1001.16	740.96	143.90	1.40	145.30	145.34	20.75	0.83	24.95	19.72	0.24	146.40	1.10
	1045.06	784.86	143.89	1.38	145.27	145.31	20.75	0.84	24.64	19.68	0.24	146.39	1.12
	1088.95	828.75	143.88	1.36	145.24	145.28	20.75	0.85	24.30	19.64	0.25	146.38	1.14

Sezione	Progressiva modello	Progressiva elaborati progetto	Fondo alveo	Tirante	Livello idrico	Carico totale	Portata al colmo	Velocità	Area deflusso	Larghezza livello idrico	Froude	Sommità argini	Franco di sicurezza
-	m	m	m s.m.	m	m s.m.	m s.m.	m³/s	m/s	m²	m	-	m s.m.	m
	1132.85	872.65	143.86	1.35	145.21	145.25	20.75	0.87	23.94	19.59	0.25	146.36	1.15
	1176.74	916.54	143.85	1.33	145.18	145.22	20.75	0.88	23.55	19.53	0.26	146.35	1.17
8 (ROGGIA GAMBALONA VALLE SCOLMATORE)	1220.64	960.44	143.84	1.32	145.16	145.19	18.25	0.78	23.49	19.52	0.23	146.34	1.18
	1268.73	1008.53	143.82	1.32	145.14	145.17	18.25	0.78	23.27	19.49	0.23	146.32	1.18
	1316.81	1056.61	143.81	1.30	145.11	145.14	18.25	0.79	23.06	19.47	0.23	146.31	1.20
	1364.90	1104.70	143.79	1.30	145.09	145.12	18.25	0.80	22.85	19.44	0.24	146.29	1.20
	1412.99	1152.79	143.78	1.28	145.06	145.09	18.25	0.81	22.62	19.41	0.24	146.28	1.22
	1461.07	1200.87	143.76	1.27	145.03	145.06	18.25	0.82	22.37	19.37	0.24	146.26	1.23
	1509.16	1248.96	143.75	1.25	145.00	145.03	18.25	0.83	22.10	19.33	0.25	146.25	1.25
	1557.24	1297.04	143.73	1.24	144.97	145.01	18.25	0.84	21.80	19.29	0.25	146.23	1.26
	1605.33	1345.13	143.72	1.22	144.94	144.98	18.25	0.85	21.48	19.25	0.26	146.22	1.28
	1653.42	1393.22	143.70	1.21	144.91	144.95	18.25	0.86	21.12	19.20	0.26	146.20	1.29
	1701.50	1441.30	143.69	1.18	144.87	144.91	18.25	0.88	20.73	19.14	0.27	146.19	1.32
	1744.31	1484.11	143.68	1.16	144.84	144.88	18.25	0.90	20.34	19.09	0.28	146.18	1.34
	1797.68	1537.48	143.66	1.13	144.79	144.83	18.25	0.92	19.83	19.02	0.29	146.16	1.37
(ROGGIA FONNA VALLE SCOLMATORE)	1845.76	1585.56	143.65	1.10	144.75	144.80	18.25	0.95	19.30	18.94	0.30	146.15	1.40
monte attraversamento viario	1888.85	1628.65	143.64	1.07	144.71	144.76	18.26	0.98	18.56	18.84	0.32	146.14	1.43
9 valle attraversamento viario	1893.85	1633.65	143.64	1.06	144.70	144.75	18.26	0.99	18.36	18.81	0.32	146.14	1.44
sfioro 2	1903.84	1643.64	143.63	1.05	144.68	144.73	18.26	1.00	18.35	18.81	0.32	146.13	1.45
monte manufatto OPERA 12	1913.84	1653.64	143.61	1.06	144.67	144.72	18.26	0.98	18.54	18.84	0.32	146.11	1.44
valle manufatto OPERA 12	1918.84	1658.64	143.61	1.04	144.65	144.70	18.26	1.01	18.15	18.78	0.33	146.11	1.46
restituzione sfioro 2	1924.85	1664.65	143.60	1.05	144.65	144.70	18.26	1.00	18.18	18.79	0.33	146.10	1.45
10	1940.62	1680.42	143.58	1.05	144.63	144.68	18.26	1.00	18.25	18.80	0.32	146.08	1.45
	1988.19	1727.99	143.52	1.05	144.57	144.62	18.25	1.00	18.27	18.80	0.32	146.02	1.45
	2035.77	1775.57	143.46	1.05	144.51	144.56	18.25	1.00	18.30	18.80	0.32	145.96	1.45
	2083.34	1823.14	143.40	1.06	144.46	144.51	18.25	1.00	18.33	18.81	0.32	145.90	1.44
	2130.92	1870.72	143.35	1.05	144.40	144.45	18.25	0.99	18.37	18.81	0.32	145.85	1.45
	2178.49	1918.29	143.29	1.05	144.34	144.39	18.25	0.99	18.42	18.82	0.32	145.79	1.45
	2226.07	1965.87	143.23	1.06	144.29	144.34	18.25	0.99	18.48	18.83	0.32	145.73	1.44
	2273.64	2013.44	143.17	1.06	144.23	144.28	18.25	0.98	18.56	18.84	0.32	145.67	1.44
	2321.22	2061.02	143.11	1.07	144.18	144.23	18.25	0.98	18.64	18.85	0.31	145.61	1.43

Sezione	Progressiva modello	Progressiva elaborati progetto	Fondo alveo	Tirante	Livello idrico	Carico totale	Portata al colmo	Velocità	Area deflusso	Larghezza livello idrico	Froude	Sommità argini	Franco di sicurezza
-	m	m	m s.m.	m	m s.m.	m s.m.	m³/s	m/s	m²	m	-	m s.m.	m
	2368.79	2108.59	143.05	1.08	144.13	144.18	18.26	0.97	18.75	18.87	0.31	145.55	1.42
monte attraversamento viario	2398.88	2138.68	143.01	1.09	144.10	144.15	18.27	0.96	18.97	18.90	0.31	145.51	1.41
valle attraversamento viario	2403.88	2143.68	143.01	1.08	144.09	144.14	18.27	0.97	18.77	18.87	0.31	145.51	1.42
	2416.37	2156.17	142.99	1.08	144.07	144.12	18.26	0.97	18.85	18.88	0.31	145.49	1.42
	2463.94	2203.74	142.93	1.09	144.02	144.07	18.26	0.96	18.99	18.90	0.31	145.43	1.41
	2511.52	2251.32	142.88	1.09	143.97	144.02	18.25	0.95	19.17	18.93	0.30	145.38	1.41
	2559.09	2298.89	142.82	1.11	143.93	143.98	18.25	0.94	19.37	18.95	0.30	145.32	1.39
	2606.67	2346.47	142.76	1.12	143.88	143.92	18.26	0.93	19.61	18.99	0.29	145.26	1.38
(IMMISSIONE ROGGIA CHIUSA)	2638.60	2378.40	142.72	1.12	143.84	143.90	20.87	1.06	19.69	19.00	0.33	145.22	1.38
11 (ROGGIA CHIUSA VALLE SCOLMATORE)	2654.24	2394.04	142.70	1.12	143.82	143.86	16.87	0.86	19.55	18.98	0.27	145.20	1.38
	2702.83	2442.63	142.67	1.11	143.78	143.82	16.87	0.87	19.37	18.95	0.28	145.17	1.39
	2751.41	2491.21	142.64	1.10	143.74	143.78	16.87	0.88	19.21	18.93	0.28	145.14	1.40
	2800.00	2539.80	142.61	1.09	143.70	143.74	16.87	0.89	19.03	18.91	0.28	145.11	1.41
weir incile sifone monte	2852.22	2592.02	142.58	1.09	143.67	143.68	16.87	0.81	20.74	19.07	0.25	145.01	1.34
weir incile sifone valle	2858.72	2598.52	138.25	5.41	143.66	143.66	16.87	0.16	103.23	19.07	0.02	145.00	1.34
12 monte imbocco	2873.72	2613.52	138.25	5.41	143.66	143.66	16.87	0.16	103.23	19.07	0.02	144.97	1.31
13 valle imbocco	2973.72	2713.52	138.25	5.20	143.45	143.45	16.87	0.17	99.21	19.07	0.02	144.78	1.33
weir uscita sifone monte	2983.72	2723.52	138.25	5.20	143.45	143.45	16.88	0.17	99.21	19.07	0.02	144.76	1.31
weir uscita sifone valle	2988.72	2728.52	142.25	1.16	143.41	143.44	16.88	0.76	22.19	19.07	0.23	144.75	1.34
	2995.00	2734.80	142.24	1.16	143.40	143.43	16.87	0.82	20.45	19.11	0.25	144.74	1.34
	3041.69	2781.49	142.22	1.16	143.37	143.41	16.87	0.83	20.34	19.09	0.26	144.72	1.35
	3088.38	2828.18	142.19	1.15	143.34	143.38	16.87	0.83	20.22	19.07	0.26	144.69	1.35
	3135.07	2874.87	142.17	1.15	143.31	143.35	16.88	0.84	20.08	19.05	0.26	144.67	1.35
sfioro 3 SX	3156.76	2896.56	142.15	1.15	143.30	143.34	16.88	0.84	20.04	19.05	0.26	144.65	1.35
monte attraversamento viario e manufatto OPERA17	3176.76	2916.56	142.14	1.14	143.28	143.32	16.63	0.83	20.01	19.04	0.26	144.64	1.36
valle attraversamento viario e manufatto OPERA17	3181.76	2921.56	142.14	1.13	143.27	143.31	16.63	0.84	19.76	19.01	0.26	144.64	1.37
restituzione sfioro 3	3196.76	2936.56	142.13	1.13	143.26	143.30	16.63	0.84	19.85	19.02	0.26	144.63	1.37
	3227.92	2967.72	142.09	1.15	143.24	143.28	16.87	0.84	20.05	19.05	0.26	144.59	1.35
	3274.08	3013.88	142.05	1.16	143.21	143.24	16.87	0.83	20.37	19.09	0.26	144.55	1.34

Sezione	Progressiva modello	Progressiva elaborati progetto	Fondo alveo	Tirante	Livello idrico	Carico totale	Portata al colmo	Velocità	Area deflusso	Larghezza livello idrico	Froude	Sommità argini	Franco di sicurezza
-	m	m	m s.m.	m	m s.m.	m s.m.	m³/s	m/s	m²	m	-	m s.m.	m
	3320.25	3060.05	142.00	1.18	143.18	143.21	16.87	0.81	20.73	19.14	0.25	144.50	1.32
	3366.41	3106.21	141.95	1.20	143.15	143.18	16.86	0.80	21.12	19.20	0.24	144.45	1.30
	3412.57	3152.37	141.91	1.22	143.13	143.16	16.80	0.78	21.55	19.26	0.24	144.41	1.28
14	3458.73	3198.53	141.86	1.24	143.10	143.13	16.64	0.75	22.06	19.33	0.23	144.61	1.51
weir incile sifone monte	3472.72	3212.52	141.85	1.22	143.07	143.10	16.61	0.83	19.94	16.00	0.24	144.59	1.52
weir incile sifone valle	3474.41	3214.21	139.86	3.22	143.08	143.09	16.61	0.32	51.45	16.00	0.06	144.58	1.50
15 monte imbocco	3478.73	3218.53	139.86	3.22	143.08	143.09	16.62	0.32	51.44	16.00	0.06	144.58	1.50
valle sbocco	3513.41	3253.21	139.86	3.21	143.07	143.08	16.69	0.33	51.27	16.00	0.06	144.52	1.45
weir uscita sifone monte	3517.41	3257.21	139.86	3.21	143.07	143.08	16.69	0.33	51.26	16.00	0.06	144.51	1.44
weir uscita sifone valle	3519.00	3258.80	141.75	1.28	143.03	143.06	16.70	0.82	20.38	16.00	0.23	144.51	1.48
16 (ROGGIA CAMERA)	3528.99	3268.79	141.74	1.29	143.03	143.06	16.72	0.73	22.78	19.43	0.22	144.49	1.46
monte manufatto OPERA19	3543.99	3283.79	141.73	1.30	143.02	143.05	16.76	0.73	23.06	19.47	0.21	144.48	1.45
17 valle manufatto OPERA19	3548.99	3288.79	141.72	1.29	143.01	143.03	16.77	0.73	22.89	19.44	0.22	144.47	1.46
	3597.02	3336.82	141.67	1.32	142.99	143.02	16.85	0.72	23.52	19.53	0.21	144.42	1.43
	3645.06	3384.86	141.62	1.28	142.90	143.01	33.74	1.48	22.75	19.42	0.44	144.37	1.47
	3673.53	3413.33	141.59	1.25	142.84	142.96	33.74	1.52	22.18	19.34	0.45	144.34	1.50
	3693.09	3432.89	141.56	1.24	142.80	142.92	33.74	1.53	22.00	19.32	0.46	144.31	1.51
	3741.13	3480.93	141.48	1.21	142.69	142.82	33.74	1.58	21.31	19.23	0.48	144.23	1.54
	3772.03	3511.83	141.43	1.18	142.61	142.74	33.74	1.62	20.78	19.15	0.50	144.18	1.57
	3789.16	3528.96	141.38	1.19	142.57	142.70	33.74	1.61	20.95	19.18	0.49	144.13	1.56
	3837.19	3576.99	141.24	1.23	142.47	142.59	33.75	1.56	21.58	19.26	0.47	143.99	1.52
	3885.23	3625.03	141.11	1.27	142.38	142.49	33.75	1.50	22.47	19.38	0.45	143.86	1.48
18	3933.26	3673.06	140.97	1.33	142.30	142.40	33.75	1.43	23.65	19.55	0.41	143.72	1.42
monte attraversamento viario	3940.98	3680.78	140.96	1.33	142.29	142.39	33.75	1.43	23.59	19.54	0.42	143.71	1.42
valle attraversamento viario	3945.98	3685.78	140.96	1.26	142.22	142.34	33.75	1.51	22.33	19.37	0.45	143.71	1.49
	3971.57	3711.37	140.93	1.24	142.17	142.29	33.75	1.55	21.76	19.29	0.47	143.68	1.51
	4009.88	3749.68	140.89	1.18	142.07	142.21	33.75	1.64	20.55	19.12	0.51	143.64	1.57
	4048.19	3787.99	140.86	1.06	141.92	142.09	33.75	1.81	18.60	18.85	0.58	143.61	1.69
	4086.50	3826.30	140.82	0.90	141.72	141.96	33.75	2.18	15.49	18.40	0.76	143.57	1.85
	4112.67	3852.47	140.44	1.20	141.64	141.77	33.75	1.60	21.14	19.20	0.49	143.19	1.55
	4157.88	3897.68	140.33	1.21	141.54	141.67	33.75	1.58	21.35	19.23	0.48	143.08	1.54

Sezione	Progressiva modello	Progressiva elaborati progetto	Fondo alveo	Tirante	Livello idrico	Carico totale	Portata al colmo	Velocità	Area deflusso	Larghezza livello idrico	Froude	Sommità argini	Franco di sicurezza
-	m	m	m s.m.	m	m s.m.	m s.m.	m³/s	m/s	m²	m	-	m s.m.	m
	4203.09	3942.89	140.21	1.23	141.44	141.56	33.75	1.56	21.66	19.27	0.47	142.96	1.52
	4248.30	3988.10	140.10	1.25	141.35	141.47	33.75	1.53	22.08	19.33	0.46	142.85	1.50
	4293.50	4033.30	139.99	1.28	141.27	141.38	33.75	1.49	22.65	19.41	0.44	142.74	1.47
	4338.71	4078.51	139.87	1.32	141.19	141.30	33.75	1.44	23.38	19.51	0.42	142.62	1.43
	4383.92	4123.72	139.76	1.37	141.13	141.23	33.75	1.39	24.31	19.64	0.40	142.51	1.38
	4429.13	4168.93	139.65	1.42	141.07	141.16	33.75	1.33	25.43	19.79	0.37	142.40	1.33
	4468.94	4208.74	139.62	1.40	141.02	141.11	33.75	1.35	24.99	19.73	0.38	142.37	1.35
(ROGGIA LOGNA)	4508.74	4248.54	139.59	1.37	140.96	141.06	33.75	1.38	24.47	19.66	0.39	142.34	1.38
sfioro 5	4538.55	4278.35	139.56	1.35	140.91	141.01	33.75	1.41	23.98	19.27	0.40	142.31	1.40
monte manufatto su OPERA 22	4548.55	4288.35	139.55	1.34	140.89	140.94	23.88	1.00	23.92	19.58	0.29	142.30	1.41
valle manufatto su OPERA 22	4553.55	4293.35	139.48	0.74	140.22	140.40	23.88	1.89	12.66	17.99	0.72	142.23	2.01
restituzione sfioro 5	4568.63	4308.43	139.27	0.83	140.10	140.25	23.88	1.69	14.14	18.20	0.61	142.02	1.92
	4615.25	4355.05	138.85	0.88	139.73	139.93	33.75	2.22	15.17	18.35	0.78	141.60	1.87
	4661.88	4401.68	138.43	1.08	139.51	139.71	33.75	1.80	18.76	18.87	0.58	141.18	1.67
	4702.77	4442.57	138.39	0.90	139.29	139.58	33.75	2.17	15.52	18.40	0.76	141.14	1.85
	4743.65	4483.45	138.35	0.69	139.04	139.56	33.75	2.91	11.61	17.83	1.15	141.10	2.06
19	4756.33	4496.13	138.00	0.83	138.83	139.29	33.75	2.37	14.27	18.22	0.85	140.75	1.92
20	4786.20	4526.00	137.20	1.39	138.59	139.04	33.75	3.83	8.82	8.20	1.18	-	-
	4793.16	4532.96	137.02	1.49	138.50	138.94	33.75	3.51	9.61	8.46	1.05	-	-
	4858.58	4598.38	136.30	1.59	137.88	138.41	33.75	3.22	10.48	8.73	0.94	-	-
	4881.45	4621.25	135.96	1.80	137.76	138.14	34.07	2.73	12.46	9.31	0.75	-	-
	4918.76	4658.56	135.40	2.33	137.73	137.92	34.07	1.92	17.70	10.71	0.48	-	-
fine sistemazione	4976.70	4716.50	135.28	2.36	137.64	137.82	34.06	1.89	18.03	10.79	0.47	-	-
esistente	5050.20	4790.00	134.81	2.67	137.48	137.70	34.06	2.08	16.41	10.42	0.53	-	-
esistente	5140.20	4880.00	134.75	2.60	137.35	137.51	34.06	1.75	19.41	28.19	0.68	-	-
esistente	5250.20	4990.00	134.59	2.60	137.19	137.32	34.06	1.60	21.26	12.95	0.40	-	-
esistente	5410.20	5150.00	134.28	2.72	137.00	137.13	34.06	1.58	21.51	14.80	0.42	-	-
esistente	5520.20	5260.00	133.95	2.94	136.89	137.01	34.06	1.52	22.44	13.28	0.37	-	-
esistente	5610.20	5350.00	133.98	2.82	136.80	136.92	34.06	1.51	22.61	15.94	0.40	-	-
esistente	5710.20	5450.00	134.02	2.74	136.76	136.82	34.06	1.11	30.68	26.61	0.33	-	-

Sezione	Progressiva modello	Progressiva elaborati progetto	Fondo alveo	Tirante	Livello idrico	Carico totale	Portata al colmo	Velocità	Area deflusso	Larghezza livello idrico	Froude	Sommità argini	Franco di sicurezza
-	m	m	m s.m.	m	m s.m.	m s.m.	m³/s	m/s	m²	m	-	m s.m.	m
esistente	5810.20	5550.00	133.84	2.87	136.71	136.77	34.06	1.05	32.54	28.02	0.31	-	-
esistente	5890.20	5630.00	133.71	2.93	136.66	136.72	34.06	1.23	27.63	30.55	0.41	-	-
esistente	5920.20	5660.00	133.74	2.92	136.66	136.69	34.06	0.81	42.22	48.15	0.28	-	-
21	5962.20	5702.00	133.86	2.78	136.64	136.68	34.06	0.87	39.03	24.59	0.22	-	-