

PROVINCIA DI PISTOIA  
COMUNE DI MONTALE



PROGETTO:

DEFINIZIONE E VERIFICA IDRAULICA  
DEGLI INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA CONNESSI  
ALLE PREVISIONI DEL REGOLAMENTO URBANISTICO  
DEL COMUNE DI MONTALE

OGGETTO:

Relazione tecnica

-	REV: 01	DATA: Maggio 2008	SCALA: -	NUMERO COMMESSA: L490	NOME FILE: Relazione.pdf
---	------------	----------------------	-------------	--------------------------	-----------------------------



Via Bonifacio Lupi, 1  
50129 - FIRENZE

PROGETTISTA:  
Dott. Ing. David Settesoldi

COLLABORATORE:  
Dott. Ing. Michele Catella

COMMITTENTE:  
COMUNE DI MONTALE

REV.	DATA	DESCRIZIONE MODIFICHE
02		
01	26/05/08	SECONDA EMISSIONE
00	19/05/08	PRIMA EMISSIONE

--	--	--

**PROVINCIA DI PISTOIA**

**Comune di Montale**

**DEFINIZIONE E VERIFICA IDRAULICA  
DEGLI INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA CONNESSI  
ALLE PREVISIONI DEL REGOLAMENTO URBANISTICO  
DEL COMUNE DI MONTALE**

RELAZIONE TECNICA

PHYSIS s.r.l. – Ingegneria per l'Ambiente

Ing. David Settesoldi

Firenze

Maggio 2008

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>IL QUADRO CONOSCITIVO .....</b>	<b>4</b>
2.1	GLI STUDI ESISTENTI .....	4
2.2	I DATI TERRITORIALI.....	4
2.3	I DATI IDROLOGICI.....	4
<b>3</b>	<b>ANALISI IDROLOGICA.....</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>ANALISI IDRAULICA .....</b>	<b>9</b>
4.1	DEFINIZIONE DEL SISTEMA IDRAULICO .....	9
4.2	SCHEMATIZZAZIONE DELL'AREA DI STUDIO .....	13
4.3	IL MODELLO IDRAULICO IMPLEMENTATO.....	13
<b>5</b>	<b>APPLICAZIONE DEL MODELLO E RISULTATI .....</b>	<b>16</b>
5.1	STATO DI PROGETTO COMPLETO.....	18
5.2	STATO DI PROGETTO .....	22
5.3	DEFINIZIONE DELLE AREE INONDABILI DELLO STATO DI PROGETTO.....	27
5.4	VARIAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ PER LO STATO DI PROGETTO .....	27
<b>6</b>	<b>ANALISI DELLE AREE OGGETTO DI INTERVENTO URBANISTICO .....</b>	<b>35</b>
6.1	P11.1 ( <del>P48</del> ) – AREA PRODUTTIVA VIA GARIBALDI .....	37
6.2	R3.5 – AREA INTEGRATIVA RESIDENZIALE VIA GIORDANO BRUNO .....	37
6.3	R6.2 / R6.3 / R6.4 – AREA DI RECUPERO EX CEMENTIFICIO.....	37
6.4	RU3 / RU6 / RU7 – COMPARTO DI RIORDINO URBANO VIA 1 MAGGIO.....	38
6.5	RU8 – AREA DI RIORDINO URBANO VIA GARIBALDI .....	38
6.6	RU9 – AREA DI RIORDINO URBANO VIA ALFIERI .....	38
6.7	Rs ( <del>S6</del> ) – AREA DI RECUPERO VIA IV NOVEMBRE .....	38
6.8	TU1 – AREA DI TRASFORMAZIONE VIA FOGAZZARO / VIA DELEDDA.....	39

## ELENCO ELABORATI

### RELAZIONE TECNICA

ALLEGATO A.1	—	Tabulati di calcolo stato di progetto completo
ALLEGATO A.2	—	Tabulati di calcolo stato di progetto
ALLEGATO B	—	Sezioni fluviali sovrapposte
TAVOLA 1.1	—	Planimetria interventi di progetto
TAVOLA 1.2	—	Planimetria interventi di progetto
TAVOLA 2	—	Battenti idrici per $Tr = 20$ anni
TAVOLA 3	—	Battenti idrici per $Tr = 200$ anni
TAVOLA 4	—	Carta delle aree allagabili
TAVOLA 5.1	—	Profili longitudinali Fosso della Badia e Fosso dei Molini
TAVOLA 5.2	—	Profili longitudinali Torrente Bure e Fosso della Badia
TAVOLA 5.3	—	Profili longitudinali Fosso dei Molini

## 1 PREMESSA

La presente relazione è relativa alla definizione e alla verifica idraulica degli interventi di messa in sicurezza connessi alle previsioni esaminate dal Regolamento Urbanistico del Comune di Montale.

Le previsioni esaminate sono quelle interessate da esondazione, come si evince dai risultati conseguiti nello studio generale condotto dal comune di Montale per la predisposizione del Regolamento Urbanistico.

Alla luce del D.P.G.R.T. n.26/r del 27 aprile 2007 sono stati definiti e verificati gli interventi strutturali necessari alla loro messa in sicurezza.

La verifica del grado di riduzione del rischio, a seguito della realizzazione degli interventi previsti nell'ambito del presente studio, sarà analizzata con particolare attenzione valutando la variazione della pericolosità nelle aree a monte e a valle degli interventi stessi.

La definizione degli interventi e la loro verifica sarà svolta facendo riferimento ai risultati dello "*Studio idrologico e idraulico di alcuni corsi d'acqua nel territorio comunale di Montale*", commissionato dal Comune di Montale al Prof. Enio Paris, finalizzato all'analisi del rischio idraulico per la predisposizione del nuovo Regolamento Urbanistico.

## 2 IL QUADRO CONOSCITIVO

### 2.1 *Gli studi esistenti*

Nel presente lavoro sono stati consultati i seguenti lavori:

**Comune di Montale (2007)**, *Studio idrologico e idraulico di alcuni corsi d'acqua nel territorio comunale di Montale*.

Il suddetto studio ha condotto alla perimetrazione delle aree inondabili (Figura 2-1) e alla definizione degli interventi di messa in sicurezza (Figura 2-2) nel Comune di Montale.

**Ufficio Regionale per la Tutela del Territorio di Pistoia e Prato (2001)**, *Realizzazione di una cassa di laminazione a servizio del fosso della Badia e del fosso dei Mulini in località stazione di Montale in Comune di Montale*, Progetto Definitivo.

Lo studio ha come obiettivo il dimensionamento e la verifica di una cassa di espansione per i fossi della Badia e dei Mulini, posta a monte dei rispettivi tratti tombati, in prossimità della stazione di Montale.

Per il tempo di ritorno di 100 anni l'analisi idrologica stima valori delle portate al colmo pari a 20.5 m<sup>3</sup>/s per il f. della Badia e 8.7 m<sup>3</sup>/s per il f. dei Mulini. L'analisi idraulica viene condotta sia per lo stato attuale e che per lo stato di progetto della cassa. Il progetto prevede anche l'adeguamento della sezione idraulica dei due corsi d'acqua per un breve tratto a monte della cassa (superficie circa 65.000 m<sup>3</sup> – volume di laminazione circa 52.000 m<sup>3</sup>).

### 2.2 *I dati territoriali*

Per la redazione dello studio sono stati acquisiti i seguenti dati:

- cartografia C.T.R. 1:2.000 in formato vettoriale;
- sezioni fluviali per i tratti del t. Agna, f. Agnaccino, t. Bagnolo, T. Bure, t. Calice, f. della Badia, f. dei Molini, f. Ficarello, f. Funandola, f. Gramigneto f. Mendancione, f. Poltronova, t. Settola e f. Stregale <sup>1</sup> Le sezioni sono state ricavate da studi e rilievi effettuati dall'URTAT di Pistoia e Prato, dai comuni di Montemurlo e Montale, dal Consorzio di Bonifica Ombrone P.se – Bisenzio.

### 2.3 *I dati idrologici*

Le indagini idrologiche di riferimento sono quelle condotte nell'ambito dello "*Studio idrologico e idraulico di alcuni corsi d'acqua nel territorio comunale di Montale*", commissionato dal Comune di Montale al Prof. Enio Paris, finalizzato all'analisi del rischio idraulico per la predisposizione del nuovo Regolamento Urbanistico.

---

<sup>1</sup>Alcuni corsi d'acqua ricadono nel territorio comunale di Montemurlo, che è stato oggetto insieme al territorio di Montale dello studio idrologico ed idraulico per la predisposizione dei nuovi Regolamenti Urbanistici.



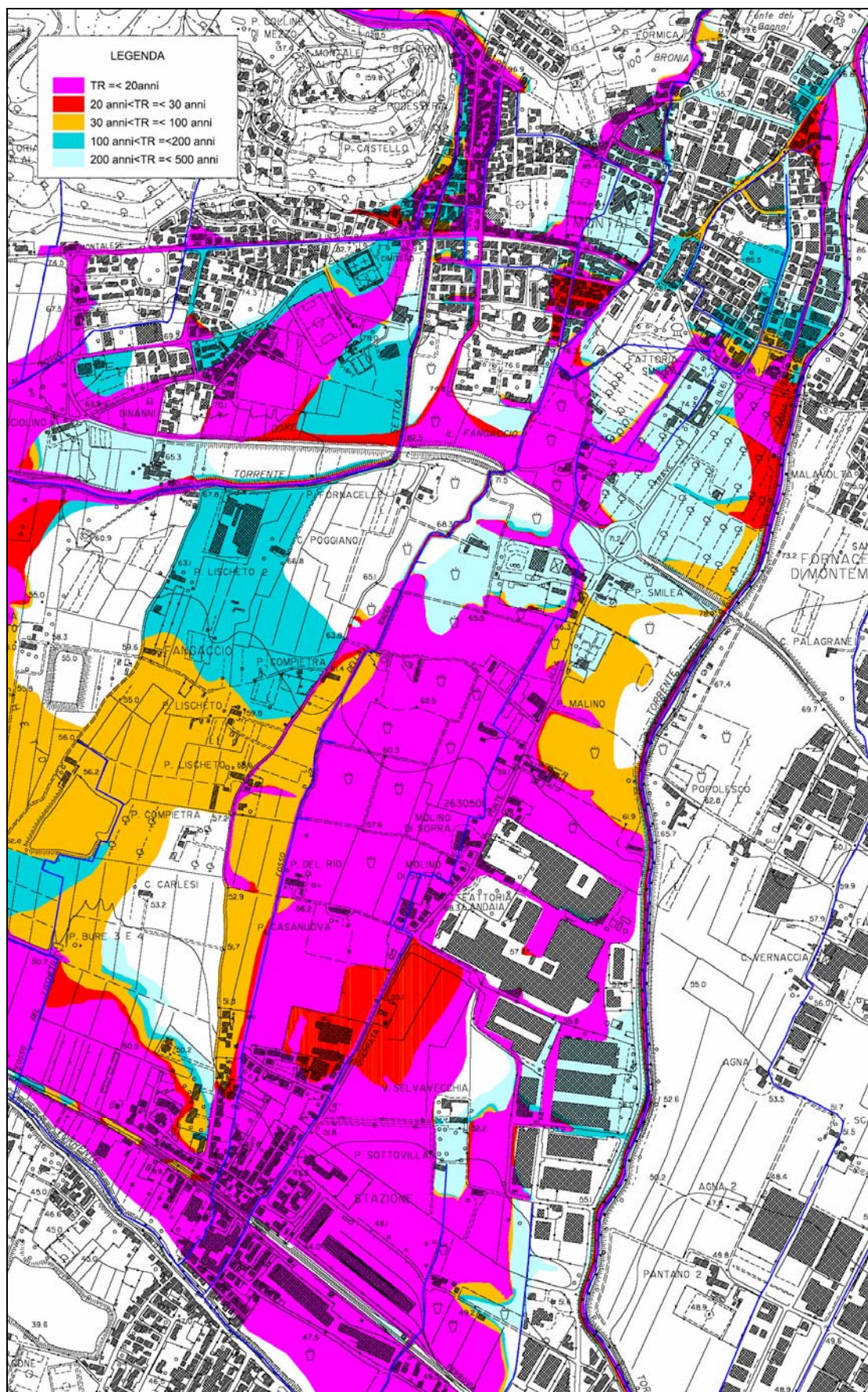


Figura 2-1 – Aree allagabili Studio idrologico e idraulico di alcuni corsi d'acqua nel territorio comunale di Montale.



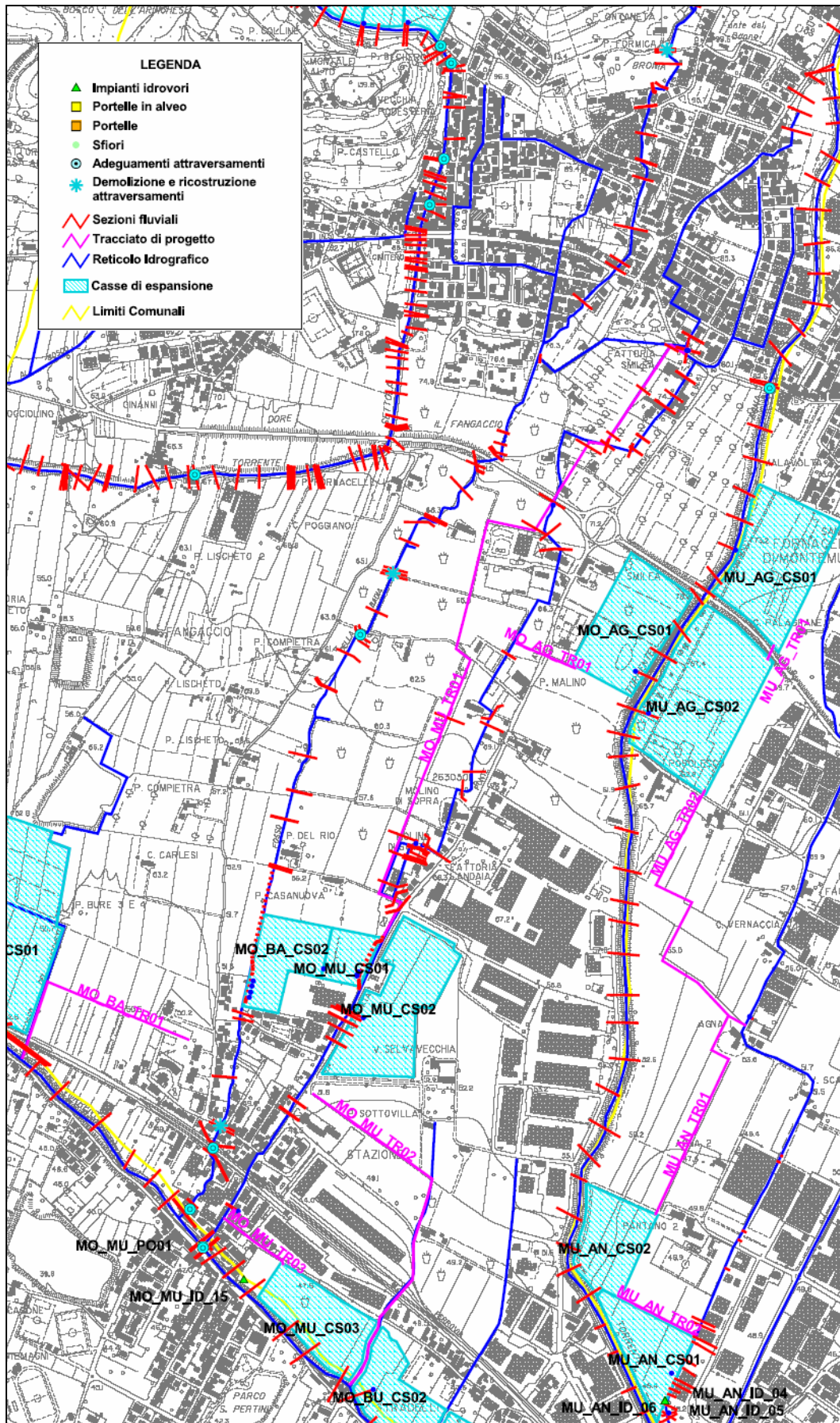


Figura 2-2 – Interventi di mitigazione del rischio proposti nello Studio idrologico e idraulico di alcuni corsi d'acqua nel territorio comunale di Montale.



### 3 ANALISI IDROLOGICA

L'analisi idrologica per la valutazione delle portate di piena per i bacini ricadenti nel comune di Montale, condotta nell'ambito dello "*Studio idrologico e idraulico di alcuni corsi d'acqua nel territorio comunale di Montale*", si è articolata nelle seguenti fasi:

- aggiornamento delle curve di possibilità pluviometrica ricavate negli studi condotti dalla Regione Toscana per la regionalizzazione delle portate di piena, sia utilizzando i dati pluviometrici più recenti, che inserendo nuove stazioni pluviometriche che all'epoca della precedente analisi non possedevano una serie storica adeguata. In particolare sono state considerate tutte le stazioni con una serie storica di almeno 10 anni. Il modello probabilistico utilizzato è il modello di valore estremo TCEV a doppia componente;
- implementazione di un modello idrologico a parametri distribuiti che prevede la schematizzazione a celle del bacino, per ciascuna delle quali viene definito un set di parametri che ne caratterizzano la risposta idrologica. La stima delle portate di piena è stata condotta considerando i seguenti tempi di ritorno pari a 20, 30, 100, 200 e 500 anni;
- taratura dei parametri del modello tramite il confronto con i risultati degli studi di regionalizzazione disponibili in alcune sezioni;
- calcolo delle portate e degli idrogrammi di piena.

Il modello utilizzato è in grado di simulare sia il fenomeno della formazione dell'onda di piena che quello del suo trasferimento a scala di bacino.

Per il modello a parametri distribuiti sono state utilizzate le seguenti basi cartografiche:

- modello digitale del terreno con maglia 10x10m, ricavato dalla cartografia scala 1:2000 integrato per la parte montana con il modello digitale prodotto a cura della Autorità di Bacino del Fiume Arno;
- mappa geolitologica ricavata a partire dalla cartografia del piano strutturale del comune di Montale integrata per le parti non coperte con la cartografia geolitologica della Autorità di Bacino del Fiume Arno;
- mappa dell'uso del suolo ricavata a partire dalla cartografia del piano strutturale del comune di Montale integrata per le parti non coperte con la cartografia dell'uso del suolo della Autorità di Bacino del Fiume Arno.

Nel presente studio sono stati utilizzati i contributi idrologici necessari al modello idraulico relativi ai soli tempi di ritorno di 20 e 200 anni.

Nella Tabella 3-1 si riporta il confronto tra i valori delle portate al colmo centennali calcolate negli studi svolti per la predisposizione del Regolamento Urbanistico (2007) e per la realizzazione della cassa di laminazione a servizio dei fossi della Badia e dei Mulini (2001).

<b>Corso d'acqua</b>	<b>Sezione</b>	<b>Q<sub>100</sub> studio 2007</b> [m <sup>3</sup> /s]	<b>Q<sub>100</sub> studio 2001</b> [m <sup>3</sup> /s]
Fosso della Badia	BA0038	11.3	20.5
Fosso dei Mulini	FM0030	8.1	8.7

*Tabella 3-1– Confronto tra le portate al colmo.*

## 4 ANALISI IDRAULICA

### 4.1 Definizione del sistema idraulico

Il sistema idraulico di riferimento risulta quello definito nell'ambito dello "Studio idrologico e idraulico di alcuni corsi d'acqua nel territorio comunale di Montale", commissionato dal Comune di Montale al Prof. Enio Paris.

Il suddetto schema idraulico è stato opportunamente modificato col fine di schematizzare gli interventi di riduzione del rischio idraulico previsti nell'ambito del presente studio nell'area della stazione di Montale.

Gli interventi previsti (Figura 4-1) possono essere schematizzati nel modo seguente:

- adeguamento del diversivo esistente dei Molini (tratto Molini\_dv\_pro\_01), che corre parallelamente alla zona Smilea, da via dei Martiri della Libertà fino alla confluenza con il vecchio tracciato (tratto Molini\_12). L'intervento consiste nella riprofilatura delle sezioni fluviali, realizzando un canale di forma trapezia largo al fondo 1.0 m con sponde inclinate 1:1.5. Mediante tale intervento viene abbassato il fondo del letto (scavo medio 56 cm) ottenendo una pendenza costante pari a circa 1.4 %;
- realizzazione di una derivazione del corso dei Molini nel fosso della Badia a monte della nuova Montalese (tratto Molini\_dv\_05). Il nuovo canale raccoglie le acque dei Molini a valle della confluenza del suddetto diversivo (Molini\_dv\_pro\_01) con il tracciato originario (tratto Molini\_12) e le immette nel fosso della Badia in corrispondenza della sezione BA0016A\_, poco a monte dell'attraversamento della nuova Montalese. Il canale risulta caratterizzato da sezioni di forma trapezia larghe al fondo 1.0 m e sponde inclinate 1:1.5. La pendenza del nuovo canale risulta costante e pari a circa 0.75 %. Codice intervento MO-MU-TR04.

In tal modo si ottiene un duplice effetto positivo: il nuovo diversivo (tratto Molini\_dv\_05), correndo a cielo aperto parallelamente alla nuova Montalese, intercetta e drena le acque di esondazione che provengono da monte dal f. della Badia; mentre il rimanente tracciato del fosso dei Molini (tratto Molini\_21), essendo sconnesso idraulicamente dal bacino di monte, agevola il drenaggio delle acque di esondazione provenienti dal tratto Molini\_11 che si accumulano a monte della nuova Montalese;

- adeguamento del tratto Molini\_21 tra le sezioni FM0020D\_ e FM0022\_\_ per una lunghezza di circa 240 m. L'intervento consiste in una modesta riprofilatura delle sezioni fluviali. In corrispondenza di tale adeguamento è prevista l'immissione delle acque di esondazioni provenienti dal t. Agna temporaneamente accumulate e laminate nell'area di compensazione realizzata a monte del PIP di via Garibaldi;
- estensione verso monte dell'ultimo diversivo esistente del fosso dei Molini (tratto Molini\_dv\_pro\_02). Il nuovo tratto di diversivo intercetta le portate del tratto Molini\_21, prima del tombamento di sezione FM0023B\_, e le convoglia verso valle. In tal modo il suddetto tombamento ed il tratto Molini\_pro\_22 risultano sconnessi dai tratti di monte.

Il nuovo canale risulta caratterizzato da sezioni di forma trapezia larghe al fondo 1.5 m con sponde inclinate 1:1.5. La pendenza del tratto Molini\_dv\_pro\_02 risulta costante e pari a circa 1.0 %. Codice intervento MO-MU-TR01;

- rialzamento degli argini delle sez. FM0028D\_ e FM0028C\_ (tronco Mulini\_pro\_22), e delle sez. FM7004DA e FM004C\_ (tronco Mulini\_pro\_dv\_02), al fine di contenere i nuovi tiranti idrici che si instaurano a seguito degli interventi di laminazione;
- modifica del corso terminale del f. dei Mulini. Viene declassato il tratto Mulini\_03, per una lunghezza complessiva di circa 920 m a partire dalla confluenza con il t. Bure, e viene sostituito dal nuovo tratto Mulini\_dv\_04. Quest'ultimo convoglia le acque del f. dei Mulini nel f. della Badia mediante un canale di forma trapezia larga al fondo circa 1.5 m con sponde inclinate 1:1.5;
- adeguamento degli argini del fosso della Badia a monte della nuova Montalese nella sez. BA0014D\_ di circa 0.90 m (tronco Badia\_02);
- adeguamento delle sommità arginali del fosso della Badia a valle della nuova Montalese tra le sez. BA0019D\_ e BA0032D\_ (tronco Badia\_pro\_02), realizzazione di tre nuovi attraversamenti rispettivamente nelle sezioni BA0023\_\_, BA0025\_\_ (attraversamento depuratore), e BA0032\_\_ (via Vecchia di Compietra), e di una traversa a monte dell'attraversamento di sez. BA0025\_\_. Le sezioni riprofilate sono di forma trapezia con sponde inclinate 1:1.5, larghe al fondo 2.30 m nel tratto tra le sez. BA0018\_\_ e BA0027\_B e larghe 2.50 m nel tratto tra le sez. BA0027\_B e BA0031\_C;
- adeguamento del ponte della ferrovia Prato-Viareggio con uno scatolare largo 2.80 m e alto 2.40 m (dimensioni attuali: larghezza 2.80 m e altezza 1.15 m);
- realizzazione di un canale rettangolare largo 2.80 m nel tratto del f. della Badia compreso tra il ponte ferroviario e le casse di espansione, mentre nel tratto che cinge le casse di espansione viene considerata una sezione di forma trapezia larga al fondo circa 1.5 m con sponde inclinate 1:1.5;
- modifica del tracciato terminale del f. della Badia (tratto Badia\_pro\_03) a partire dal ponte della rete ferroviaria. La nuova confluenza del f. della Badia con il t. Bure viene arretrata verso monte di circa 60.0 m. Il nuovo tracciato corre in un'area soggetta a riqualificazione urbanistica ove è previsto verde pubblico. In tale tratto il fondo dell'alveo viene abbassato al fine di evitare il sormonto del ponte ferroviario, mentre la larghezza della sezione, assunta di forma rettangolare, è posta pari a 3.70 m;
- inserimento di una cassa di espansione connessa idraulicamente ai fossi della Badia e dei Mulini mediante 3 sfioratori laterali, il cui funzionamento è regolato dalla presenza di 2 bocche tarate sul f. della Badia ed una sul fosso dei Molini (interventi MO\_BA\_CS01 e MO\_MU\_CS01);
- realizzazione del fosso di gronda a monte del fosso della Badia (int. MO\_BA\_TR01). Viene spostata l'immissione idrologica dalla sez. BA0038\_\_ alla sezione BU4030\_\_;
- realizzazione del fosso di gronda a valle del fosso dei Mulini (int. MO\_MU\_TR02). Viene spostata l'immissione idrologica dalla sez. FM0037A\_ alla sezione BU4017\_\_.



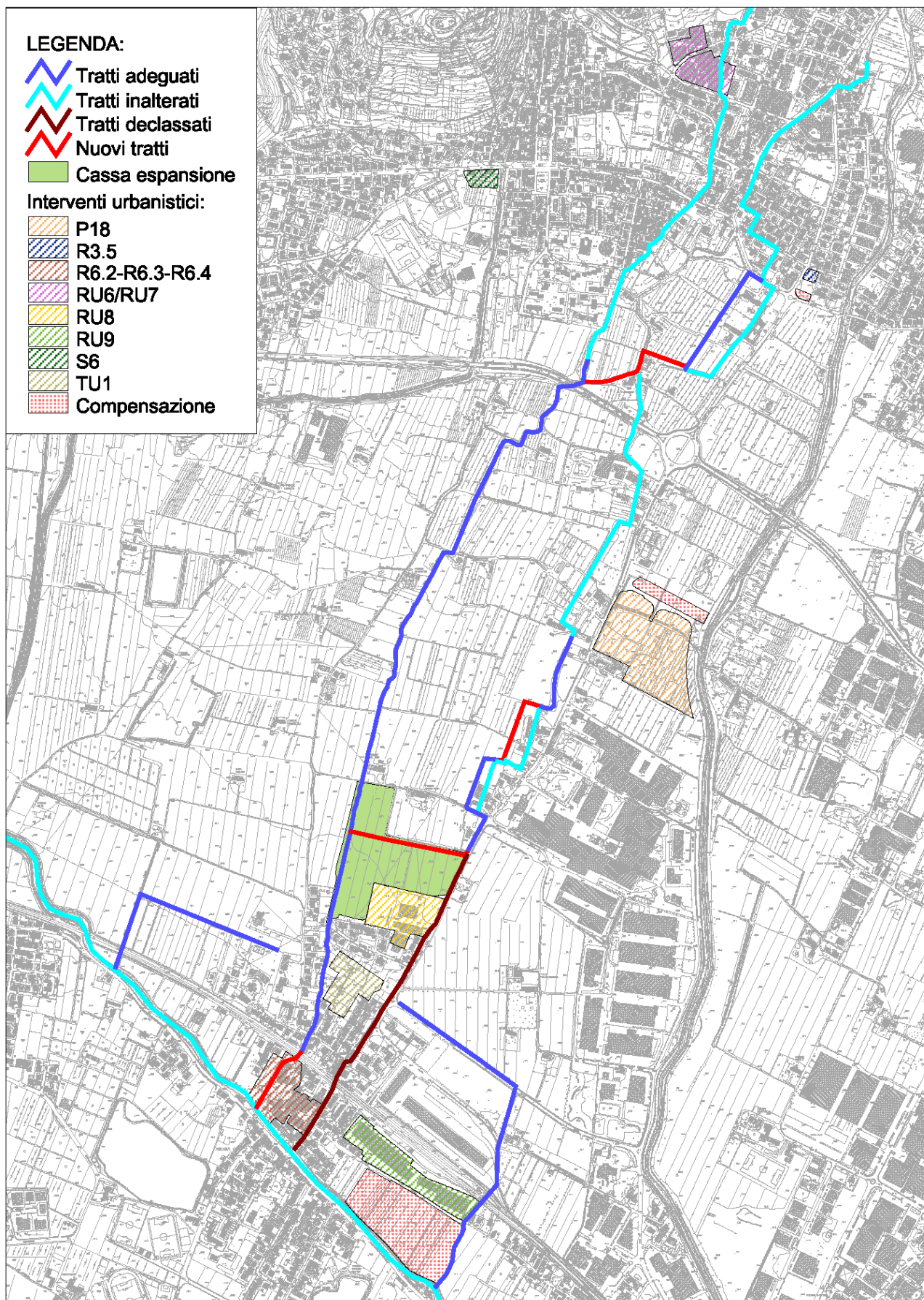


Figura 4-1 – Schema interventi di messa in sicurezza proposti nel presente studio.

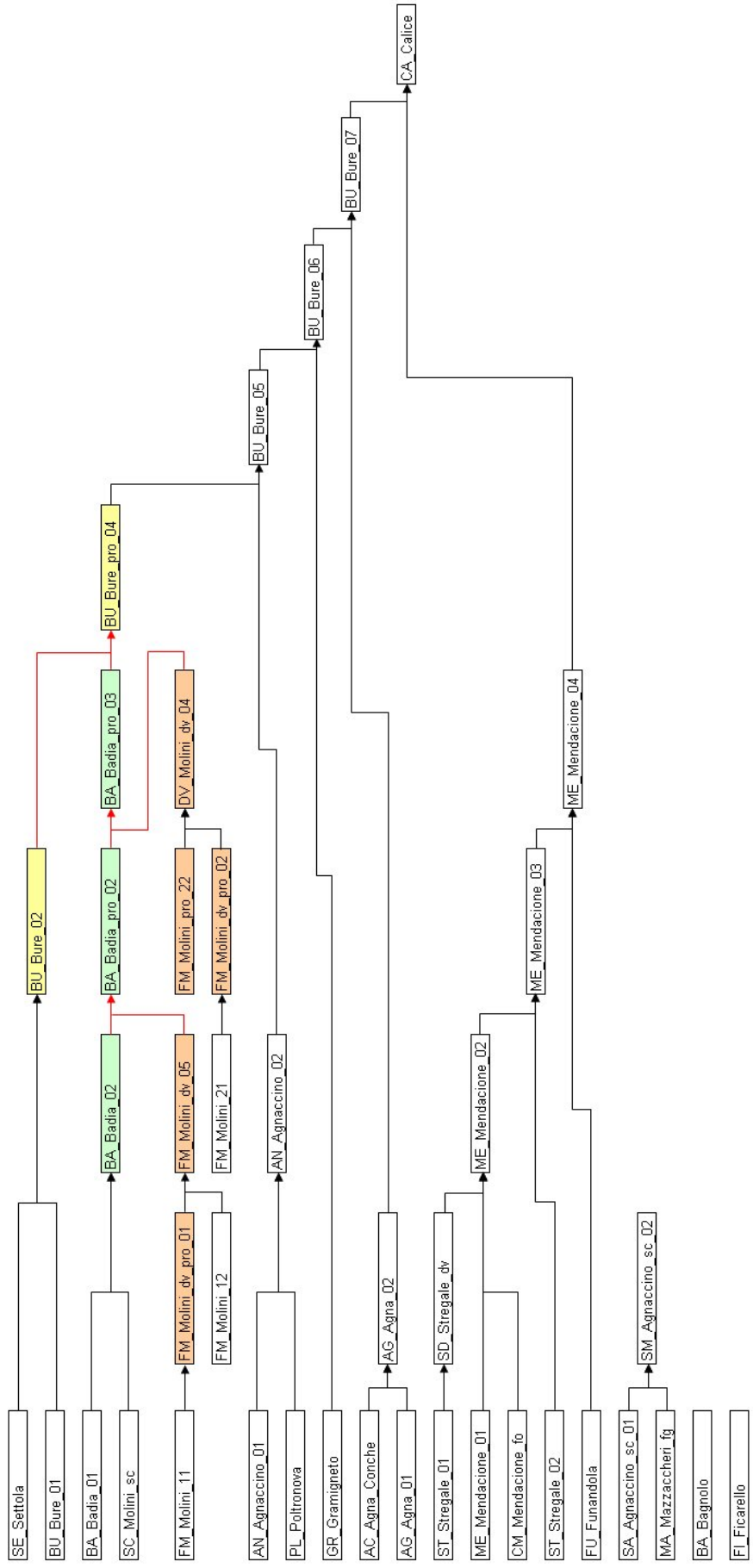


Figura 4-2 – Schema del sistema fluviale.

Lo schema previsto per la rete idraulica modificata è riportato nella Figura 4-2. Per ciascun corso d'acqua sono indicati la sigla che contraddistingue il corso d'acqua ed il nome dello stesso.

Occorre notare che il tratto di fosso di Mulini (tratto Molini\_03), compreso tra la cassa di espansione ed il t. della Bure, diviene parte integrante della rete fognaria dell'area della stazione di Montale, le relative problematiche legate al funzionamento di tale sistema non sono pertanto affrontate nella presente analisi idraulica.

In ragione di quanto sopra i seguenti interventi, previsti nello studio generale condotto per la predisposizione del Regolamento Urbanistico, non risultano più necessari alla regimazione del reticolo idrografico:

- MO\_MU\_CS02: realizzazione di una cassa di espansione in sinistra idraulica del f. dei Mulini per un'area di circa 7 ha e un volume d'invaso di 52.000 m<sup>3</sup>;
- MO\_MU\_TR03: realizzazione di un nuovo canale di derivazione per la cassa MO-MU-CS03 della lunghezza di 130 m;
- MO\_MU\_ID15: installazione idrovora nella cassa MO-MU-CS03 con portata fino a 2 m<sup>3</sup>/s e recapitante nel t. Bure.

L'intervento MO\_MU\_CS03 (cassa di espansione di circa 5 ha e un volume d'invaso di circa 22.000 m<sup>3</sup>) può essere mantenuto come cassa di espansione per il t. Bure, il cui codice diviene MO-BU-CS04.

Si consiglia comunque di realizzare l'intervento MO\_MU\_PO01 corrispondente all'installazione di una portella in corrispondenza della confluenza del fosso dei Molini con il t. Bure.

#### **4.2 Schematizzazione dell'area di studio**

Il sistema idraulico considerato è stato descritto da:

- un insieme di 42 tronchi fluviali opportunamente individuati e compresi tra le diverse confluenze;
- un insieme di 20 nodi rappresentativi delle confluenze;
- un insieme di 1568 sezioni fluviali;
- un insieme di 416 aree di espansione connesse idraulicamente ai corsi d'acqua;
- un insieme di 2883 connessioni idrauliche tra aree di espansione e corsi d'acqua e tra i tronchi stessi;
- n. 7 portelle di collegamento;
- n. 14 idrovore;
- n. 97 immissioni di portata liquida in altrettante sezioni di corsi d'acqua.

#### **4.3 Il modello idraulico implementato**

Al fine di rappresentare adeguatamente i diversi fenomeni che governano la propagazione delle piene all'interno dei corsi d'acqua, la loro laminazione per effetto delle casse di espansione, nonché la diffusione dei volumi idrici di inondazione sul territorio, è stato

adottato un modello di moto vario unidimensionale, in grado di rappresentare il moto all'interno dell'alveo, accoppiato ad un modello quasi-bidimensionale per la simulazione dei fenomeni di inondazione del territorio.

Le caratteristiche delle aree di potenziale esondazione sono state di norma ricavate con un modello digitale del terreno con maglia 10x10m ricavato dalla cartografia scala 1:2000.

Nel caso specifico dell'area compresa tra i fossi della Badia e dei Mulini, interessata dalla realizzazione delle casse di espansione, è stato utilizzato un rilievo strumentale di dettaglio del terreno, nonché le quote definite dal progetto realizzato dall'Ufficio Regionale per la Tutela del Territorio di Pistoia e Prato.

Occorre notare che le quote del fondo assunte per le casse di espansione previste nell'ambito del presente studio risultano pari a quelle stabilite nel suddetto progetto definitivo.

Il passo temporale adottato per la risoluzione numerica delle equazioni di moto vario risulta pari a 15 minuti.

Per le perdite di espansione e contrazione in prossimità dei ponti sono stati assunti rispettivamente un coefficiente pari a 0.3 per la contrazione e 0.6 per l'espansione. I coefficienti delle perdite per espansione e contrazione in assenza di ponti sono rispettivamente pari a 0.2 e 0.1.

I valori della scabrezza utilizzata (espressa come coefficiente di Gauckler-Strickler) sono riportati in Tabella 4-1.

Tronco	Scabrezza [m <sup>1/3</sup> /s]	Tronco	Scabrezza [m <sup>1/3</sup> /s]	Tronco	Scabrezza [m <sup>1/3</sup> /s]
Agna_01	30	Bure_pro_04	30	Molini_11	45
Agna_02	30	Bure_05	30	Molini_12	45
Agna_Conche	30	Bure_06	30	Molini_21	45
Agnaccino_01	45	Bure_07	30	Molini_dv_04	45
Agnaccino_02	45	Calice	30	Molini_dv_05	45
Agnaccino_sc_01	60	Ficarello	30	Molini_dv_pro_01	45
Agnaccino_sc_02	60	Funandola	45	Molini_dv_pro_02	45
Badia_01	45	Gramigneto	45	Molini_pro_22	45
Badia_02	45	Mazzaccheri_fg	60	Molini_sc	45
Badia_pro_02	45	Mendacione_01	36	Poltronova	45
Badia_pro_03	45	Mendacione_02	36	Settola	36
Bagnolo	30	Mendacione_03	36	Stregale_01	45
Bure_01	30	Mendacione_04	36	Stregale_02	45
Bure_02	30	Mendacione_fo	45	Stregale_dv	60

Tabella 4-1 - Valori del coeff. di Gauckler-Strickler attribuiti ai corsi d'acqua analizzati.



Si ricorda che il funzionale utilizzato per stabilire la quantità di acqua che esce dal canale, nel caso di soglia sfiorante, è del tipo:

$$Q_{sf} = l(\mu_1 h_2 - \mu_2 h_1) \sqrt{2gh_1} \quad [4.1]$$

dove  $l$  è la lunghezza della soglia,  $\mu_1$  e  $\mu_2$  sono pari rispettivamente a 0.65 e 0.4,  $h_1$  e  $h_2$  sono rispettivamente la differenza di livello tra i peli liberi di monte e di valle e la differenza di livello tra il pelo libero di valle e la soglia.

Mentre la legge di riempimento quota-volume di inondazione in funzione dei livelli di piena risulta della seguente forma:

$$V = A(y - y_0)^B \quad [4.2]$$

in cui  $y_0$  è la quota minima del terreno all'interno dell'area.

## 5 APPLICAZIONE DEL MODELLO E RISULTATI

Le verifiche idrauliche sono state condotte utilizzando la modellistica descritta nei precedenti capitoli ed applicata per i soli tempi di ritorno di 20 e 200 anni e per le durate di 0.5, 1.0, 1.5, 2.5, 3.5, 5.5, e 7.5 ore.

Nelle presenti verifiche idrauliche è stata inserita la cassa di espansione realizzata sui fossi della Badia e dei Mulini (Figura 5-1), composta da due moduli le cui principali caratteristiche sono riportate in Tabella 5-1. Le dimensioni delle casse di laminazione sono state desunte dal relativo progetto definitivo, nonché da variazioni apportate nel corso del presente studio (aggiunta modulo APE\_EM01). In Tabella 5-2 sono riportate le principali caratteristiche degli sfioratori.

Codice cassa	Corso d'acqua	Superficie [m <sup>2</sup> ]	H <sub>min</sub> fondo [m slm]	H argini [m slm]
APE_EM01	F. della Badia	11800	52.8	55.00
APE_EM02	F. della Badia - Mulini	52700	51.0	54.00

*Tabella 5-1 – Caratteristiche geometriche delle casse di espansione.*

Codice sfioro	Corso d'acqua	Codice sezione	Codice cassa	H soglia [m slm]	L soglia [m]
SF3123_	F. della Badia	BA5017__	APE_EM02	53.40	7.45
SF3124_	F. della Badia	BA5016__	APE_EM02	53.40	10.0
SF3125_	F. della Badia	BA5015__	APE_EM02	53.40	15.0
SF3126_	F. della Badia	BA5014__	APE_EM02	53.40	15.0
SF3127_	F. della Badia	BA5013__	APE_EM02	53.40	15.0
SF3128_	F. della Badia	BA5012__	APE_EM02	53.40	15.0
SF3129_	F. della Badia	BA5011__	APE_EM02	53.40	15.0
SF3133_	F. della Badia	BA5005__	APE_EM01	54.30	15.0
SF3134_	F. della Badia	BA5004__	APE_EM01	54.30	15.0
SF3135_	F. della Badia	BA5003__	APE_EM01	54.30	15.0
SF3136_	F. della Badia	BA5002__	APE_EM01	54.30	14.5
SF3137_	F. dei Mulini	DV4006__	APE_EM02	53.45	20.0
SF3138_	F. dei Mulini	DV4007__	APE_EM02	53.45	20.0
SF3139_	F. dei Mulini	DV4008__	APE_EM02	53.45	20.0
SF3139A	F. dei Mulini	DV4009__	APE_EM02	53.45	20.0

*Tabella 5-2 – Principali caratteristiche delle opere di sfioro.*

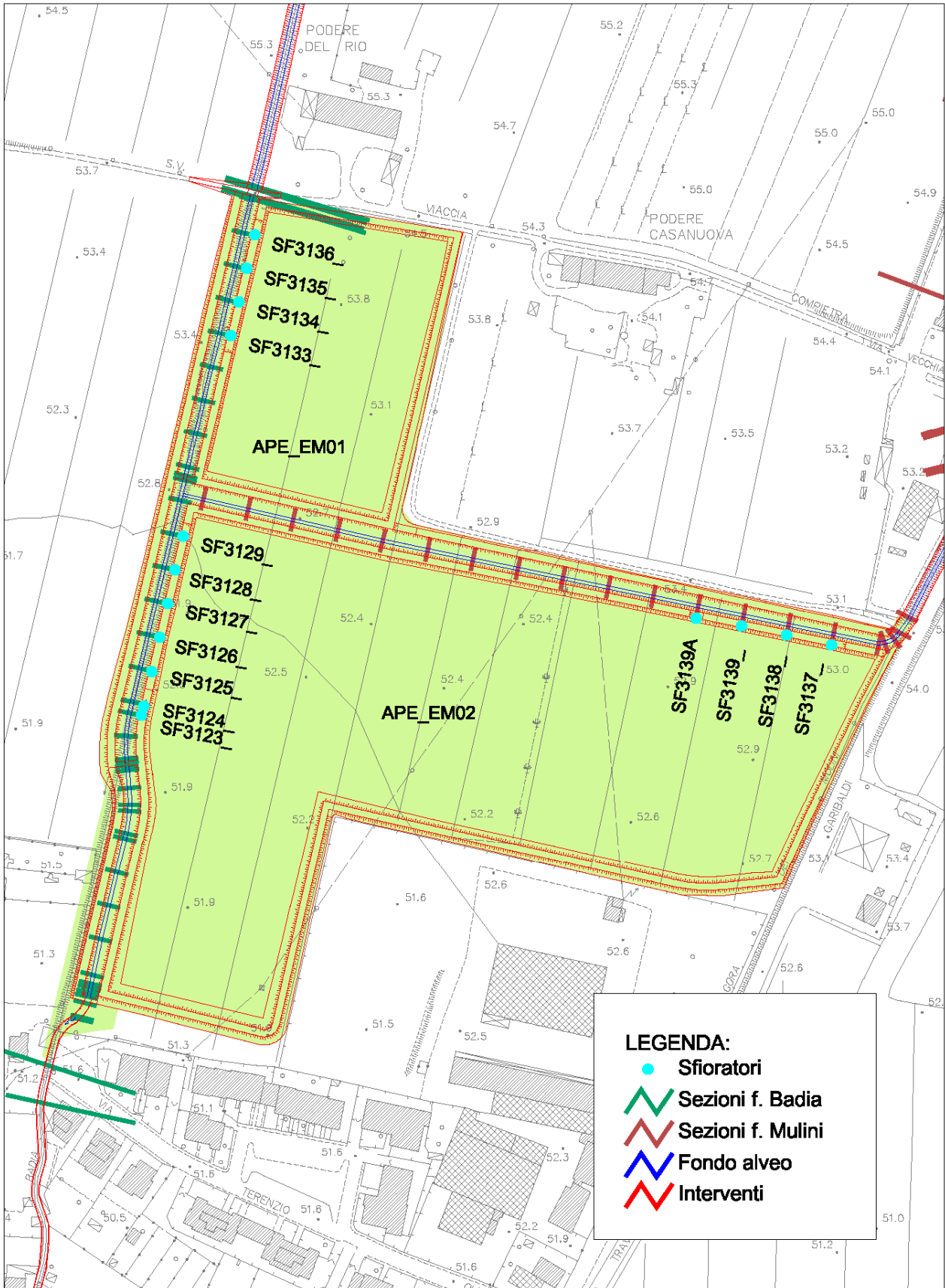


Figura 5-1 – Planimetria interventi di laminazione.

Le bocche tarate, poste a valle delle opere di sfioro, sono costituite da briglie a fessura le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 5-3.

<b>Codice sezione</b>	<b>Tratto di corso d'acqua</b>	<b>H fondo [m slm]</b>	<b>H fessura [m]</b>	<b>L fessura [m]</b>
BA5009A_	Badia_pro_02	51.70	3.30	1.85
BA5020A_	Badia_pro_03	50.74	3.26	1.30

*Tabella 5-3 – Caratteristiche geometriche delle bocche tarate.*

Le verifiche idrauliche hanno fornito, per ogni tempo di ritorno e durata considerati, i valori temporali e quelli massimi (involuppi) di:

- portate e livelli idrometrici per ogni sezione del reticolo idrografico;
- livelli idrometrici, volumi invasati e portate sfiorate in ciascuna area di esondazione;
- portate transitate attraverso gli elementi di connessione tra l'alveo e le aree e tra le aree stesse.

### **5.1 Stato di progetto completo**

Lo stato di progetto completo comprende tutti gli interventi proposti nello “*Studio idrologico e idraulico di alcuni corsi d'acqua nel territorio comunale di Montale*” del Prof. Enio Paris modificato a seguito del presente studio di approfondimento come si riporta nella Figura 5-2.

In tale scenario è stato condotto il dimensionamento degli sfioratori (quota – lunghezza) e delle bocche tarate (larghezza fessura) massimizzando l'efficienza di laminazione delle casse di espansione.

La verifica dello scenario di progetto completo ha consentito la verifica che le variazioni introdotte non modificano i risultati attesi.

Nella Tabella 5-4 si riporta il confronto tra le portate al colmo calcolate nella sezione BU4024A\_ del t. Bure nel presente scenario di progetto completo e in quello dello studio del Prof. E. Paris.

Dalla Figura 5-3 alla Figura 5-9 si riportano gli idrogrammi in ingresso e in uscita dalla cassa dei fossi della Badia e dei Molini per il tempo di ritorno di 200 anni e le durate rispettivamente di 1.0, 1.5, 2.5, e 3.5 ore.

In Allegato A.1 sono riportati i tabulati delle verifiche idrauliche.



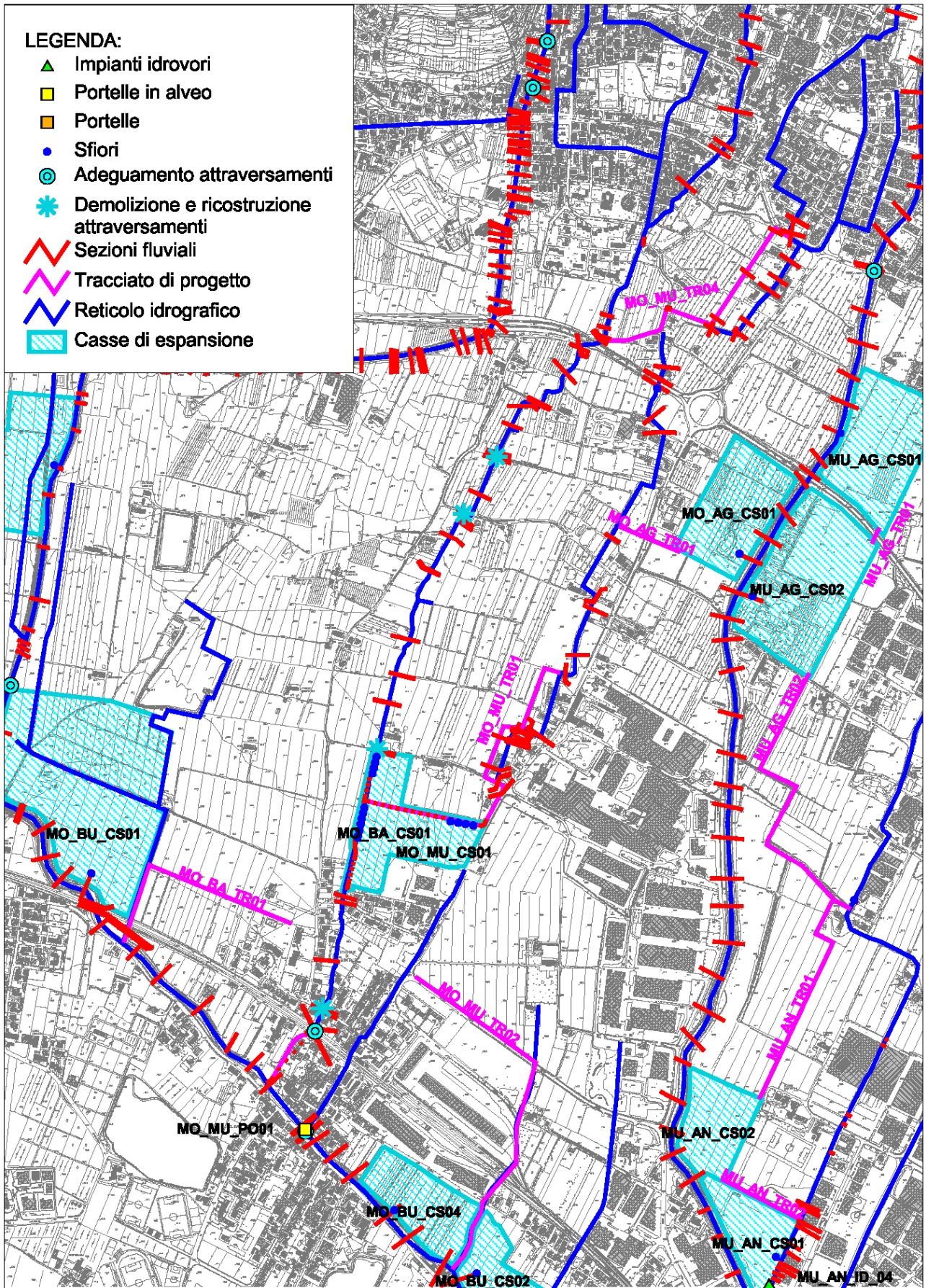


Figura 5-2 – Interventi di mitigazione del rischio proposti nella configurazione di progetto completo del presente studio .

Durata [h]	Stato di progetto studio 2007		Stato di progetto completo	
	Q <sub>20</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>200</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>20</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>200</sub> [m <sup>3</sup> /s]
0.5	70.0	120.8	72.3	122.8
1	103.5	141.9	104.8	138.0
1.5	126.5	146.7	126.0	145.2
2.5	140.4	155.3	135.0	151.5
3.5	141.9	156.1	139.0	152.8
5.5	141.7	152.9	139.5	152.3
7.5	138.8	151.0	136.1	152.1

Tabella 5-4 – Confronto tra le portate al colmo valutate nella sezione BU4024A\_ del t. Bure nello stato di progetto dello studio commissionato al Prof. E. Paris e nello stato di progetto completo del presente studio.

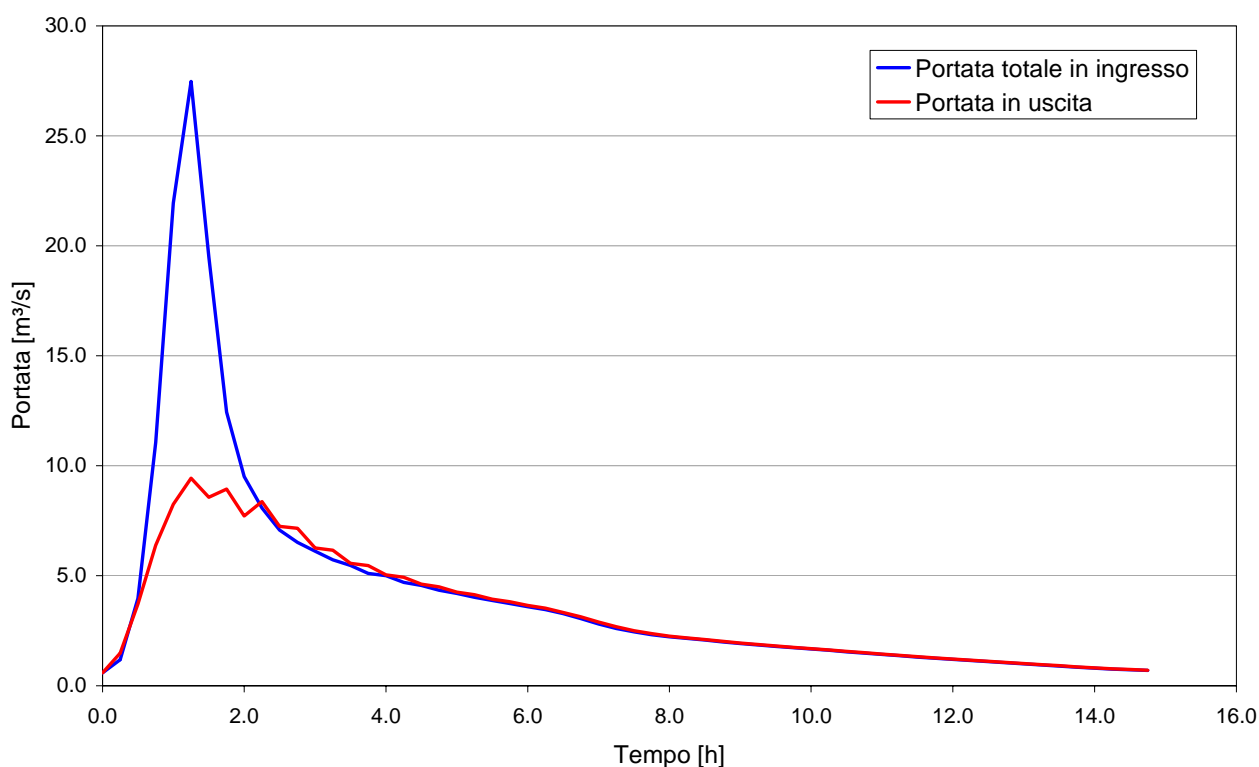


Figura 5-3 – Idrogrammi di portata in ingresso e in uscita dalla cassa di espansione per il tempo di ritorno di 200 anni e durata 1.0 ora nella configurazione di progetto globale.

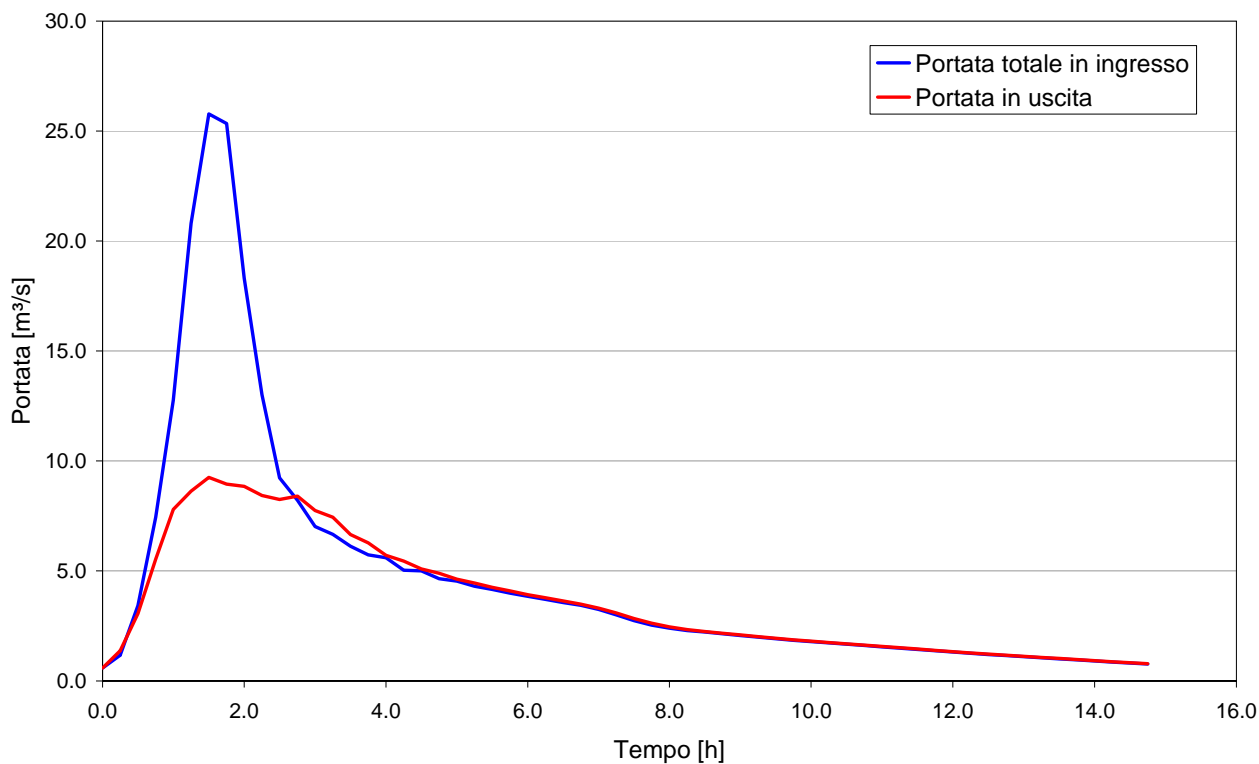


Figura 5-4 – Idrogrammi di portata in ingresso e in uscita dalla cassa di espansione per il tempo di ritorno di 200 anni e durata 1.5 ore nella configurazione di progetto globale.

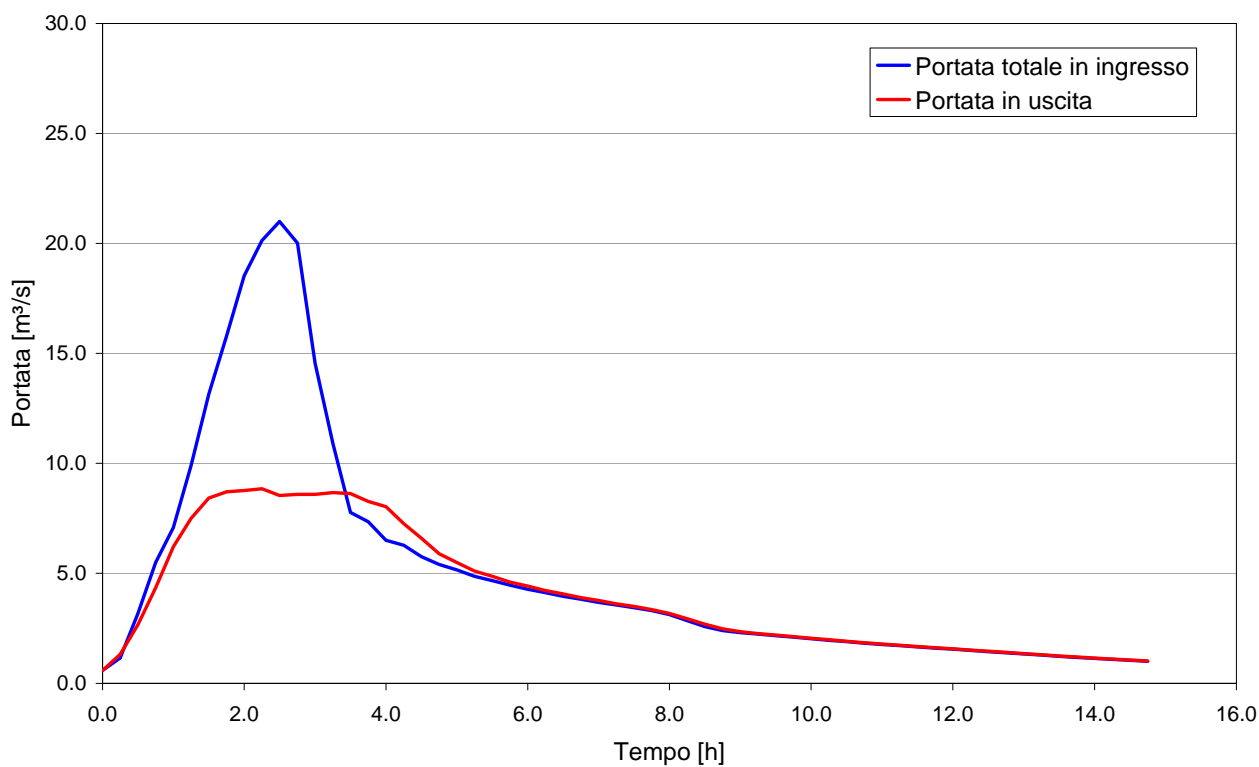


Figura 5-5 – Idrogrammi di portata in ingresso e in uscita dalla cassa di espansione per il tempo di ritorno di 200 anni e durata 2.5 ore nella configurazione di progetto globale.

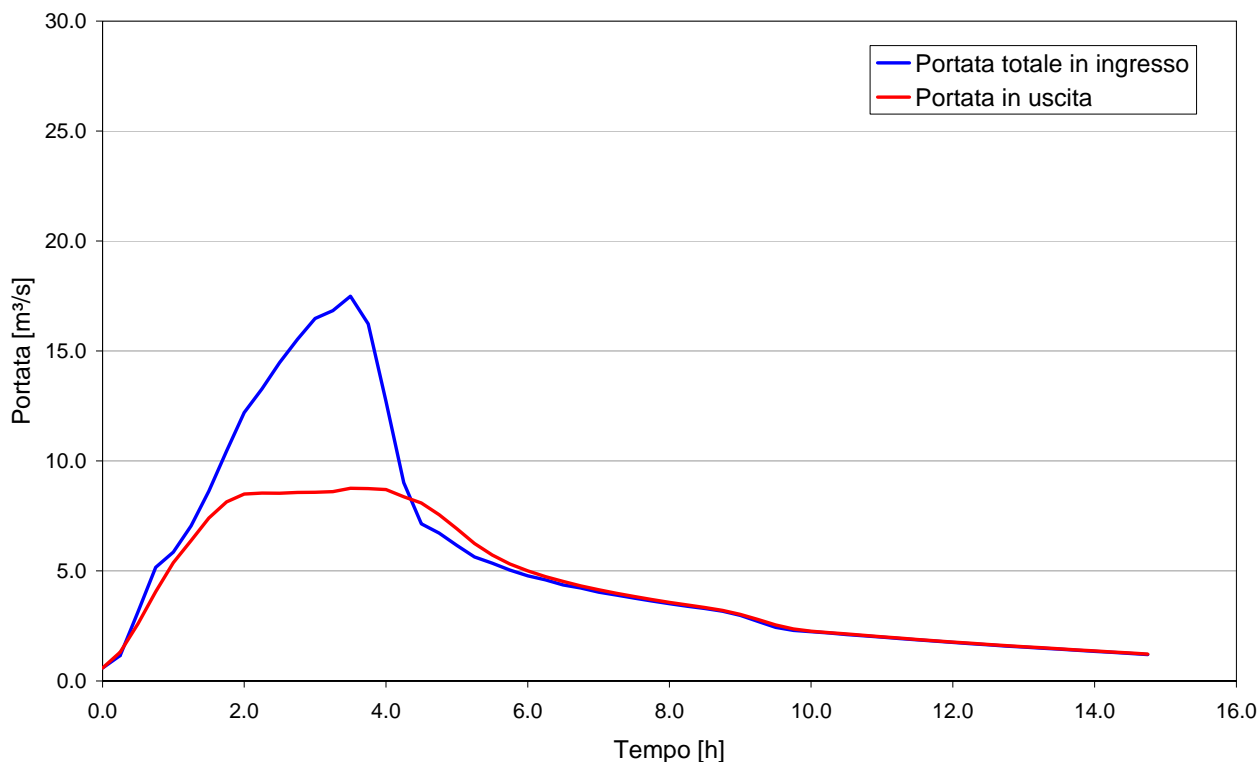


Figura 5-6 – Idrogrammi di portata in ingresso e in uscita dalla cassa di espansione per il tempo di ritorno di 200 anni e durata 3.5 ore nella configurazione di progetto globale.

## 5.2 Stato di progetto

Lo stato di progetto prevede solo gli interventi che saranno realizzati contestualmente alle previsioni del Regolamento Urbanistico. In tale scenario permane un rischio residuo che dovrà essere eliminato con interventi di autosicurezza.

In questo scenario la cassa è in grado di far defluire verso valle una portata massima sempre inferiore a 10 m<sup>3</sup>/s (vedere Tabella 5-5) e che risulta sempre inferiore delle corrispondenti portate che defluiscono a valle dal sistema Badia – Molini nello stato attuale.

Dalla Figura 5-7 fino alla Figura 5-13<sup>2</sup> sono riportati gli idrogrammi delle portate in ingresso e in uscita dalla cassa di espansione per il tempo di ritorno di 200 anni e per le diverse durate analizzate con i soli interventi previsti nel presente studio.

<sup>2</sup> Gli idrogrammi in uscita, nello stato attuale e di progetto, sono regolarizzati nella parte di colmo.

Durata [h]	$Q_{IN}$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{OUT}$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{ATT}$ studio 2007 [m <sup>3</sup> /s]
0.5	17.0	8.6	10.4
1.0	22.8	9.6	12.4
1.5	21.9	9.1	12.5
2.5	18.3	8.4	9.9
3.5	11.3	8.4	10.2
5.5	8.1	8.0	10.6
7.5	6.3	6.3	10.7

Tabella 5-5 – Portate al colmo in ingresso e in uscita dalla cassa di espansione calcolate per il tempo di ritorno di 200 anni per lo stato di progetto.  $Q_{ATT}$  studio 2007 corrisponde al colmo delle portate in uscita dal sistema Badia – Molini nelle verifiche dello stato attuale condotte nello studio commissionato al Prof. E. Paris.

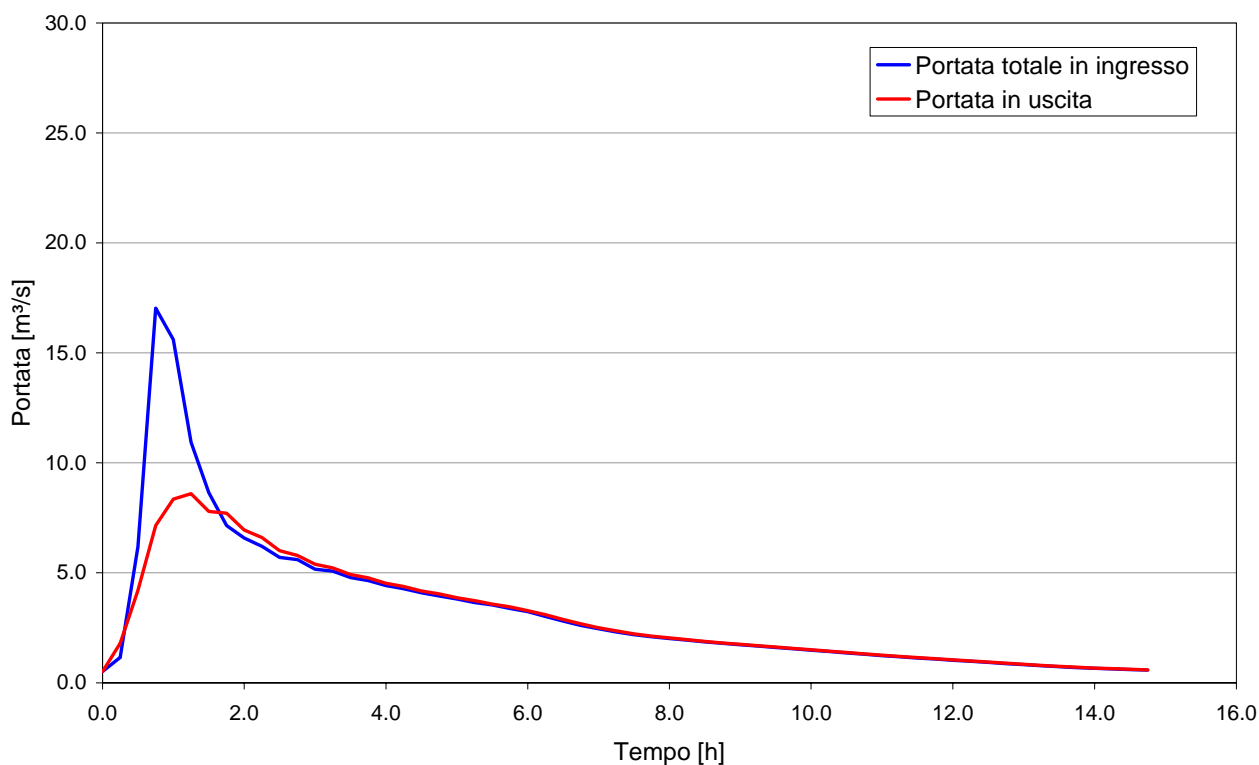


Figura 5-7 – Idrogrammi di portata in ingresso e in uscita dalla cassa di espansione per il tempo di ritorno di 200 anni e durata 0.5 ore nella configurazione attuale.

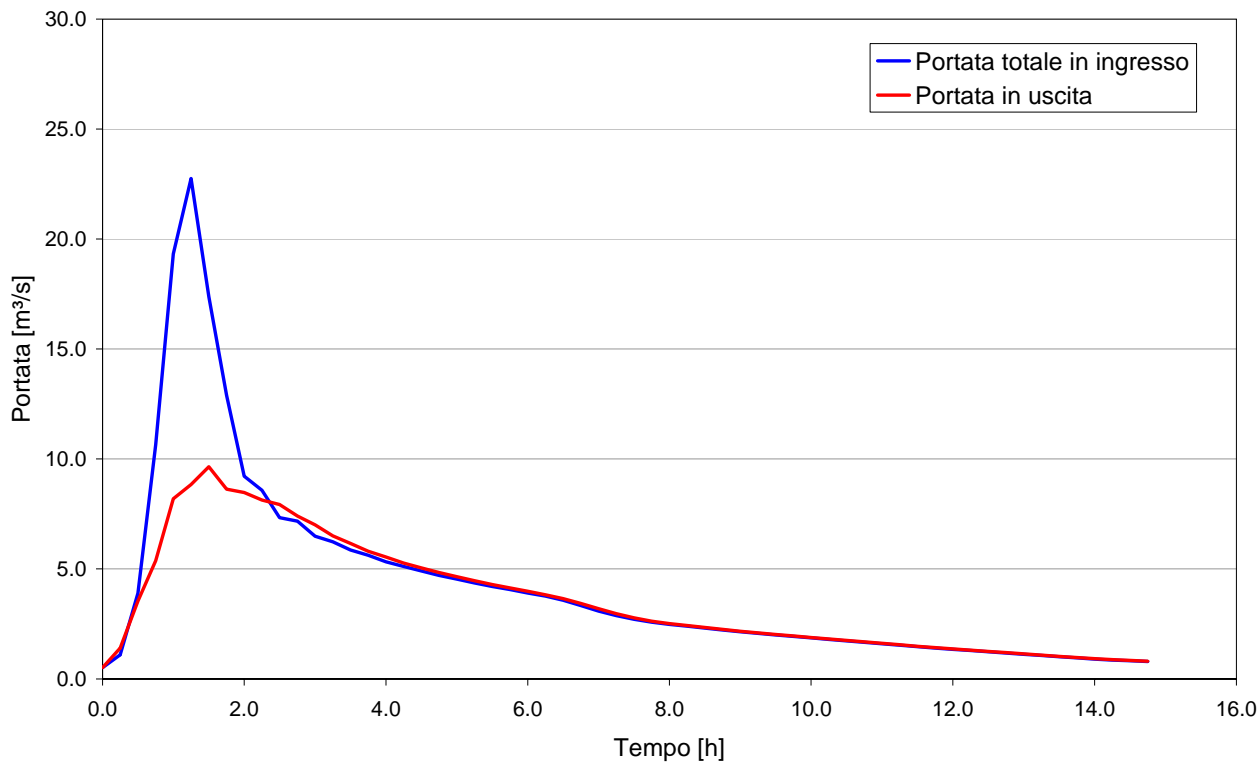


Figura 5-8 – Idrogrammi di portata in ingresso e in uscita dalla cassa di espansione per il tempo di ritorno di 200 anni e durata 1.0 ora nella configurazione attuale.

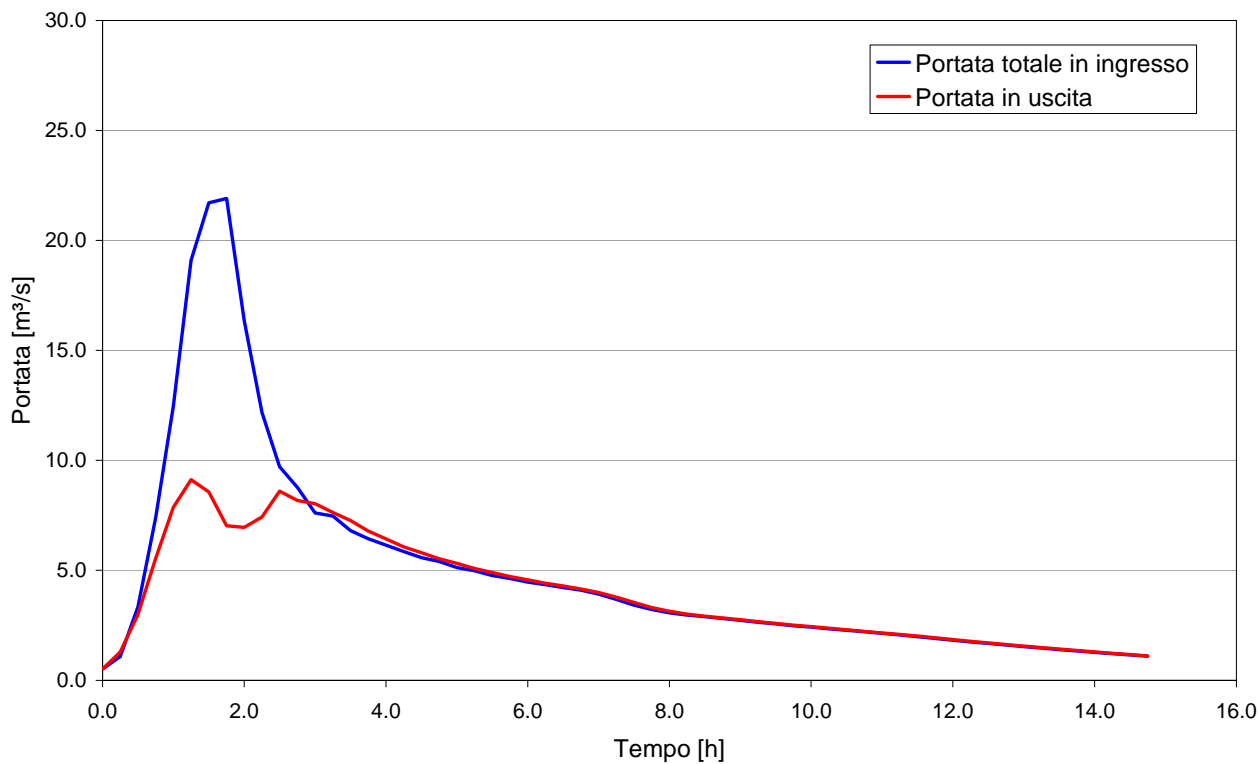


Figura 5-9 – Idrogrammi di portata in ingresso e in uscita dalla cassa di espansione per il tempo di ritorno di 200 anni e durata 1.5 ore nella configurazione attuale.



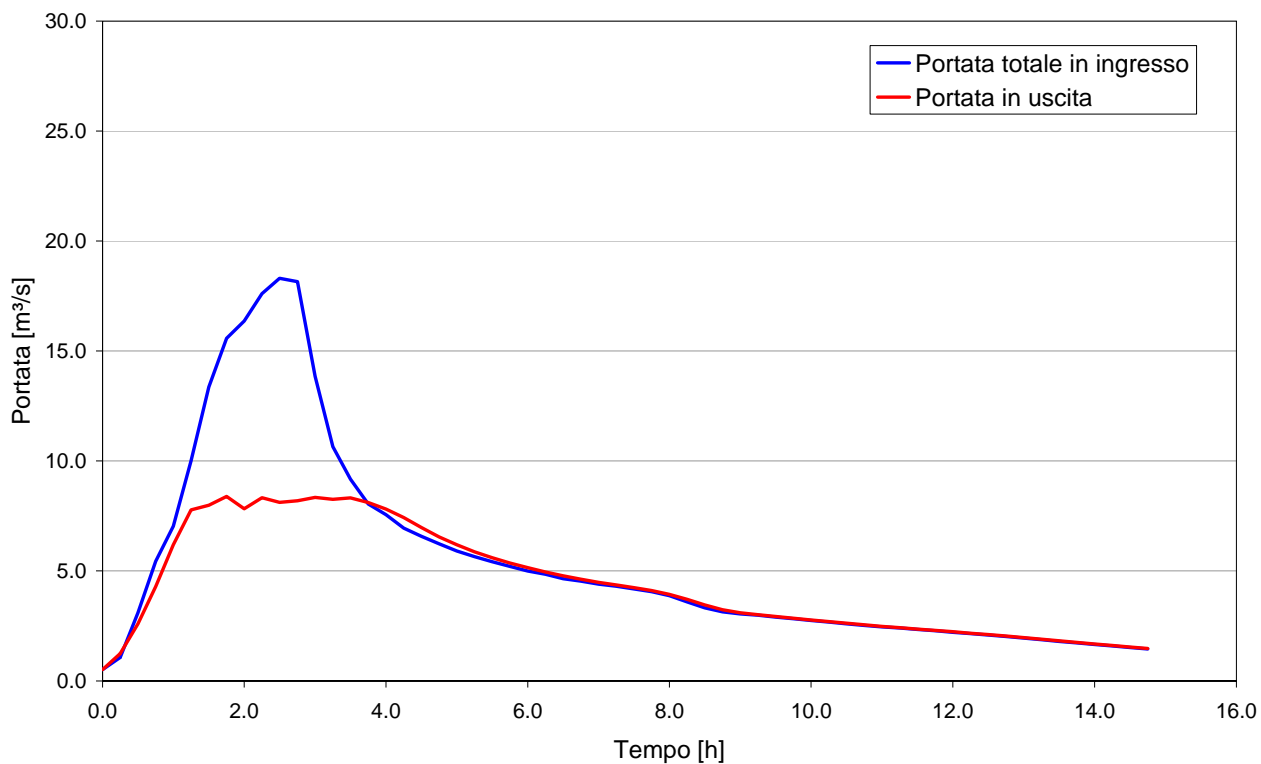


Figura 5-10 – Idrogrammi di portata in ingresso e in uscita dalla cassa di espansione per il tempo di ritorno di 200 anni e durata 2.5 ore nella configurazione attuale.

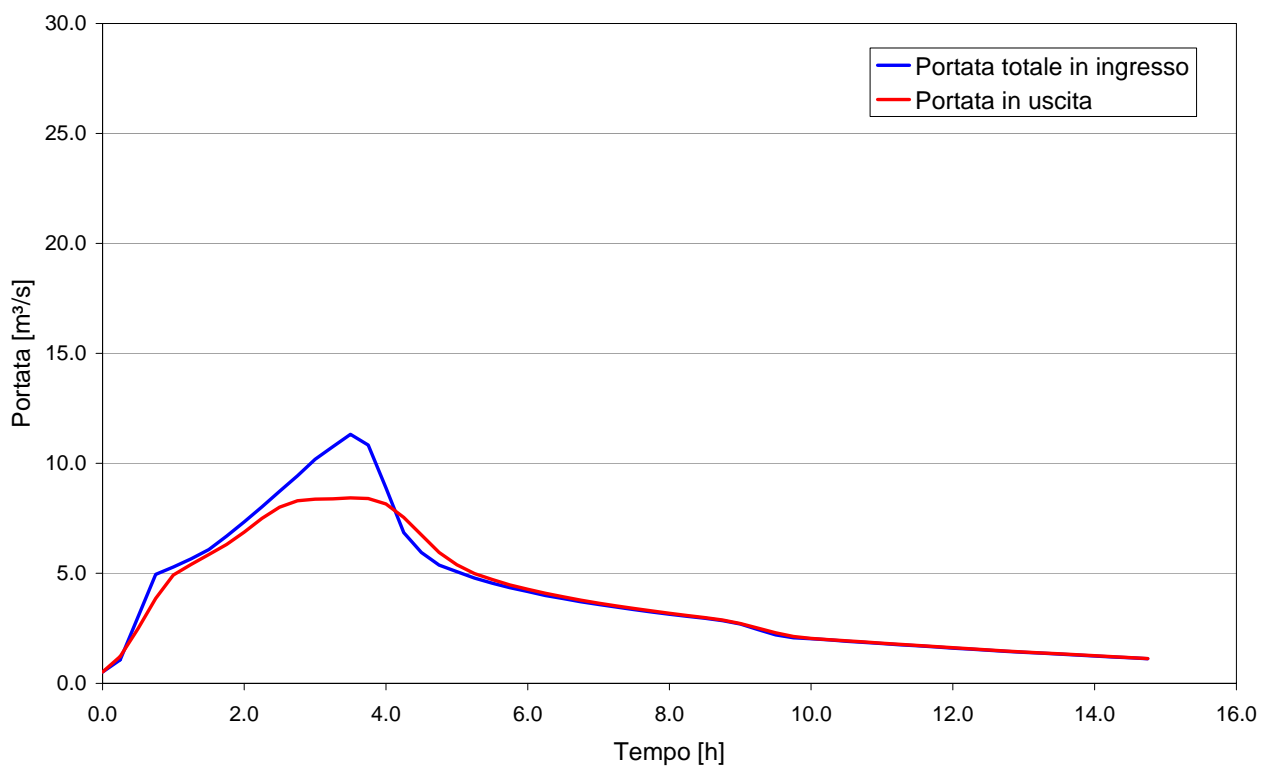


Figura 5-11 – Idrogrammi di portata in ingresso e in uscita dalla cassa di espansione per il tempo di ritorno di 200 anni e durata 3.5 ore nella configurazione attuale.

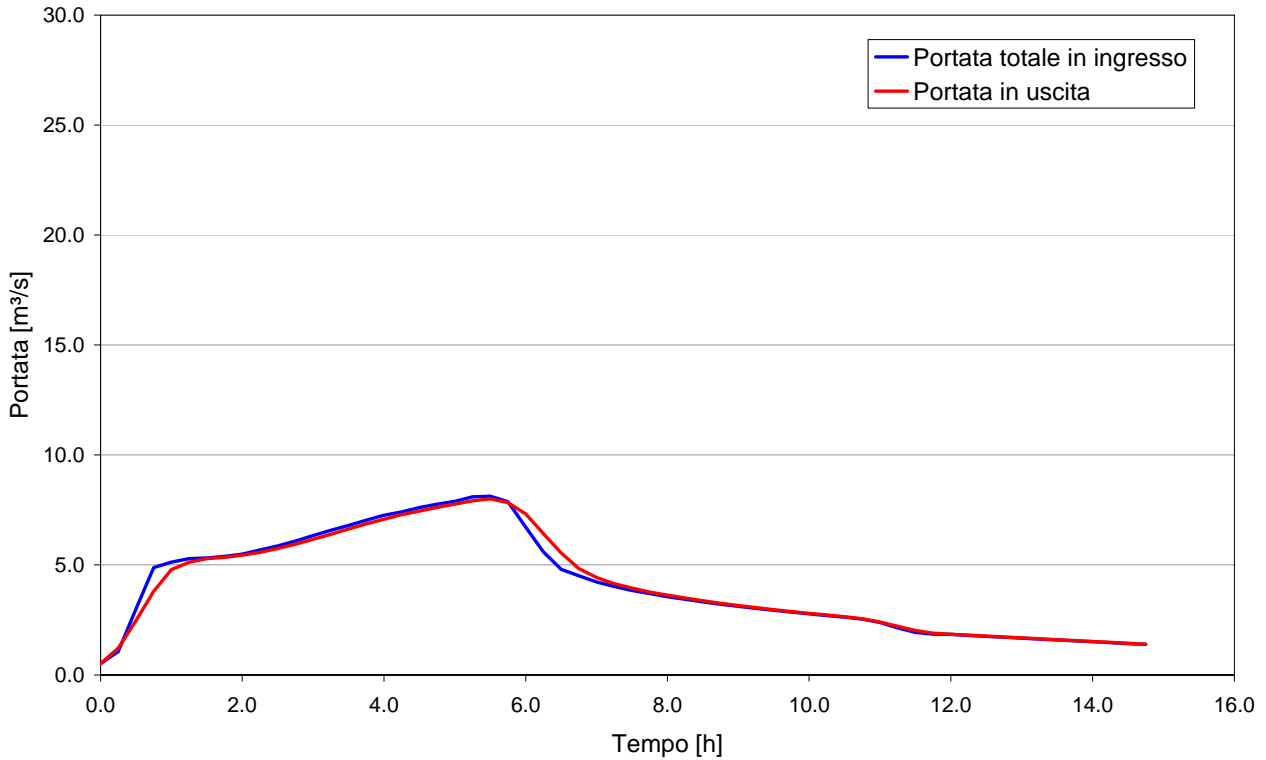


Figura 5-12 – Idrogrammi di portata in ingresso e in uscita dalla cassa di espansione per il tempo di ritorno di 200 anni e durata 5.5 ore nella configurazione attuale.

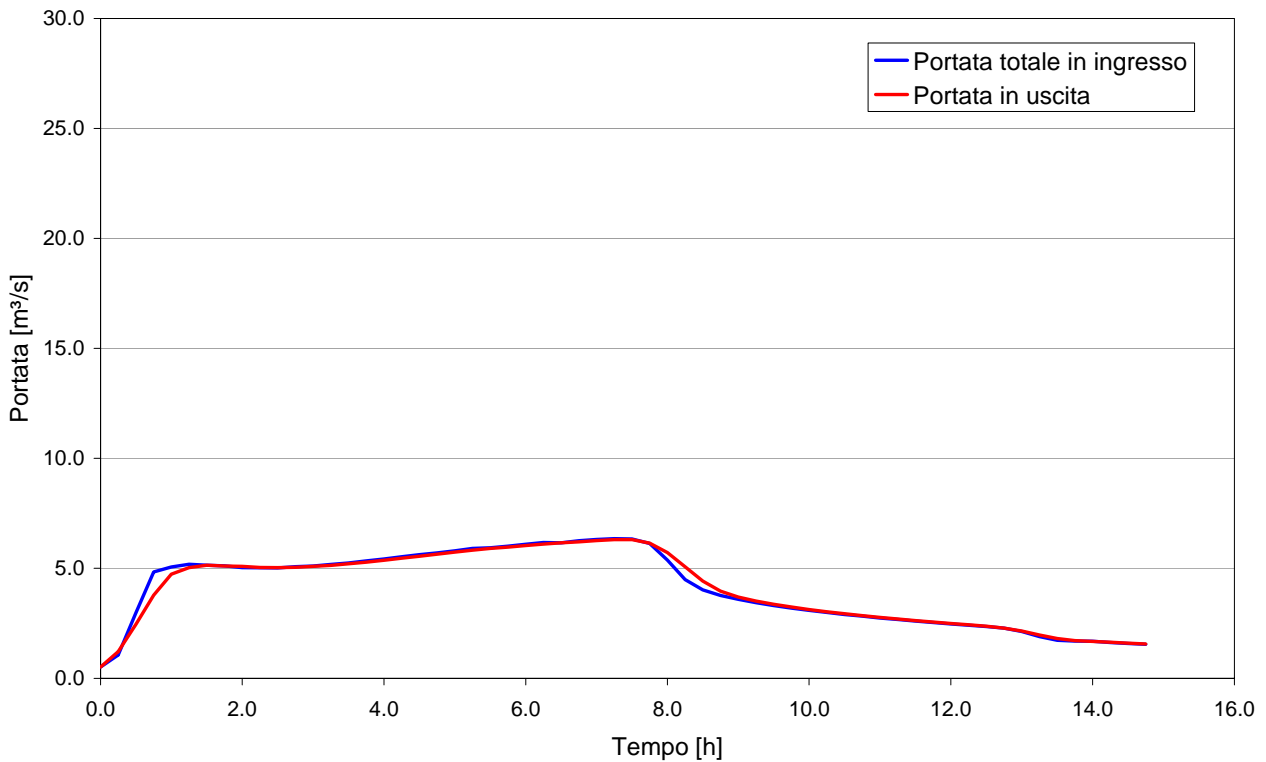


Figura 5-13 – Idrogrammi di portata in ingresso e in uscita dalla cassa di espansione per il tempo di ritorno di 200 anni e durata 7.5 ore nella configurazione attuale.

Nelle Tavole 1.1 e 1.2 sono riportate le planimetrie degli interventi di messa in sicurezza idraulica e le previsioni urbanistiche.

Nelle Tavole 2 e 3 si riportano i battenti massimi (inviluppi) di esondazione raggiunti nell'area di studio per i tempi di ritorno rispettivamente di 20 e 200 anni.

Nella Tavola 4 si riportano le aree inondabili per i diversi tempi di ritorno.

Nelle Tavole 5.1, 5.2, e 5.3 si riportano i profili longitudinali dell'alveo, delle quote arginali e delle altezze idrometriche per i diversi tempi di ritorno nei tratti del reticolo fluviale nell'area di interesse (tratti Bure\_02, Bure\_pro\_04, Badia\_01, Badia\_02, Badia\_pro\_02, Badia\_pro\_03, Molini\_11, Molini\_12, Molini\_21, Molini\_dv\_pro\_01, Molini\_dv\_pro\_02, Molini\_pro\_22, Molini\_dv\_04, Molini\_dv\_05, e Molini\_sc).

I tabulati di dettaglio relativi alle verifiche idrauliche condotte sono riportati nell'Allegato A.2, mentre nell'Allegato B sono riportate le sezioni fluviali con i livelli idrici valutati per i diversi tempi di ritorno.

### **5.3 Definizione delle aree inondabili dello stato di progetto**

La perimetrazione delle aree inondabili è stata condotta sulla base delle simulazioni idrauliche condotte.

In particolare si è proceduto a tracciare le seguenti aree:

- inondabili con tempo di ritorno 20 anni;
- inondabili con tempo di ritorno 200 anni.

### **5.4 Variazione della pericolosità per lo stato di progetto**

Sulla base dei risultati ottenuti dalle verifiche idrauliche condotte per i tempi di ritorno di 20 e 200 anni e per le diverse durate, sono state valutate le variazioni di pericolosità nelle aree a monte e a valle degli interventi previsti.

Le verifiche di riferimento sono quelle condotte nello "*Studio idrologico e idraulico di alcuni corsi d'acqua nel territorio comunale di Montale*".

La realizzazione degli interventi proposti determina un notevole beneficio per tutta l'area della stazione di Montale (Figura 5-14 e Figura 5-15), sia per effetto di una riduzione della portata liquida che confluisce nel t. Bure, sia per effetto dell'incremento della capacità di smaltimento delle portate dei fossi della Badia e dei Mulini nei tratti oggetto di intervento, che sono in grado di contenere altresì il profilo di rigurgito indotto dai livelli di piena che si instaurano nel t. Bure.

In particolare, l'area a monte della nuova Montalese registra riduzioni medie del battente di esondazione dell'ordine di 45 cm (valore massimo circa 90 cm) per il tempo di ritorno ventennale e dell'ordine di 60 cm (valore massimo circa 70 cm) per quello duecentennale.

Tale beneficio è indotto dalla presenza del nuovo diversivo (tratto Molini\_dv\_05), che, correndo a cielo aperto parallelamente alla nuova Montalese, intercetta e drena le acque di esondazione che provengono da monte dalle insufficienze in sinistra idraulica dal f. della Badia ed in destra idraulica da quelle del f. dei Molini. Ulteriore beneficio deriva dalla incrementata capacità di smaltimento del tracciato dell'attuale diversivo del fosso dei Molini (tratto Molini\_dv\_pro\_01). Infine, il rimanente tratto del fosso dei Molini (tratto Molini\_21), risultando sconnesso idraulicamente dal bacino di monte, agevola il drenaggio delle acque di esondazione provenienti dal tratto Molini\_11 che si accumulano a ridosso della nuova Montalese.

La vasta porzione di territorio, compresa tra i fossi della Badia e dei Molini a valle della nuova Montalese e a monte delle casse di espansione, registra riduzioni dei battenti di esondazioni nelle zone di ristagno comprese tra 30 cm e 90 cm per il tempo di ritorno ventennale e tra 30 cm ed 1 metro per quello duecentennale.

L'area in destra idraulica del fosso della Badia registra benefici localizzati solo in prossimità del suddetto fosso per il solo tempo di ritorno di venti anni con riduzioni massime del battente di esondazione pari a 33 cm.

Anche in sinistra idraulica del fosso dei Molini i benefici maggiori si osservano per il tempo di ritorno ventennale, ma in quest'area risultano molto più estesi e con riduzioni di battente che frequentemente raggiungono l'ordine di 1 m. Al crescere del tempo di ritorno i benefici raggiunti in queste due porzioni di territorio con le sistemazioni proposte per i fossi della Badia e dei Molini si riducono progressivamente per effetto delle esondazioni che si verificano sul t. Settola da una parte e sul t. Agna dall'altra.

Ai benefici conseguenti alla riduzione dei battenti nelle zone di ristagno, devono essere rimarcati in questo caso, i notevoli benefici che derivano dall'eliminazione per il tempo di ritorno ventennale di tutte le aree di transito delle portate esondate che oltrepassando la nuova Montalese si propagavano verso la ferrovia.

La vasta porzione di territorio, posto a monte della ferrovia e in destra di via Antonio Pacinotti, registra riduzioni dei battenti di esondazioni nelle zone di ristagno pari a 27 cm per il tempo di ritorno duecentennale e 19 cm per quello ventennale.

Nell'area a monte della ferrovia, compresa tra via Pacinotti ed il f. della Badia, i battenti subiscono delle riduzioni pari a 65 cm per il tempo di ritorno di 200 anni e di 62 cm per quello di 20 anni.

A monte della ferrovia tra i fossi della Badia e dei Molini, nell'area via Fogazzaro-via Grazia Deledda, i battenti si riducono di 89 cm e 64 cm rispettivamente per i tempi di ritorno di 200 e 20 anni. Nell'area compresa tra via Terenzio Olivella e la cassa di espansione le riduzioni valgono circa 63 cm e 47 cm per i tempi di ritorno di 200 e 20 anni. L'area a valle della ferrovia, compresa tra il nuovo ed il vecchio corso del f. della Badia, subisce una riduzione dei battenti di ristagno nelle aree di esondazione di 30 cm e 22 cm

rispettivamente per i tempi di ritorno di 200 e 20 anni. Nell'area tra il vecchio tracciato del f. della Badia e via 25 Aprile si registrano diminuzioni di 28 cm e di 14 cm per tempi di ritorno di 200 e 20 anni.

Nella porzione di territorio posta in sinistra del f. dei Mulini, le riduzioni per i tempi di ritorno di 20 e 200 anni valgono rispettivamente 13 cm e 11 cm nell'area tra il t. Bure la ferrovia, 18 cm e 32 cm tra la ferrovia e via Walter Tobagi in sinistra di via Enrico Mattei.

Si osserva una sola area in cui si verifica un aggravio del rischio idraulico in prossimità di via Goldoni, e che risulta delimitata da un fosso a Ovest, dalla rete ferroviaria a Nord, dal nuovo tracciato del f. della Badia a Est, e dal t. Bure a Sud.

L'incremento delle sommità arginali del f. della Badia, impediscono il transito dell'acqua esondata incrementando i battenti nelle zone di ristagno prospicienti. Gli incrementi massimi che si instaurano nell'area a valle della ferrovia risultano pari a 20 cm per entrambi i tempi di ritorno.

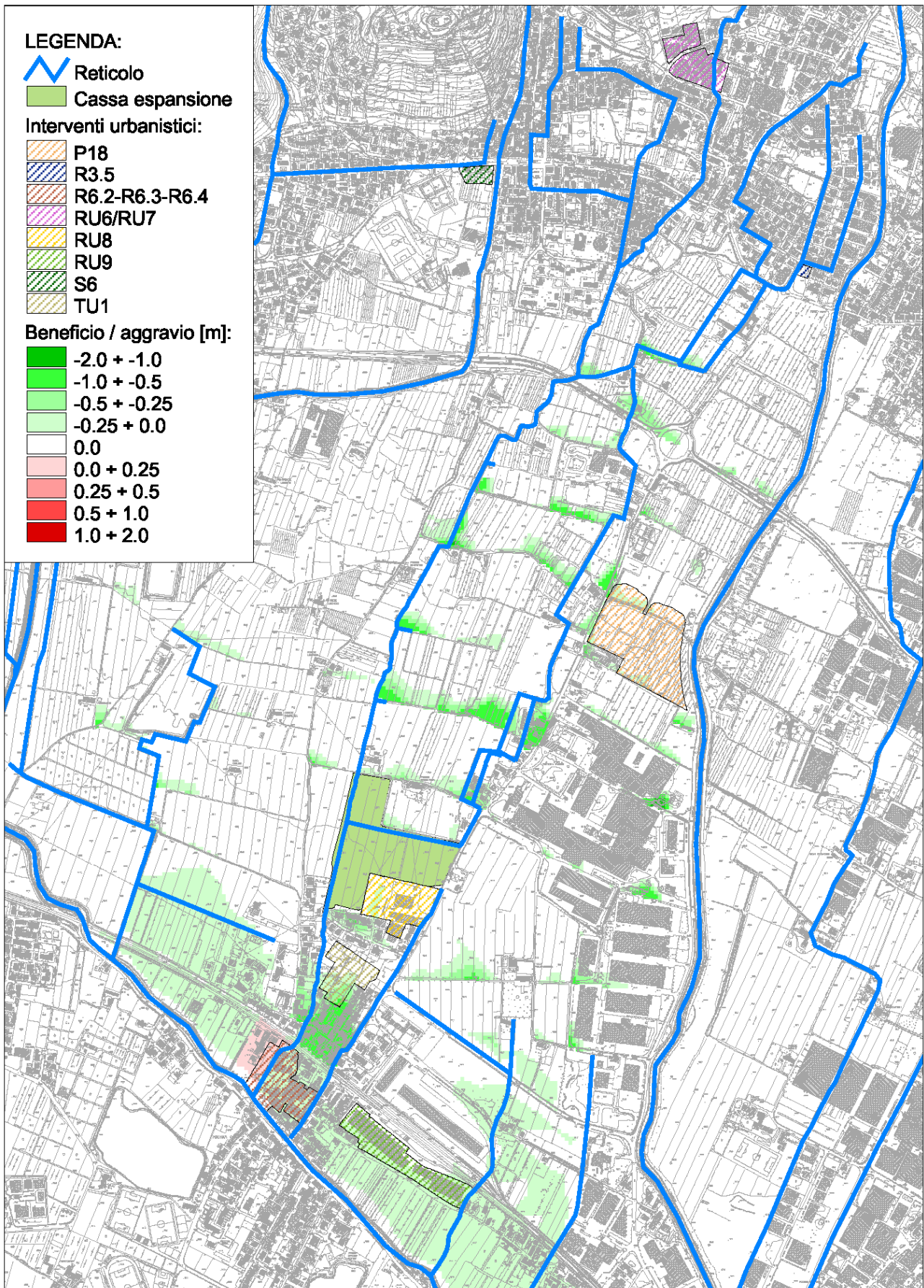


Figura 5-14 – Beneficio e aggravio nelle aree di ristagno per il tempo di ritorno ventennale.



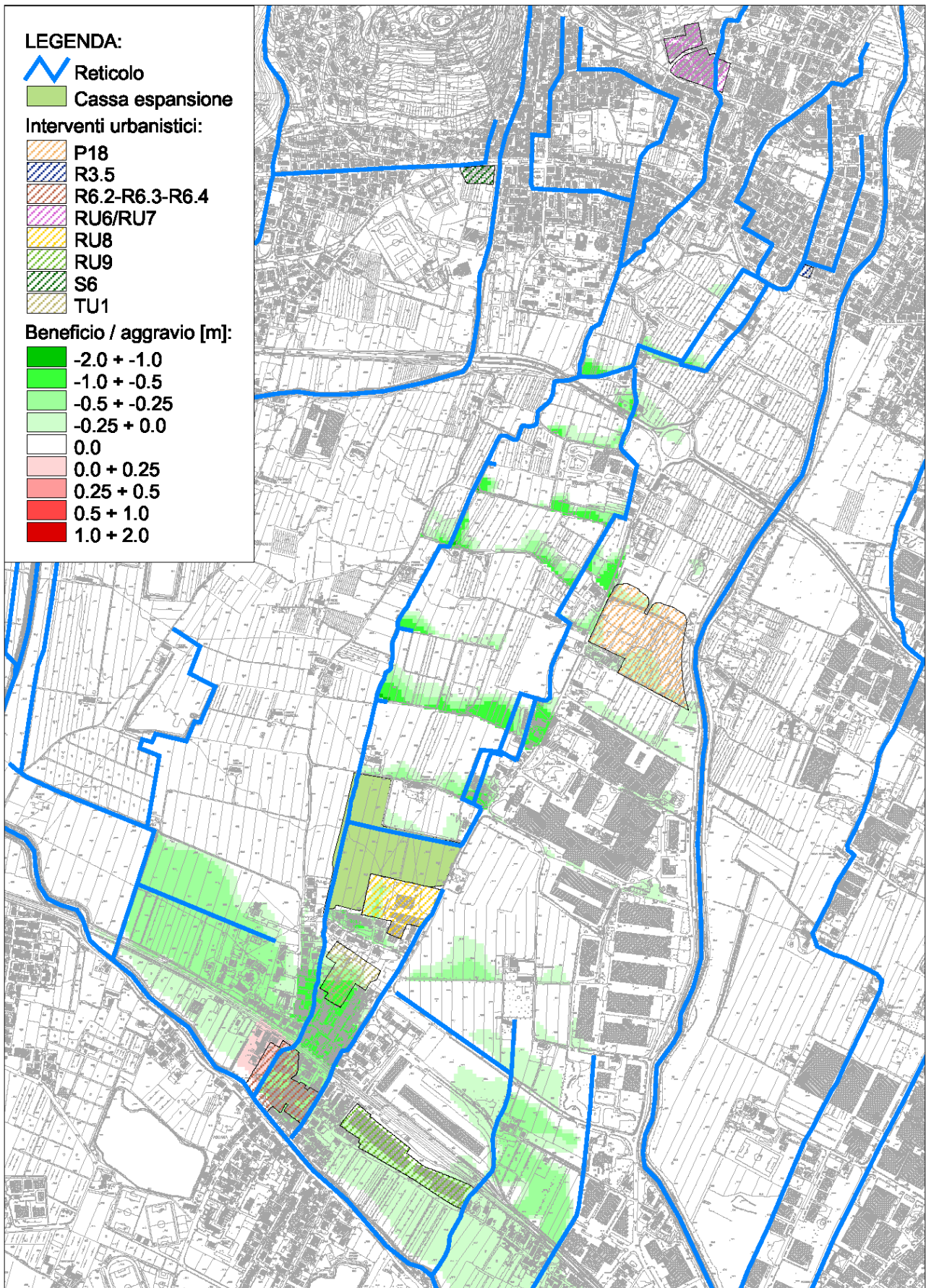


Figura 5-15 – Beneficio e aggravio nelle aree di ristagno per il tempo di ritorno duecentennale.

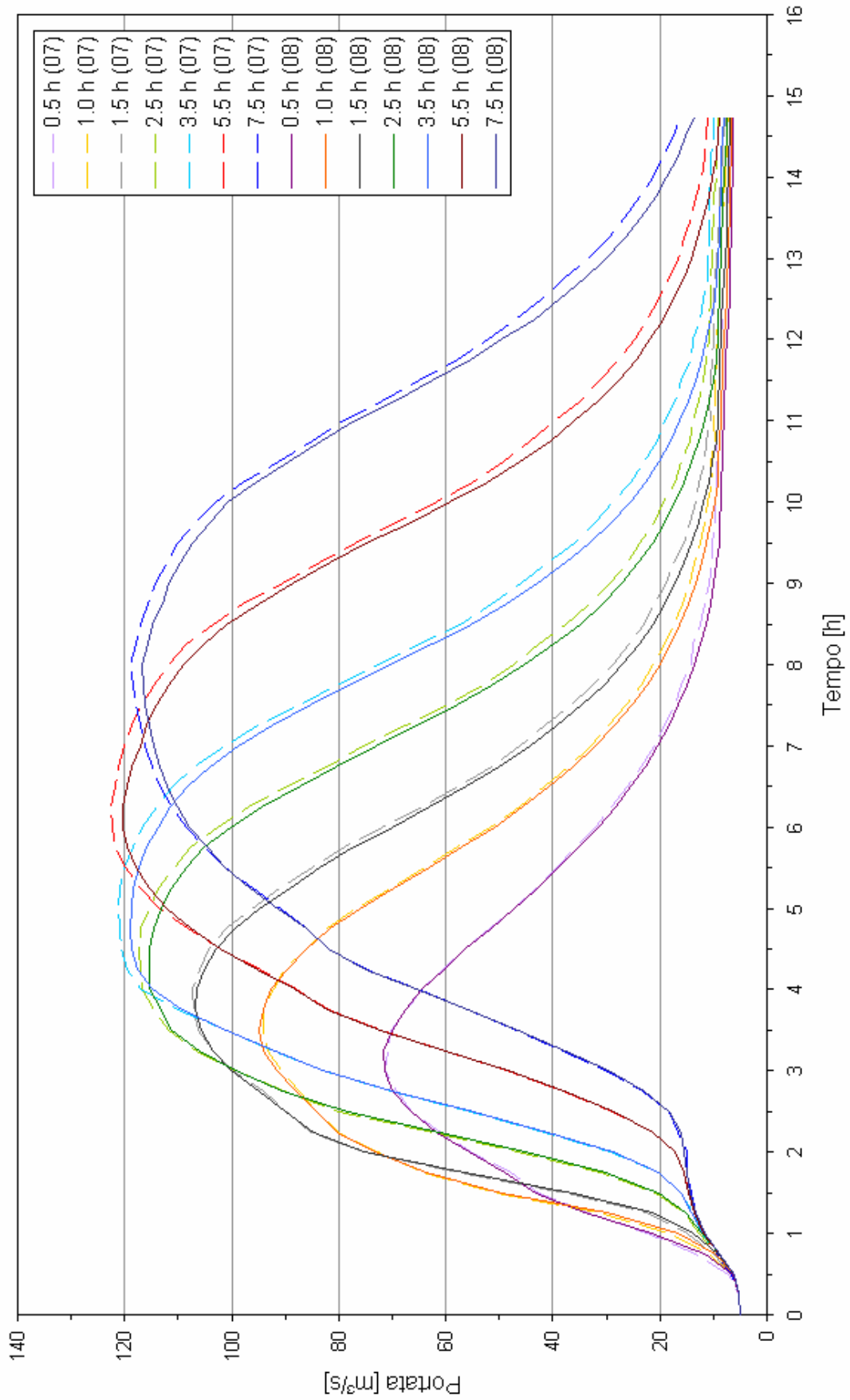


Figura 5-16 – Confronto degli idrogrammi di piena per il tempo di ritorno ventennale in transito nella sezione BU4024A\_.

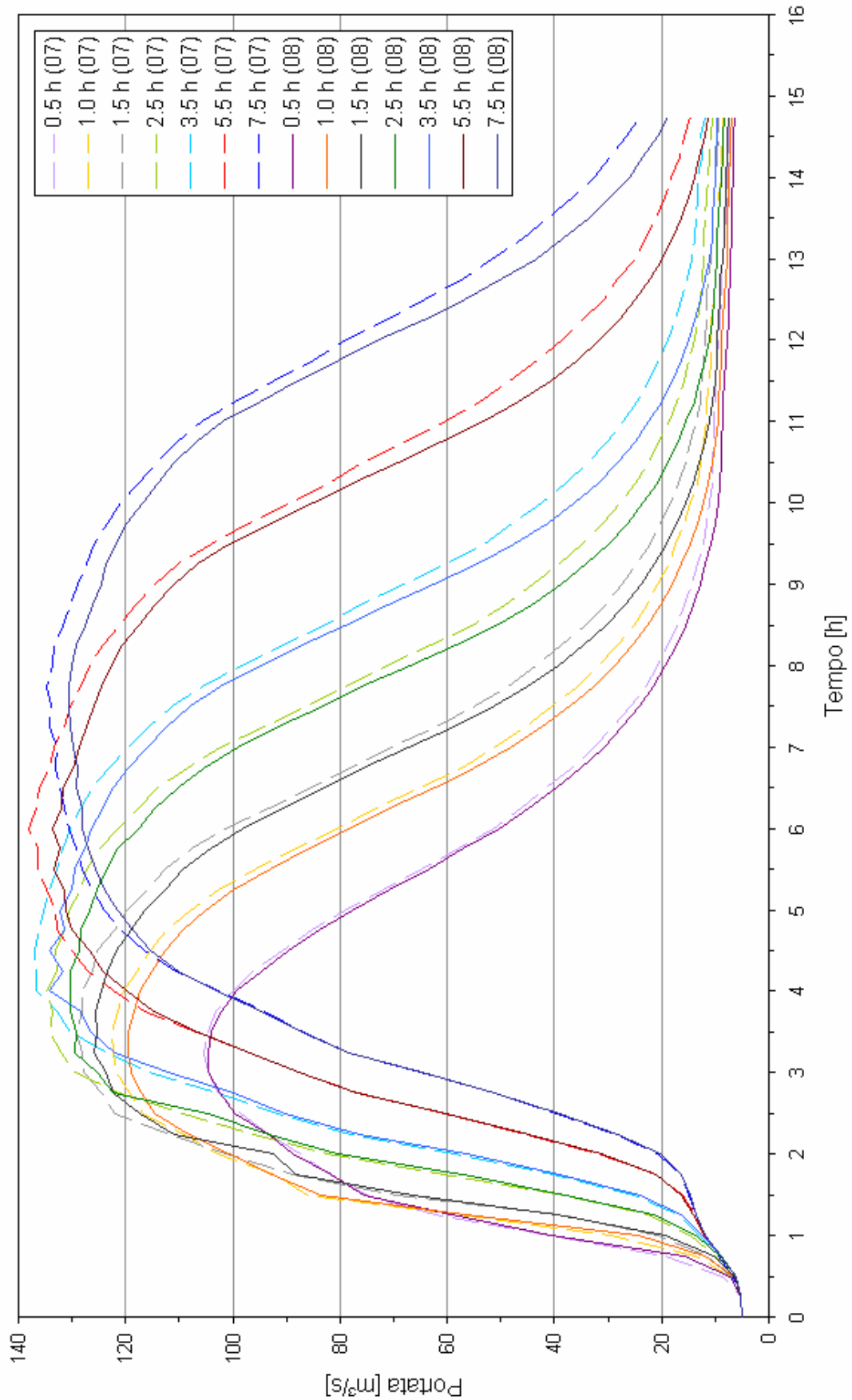


Figura 5-17 – Confronto degli idrogrammi di piena per il tempo di ritorno duecentennale in transito nella sezione BU4024A\_.

La Figura 5-16 e la Figura 5-17 mostrano infine che, a seguito degli interventi di messa in sicurezza proposti nel presente lavoro, le portate in transito nel t. Bure nella sezione BU4024A\_, posta a valle della confluenza con il f. della Badia, risultano inferiori delle corrispondenti portate stimate nello studio generale per la predisposizione del Regolamento Urbanistico per ogni durata esaminata sia per il tempo di ritorno ventennale che per quello duecentennale (Tabella 5-6).

Durata [h]	Stato attuale studio 2007		Stato di progetto	
	Q <sub>20</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>200</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>20</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>200</sub> [m <sup>3</sup> /s]
0.5	71.5	105.4	71.6	104.7
1	94.1	122.5	94.9	119.6
1.5	107.4	129.3	106.7	125.8
2.5	117.4	134.6	115.5	130.4
3.5	121.3	137.1	119.0	134.3
5.5	122.6	138.0	120.5	133.7
7.5	118.9	134.7	116.6	130.6

*Tabella 5-6 – Confronto tra le portate al colmo valutate nella sezione BU4024A\_ del t. Bure nello stato attuale dello studio commissionato al Prof. E. Paris e nello stato di progetto del presente studio.*

## 6 ANALISI DELLE AREE OGGETTO DI INTERVENTO URBANISTICO

Gli interventi previsti vanno a modificare la pericolosità nelle aree oggetto di intervento urbanistico (Figura 6-1).

Dai risultati ottenuti nello studio generale condotto dal comune di Montale per la predisposizione del Regolamento Urbanistico, tali previsioni sono interessate da esondazione sia con tempo di ritorno di 20 anni che con tempo di ritorno di 200 anni.

Nei paragrafi successivi viene descritto come si modificano le aree inondabili nelle zone oggetto di intervento urbanistico a seguito degli interventi previsti nel presente studio. Tali interventi di messa in sicurezza idraulica sono stati assegnati a ciascuna previsione come riportato nella Tabella 6-1. Ove permangono situazioni di pericolosità idraulica si riportano le quote di messa in sicurezza e/o le volumetrie per gli eventuali interventi di compensazione.

Intervento urbanistico	Criticità	Interventi di messa in sicurezza idraulica
P11.1 (P18) Via Garibaldi	f. Mulini	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. adeguamento f. dei Molini tra la Smilea e la nuova Montalese (Molini_dv_pro_01)</li> <li>2. derivazione del f. dei Molini nel f. della Badia con diversivo a monte della nuova Montalese (MO-MU-TR04)</li> <li>3. adeguamento e realizzazione diversivo sul f. dei Molini nel tratto a valle della nuova Montalese (MO-MU-TR01)</li> <li>4. autosicurezza e interventi di compensazione nell'area posta a Nord della nuova provinciale lungo i t. Agna</li> </ol>
R3.5 Via Giordano Bruno	t. Agna	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. autosicurezza e interventi di compensazione nell'area a monte della nuova Montalese</li> </ol>
R6.2 / R6.3 / R6.4 Ex Cementificio	f. Badia t. Bure	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. realizzazione nuovo attraversamento del f. della Badia sotto la ferrovia</li> <li>2. realizzazione nuovo tracciato del f. della Badia dalla ferrovia al t. Bure</li> <li>3. autosicurezza e compensazione nelle aree di pertinenza</li> </ol>
RU3 / RU6 / RU7 Via 1 Maggio	f. Badia	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. autosicurezza e compensazione nelle aree di pertinenza</li> </ol>
RU8 Via Garibaldi	f. Badia	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. quota parte adeguamento del f. della Badia dalla nuova Montalese alla ferrovia</li> <li>2. quota parte realizzazione della cassa di espansione sul f. della Badia (MO_BA_CS01 e MO_MU_CS01)</li> </ol>
RU9 Via Alfieri	t. Bure	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. adeguamento f. Selvavecchia (MO_MU_TR02)</li> <li>2. interventi di compensazione nell'area adibita a futura cassa per il t. Bure (MO-BU-CS04)</li> </ol>
Rs (S6) Via IV Novembre	t. Settola	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. autosicurezza e compensazione nelle aree di pertinenza</li> </ol>
TU1 Via Fogazzaro / via Deledda	f. Mulini t. Bure	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. quota parte adeguamento del f. della Badia dalla nuova Montalese alla ferrovia</li> <li>2. quota parte realizzazione della cassa di espansione sul f. della Badia (MO_BA_CS01 e MO_MU_CS01)</li> </ol>

*Tabella 6-1 – Attribuzione degli interventi di messa in sicurezza agli interventi di urbanizzazione.*



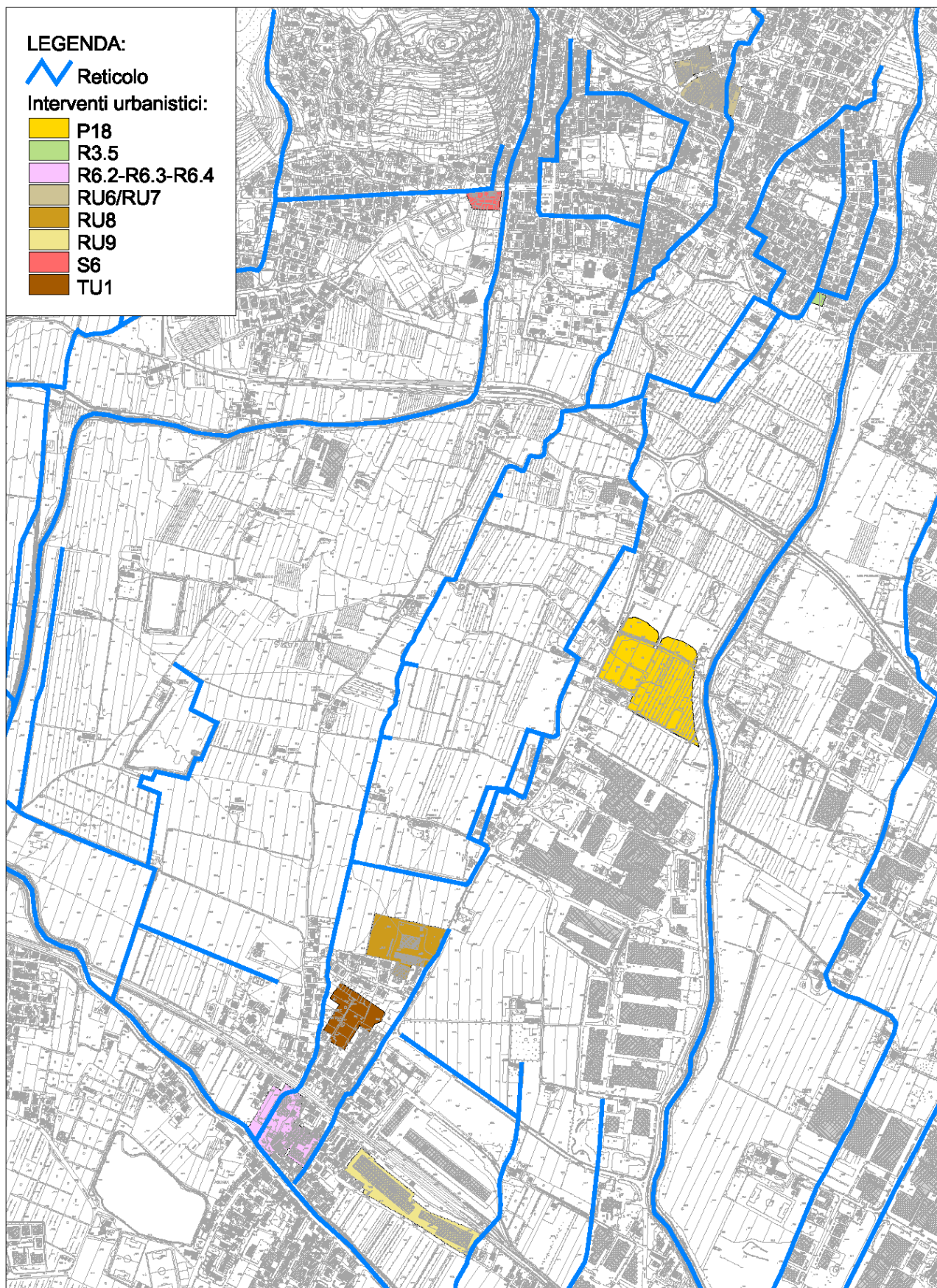


Figura 6-1- Aree interessate da intervento urbanistico.



### **6.1 P11.1 (P18) – Area produttiva via Garibaldi**

L'area produttiva P11.1, situata in sinistra di via Garibaldi, non è più interessata da esondazioni per tempi di ritorno fino a 20 anni, ma rimane allagata da eventi con tempo di ritorno duecentennale per le insufficienze dovute al t. Agna.

Per gli interventi da prevedersi in tale area con tempo di ritorno di 200 anni è stata valutata una quota di esondazione pari a 60.5 m s.l.m.. Adottando un franco di 50 cm sulla quota di esondazione con tempo di ritorno duecentennale si addiuviene ad una quota di messa in sicurezza di 61.0 m s.l.m.

Gli interventi di compensazione, per un volume di almeno 10000 m<sup>3</sup>, sono ubicati a monte della viabilità esterna all'area oggetto di intervento. In tale area recapiteranno le acque eventualmente esondate dal t. Agna, che saranno poi ricondotte nel f. dei Molini con una fognatura che attraverserà l'area di intervento.

### **6.2 R3.5 – Area integrativa residenziale Via Giordano Bruno**

La pericolosità nell'area ove è prevista l'area integrativa residenziale R3.5, situata all'incrocio tra via Sem Benelli e via Giordano Bruno, non risulta modificata a seguito degli interventi previsti nel presente studio rispetto a quella individuata nello studio commissionato dal Comune di Montale al Prof. Enio Paris, finalizzato all'analisi del rischio idraulico per la predisposizione del nuovo Regolamento Urbanistico.

Tale area risulta interessata da eventi con tempo di ritorno duecentennale.

Il livelli massimi di esondazione con tempo di ritorno di 200 anni nella suddetta area sono pari a 81.2 m s.l.m.. Adottando un franco di 20 cm sulla quota di esondazione con tempo di ritorno duecentennale si ottiene un livello di messa in sicurezza per i nuovi edifici pari a 81.4 m s.l.m..

Gli interventi di compensazione, funzione delle aree effettivamente sottratte alle esondazioni, sono ubicati a valle dell'area area oggetto di intervento nella porzione di terreno a monte della rotonda tra via Sem Benelli e la nuova Montalese.

### **6.3 R6.2 / R6.3 / R6.4 – Area di recupero ex Cementificio**

Gli interventi ricadenti in questa zona, situata subito a monte del t. Bure tra il nuovo corso del f. della Badia e via XXV Aprile, rimangono interessati da fenomeni esondativi per tempi di ritorno di 20 anni dovuti al t. Bure.

Per gli interventi da prevedersi in tale area con tempo di ritorno di 200 anni è stato valutato un battente medio di esondazione di circa 87 cm (massimo 1.30 m) a cui corrisponde una quota di esondazione di 50.0 m s.l.m.. Il livello di messa in sicurezza risulta pertanto pari a 50.2 m s.l.m. con un franco di 20 cm.

Si dovranno individuare adeguati interventi di compensazione all'interno dell'area oggetto di intervento funzione delle aree effettivamente sottratte alle esondazioni.

#### **6.4 RU3 / RU6 / RU7 – Comparto di riordino urbano via 1 Maggio**

Le pericolosità nelle aree dove è previsto il comparto di riordino urbano RU3, RU6 e RU7, situate in destra idraulica del f. della Badia in prossimità di via 1 Maggio e via del Risorgimento, non vengono modificate dagli interventi previsti nel presente studio rispetto a quelle individuate nello studio redatto dal Prof. Enio Paris per la predisposizione del nuovo Regolamento Urbanistico.

Il livelli massimi di esondazione con tempo di ritorno di 200 anni nelle suddette aree inondabili sono pari a 88.0 m s.l.m. per il comparto RU6 e 90.6 m s.l.m. per il comparto RU7, il livello di messa in sicurezza per i nuovi edifici risulta pertanto pari 88.5 m s.l.m. per l'intervento RU6 e 91.5 m s.l.m. per quello RU7.

Si dovranno individuare adeguati interventi di compensazione all'interno dell'area oggetto di intervento funzione delle aree effettivamente sottratte alle esondazioni.

#### **6.5 RU8 – Area di riordino urbano Via Garibaldi**

L'area di riordino urbano RU8, situata subito a valle della cassa di espansione, non è più interessata da esondazioni per tempi di ritorno fino 200 anni.

#### **6.6 RU9 – Area di riordino urbano Via Alfieri**

L'area di riordino urbano RU9 risulta parzialmente interessata da eventi di esondazione per tempi di ritorno di 20 anni, ed è interessata in modo maggiore da fenomeni esondativi per gli eventi di piena duecentennali che si verificano nel t. Bure.

Il livelli massimi di esondazione con tempo di ritorno di 200 anni nella suddetta area inondabile sono pari a 48.5 m s.l.m., il livello di messa in sicurezza per i nuovi edifici risulta pertanto pari 49.0 m s.l.m..

Gli interventi di compensazione, per un volume di almeno 16500 m<sup>3</sup>, sono ubicati a valle dell'area area oggetto di intervento nella porzione di terreno compreso tra il t. Bure e via Vittorio Alfieri.

#### **6.7 Rs (\$6) – Area di recupero Via IV Novembre**

La pericolosità nell'area ove è prevista l'area di recupero, situata in destra idraulica del t. Settola subito a valle del ponte di via IV Novembre, non viene modificata dagli interventi previsti nel presente studio rispetto a quella individuata nello studio redatto dal Prof. Enio Paris.

Trattandosi di un'area di transito, il livello di messa in sicurezza per i nuovi edifici risulta pertanto pari a 50 cm al di sopra del piano campagna attuale. Si dovranno individuare interventi che evitino il ristagno delle acque di esondazione in transito.

#### **6.8 TU1 – Area di trasformazione via Fogazzaro / via Deledda**

L'area di trasformazione TU1 non risulta più interessata dalle esondazioni per eventi con tempo di ritorno di 20 anni, ma rimane marginalmente interessata da fenomeni esondativi per gli eventi di piena duecentennali che si verificano nel t. Bure.

Il livelli massimi di esondazione con tempo di ritorno di 200 anni nella suddetta area inondabile sono pari a 49.5 m s.l.m., il livello di messa in sicurezza per i nuovi edifici risulta pertanto pari 50.0 m s.l.m..

Si dovranno individuare adeguati interventi di compensazione all'interno dell'area oggetto di intervento funzione delle aree effettivamente sottratte alle esondazioni.