



ADBPO

Autorità di bacino distrettuale del fiume Po

PROGETTO DI VARIANTE AL PAI PO: ESTENSIONE AI BACINI IDROGRAFICI DEL RENO, ROMAGNOLI E CONCA MARECCHIA

FASCE FLUVIALI

Monografia Samoggia, Ghiaia di Serravalle e Lavino

Dicembre 2025



Metadata

Titolo	Progetto di variante al PAI Po: estensione ai bacini idrografici del Reno, Romagnoli e Conca Marecchia. Fasce Fluviali. Monografia Samoggia, Ghiaia di Serravalle e Lavino
Descrizione	Il presente documento è la Monografia dei torrenti Samoggia, Ghiaia di Serravalle e Lavino allegata al <i>Progetto di variante al PAI Po: estensione ai bacini idrografici del Reno, Romagnoli e Conca Marecchia. Fasce Fluviali. Relazione Tecnica</i> . Questo elaborato contiene una descrizione delle analisi idrologiche e idrauliche volte all'identificazione delle attuali condizioni di pericolosità idraulica e alla definizione delle relative linee di assetto, identificate in coerenza con le strategie generali descritte nella relazione tecnica
Data creazione	2025-11-01
Data ultima versione	2025-12-10
Stato	Versione 01
Creatore	Autorità di bacino distrettuale del fiume Po – Settore 1, Andrea Colombo, Marta Martinengo, Ludovica Marinelli, Laura Casicci
Copertura	Torrenti Samoggia, Ghiaia di Serravalle e Lavino
Fonti	Attività di studio e analisi sui fiumi dei bacini Reno, Romagnoli e Conca Marecchia per l'aggiornamento dei PAI e del PGRA (ADBPO, 2025)
Lingua	Italiano
Nome del file	Monografia_Samoggia_Ghiaia_Lavino
Formato	pdf
Relazioni	Progetto di variante al PAI Po: estensione ai bacini idrografici del Reno, Romagnoli, Conca Marecchia e al bacino del Fissero Tartaro Canalbianco (D. Lgs.152/2006 art.64, c.1 lett. b, numeri da 2 a 7). Relazione generale; Progetto di variante al PAI Po: estensione ai bacini idrografici del Reno, Romagnoli e Conca Marecchia. Fasce Fluviali. Relazione Tecnica.
Licenza	Attribuzione 4.0 Internazionale (CC BY 4.0) https://creativecommons.org/licenses/by/4.0
	
Attribuzione	Autorità di bacino distrettuale del fiume Po, Progetto di variante al PAI Po: estensione ai bacini idrografici del Reno, Romagnoli e Conca Marecchia. Fasce Fluviali. Monografia Samoggia, Ghiaia di Serravalle e Lavino, Versione 01 del 2025-12-10

Indice

1	Premessa	4
2	L'ambito fluviale in esame.....	5
3	Analisi morfologica	15
	3.1.1. Torrente Samoggia.....	15
	3.1.2. Torrente Lavino	17
	3.1.3. Torrente Ghironda	18
	3.1.4. Torrente Ghiaia di Serravalle	19
4	Idrologia di piena: portate ed eventi di riferimento.....	21
5	La geometria del modello 2D	34
6	Stima della capacità di portata nel tratto arginato.....	38
	6.1 Condizioni al contorno	38
	6.1.1. Portate	38
	6.1.2. Condizioni al contorno di valle.....	39
	6.2 Scabrezze.....	39
	6.3 Simulazioni e risultati ottenuti	39
7	Condizioni di pericolosità idraulica dello stato attuale	42
	7.1 Condizioni al contorno modello principale	42
	7.1.1. Portate	42
	7.1.2. Condizioni di valle	42
	7.2 Condizioni al contorno modello di sinistra Samoggia	42
	7.2.1. Portate	42
	7.2.2. Condizioni di valle	43
	7.3 Scabrezze.....	43
	7.4 Simulazioni e risultati ottenuti	43
	7.4.1. Torrente Samoggia.....	44
	7.4.1.1 Eventi 2024.....	44
	7.4.1.2 Evento TR50	54
	7.4.1.3 Evento TR200	61
	7.4.1.1 Evento TR500	67
	7.4.2. Torrente Lavino.....	68
	7.4.2.1 Eventi 2024.....	68
	7.4.2.2 Evento TR50	75
	7.4.2.3 Evento TR200	81
	7.4.2.4 Evento TR500	87
	7.4.3. Torrente Ghironda	88
	7.4.3.1 Eventi 2024.....	88

7.4.3.2	Evento TR50	93
7.4.3.3	Evento TR200	96
7.4.3.4	Evento TR500	100
7.4.4.	Torrente Ghiaia di Serravalle	101
7.4.4.1	Eventi 2024	101
7.4.4.2	Evento TR50	102
7.4.4.3	Evento TR200	104
7.4.4.4	Evento TR500	106
7.5	Valutazione dei franchi dei ponti rispetto alla piena di riferimento	106
7.5.1.	Torrente Samoggia.....	106
7.5.1.1	Ambito montano, collinare, pedecollinare e di pianura non arginato.....	106
7.5.1.2	Tratto arginato di pianura.....	106
7.5.2.	Torrente Lavino.....	110
7.5.2.1	Ambito montano, collinare, pedecollinare e di pianura non arginato.....	110
7.5.2.2	Tratto arginato di pianura.....	110
7.5.3.	Torrente Ghironda	114
7.5.3.1	Ambito di pianura non arginato.....	114
7.5.3.2	Tratto arginato di pianura.....	114
7.5.4.	Torrente Ghiaia di Serravalle	117
7.5.4.1	Ambito montano, collinare, pedecollinare e di pianura non arginato.....	117
7.6	Scenari di rotta arginale	119
8	Linee di assetto	121
8.1	Samoggia e Ghiaia di Serravalle	121
8.1.1.	Assetto del torrente Samoggia e Ghiaia di Serravalle.....	121
8.1.1.1	Torrente Ghiaia di Serravalle - tratto non arginato a Monteveglio	121
8.1.1.2	Torrente Samoggia - tratto non arginato a Monteveglio.....	122
8.1.1.3	Torrente Samoggia - tratto non arginato di pianura.....	122
8.1.1.4	Torrente Samoggia - tratto arginato classificato di pianura	122
8.1.2.	Valutazioni su eventi di piena superiori a quello di riferimento.....	124
8.1.3.	Quadro degli interventi.....	125
8.1.4.	Valutazioni dei franchi dei ponti e criticità idrauliche rispetto alle linee di assetto	126
8.2	Torrente Lavino.....	130
8.2.1.	Assetto del torrente Lavino	130
8.2.1.1	Tratto non arginato di pianura.....	130
8.2.1.2	Tratto arginato classificato di pianura	130
8.2.2.	Valutazioni su eventi di piena superiori a quello di riferimento.....	132
8.2.3.	Quadro degli interventi.....	132
8.2.4.	Valutazioni dei franchi dei ponti e criticità idrauliche rispetto alle linee di assetto	133

9 Portate di piena di riferimento 136

1 Premessa

La presente monografia è parte integrante del *Progetto di variante al PAI Po: estensione ai bacini idrografici del Reno, Romagnoli e Conca Marecchia*, allegata alla *Relazione Tecnica Fasce Fluviali*, e contiene una descrizione delle analisi idrologiche e idrauliche finalizzate all'analisi delle attuali condizioni di pericolosità idraulica e alla definizione delle relative linee di assetto, identificate in coerenza con le strategie generali descritte nella relazione tecnica.

Il presente documento è inerente ai fiumi Samoggia, Ghiaia, Lavino, Ghironda che, nell'ambito delle attività di studio descritte nella relazione tecnica, sono stati analizzati per i tratti:

- torrente Samoggia: da confluenza Rio Maledetto (Valsamoggia) a confluenza in Reno, per circa 53 km
- torrente Ghiaia di Serravalle: da Ponte SP70 (Mercatello di Castiglione dei Pepoli) a confluenza in Samoggia, per circa 9 km;
- torrente Lavino: da monte S. Giovanni a confluenza Samoggia, per circa 27 km;
- torrente Ghironda: da Ponte Ronca a confluenza Lavino, per circa 14 km.

Il tratto oggetto del presente progetto di variante e di delimitazione di fasce fluviali, secondo il metodo del PAI Po, sono:

- torrente Samoggia: da confluenza Rio Maledetto (Valsamoggia) a confluenza in Reno, per circa 53 km;
- torrente Ghiaia di Serravalle: da Ponte SP70 (Mercatello di Castiglione dei Pepoli) a confluenza in Samoggia, per circa 9 km;
- torrente Lavino: da Calderino (Monte San Pietro) a confluenza in Samoggia, per circa 21 km;

2 L'ambito fluviale in esame

Il territorio è di complessivi 483 km² circa e si sviluppa, da monte verso valle, in direzione Nord-Est comprendendo sia i bacini montani del torrente Samoggia e del suo maggiore affluente torrente Lavino, sia i bacini collinari e i comprensori di pianura fino alla confluenza del Samoggia in Reno.

L'area in esame si suddivide nel bacino del torrente Samoggia e nel bacino del torrente Lavino, suo maggior affluente che confluisce in sponda destra nel tratto arginato in località Forcelli, a San Giovanni in Persiceto. Nella medesima località si immettono in Samoggia il torrente Ghironda ed il Collettore Consorziale Acque Basse Forcelli, entrambi regolati da chiaviche con porte vinciane e paratoie che impediscono lo scolo naturale delle acque in presenza di eventi di piena nei torrenti Samoggia e Lavino. In località Paltrone sfociano in Samoggia, mediante chiaviche regolatrici, il rio Martignone e l'Emissario Acque Alte Marciapesce.

Risalendo verso monte lungo il tratto arginato il Samoggia riceve il contributo di altri affluenti di destra: il rio Stradellazzo, con deflusso regolato da chiavica con portoni vinciani, ed i rii Gozzadina e Galvana che versano le loro acque in modo naturale nell'alveo del Samoggia ancora arginato.

Molto rilevante in quest'area è il fenomeno della subsidenza, con abbassamenti del terreno riscontrati nell'ultimo quinquennio di monitoraggio che risultano anche di circa 2 cm/anno (v. figura seguente).

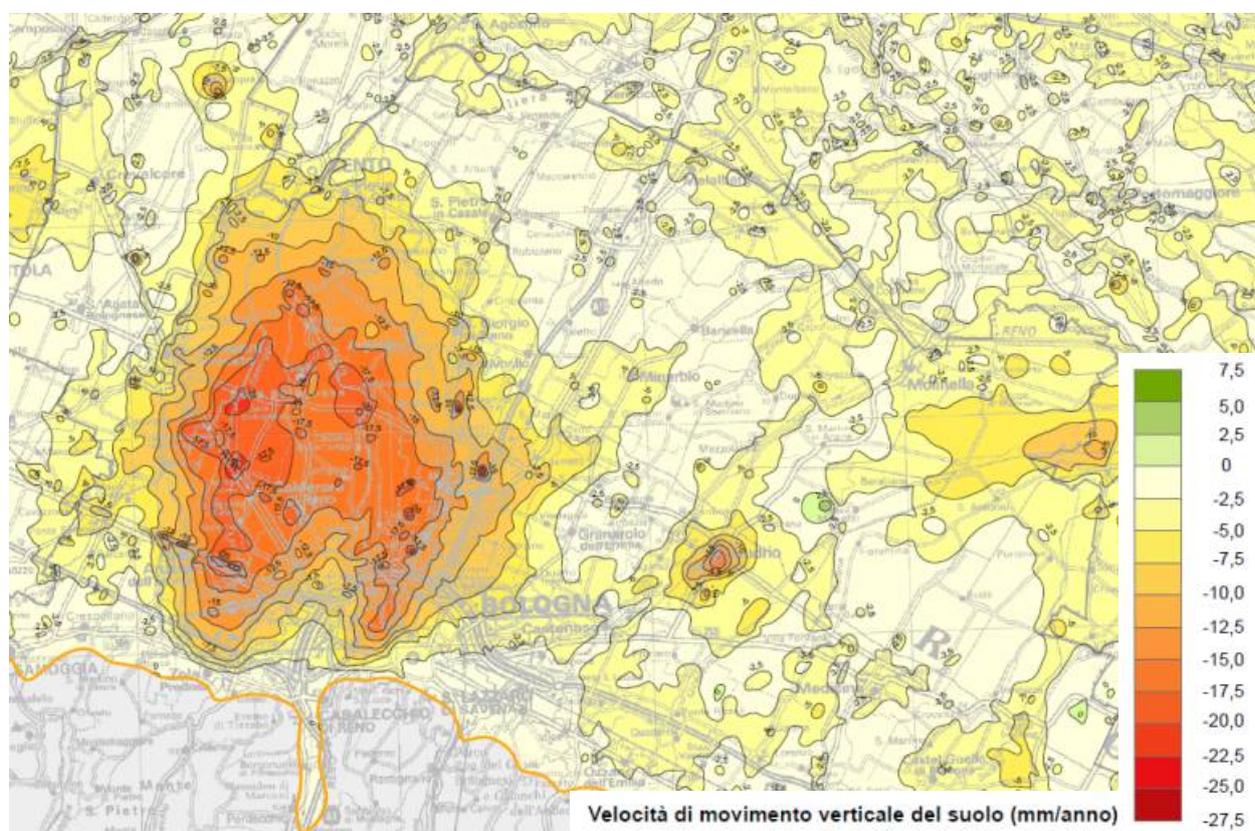


Fig. 1 – Velocità di movimento verticale del suolo (2016-2021); monitoraggio della subsidenza effettuato dalla Regione Emilia-Romagna.

Pur se tali valori sono molto ridotti rispetto agli originari picchi dell'ordine dei 10 cm/anno degli anni '90, il fenomeno di subsidenza differenziale provoca una progressiva riduzione dell'efficienza del corso d'acqua per abbassamento delle quote arginali e riduzione delle pendenze, oltre che una minore efficacia dell'effetto di laminazione ad opera delle casse di espansione secondo la geometria di progetto originaria.

Le analisi svolte nel presente studio tengono conto delle attuali quote effettive degli argini e del terreno, sia con riferimento al DTM che ai rilievi a terra utilizzati, in ragione delle modalità con cui essi sono stati georiferiti e agganciati al sistema di riferimento delle quote assolute. L'effetto dei fenomeni di subsidenza sviluppatasi ad oggi sono quindi già presi in conto nei risultati ottenuti.

Il **torrente Samoggia** ha origine dalle Tavole del Roffeno, nei pressi della località Santa Lucia in comune di Castel d'Aiano, ovvero in posizione mediana tra lo spartiacque appenninico e la pianura alluvionale. Il tratto indagato ha inizio circa 8 km più a valle, subito oltre la confluenza del T. Bignami, in corrispondenza di un rilevante salto idraulico realizzato da due briglie in cascata.

Il tratto di monte, fino a Savigno, è caratterizzato da una sezione regolare generalmente ampia, con limitata presenza di opere idrauliche (costituite prevalentemente da difese spondali). A valle di Savigno l'alveo scorre in un fondovalle decisamente più ampio, a tratti terrazzato; il profilo di fondo è fissato da due briglie e una controbriglia. Il letto alterna tratti con alveo monocursale e ramificato.

L'intero tratto fino a Monteveglio denota una dinamica morfologica rilevante, denunciata in modo evidente (come meglio dettagliato nella relazione descrittiva del Catasto Opere) da una pluralità di opere finalizzate a fissare le sponde (scogliere, pennelli) che si riscontrano in stato di dissesto. Appare in corso una tendenza alla stabilizzazione del profilo di fondo, con talora processi di deposizione associati ad un allargamento dell'alveo attivo.

Il tratto a cavallo della confluenza del Ghiaie di Serravalle, presso Monteveglio, appare relativamente più stabile; due briglie a valle della confluenza fissano il profilo di fondo, ma le condizioni di parziale sovralluvionamento delle stesse attestano una sostanziale stabilizzazione dell'assetto geomorfologico.

Il tratto successivo fino a Bazzano ha caratteri regolari senza opere di contenimento laterali, con presenza di una significativa briglia circa a metà tratto.

A partire da Bazzano (particolarmente dal ponte ferroviario della linea Bologna-Vignola), il Samoggia si sviluppa arginato in modo continuo (argini di II categoria).

Nei primi 9 km, fino alla linea ferroviaria, scorre entro argini che si elevano di 1,5-2,0 m sul piano di campagna con un andamento sinuoso meandriforme. Nel tratto sono presenti 5 briglie che fissano il profilo di fondo; la pendenza è ancora rilevante e l'alveo piuttosto incassato, tanto che in questo tratto si è riscontrata dai sopralluoghi la presenza di alcuni varchi negli argini aperti per consentire il transito di accessi locali (loc. Castelfranco Emilia). Dall'attraversamento dell'autostrada A1 fino a Calcara si ha un abbassamento degli argini rispetto al piano campagna, con altezze dell'ordine del metro, dopodiché essi riprendono a incrementare gradualmente le proprie dimensioni; tra Calcara e la confluenza del Lavino, per circa 5 km, gli argini giungono a elevarsi fino a 6-8 m sul piano di campagna; l'andamento del corso d'acqua è prevalentemente rettilineo, con generale sovralluvionamento delle aree golenali.

In località Budrie (San Giovanni in Persiceto), poco meno di 2 km a valle della confluenza Lavino, è presente ed in esercizio una cassa di espansione in sinistra idrografica, tra il ponte della SP2 e quello della SS 568. Si tratta di una vecchia area estrattiva chiusa da argini e recentemente completata con la realizzazione dello sfioratore di ingresso (soglia fissa larga circa 100 m) e della chiavica in uscita. Essa, avente una superficie di circa 1 km², è entrata in funzione nel corso degli ultimi eventi di piena, contribuendo a mitigare i livelli idrici massimi del tratto terminale del Samoggia. In corrispondenza del ponte della SS 568 l'alveo del Samoggia presenta una sorta di by-pass costituito da un ramo abbandonato, dotato di argine, che aumenta la luce complessiva di deflusso.

Nel tratto terminale il corso d'acqua procede con andamento rettilineo, con un cambiamento di direzione deciso verso Ovest poco a monte di Lorenzatico, per poi compiere un'ampia curva verso destra prima di immettersi nel Fiume Reno. L'alveo si presenta profondamente canalizzato con sezioni molto strette confinate da argini in frodo, alti 10-11 m sul piano di campagna. Il fondo alveo ha quota di poco inferiore al piano campagna, le acque scorrono quasi completamente pensili. In corrispondenza della confluenza in Reno è in corso di realizzazione una grande cassa di laminazione, tuttora incompleta.

Il torrente **Ghiaia di Serravalle** è il principale affluente in sponda sinistra (e del tratto montano) del Samoggia; il tratto di studio ne comprende la porzione terminale, dello sviluppo di circa 9 km, dal ponte della SP 70 presso Marcatello (in comune di Castello di Serravalle) fino alla confluenza nel Samoggia subito a valle dell'abitato di Monteveglio.

Il primo tratto fino alla briglia in località Orsello è caratterizzato da un alveo sostanzialmente rettificato e moderatamente incassato, il cui profilo di fondo è fissato da briglie. Il secondo tratto, fino all'ingresso in

Monteveglia, è caratterizzato dalla presenza di un alveo decisamente più largo, con barre ciottolose (tendenza al sovralluvionamento) e assenza di opere trasversali che fissino il profilo di fondo. Nell'attraversamento di Monteveglia, l'alveo si restringe dando origine a ripetuti episodi di esondazione dell'abitato (particolarmente in sinistra, anche nel 2023 e 2024).

Il torrente **Lavino** nasce nel medio Appennino Bolognese, da una serie di modeste sorgenti poste tra la borgata di Montepastore in comune di Monte San Pietro e il monte Vignola. Il tratto di studio inizia circa 10 km a valle delle sorgenti, in corrispondenza dell'abitato di Monte San Giovanni.

La porzione di monte è caratterizzata da forte pendenza, alveo stretto e incassato; successivamente esso si allarga portando maggiore stabilità, pur in un contesto di rilevante instabilità morfologica con tendenza dell'asta alla divagazione.

Poco a monte di Zola Predosa, in località Rivabella, sono previste dal PAI 3 piccole casse di laminazione, di cui le due di valle appaiono realizzate come opere di contenimento ma non dotate di sfioratore.

A valle dell'abitato di Zola Predosa, dall'attraversamento dell'autostrada A1 (Milano-Bologna), inizia il tratto arginato in modo continuo (con argini di seconda categoria). Nel tratto iniziale le arginature contengono una pur limitata golena; dopo circa 500 m l'alveo diventa canalizzato con argini in frodo. I rilevati, inizialmente di 2-3 m di altezza e senza banche, si alzano progressivamente fino a raggiungere nei pressi della confluenza nel Samoggia un'altezza di circa 8 m lato campagna e un profilo a due banche.

Il torrente **Ghironda** è il principale affluente del Lavino, che vi confluisce presso la località Forcelli, poco a monte della confluenza Lavino-Samoggia. Il torrente presenta un alveo canalizzato, rettificato e quindi completamente artificializzato. Gli argini, sempre in frodo, si riscontrano in un primo tratto che si sviluppa tra la località ponte Locatello e Anzola dell'Emilia; a seguire si interrompono nel settore di attraversamento di quest'ultimo abitato e riprendono subito a valle dello stesso a partire dal ponte della ferrovia Bologna - Milano, fino alla confluenza nel Lavino. L'altezza dei rilevati aumenta progressivamente da monte verso valle, fino ad arrivare a circa 4 m nel tratto terminale.

Lungo l'alveo sono presenti alcune briglie, in particolare nell'area di Anzola dell'Emilia e dei tratti canalizzati.

La confluenza nel Lavino nel Samoggia è presidiata da una chiavica a gravità.

I comuni interessati dal presente progetto di Variante sono:

- Torrente Samoggia: Anzola dell'Emilia, Castelfranco Emilia, Castello d'Argile, Crevalcore, Monte San Pietro, Sala Bolognese, San Cesario sul Panaro, San Giovanni in Persiceto, Sant'Agata Bolognese, Valsamoggia.
- Torrente Ghiaia di Serravalle: Valsamoggia
- Torrente Lavino: Anzola dell'Emilia, Bologna, Calderara di Reno, Monte San Pietro, Sasso Marconi, Sala Bolognese, Zola Predosa

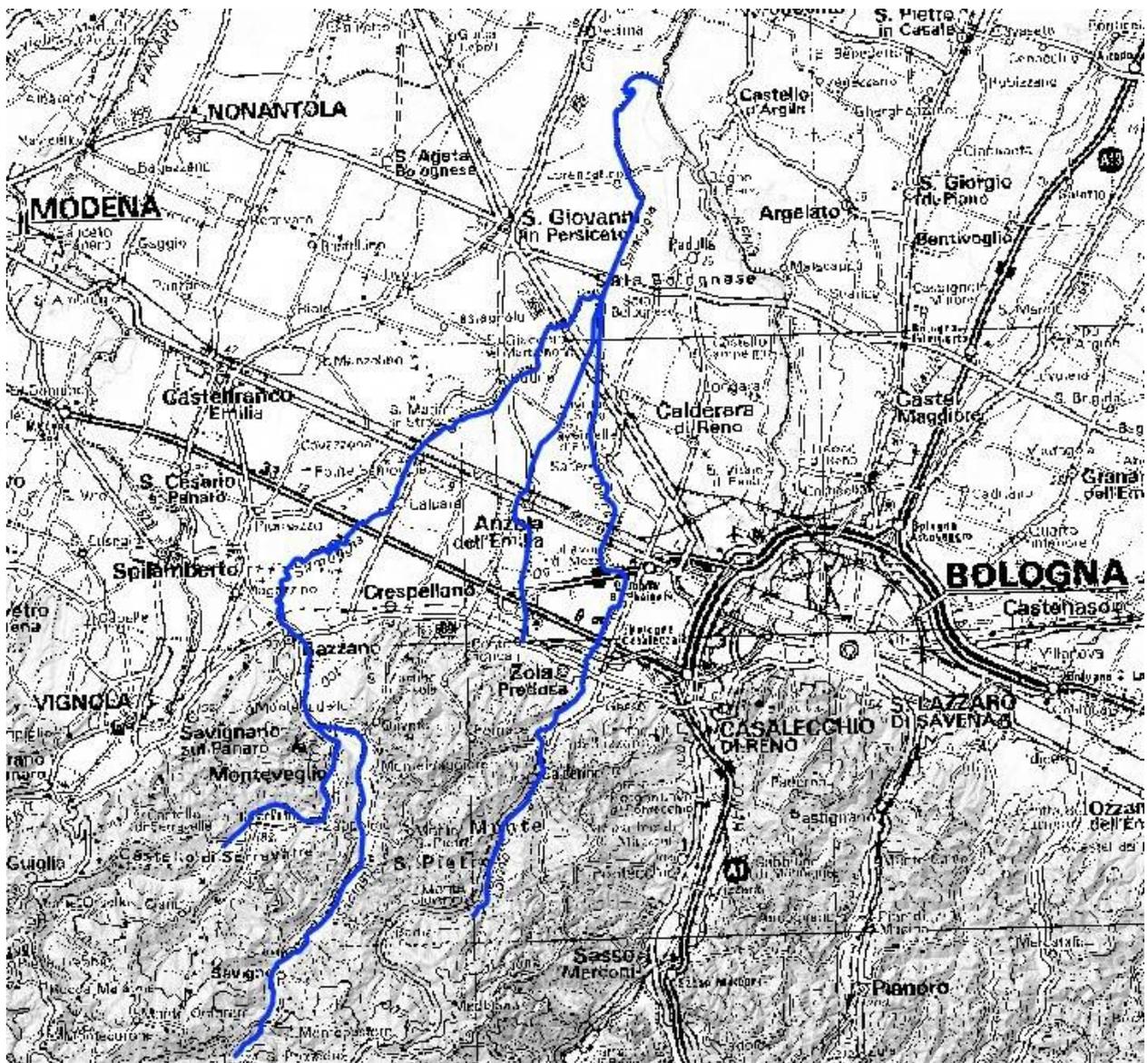


Fig. 2 Inquadramento complessivo del tratto fluviale oggetto di studio

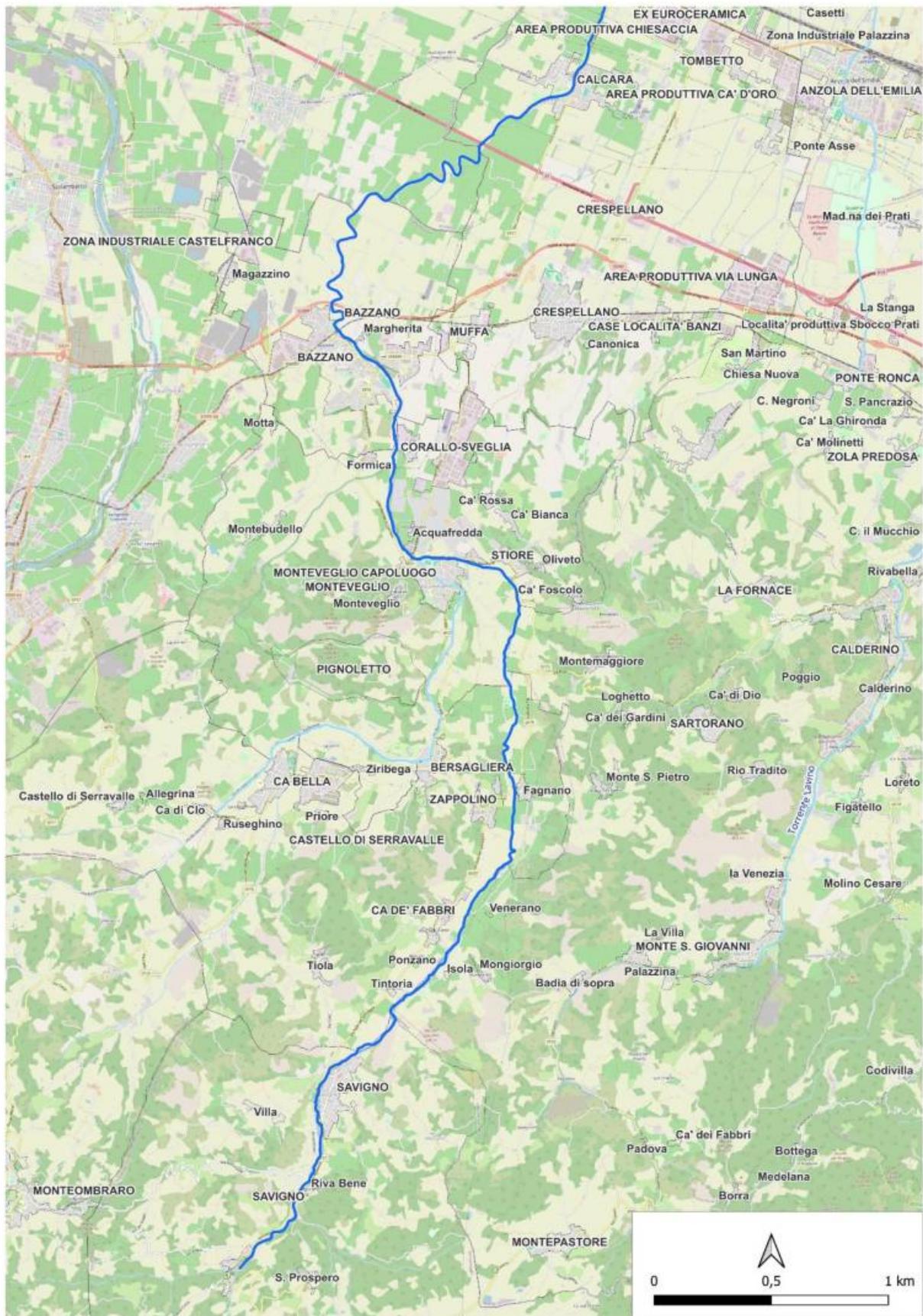


Fig. 3 Inquadramento cartografico ambito di studio torrente Samoggia: da inizio tratto di studio a Bazzano

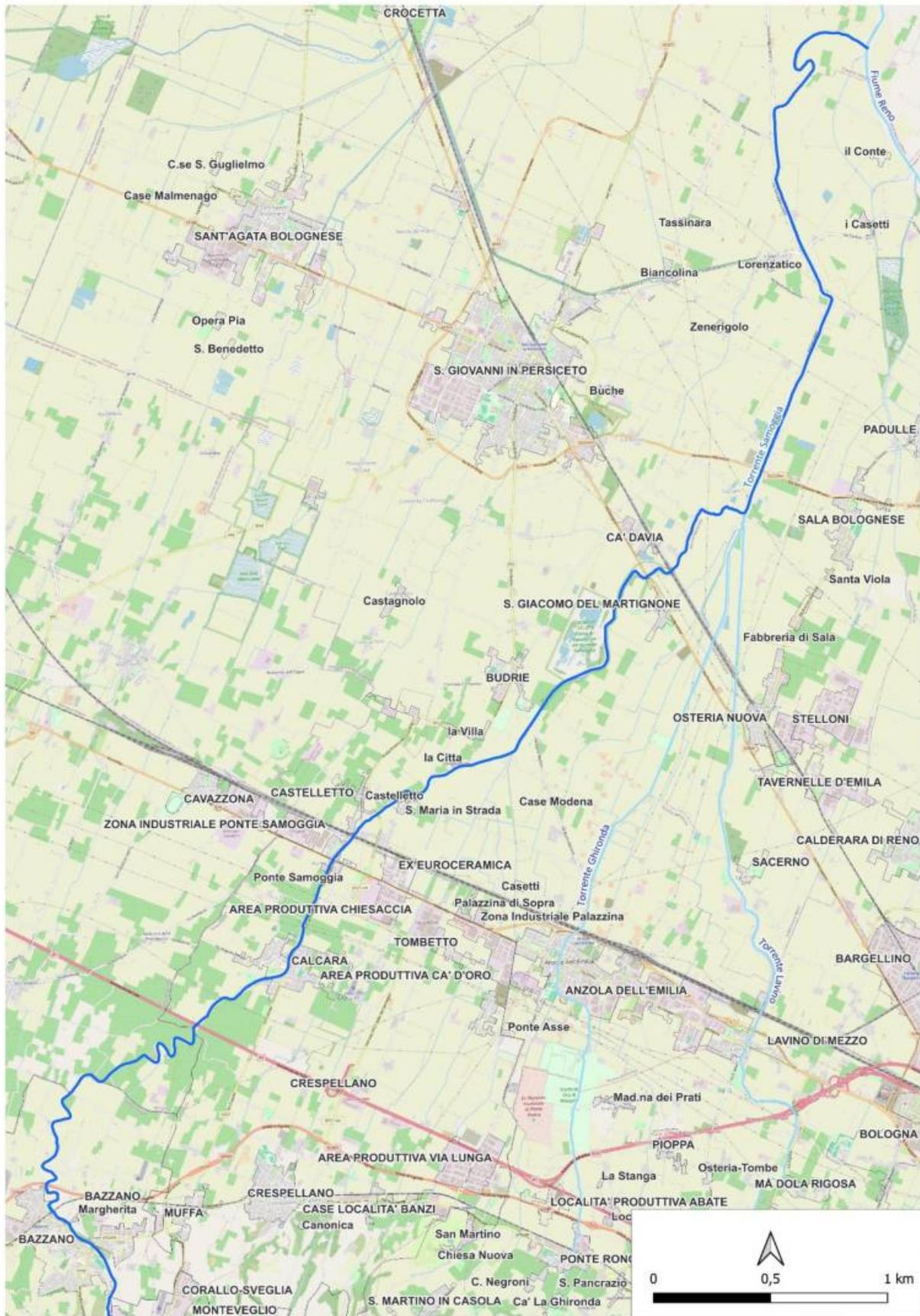


Fig. 4 Inquadramento cartografico ambito di studio torrente Samoggia: da Bazzano a confluenza in Reno

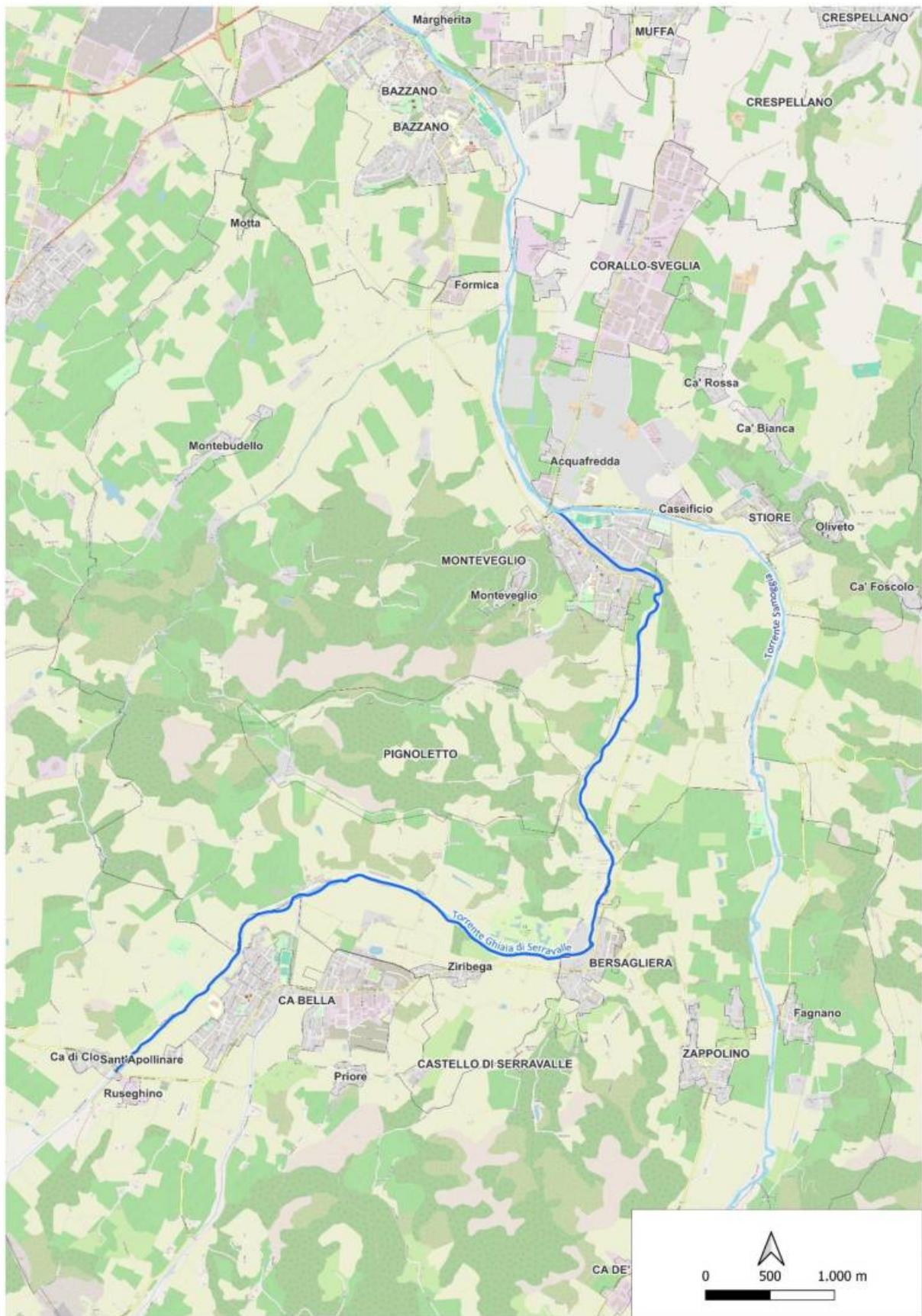


Fig. 5 Inquadramento cartografico ambito di studio torrente Ghiaia di Serravalle: da Castello di Serravalle alla confluenza in Samoggia

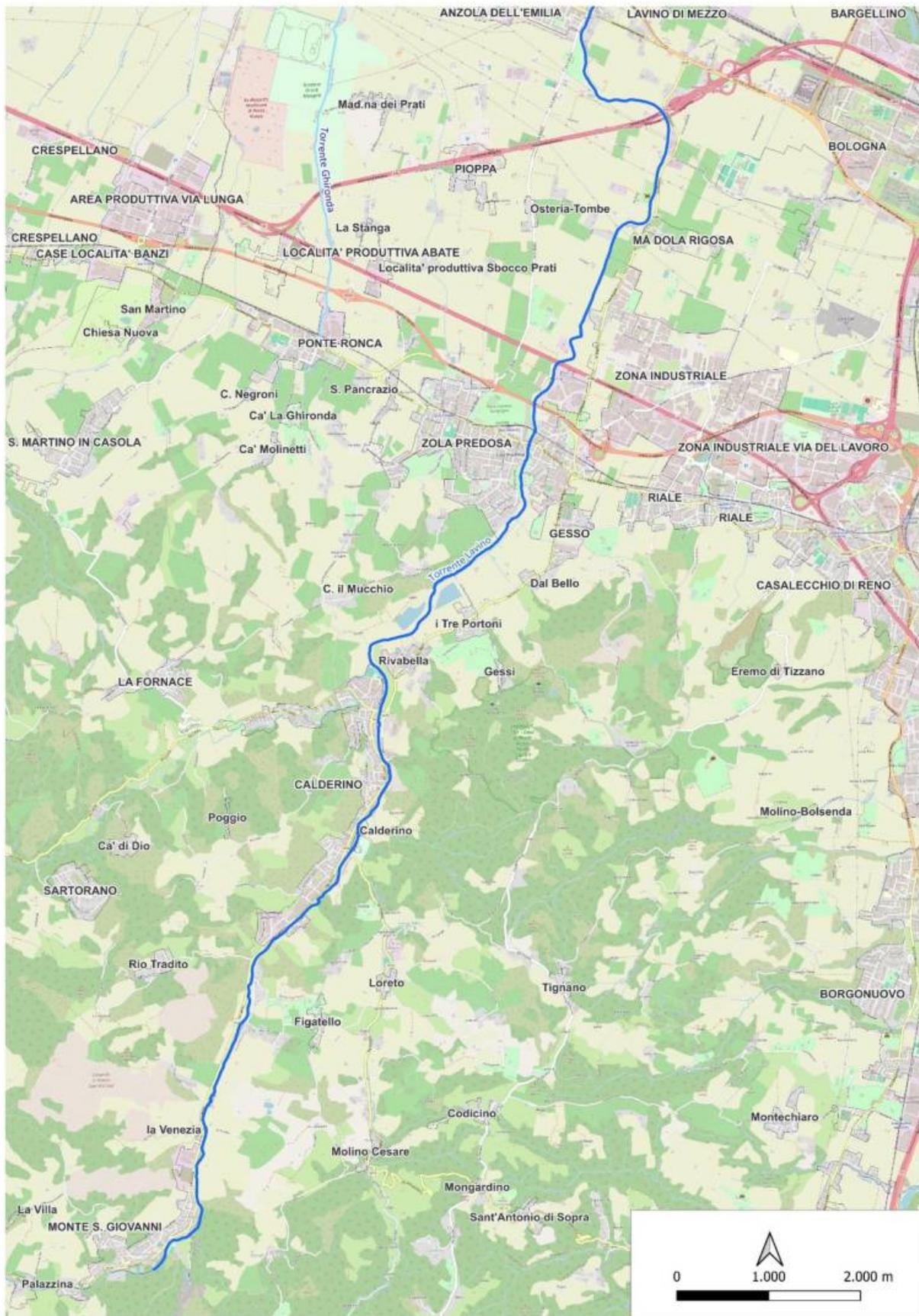


Fig. 6 Inquadramento cartografico ambito di studio torrente Lavino: da Monte S. Giovanni a Lavino di Mezzo

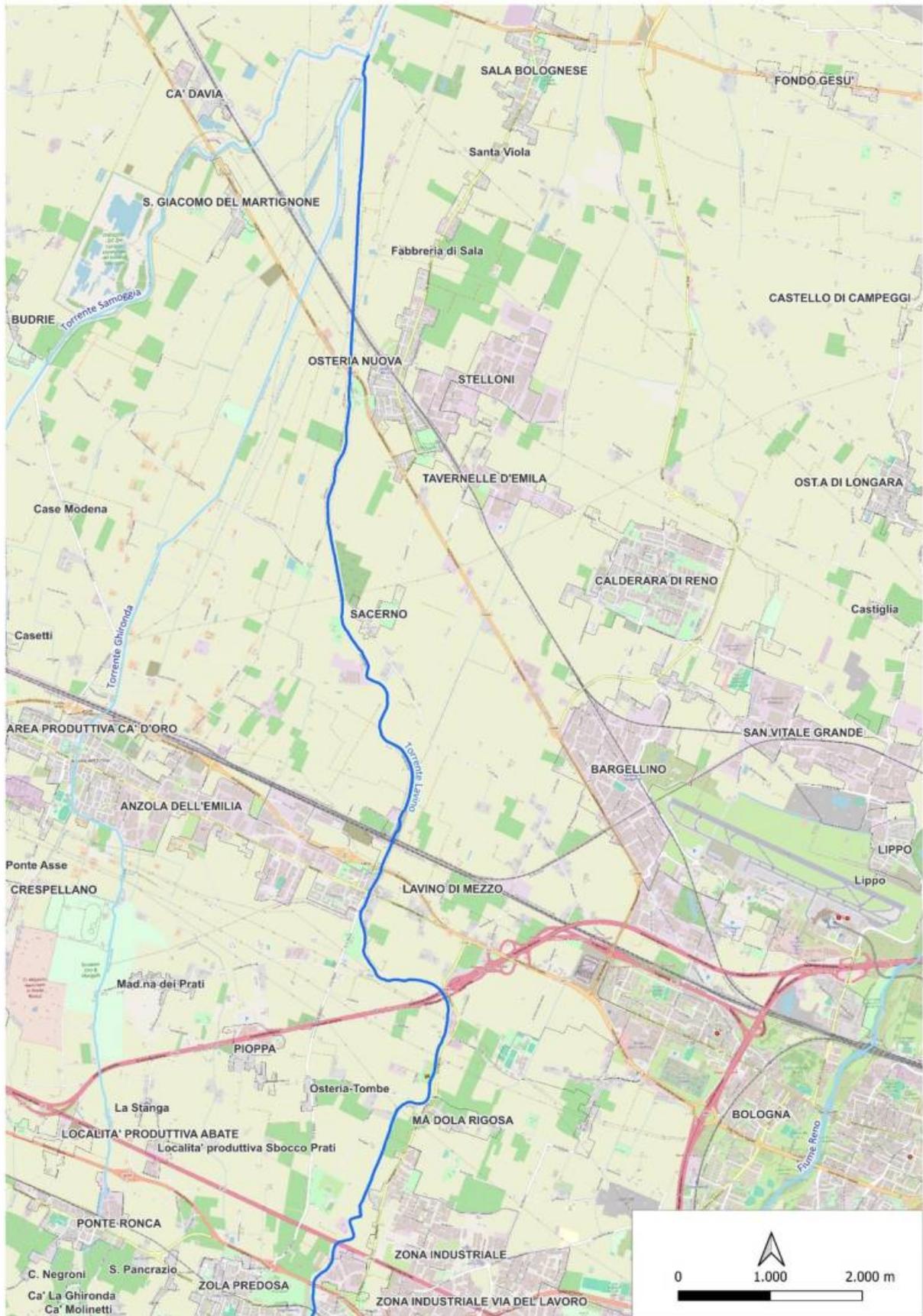


Fig. 7 Inquadramento cartografico ambito di studio torrente Lavino: da Zola Predosa alla confluenza in Samoggia

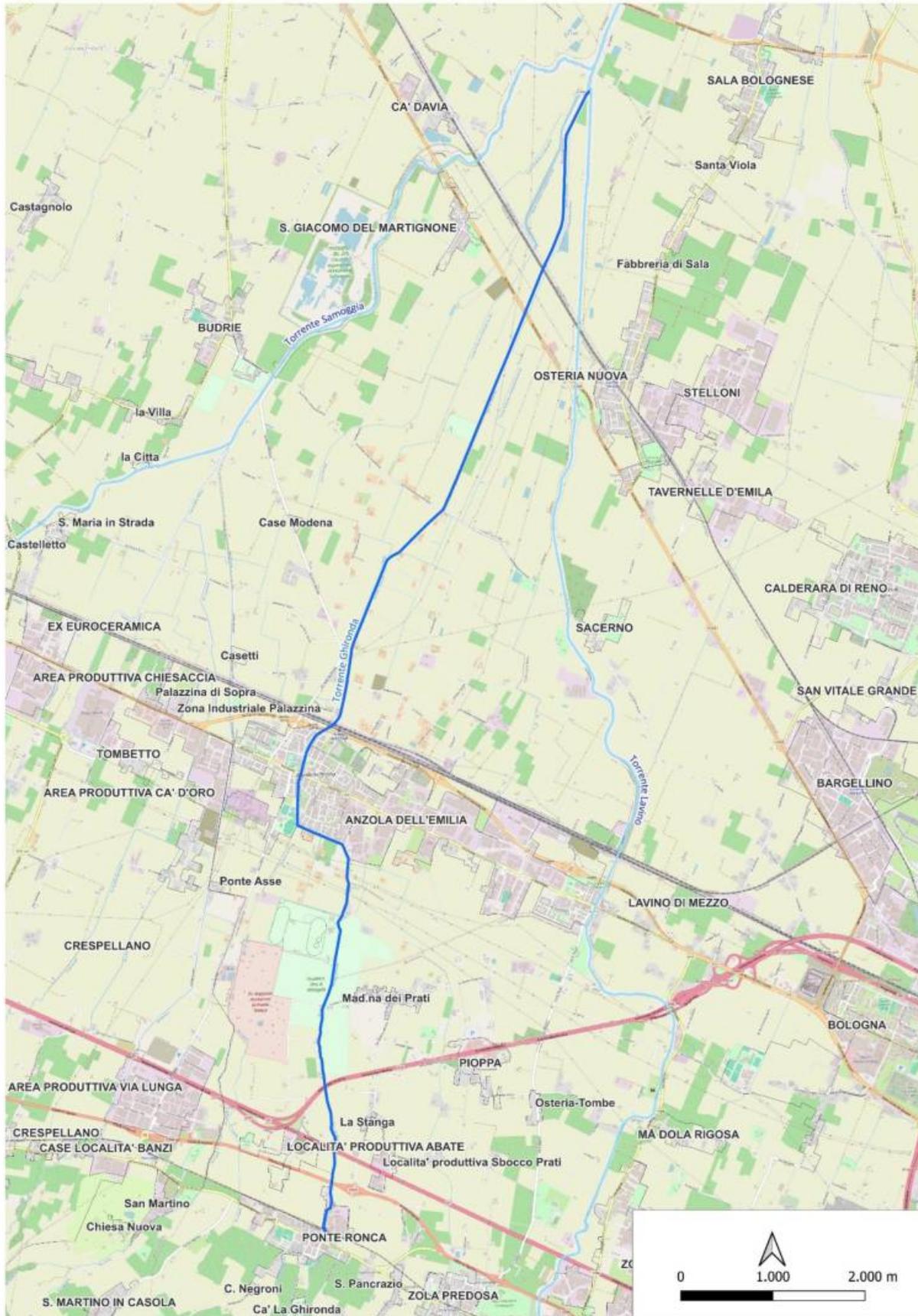


Fig. 8 Inquadramento cartografico ambito di studio torrente Ghironda: da Ponte Ronca alla confluenza in Lavino

3 Analisi morfologica

3.1.1. *Torrente Samoggia*

Il torrente Samoggia ha origine dalle Tavole del Roffeno, nei pressi della località Santa Lucia in comune di Castel d'Aiano, ovvero in posizione mediana tra lo spartiacque appenninico e la pianura alluvionale. Il tratto indagato ha inizio circa 8 km più a valle, subito oltre la confluenza del T. Bignami, in corrispondenza di un evidente salto morfologico fissato da due briglie, in cascata, di rilevante altezza, fino a confluenza Reno, per un totale di circa 53 km.

Il tratto vallivo del Samoggia a partire dalle suddette briglie è caratterizzato da una significativa instabilità dell'alveo, che si concretizza prevalentemente in un'accentuata tendenza alla divagazione laterale e localmente a residui processi di erosione di fondo che, sicuramente in passato sono stati più intensi, come testimoniano le numerose opere trasversali visibili in alveo.

Nel dettaglio, in tutto il tratto posto fino all'ingresso in Savigno, l'alveo del Samoggia occupa gran parte del fondovalle. Vi sono varie difese di sponda per il contenimento dei processi erosivi e in particolare, una di queste, posta subito a valle della confluenza del rio Maledetto, è collassata provocando l'interruzione della via delle Gardelline.

Il tratto di attraversamento di Savigno appare relativamente stabile, anche per la presenza di un sistema di difese spondali abbastanza sviluppato in discrete condizioni di conservazione, con solo locali segni di cedimento. Da segnalare che il tratto subito a monte del ponte della SP 27 erano protetti da una serie di pennelli di fattura non recente, in gabbionate, che attualmente risultano sospese rispetto all'alveo attuale, a testimonianza del passato abbassamento del profilo di fondo.

A valle di Savigno l'alveo scorre in un fondovalle decisamente più ampio, a tratti terrazzato e anche la sezione si allarga notevolmente, assumendo talora l'aspetto di una fiumana. Qui i segni di instabilità sono abbastanza evidenti anche se le opere di contrasto dell'erosione spondale sono relativamente poche, probabilmente in ragione dell'assenza di importanti aree urbanizzate prima di Monteveglio.

Da segnalare la forte erosione di sponda presso via Bernardi che in occasione dei sopralluoghi, nell'ottobre 2024, risultava ancora interrotta. Una briglia tra la località Cazzano e Venerano fissa il profilo di fondo, determinando più a monte processi di deposito e favorendo la tendenza alla divagazione dell'alveo. Più a valle l'alveo risulta più inciso ovvero contenuto da terrazzi alti da alcuni metri a una decina. In tale tratto sono in corso di formazione due serie di doppie anse con evidente arretramento delle sponde terrazzate, più precisamente in corrispondenza della località Sant'Andrea e Fagnano. Tali forme evidenziano la tendenza alla modellazione di un nuovo fondovalle ribassato di 5 -10 m rispetto a quello attuale e impostato direttamente sul substrato terziario.

Ulteriori briglie, per altro in condizioni di conservazione abbastanza problematiche, sono state osservate nei pressi della località Fagnano, così come presso il ponte di via Campadio. In generale in tutto questo tratto fino alle porte di Monteveglio le difese sono sporadiche, per lo più a protezione di ponti o strade. Le opere trasversali localmente hanno perso parte della loro funzione, in quanto l'impressione è che vi sia una tendenza alla stabilizzazione del profilo di fondo e talora a processi di deposizione associati ad un allargamento dell'alveo attivo.

Le opere destinate a fissare le sponde, per quanto rade, vanno viceversa spesso incontro a problemi, riuscendo solo con difficoltà a contrastare i processi erosivi, sia per la natura del substrato, sia forse per un'insufficienza delle fondazioni. Non di rado tali opere determinano un'alternanza di tratti in erosione e apparente deposizione rispettivamente a monte e a valle delle stesse.

Per contro l'ampia ansa che l'alveo del Samoggia descrive subito a monte di Monteveglio dimostra tuttora una notevole instabilità sia delle sponde che del profilo di fondo, sebbene l'alveo risulti decisamente inciso. Numerose difese sia di sponda che trasversali, necessitano di frequenti interventi di ripristino.

Il tratto a cavallo della confluenza del Ghiaia di Serravalle appare, viceversa, meno inciso e relativamente più stabile; due briglie a valle della confluenza fissano il profilo di fondo, ma le condizioni di parziale sovralluvionamento delle stesse attestano una sostanziale stabilizzazione dell'assetto geomorfologico.

Nel settore intermedio tra Monteveglio e Bazzano l'alveo si allarga nuovamente e vi è una significativa tendenza all'arretramento delle sponde, in particolare a monte della massiccia briglia in località Braglia.

In corrispondenza dell'attraversamento di Bazzano l'alveo, pur stabilizzato, non presenta un assetto difensivo particolarmente sviluppato. Sono presenti tratti con sponde in erosione, ma si tratta di fenomeni localizzati sebbene da tenere sotto controllo vista la vicinanza delle aree urbanizzate.

Il sistema di rilevati arginali ha inizio subito a valle di Bazzano, rispetto al ponte ferroviario poco a valle in sinistra e poco a monte in destra. Da tale settore in poi l'alveo risulta storicamente stabilizzato da un punto di vista planimetrico e probabilmente anche in termini di profilo di fondo sebbene in alcuni settori, in particolare a cavallo dell'autostrada A1, siano tuttora molto evidenti i segni di un ciclo di erosione di fondo molto intenso. Alcune briglie fissano tuttora il fondo alveo, ma in questo tratto non vi sono segni di deposito come in alcuni settori del tratto vallivo.

Problemi localizzati di erosione spondale sono stati riscontrati in alcuni punti, tra cui in corrispondenza della briglia di via Vanotto (sponda sinistra), subito a valle dell'autostrada (sponda sinistra), in corrispondenza della difesa posta lungo via Cassola (sponda destra), circa 800 m a valle del ponte dell'autostrada A1.

Da Calcara l'alveo risulta di fatto canalizzato, con argini sostanzialmente in frodo e sostanzialmente non vi sono più evidenze di significative tendenze evolutive né presenti, né passate, con un'asta torrentizia fortemente artificializzata e fissata in termini planimetrici.

In relazione alla qualità morfologica il torrente Samoggia è caratterizzato nel complesso da un giudizio IQM "Moderato o Sufficiente"; il valore rappresentativo (0,63) è calcolato come media pesata dei giudizi del singolo tratto rispetto alla lunghezza complessiva del corso d'acqua oggetto di analisi.

Il corpo idrico risulta classificato con giudizio "Elevato" per il 7% dei tratti, "Buono per il 20%", "Moderato o Sufficiente" per il 53% e "Scadente o Scarso" per il 20%.

La metodologia Dem of Difference (DoD) di confronto dei DTM RER 2024 e DTM 2009 MATTM sull'intero tratto di studio (intervallo temporale di 15 anni), non ha fornito in generale risultati significativi, per lo più per la modesta ampiezza della sezione unita ad una non perfetta sovrapposizione dei DTM di riferimento. Tuttavia, in alcuni punti specifici, dove l'alveo è abbastanza ampio, quindi nel tratto vallivo e pedemontano fino a Bazzano, l'analisi mostra una certa utilità, permettendo di confermare tendenze evolutive per altro in parte confermate in sede di sopralluogo.

In particolare, nel tratto subito a monte del ponte bailey in località Tintoria in comune di Castello di Serravalle, si osserva l'erosione della sponda lungo via Bernardi in destra, la probabile erosione con annesso arretramento del versante di una sponda parzialmente "calanchizzata", nonché il tendenziale abbassamento e allargamento dell'alveo a monte del ponte stesso. Infine, nel tratto subito a monte di Bazzano si osserva lo spostamento dell'alveo verso est, il sovralluvionamento e colmate di un vecchio alveo e alcuni tratti, verificati sul terreno, in cui le sponde sono soggette a forte erosione.

Altro dato di potenziale interesse è la quantificazione statistica delle variazioni medie di altezza sui tratti principali definiti in sede di calcolo dell'IQM; tale tipologia di elaborazione, infatti, dovrebbe compensare gli errori legati alla già evidenziata non perfetta sovrapposizione dei DTM di riferimento. Tale analisi restituisce un bilancio, a grande scala, del trasporto solido in relativo equilibrio, con variazioni sulla maggior parte dei tratti dell'ordine di 10 cm, valore che rientra ampiamente nell'errore del metodo. Solo nel tratto compreso tra la località di Sant'Andrea e Bazzano, viene restituito un abbassamento complessivo dell'ordine di circa 0,5 m. Tale condizione è compatibile con quanto osservato sul terreno, tenendo conto che tale tendenza può riflettere sia l'abbassamento del profilo di fondo, e in effetti in tali tratti spesso affiora il substrato sul letto del torrente, sia l'arretramento delle sponde che delimitano l'alveo attivo, processi anch'essi indubbiamente presenti nel settore in oggetto.

3.1.2. *Torrente Lavino*

Il torrente Lavino nasce nel medio Appennino Bolognese, da una serie di modeste sorgenti poste tra la borgata di Montepastore in comune di Monte San Pietro e il monte Vignola. Il tratto di studio inizia circa 10 km a valle delle sorgenti, in corrispondenza dell'abitato di Monte San Giovanni fino a confluenza Reno per un totale di circa 27 km.

In linea generale il Lavino, all'interno del bacino idrografico del Samoggia, è probabilmente il corso d'acqua che presenta maggiore instabilità morfologica nel tratto vallivo, ove per altro il fondovalle risulta piuttosto urbanizzato; manca, al contrario di quanto osservato sul Samoggia e sul Ghiaia di Serravalle, un tratto di fondovalle con alveo ampio e dotato di estese barre ciottolose. Per contro nel tratto di pianura quasi completamente contenuto tra argini, l'alveo appare storicamente stabile dal punto di vista planimetrico e le problematiche idrauliche sono legate essenzialmente alla difficoltà di contenere i livelli di piena.

In particolare, nel tratto vallivo tra Monte San Giovanni e Zola Predosa si ha una evidente tendenza alla divagazione laterale, sebbene le difese spondali siano relativamente rade e spesso l'asta torrentizia sia incassata a circa 3-5 m dal piano di base del fondovalle.

Nello specifico, partendo da monte, nell'attraversamento di Monte San Giovanni l'alveo risulta relativamente incassato e impostato sul substrato marnoso. In tale settore le problematiche legate ai recenti eventi alluvionali sono concentrate nell'intorno del ponte di via Marche, che essendo stato sormontato durante gli eventi di piena è stato danneggiato; la luce del ponte stesso è stata intasata favorendo i processi erosivi lungo le sponde e l'allagamento dei piazzali limitrofi.

Tra Monte San Giovanni e Calderino l'alveo, sempre inciso, scorre nel fondovalle in cui è posta la SP 26 in sinistra idrografica e una serie di strade comunali e interpoderali in riva destra. Il fondo è fissato da una serie di briglie poste a distanza regolare e spesso soggette a problemi di scalzamento alla base. Erosioni spondali puntuali, talora contrastate dalla presenza di brevi difese longitudinali, minacciano saltuariamente dette strade; problemi di tale natura si hanno, ad esempio, presso il ponte di via Lavino e nel settore prospiciente l'area industriale di via dell'Artigianato, sempre a Calderino.

Anche nel tratto di attraversamento di Calderino dal punto di vista evolutivo l'alveo mostra da un lato un profilo di fondo stabile o, talora, in deposito, dall'altro una certa tendenza alla divagazione laterale. Particolarmente problematica risulta il tratto a valle del ponte della SP 74, ove a seguito degli ultimi eventi alluvionali risultava interrotta, nel novembre 2024, per arretramento della sponda destra buona parte di via Boschi; inoltre, la riva era fortemente arretrata in corrispondenza del parco di fronte alla trattoria Rivabella. Sempre nel novembre 2024, al momento dei sopralluoghi, erano in corso lavori di ripristino di via Boschi mentre non vi erano problemi per le briglie, a conferma che allo stato attuale si ha piuttosto una tendenza al deposito.

Non presenta viceversa problemi particolari il tratto finale di attraversamento dell'abitato di Calderino, a partire dal doppio ponte della SP26. Una briglia in discreto stato di conservazione, presso il campo sportivo, chiude l'attraversamento dell'agglomerato urbano.

Una certa instabilità delle sponde caratterizza anche la porzione di alveo compresa tra Calderino e Zola Predosa. In tale settore sono presenti due aree estrattive non più attive, una per sponda.

Piuttosto problematico risulta, per altro, anche il tratto prospiciente via Don Fornasari dove l'instabilità dell'alveo ha determinato l'interruzione della strada stessa, nonché l'aggiramento della spalla sinistra del ponte che dà accesso a due abitazioni rurali ubicate sulla sponda opposta. La posizione e l'intensità di detti processi suggerisce che, in qualche modo, la sistemazione e rettificazione dell'alveo nel tratto compreso tra le aree estrattive suddette potrebbe aver potenziato la capacità erosiva del settore di asta torrentizia posta immediatamente più a valle.

Oltrepassata la zona di via Don Fornasari si riducono nettamente i tratti d'alveo soggetti ad erosione. Sono presenti alcune difese spondali che comunque non presentano particolari problemi. In generale il tratto di attraversamento dell'abitato di Zola Predosa soffre più che altro di problematiche legate ad una certa tendenza alla deposizione (la briglia posta poco a valle del ponte di via Risorgimento è quasi al massimo

livello di aggradazione) e alla presenza di vegetazione (al momento dei sopralluoghi erano in corso lavori di pulizia). Piuttosto tale condizione potrebbe, alla lunga, ridurre l'officiosità della sezione favorendo eventuali esondazioni, di cui tuttavia non si hanno evidenze relativamente agli ultimi eventi alluvionali.

Le arginature hanno inizio poco più a nord, rispettivamente in sinistra 150 m a monte del viadotto dell'autostrada A1 e, in destra, 200 m a valle dello stesso attraversamento. Nel tratto iniziale gli argini contengono una sia pure limitata golena, ma dopo circa 500 m l'alveo diventa canalizzato con argini sostanzialmente in frodo, ovvero con una fascia golenale ridotta a pochi metri di estensione. Particolarmente significativo sul Lavino è il deposito di sedimenti delle golene rispetto al piano campagna circostante, tanto che la sezione arginata ne risulta fortemente parzializzata. Non raramente il piede del rilevato arginale lato campagna è più basso di quello lato fiume di 4-5 m.

In tale contesto, si ribadisce, l'alveo appare sostanzialmente stabile, mentre notevoli sono i problemi legati alla potenziale tracimazione dei rilevati arginali, osservata anche nei recenti eventi alluvionali.

Di fatto nel tratto di pianura, escluso il settore immediatamente a valle di Zola Predosa non arginato, il fondo alveo appare stabile o piuttosto tendente alla deposizione, per cui, anche le opere trasversali, per altro rade, lungi dall'essere utili in termini di controllo dei processi erosivi. Piuttosto, possono costituire, localmente, un intralcio allo smaltimento delle acque di piena, sia direttamente per il loro ingombro, sia in quanto favoriscono l'aggradazione dei tratti di alveo a monte delle stesse. Quanto ai processi di erosione spondali, pure visibili ma solo in punti localizzati, normalmente portano ad arretramenti puntuali modesti, che tuttavia debbono essere tenuti sotto controllo, vista la modestissima distanza tra alveo attivo e il piede dei rilevati arginali. In tal senso, comunque, non sono emerse gravi criticità, quanto piuttosto la necessità di monitorare anche in futuro l'evoluzione di tali processi.

In relazione alla qualità morfologica il torrente Lavino è caratterizzato nel complesso da un giudizio IQM "Moderato o Sufficiente"; il valore rappresentativo (0,58) è calcolato come media pesata dei giudizi del singolo tratto rispetto alla lunghezza complessiva del corso d'acqua oggetto di analisi.

Si evidenzia come tra Monte San. Giovanni e Zola Predosa presenti una alternanza tra IQM "Buono" e "Moderato o Sufficiente"; la variabilità del giudizio è influenzata principalmente dall'ampiezza della piana inondabile, dalla presenza di opere antropiche e dall'estensione delle formazioni funzionali. A partire dalla località Rigosa, in particolare, hanno inizio le arginature a contatto, che per i tre tratti terminali risultano continui su tutta l'estensione.

In ragione di tale caratteristica, nonché dell'assenza di vegetazione perifluviale significativa, la parte terminale del torrente Lavino risulta classificata come "Scadente o Scarso".

A livello di distribuzione percentuale, sul corso d'acqua oggetto di analisi, dei tratti per classi di giudizio dell'indice IQM, il torrente Lavino risulta classificato "Buono" per il 28% dei tratti, "Moderato o Sufficiente" per il 29% e "Scadente o Scarso" per il 43%.

In relazione alle variazioni plano-altimetriche l'analisi non ha evidenziato particolari variazioni di tracciato, né nel settore montano né in quello di pianura, quanto piuttosto una riduzione della sezione di deflusso attuale rispetto a quella di fine '800 – inizio '900. Certamente la potenziale riduzione dell'alveo ordinario legata ad un ciclo erosivo favorito dai prelievi di inerti in alveo è un processo diffuso nel bacino del Po, e appare plausibile anche nel caso in questione.

La metodologia Dem of Difference di confronto dei DTM RER 2024 e DTM 2009 MATTM sull'intero tratto di studio (intervallo temporale di 15 anni), non ha fornito in generale risultati significativi, per lo più per la modesta ampiezza della sezione unita ad una non perfetta sovrapposizione dei DTM di riferimento.

3.1.3. Torrente Ghironda

Il torrente Ghironda nasce nel basso Appennino Bolognese ed in particolare nelle colline poste in comune di Zola Predosa, subito a sud dell'agglomerato urbano di Ponte Ronca. Il tratto oggetto di studio, che ha inizio subito a valle di tale abitato, presenta un alveo canalizzato, rettificato e quindi completamente artificializzato fino alla confluenza in Lavino, per una lunghezza totale di circa 14 km.

Gli argini, sempre in frodo, sono presenti in un primo tratto che si sviluppa tra la località ponte Locatello e Anzola dell'Emilia; a seguire si interrompono nel settore di attraversamento di tale abitato e riprendono subito a valle dello stesso a partire dal ponte della ferrovia Bologna - Milano, fino alla confluenza nel Lavino. La confluenza nel Lavino, posta nei pressi dell'immissione di quest'ultimo nel Samoggia, avviene attraverso una chiavica a gravità.

Lungo l'alveo sono presenti alcune briglie, in particolare nell'area di Anzola dell'Emilia e dei tratti canalizzati.

Nell'attraversamento di Anzola Emilia l'alveo presenta una sezione trapezia, di superficie maggiore rispetto alle aree circostanti ma, come si diceva sopra, priva di rilevati arginali. Nel corso dei sopralluoghi non sono emerse evidenze di esondazioni recenti nel centro abitato, mentre in tutte le aree circostanti, con riferimento all'evento dell'ottobre 2024, vi erano chiari segni di circoscritti allagamenti nel tratto privo di argini, ovvero evidenze di livelli prossimi se non corrispondenti all'apice dei rilevati nei settori arginati. Tuttavia, una vera e propria rotta a seguito del suddetto evento è avvenuta con certezza solo nel tratto terminale, circa 900 m a monte del ponte della SS 568.

È molto probabile che in epoca storica vi fosse un Ghironda naturale, se non altro come via preferenziale di deflusso delle acque del relativo bacino idrografico, tuttavia, l'attuale configurazione con artificializzazione dell'alveo è piuttosto antica, sicuramente precedente alla documentazione cartografica disponibile. Per altro la sezione d'alveo è troppo ridotta per lasciare tracce di paleoalvei riconoscibili all'interno di un'area fortemente antropizzata fin dall'antichità. In tal senso, l'unico cambiamento certo di tracciato planimetrico è l'introduzione di una modesta variante, su un tratto di circa 400 m, in corrispondenza dell'abitato di Anzola Emilia, legata probabilmente più a ragioni di carattere urbanistico che di natura idraulica.

In concreto si conferma che le problematiche legate alla gestione di tale corso d'acqua sono legate essenzialmente al contenimento dei livelli di piena.

Per il Ghironda non si è proceduto all'applicazione del metodo IQM in quanto si ricade nella fattispecie prevista dal MLG ISPRA 131/2016, in cui si precisa che tale indice "non si applica invece al caso di canali artificiali, ovvero corsi d'acqua creati artificialmente e non esistenti originariamente".

Anche la metodologia Dem of Difference di confronto tra il DTM del 2024 e quello del MATTM 2009 non risulta applicabile nel caso specifico per l'insufficiente ampiezza della sezione del corso d'acqua.

3.1.4. *Torrente Ghiaia di Serravalle*

Il Ghiaia di Serravalle nasce dal monte Roppio nel medio Appennino Modenese; si tratta del principale affluente di sinistra del torrente Samoggia. Il tratto di studio comprende la porzione terminale di detto torrente, dello sviluppo di circa 9 km, dal ponte della SP 70 presso Mercatello in comune di Castello di Serravalle, fino alla confluenza nel Samoggia, subito a valle del nucleo storico dell'abitato di Monteveglio.

Dal punto di vista morfologico ed evolutivo possono essere distinti 3 tratti. Il primo di questi arriva fino alla briglia in località Orsello, ed è caratterizzato da un alveo sostanzialmente rettificato e moderatamente incassato, il cui profilo di fondo è fissato da briglie, con saltuarie difese spondali. Due briglie, in particolare, sono poste subito a valle del ponte di Mercatello. Segue un lungo tratto fino alla località Orsello, in cui l'alveo presenta una forza evolutiva relativamente limitata, con tuttavia una certa tendenza alla divagazione laterale, che all'altezza dell'abitato di Castelletto, ha determinato la formazione di alcune lunate di erosione, che a loro volta hanno causato il parziale collasso di una difesa di sponda e l'interruzione di via Rio Monteorsello.

La briglia presso Orsello, presenta un'altezza considerevole (5-6 m) con probabilmente più fasi di consolidamento a seguire la progressiva evoluzione del profilo di fondo.

Il secondo tratto, compreso tra detta briglia e l'ingresso in Monteveglio, è caratterizzato dalla presenza di un alveo decisamente più largo, con barre ciottolose e assenza di opere trasversali destinate a fissare il profilo di fondo, anche perché si è rilevata una lieve propensione al deposito. Permane, in misura più

intensa, la tendenza alla divagazione laterale con formazione di locali lunate e conseguentemente tratti discontinui di difese spondali, alcune di esse risultano collassate e, talora, in rifacimento.

Il terzo e ultimo tratto corrisponde all'attraversamento di Monteveglio. In tale settore il Ghiaia di Serravalle ha esondato sia durante l'alluvione del maggio 2023, sia più recentemente nel maggio 2024, allagando una rilevante parte della porzione di abitato posto in sinistra idrografica.

In tale settore l'alveo si restringe rispetto al tratto di monte, si tratta probabilmente in una certa misura di un'evoluzione naturale, ma forse anche legata a interventi di sistemazione dell'asta torrentizia per estendere lato fiume l'edificato e relative pertinenze. Qui sono presenti due briglie, entrambe in buono stato di conservazione. Da segnalare in destra idrografica subito a monte della confluenza nel Samoggia una lunata che in parte era arretrata fino alla retrostante strada di accesso all'area sportiva, ora in fase di sistemazione.

In conclusione, il ciclo erosivo che ha portato all'abbassamento del profilo di fondo appare in fase di esaurimento, almeno a valle della località Orsello, con alcuni settori in deposizione; permane una rilevante, sebbene focalizzata su punti specifici, tendenza alla divagazione laterale.

L'analisi dell'evoluzione storica mostra non tanto una variazione del tracciato, per altro vincolato all'asse vallivo, quanto un notevole restringimento della sezione di deflusso rispetto all'alveo storico di fine '800 - inizio '900. Tale variazione potrebbe essere stata causata dall'insacco di un ciclo erosivo legato ai prelievi in alveo. In ogni caso, in particolare per il tratto di attraversamento di Monteveglio si apprezza un'espansione delle aree urbanizzate a scapito dell'alveo attivo.

L'attraversamento di Monteveglio appare stabile dal punto di vista geomorfologico, anche se l'assetto difensivo ed in particolare la presenza di opere trasversali probabilmente favoriscono, a loro volta, le frequenti esondazioni che si sono verificate nel centro abitato; è molto evidente la riduzione della sezione nel tratto terminale, a valle della curva in località Bersagliera, fenomeno probabilmente di origine naturale anch'esso ma ipoteticamente enfatizzata dalle alterazioni dell'asta torrentizia ipotizzate sopra.

Il torrente Ghiaia di Serravalle è caratterizzato nel complesso da un giudizio IQM "Buono"; il valore rappresentativo (0,76) è calcolato come media pesata dei giudizi del singolo tratto rispetto alla lunghezza complessiva del corso d'acqua oggetto di analisi.

Il giudizio "Moderato o Sufficiente" del tratto in prossimità di Monteveglio è legato principalmente alla presenza nel tratto di diffuse opere longitudinali in corrispondenza del centro abitato, che limita fortemente la possibilità di divagazione dell'alveo attivo.

A livello di distribuzione percentuale, sul generico intero corpo idrico, dei tratti per classi di giudizio dell'indice IQM, il corpo idrico risulta classificato "Buono" per il 67% e "Moderato o Sufficiente" per il 33%.

La metodologia Dem of Difference di confronto dei DTM RER 2024 e DTM 2009 MATTM sull'intero tratto di studio (intervallo temporale di 15 anni), non ha fornito in generale risultati significativi, per lo più per la modesta ampiezza della sezione unita ad una non perfetta sovrapposizione dei DTM di riferimento. Nel caso del Ghiaia di Serravalle, inoltre, la copertura dei DTM di cui sopra si ha solo per il tratto terminale, corrispondente all'attraversamento di Monteveglio e poco più.

4 Idrologia di piena: portate ed eventi di riferimento

Nel presente paragrafo sono riportati in sintesi gli esiti dell'analisi idrologica, la cui impostazione metodologica generale è descritta nella Relazione Tecnica del progetto di variante.

Le portate al colmo del fiume Samoggia, per eventi a differente frequenza probabile, sono riportate nella tabella seguente.

Tab. 1 Portate di piena per il fiume Samoggia

Bacino	Corso d'acqua	Progr (km)	Sezione	Sup. (km ²)	T50 (m ³ /s)	T200 (m ³ /s)	T500 (m ³ /s)	Idrometro ¹
Reno	Samoggia	0	Confluenza Rio Maledetto	33,8	90	125	145	
Reno	Samoggia	16,5	Valle confluenza Ghiaia	148,7	315	435	515	
Reno	Samoggia	21	Bazzano	168,7	360	500	595	Calcara

Le portate al colmo del fiume Lavino, per eventi a differente frequenza probabile, sono riportate nella tabella seguente.

Tab. 2 Portate di piena per il fiume Lavino

Bacino	Corso d'acqua	Progr (km)	Sezione	Sup. (km ²)	T50 (m ³ /s)	T200 (m ³ /s)	T500 (m ³ /s)	Idrometro ¹
Reno	Lavino	0	Monte S. Giovanni	24	55	75	85	
Reno	Lavino	12,2	Attraversamento A1	84,7	195	265	325	Lavino di Sopra

Le portate al colmo del fiume Ghironda, per eventi a differente frequenza probabile, sono riportate nella tabella seguente.

Tab. 3 Portate di piena per il fiume Ghironda

Bacino		Corso d'acqua	Progr (km)	Sezione	Sup. (km ²)	T50 (m ³ /s)	T200 (m ³ /s)	T500 (m ³ /s)	Idrometro ¹
Reno		Ghironda	0	Loc. Ponte Ronca	8,2	15	20	25	
Reno		Ghironda	6,1	Via Emilia	39,4	45	70	85	

Le portate al colmo del torrente Ghiaia, per eventi a differente frequenza probabile, sono riportate nella tabella seguente.

¹ Idrometri rete ARPAE 2025

Tab. 4 Portate di piena per il torrente Ghiaia

Bacino	Corso d'acqua	Progr (km)	Sezione	Sup. (km ²)	T50 (m ³ /s)	T200 (m ³ /s)	T500 (m ³ /s)	Idrometro ¹
Reno	Ghiaia	0	loc. Castelletto	32,5	68	90	105	
Reno	Ghiaia	8,8	Confluenza Samoggia	71,1	140	190	225	

In Fig. 9, per la sezione del Samoggia a Calcara, è riportato il confronto tra:

- “Risultati della simulazione” (indicatori blu): massime portate al colmo ottenute dal modello idrologico allestito per il presente studio;
- “PAI” (indicatori grigi): ove disponibili, valori di riferimento da pianificazione preesistente;
- “WP3” (indicatori arancioni): valori di massima piena di riferimento dallo studio WP3²;

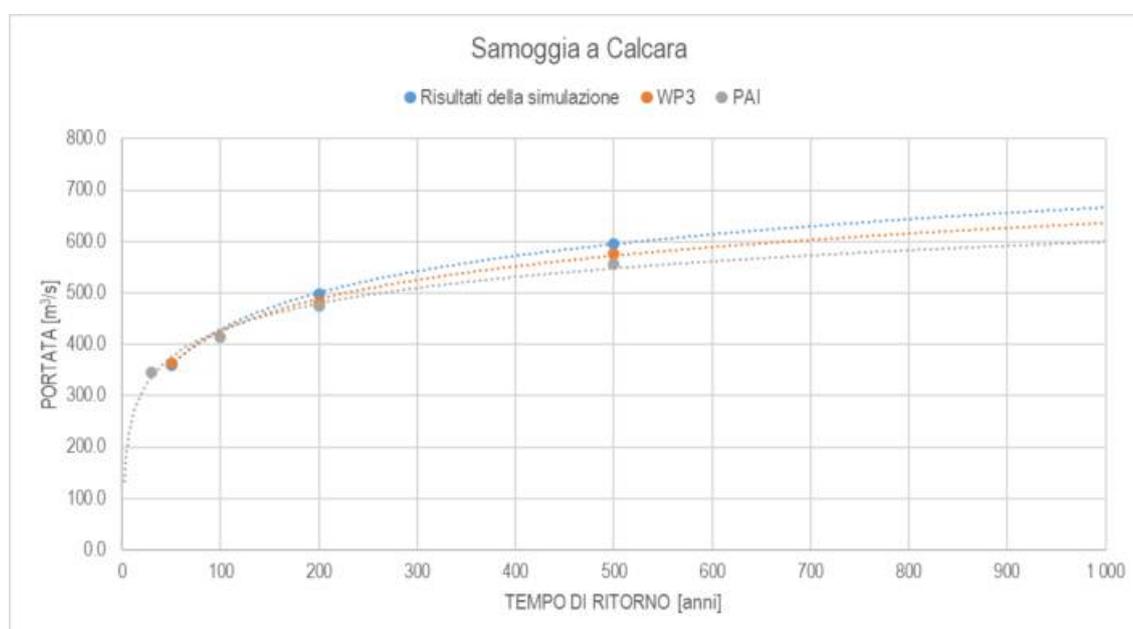


Fig. 9 Grafici di confronto tra i colmi di piena di riferimento derivati dai modelli e gli omologhi valori da WP3 e dalla pianificazione preesistente (PAI).

Gli eventi di piena di riferimento, nelle diverse sezioni di chiusura indicate e per durate di pioggia pari a 3, 6, 9, 12, 18 e 24 ore, sono riportati nelle immagini seguenti. Si osservi che le portate al colmo indicate in Tab. 1 fanno riferimento, in ogni sezione e per ogni tempo di ritorno indagato, al valore massimo ottenuto, per le diverse durate di pioggia indagate, arrotondato a multipli di 5.

² Esiti Accordo *Caratterizzazione del regime di frequenza degli estremi idrologici nel Distretto Po, anche considerando scenari di cambiamento climatico Idrologia di piena* (c.d. idrologia di piena) sottoscritto fra l'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po, il Politecnico di Milano - Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, il Politecnico di Torino - Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture, l'Alma Mater Studiorum Università di Bologna - Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali, l'Università degli Studi di Brescia e l'Università degli Studi di Parma - Dipartimento di Ingegneria e Architettura (2023)

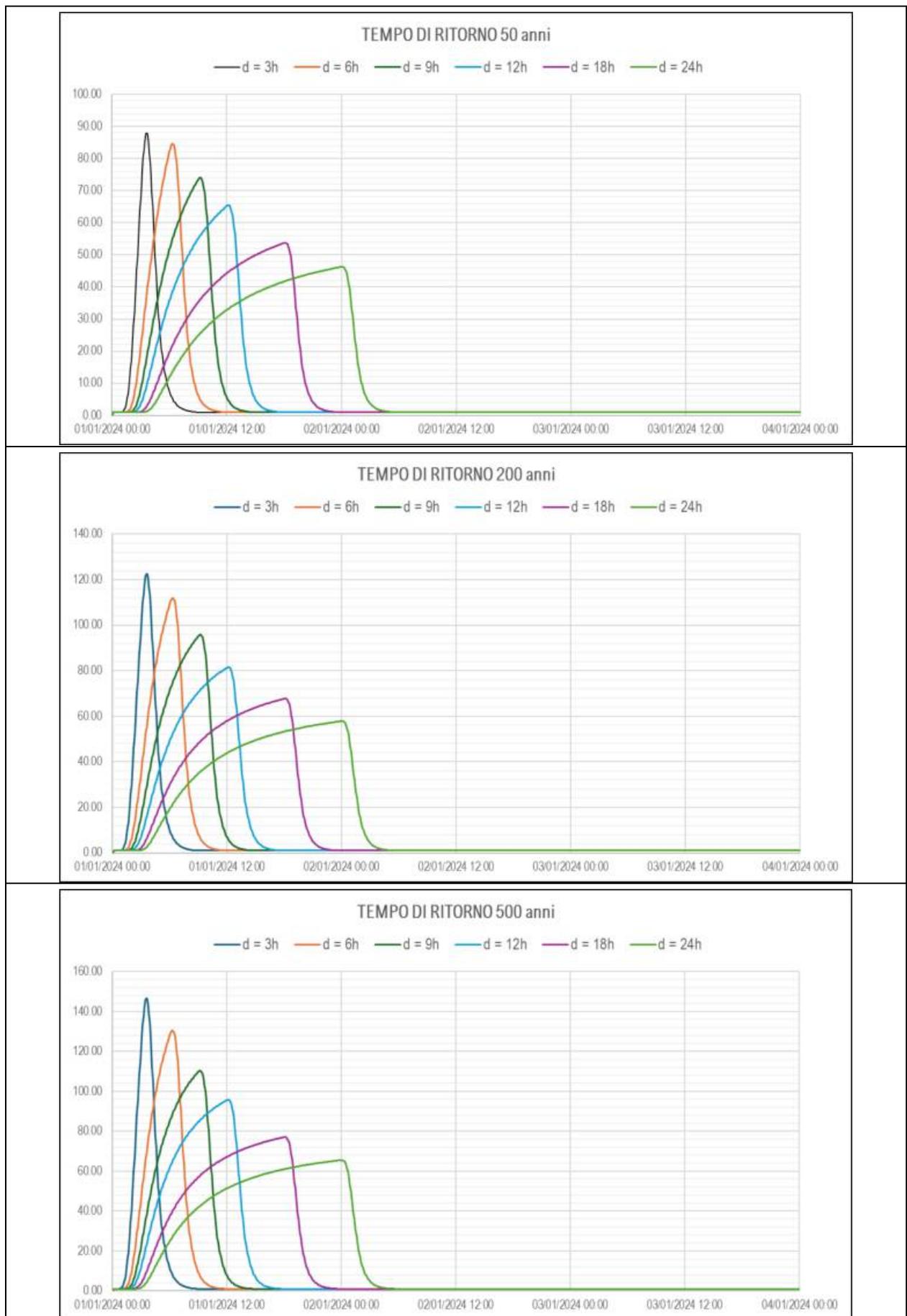


Fig. 10 Samoggia inizio tratto di studio (Loc. S.Prospero): idrogrammi di riferimento T50, T200 e T500 (Portate in m³/s)

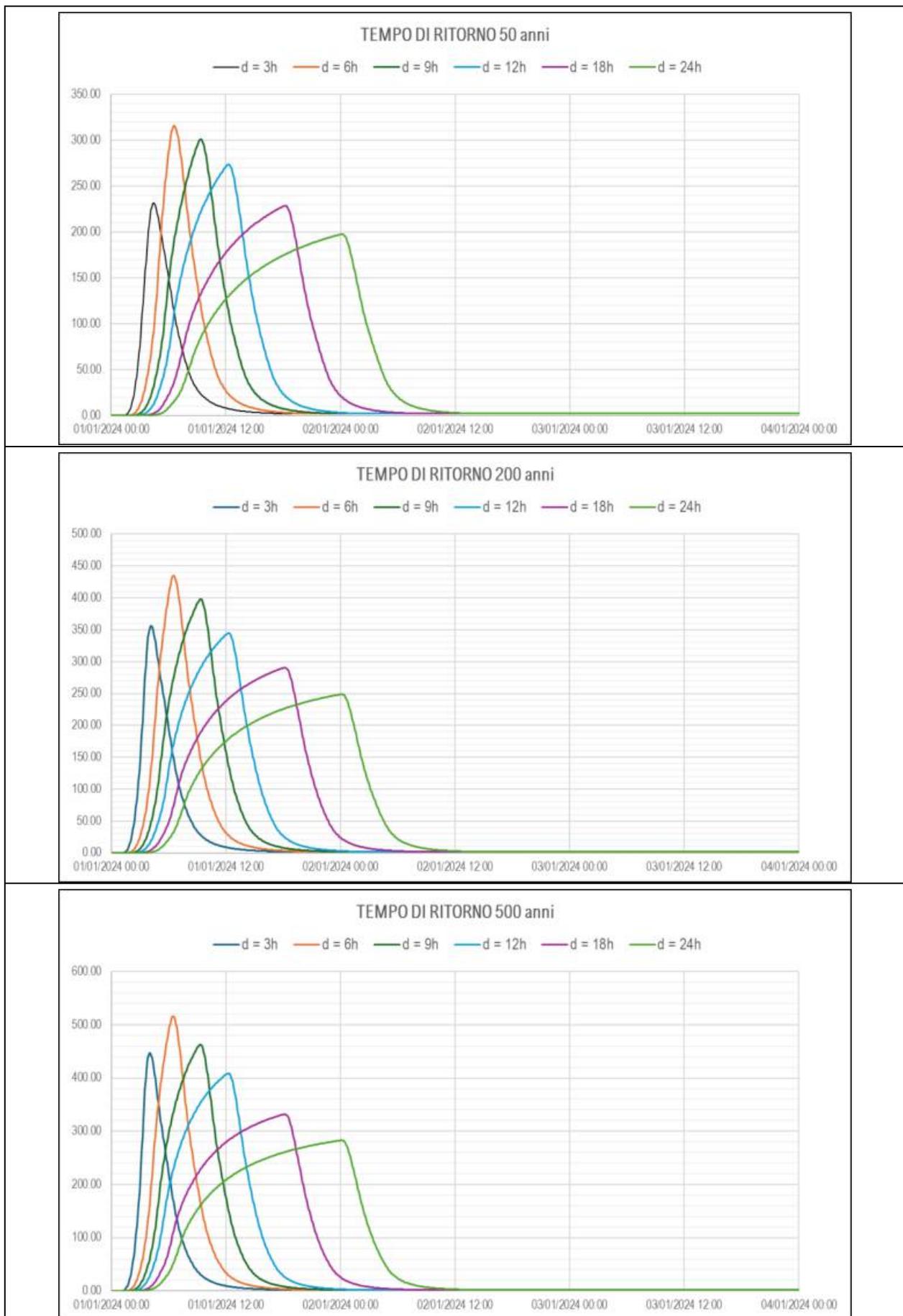


Fig. 11 Samoggia a valle confluenza Ghiaia: idrogrammi di riferimento T50, T200 e T500 (Portate in m^3/s)

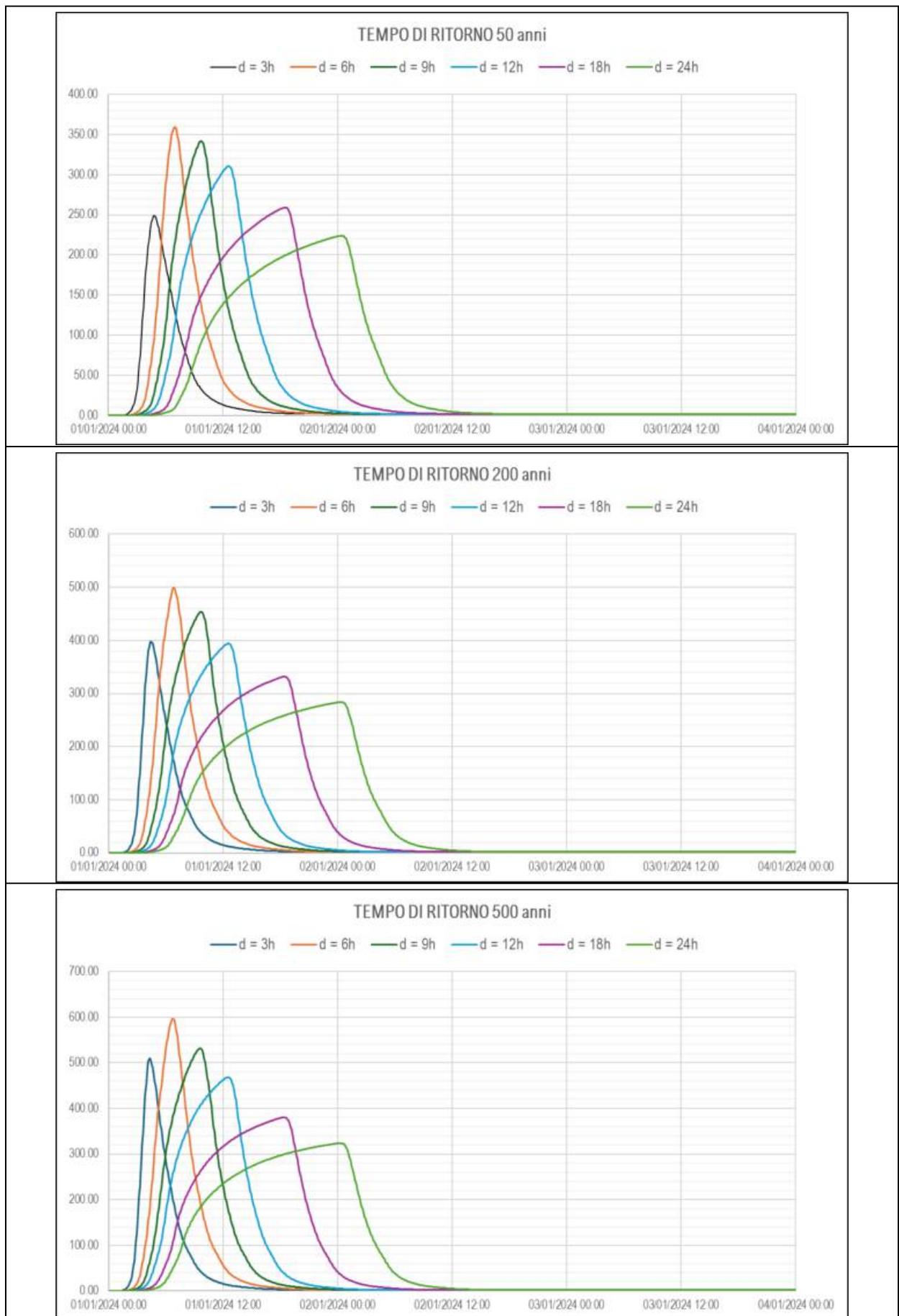


Fig. 12 Samoggia inizio tratto arginato (Bazzano): idrogrammi di riferimento T50, T200 e T500 (Portate in m^3/s)

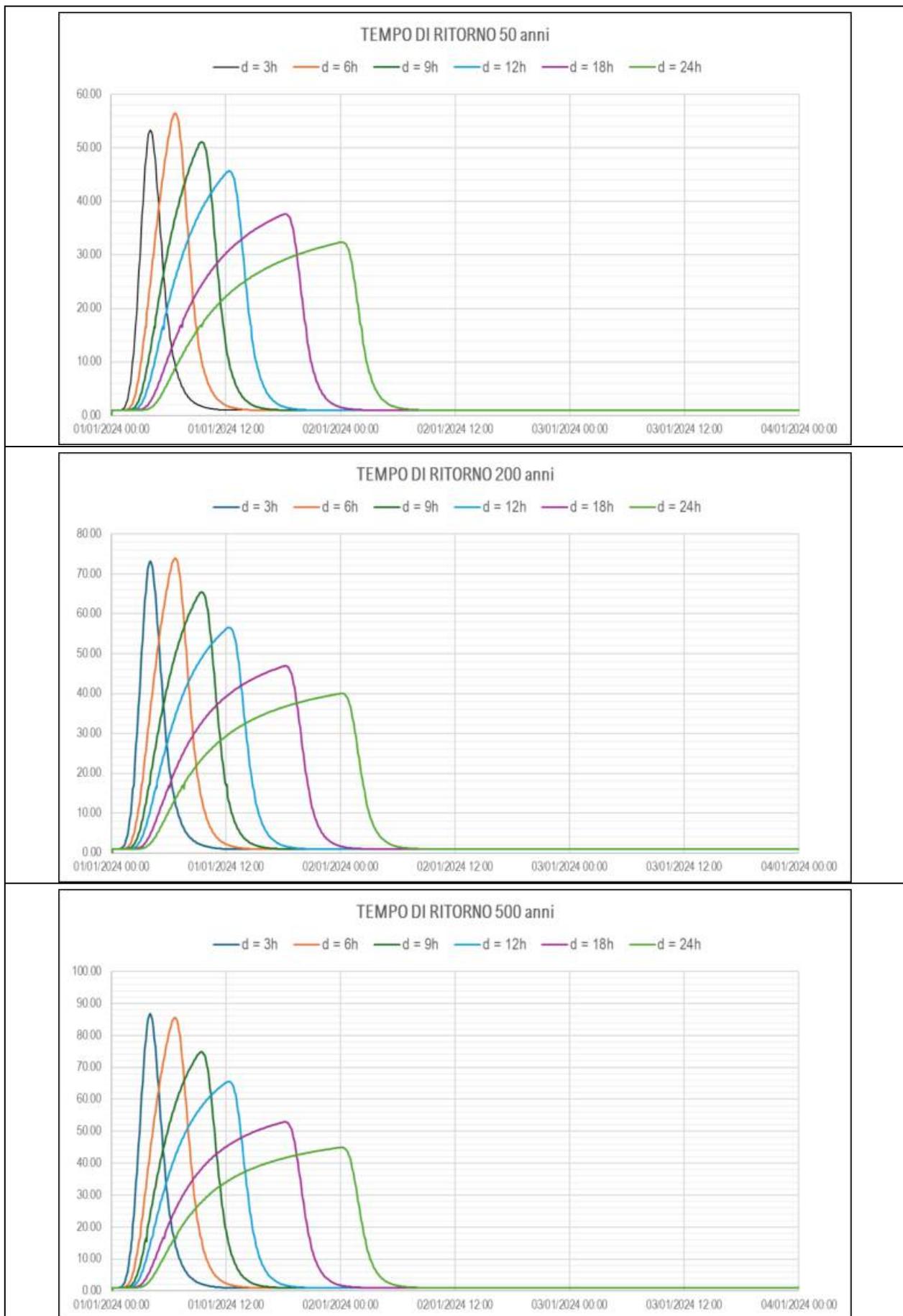


Fig. 13 Lavino Loc. Monte S.Giovanni: idrogrammi di riferimento T50, T200 e T500 (Portate in m^3/s)

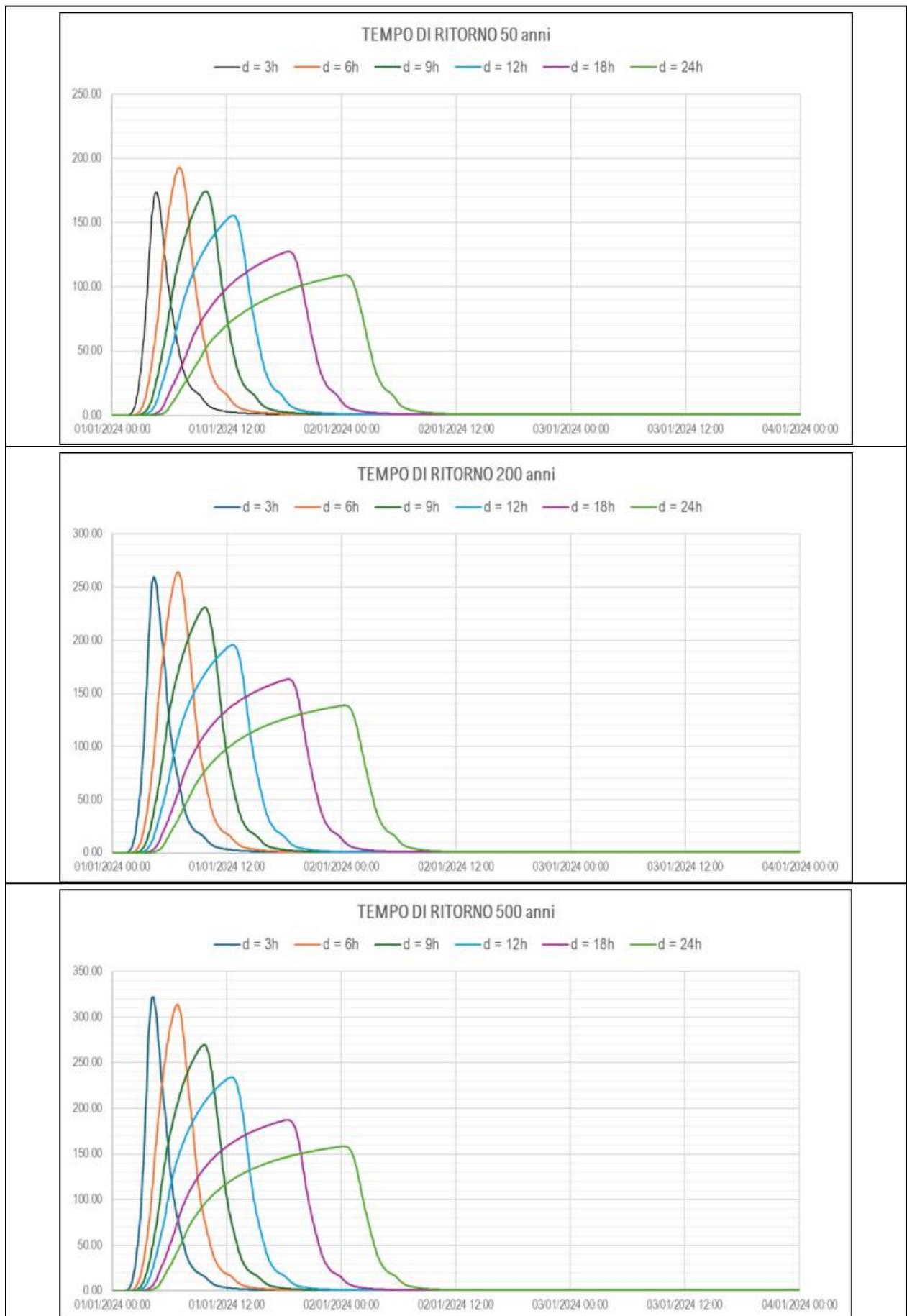


Fig. 14 Lavino a Lavino di Sopra (Attraversamento A1): idrogrammi di riferimento T50, T200 e T500 (Portate in m^3/s)

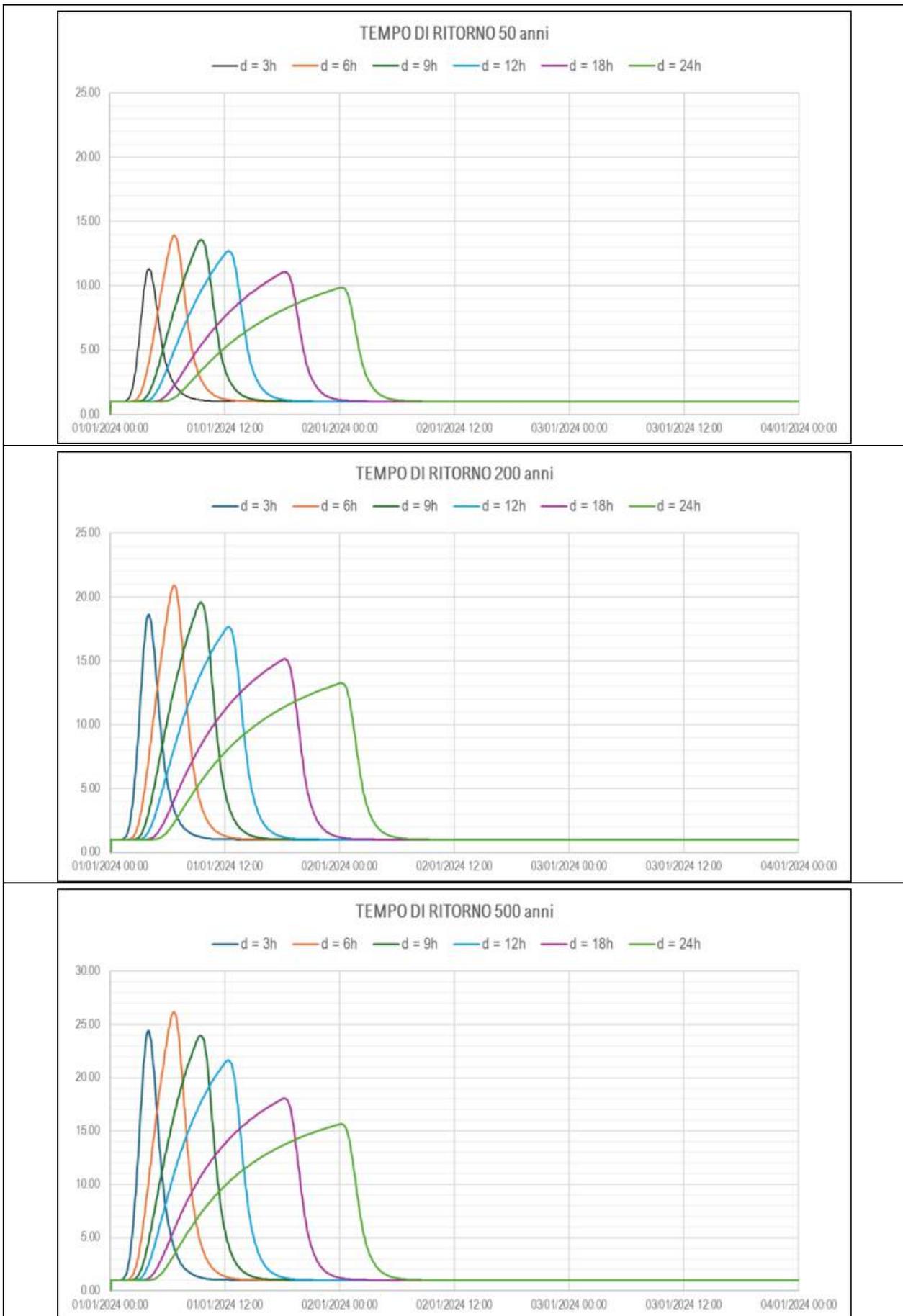


Fig. 15 Ghironda a Ponte Ronca: idrogrammi di riferimento T50, T200 e T500 (Portate in m^3/s)

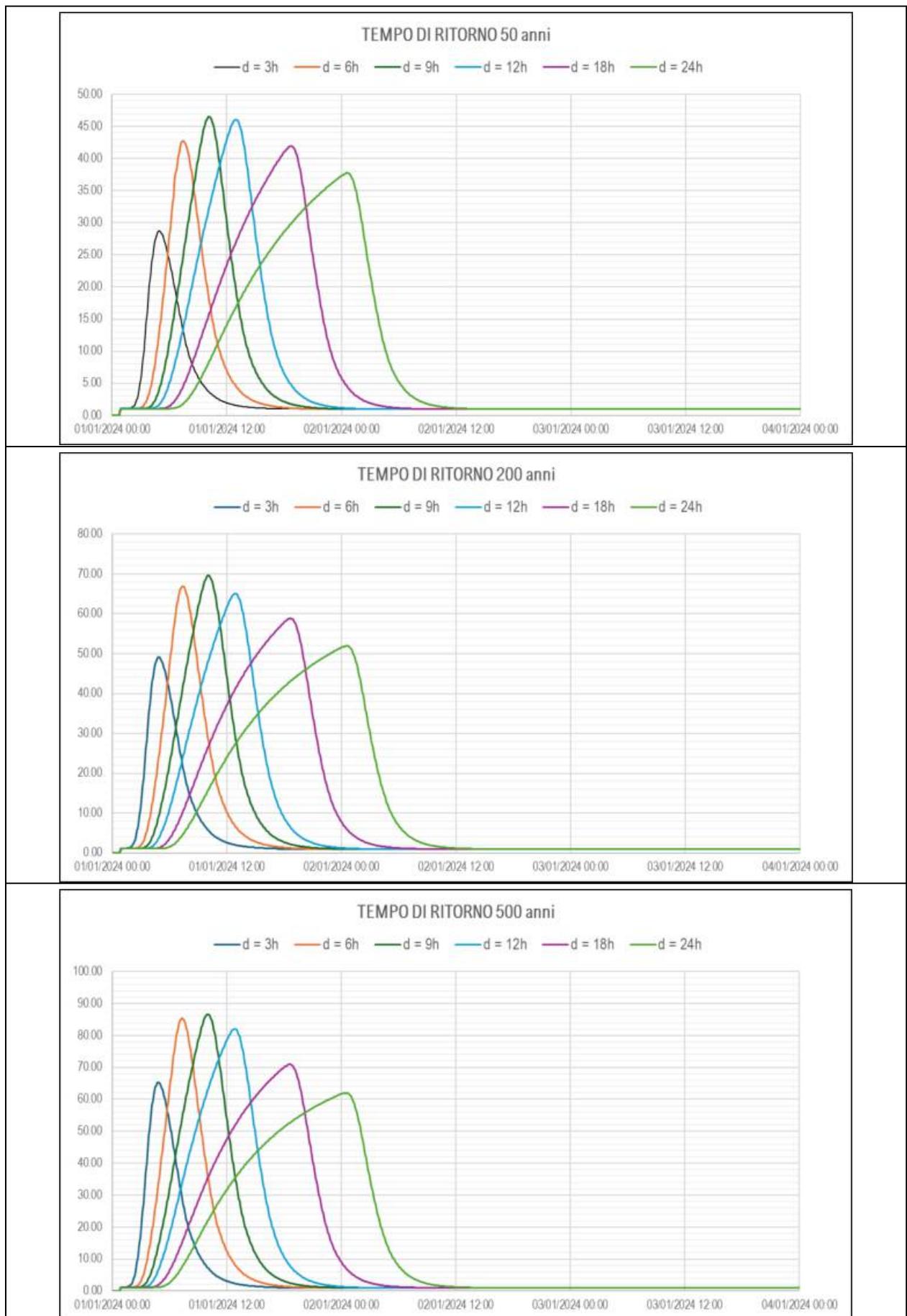


Fig. 16 Ghironda inizio tratto arginato (Via Emilia): idrogrammi di riferimento T50, T200 e T500 (Portate in m^3/s)

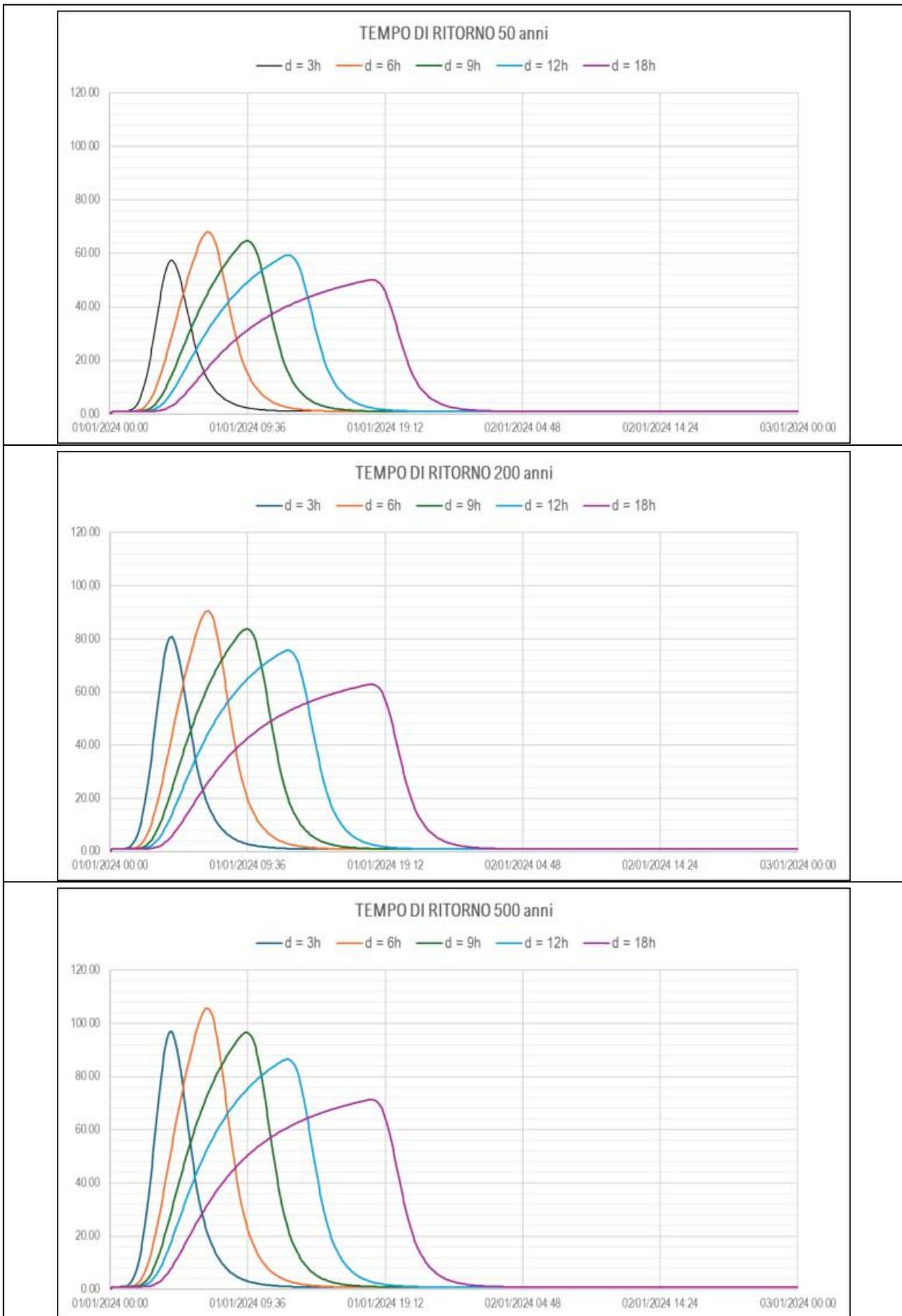


Fig. 17 Ghiaia Loc. Castelletto: idrogrammi di riferimento T50, T200 e T500 (Portate in m^3/s)

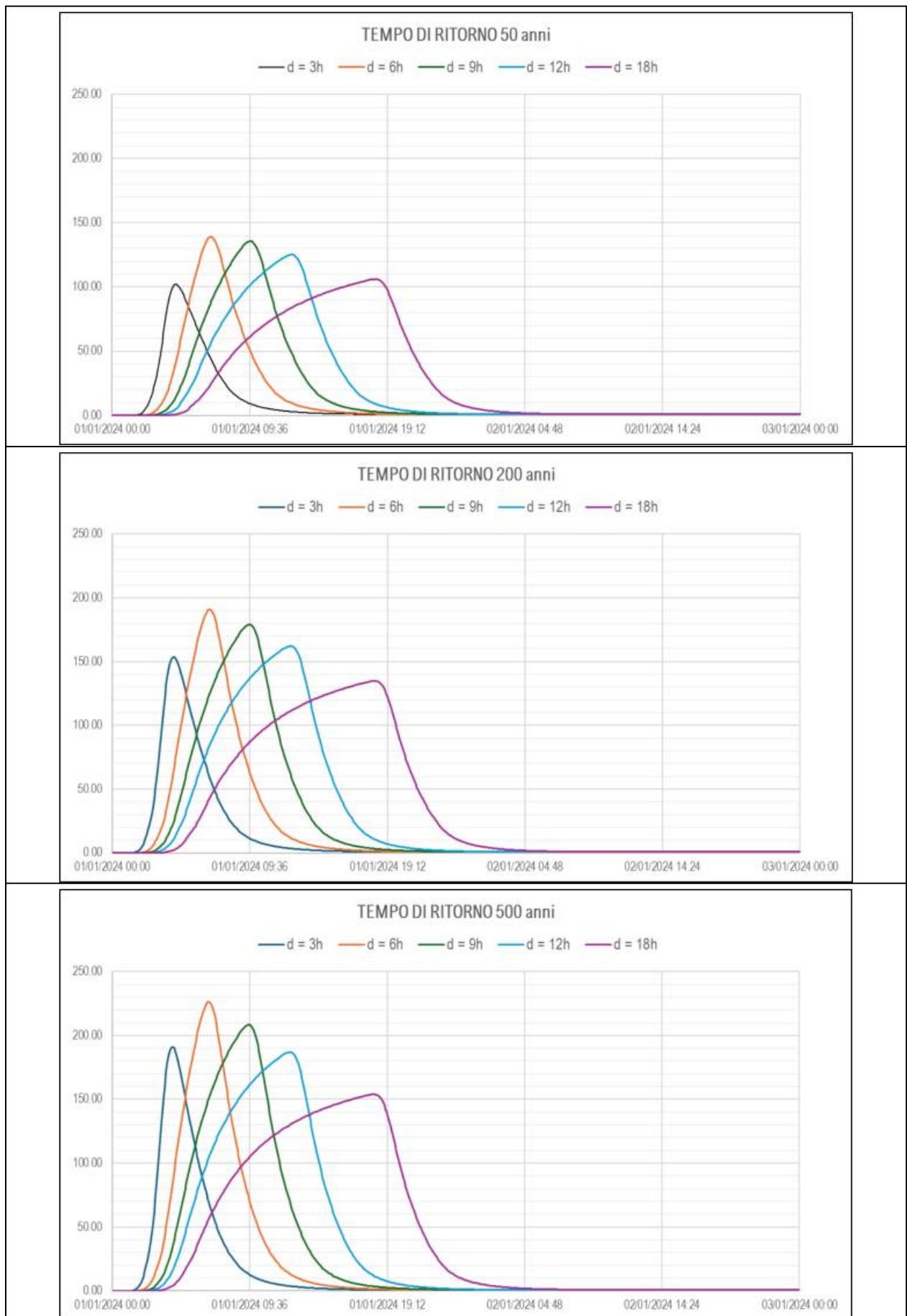
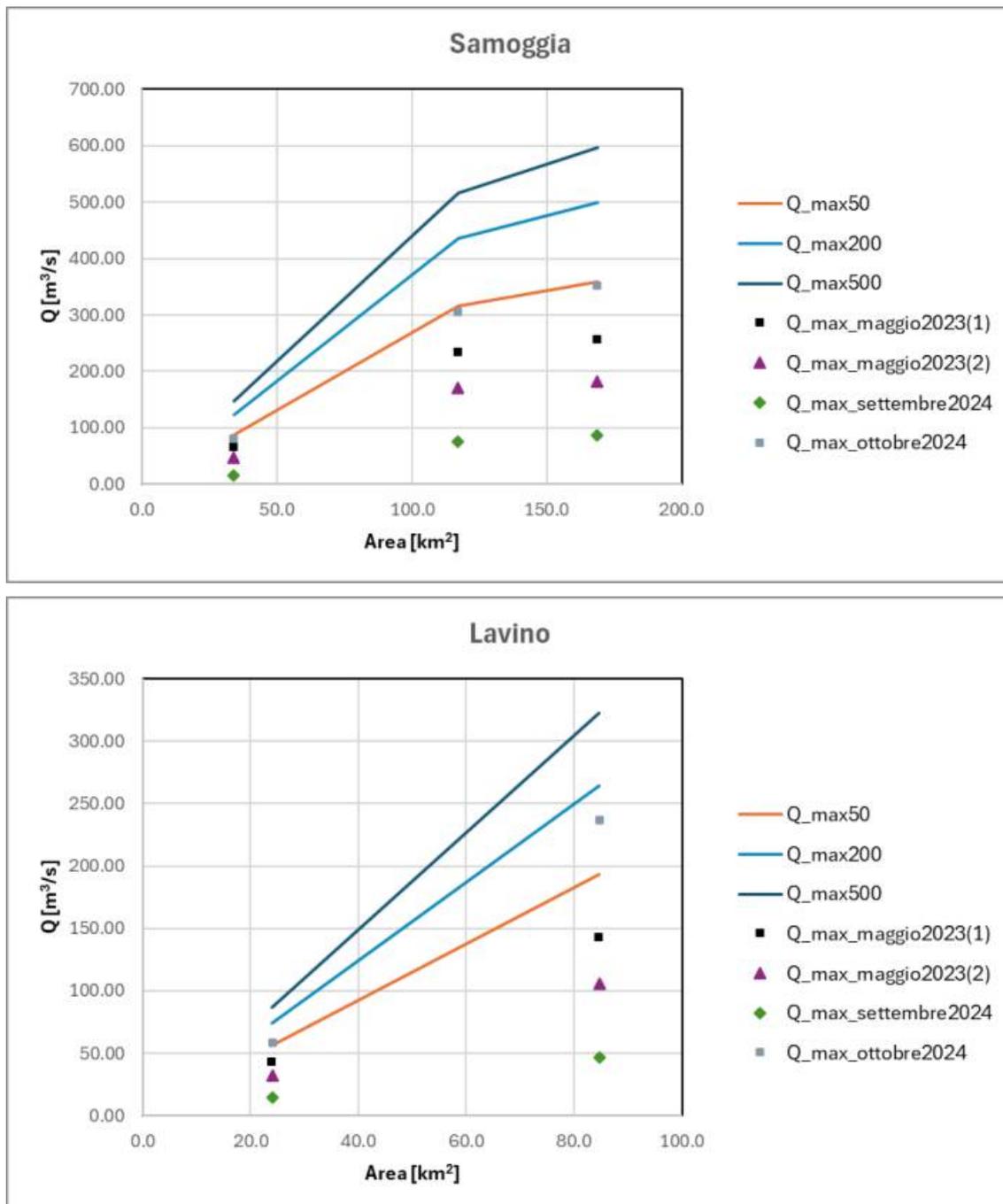


Fig. 18 Ghiaia confluenza Samoggia: idrogrammi di riferimento T50, T200 e T500 (Portate in m^3/s)

Nell'ambito dell'analisi idrologica, è stata inoltre eseguita la ricostruzione degli idrogrammi di piena potenziali degli eventi gravosi più recenti (2023-2024). Per quanto concerne la stima di quest'ultimi, a causa dell'assenza di valutazioni affidabili di portata agli idrometri, si è resa necessaria l'esecuzione di molte simulazioni idrauliche in moto vario volte al confronto tra i reali effetti al suolo verificatisi e quelli simulati usando come forzante gli idrogrammi stimati. Tale confronto, seppur nel quadro complessivo delle incertezze in cui si inserisce, è stato finalizzato alla valutazione della bontà delle stime idrologiche e ad una loro eventuale revisione qualora i risultati modellistici non fossero soddisfacenti.

Nelle figure seguenti (Fig. 19) è proposto il confronto, nelle diverse sezioni di chiusura dei bacini di Samoggia, Lavino e Ghironda tra le portate massime idrologiche ottenute per i 4 eventi simulati e le portate di riferimento calcolate per i diversi tempi di ritorno nelle medesime sezioni.



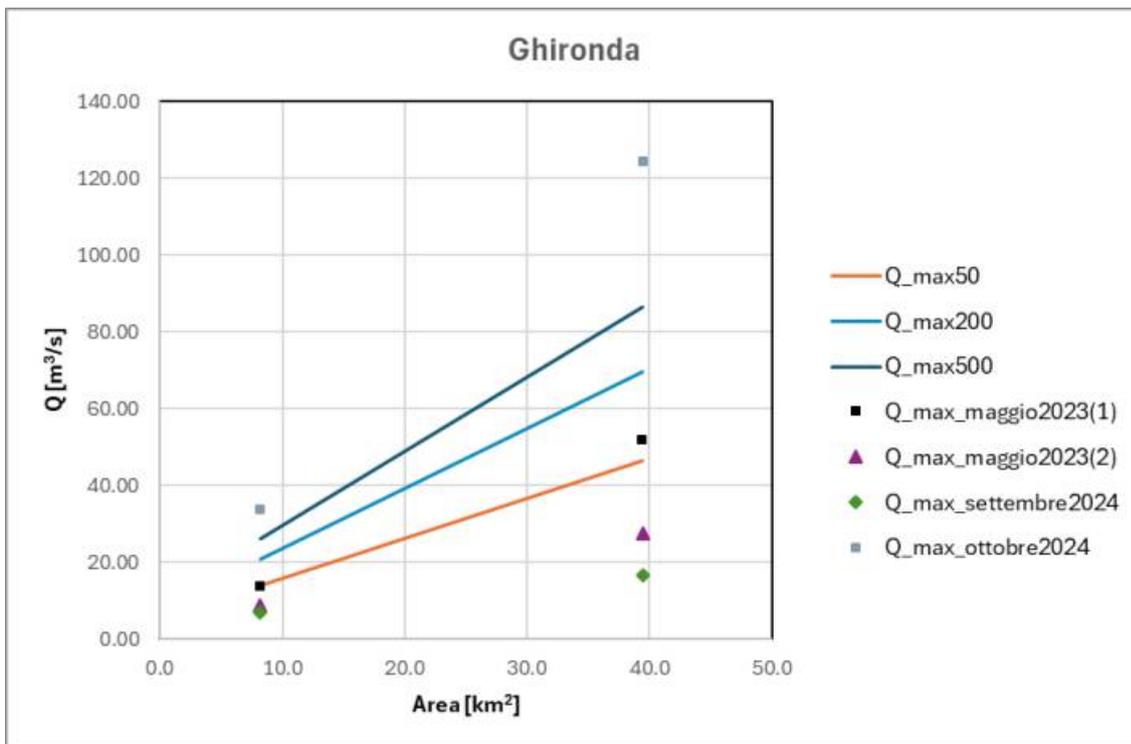


Fig. 19 Confronto tra portate al colmo idrologiche eventi reali e portate di riferimento per Samoggia, Lavino e Ghironda.

5 La geometria del modello 2D

Nell'implementazione dei modelli 2D si è prestata particolare cura e attenzione alla definizione delle caratteristiche plano-altimetriche. Per la parte di alveo al di sopra del livello idrico di magra sono stati utilizzati i modelli digitali del terreno (DTM Lidar) più recenti disponibili. In particolare, si è fatto riferimento:

- lungo le aste fluviali, al DTM Agenzia Regionale Protezione Civile e Difesa del Suolo (periodo marzo - giugno 2024, https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/wcs/dtm_apc_fiumi_2024), ove disponibile; per l'asta di monte del fiume Reno con i relativi affluenti (Setta, Samoggia, Ghironda, Lavino) il DTM più recente di riferimento è prevalentemente il 2023 (pre-evento);
- per le aree di pianura, al DTM Regione Emilia-Romagna 2023-2024 (https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/wcs/dtmrer2023_24);
- i limitati areali non interessati dai DTM citati sono stati coperti attraverso il DTM Piano Straordinario Telerilevamento Nazionale del Ministero dell'Ambiente (2008-2015).

Per la parte di alveo posta al di sotto del livello idrico di magra, non rilevabile attraverso il sistema Lidar, sono state utilizzate le sezioni topografiche rilevate tra maggio e luglio 2024 ed eventuali ulteriori sezioni d'alveo recenti disponibili. Attraverso tali dati è stato generato un modello digitale del terreno della porzione di alveo posta al di sotto del pelo libero. Tale attività è stata effettuata nei tratti in cui l'incidenza della porzione sommersa di alveo inciso (in condizioni di regime ordinario – alla data del rilievo) è risultata rilevante rispetto alla sezione di deflusso di piena, e dove il DTM risultava particolarmente “disturbato” da quote relative a elementi di vegetazione o a interpolazioni non corrette conseguenti all'attività di rimozione delle strutture di attraversamento.

Successivamente è stato prodotto un unico DTM ottenuto come unione dei due suddetti modelli digitali del terreno; nelle zone sovrapposte è stato considerato il DTM ricavato attraverso le sezioni batimetriche. In tal modo si è ottenuto un unico modello digitale del terreno, rappresentativo delle caratteristiche geometriche complete dell'alveo, senza la presenza di acqua. Per l'applicazione di tale procedura sono stati utilizzati appositi applicativi dei programmi di modellazione idraulica, GIS e CAD.

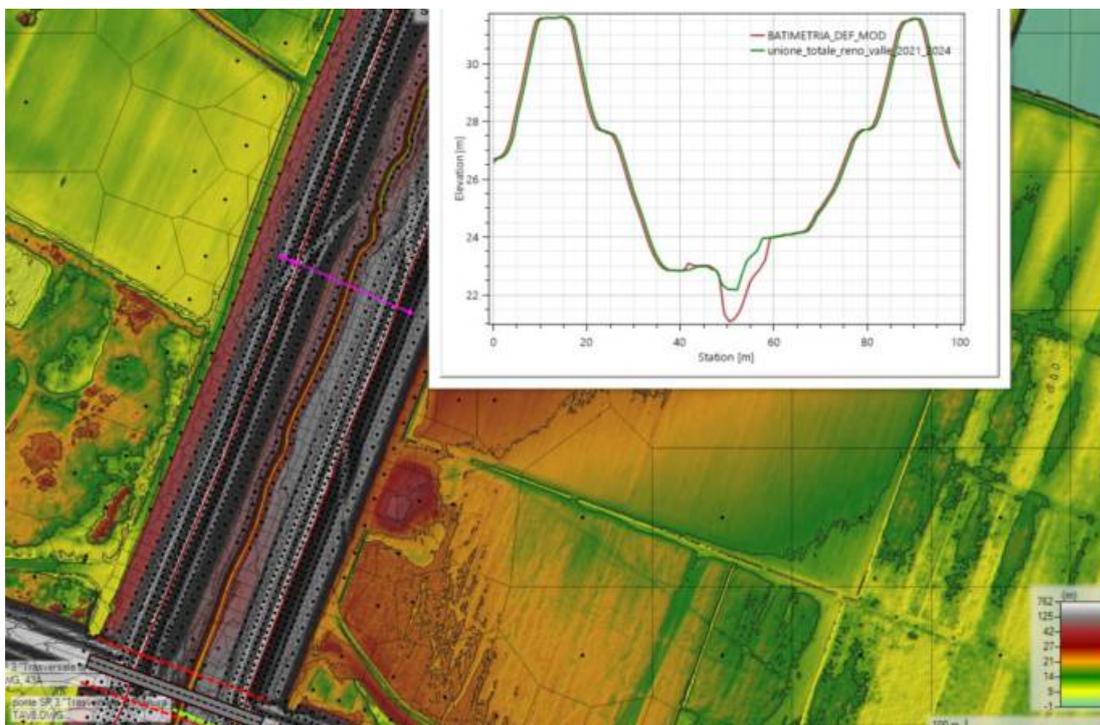


Fig. 20 – Batimetria modello 2D a confronto con DTM originale

Nei modelli numerici di dettaglio allestiti sono stati inseriti tutti i manufatti di attraversamento presenti e le opere idrauliche trasversali (traverse/briglie) interferenti con le dinamiche di piena (queste ultime talvolta già descritte dal DTM e quindi non introdotte come struttura). Le strutture interferenti con il corso d'acqua sono state implementate direttamente nella griglia di calcolo con l'apposita funzione modellistica SA/2D connection.

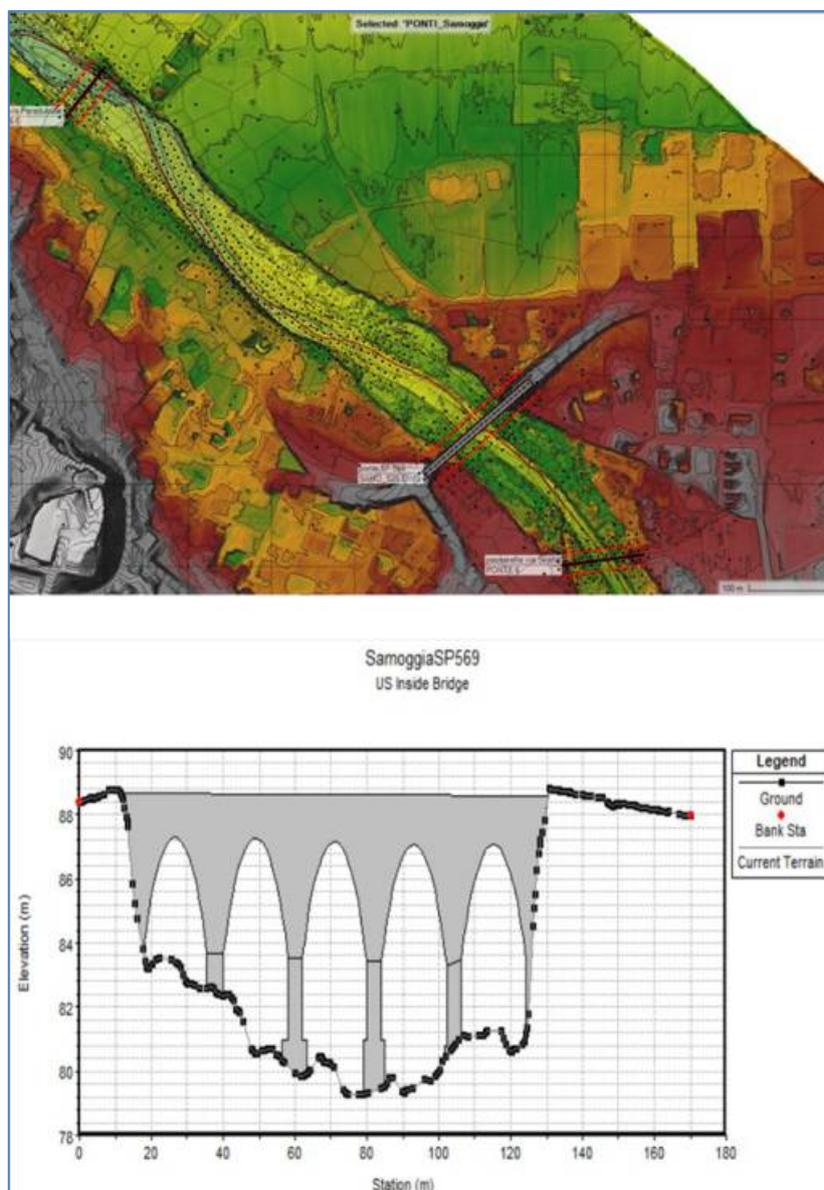


Fig. 21 Esempio di geometria di un attraversamento

Per l'implementazione dello schema bidimensionale, la descrizione geometrica utilizzata è a maglie di calcolo del tipo flexible mesh, adatte a discretizzare in maniera dettagliata le varie geometrie da ricostruire con particolare interesse per le arginature e le opere interferenti il deflusso della piena sia in alveo sia nelle aree di esondazione.

Il sistema fluviale Samoggia-Ghiaia-Lavino-Ghironda è stato incluso in un più ampio modello bidimensionale (modello principale) che descrive anche il tratto vallivo del Reno (a valle di confluenza Setta) e il sistema Navile – Savena Abbandonato, nell'ottica di poter rappresentare correttamente le mutue interazioni tra tali corsi d'acqua in piena e l'eventuale sovrapposizione delle esondazioni.

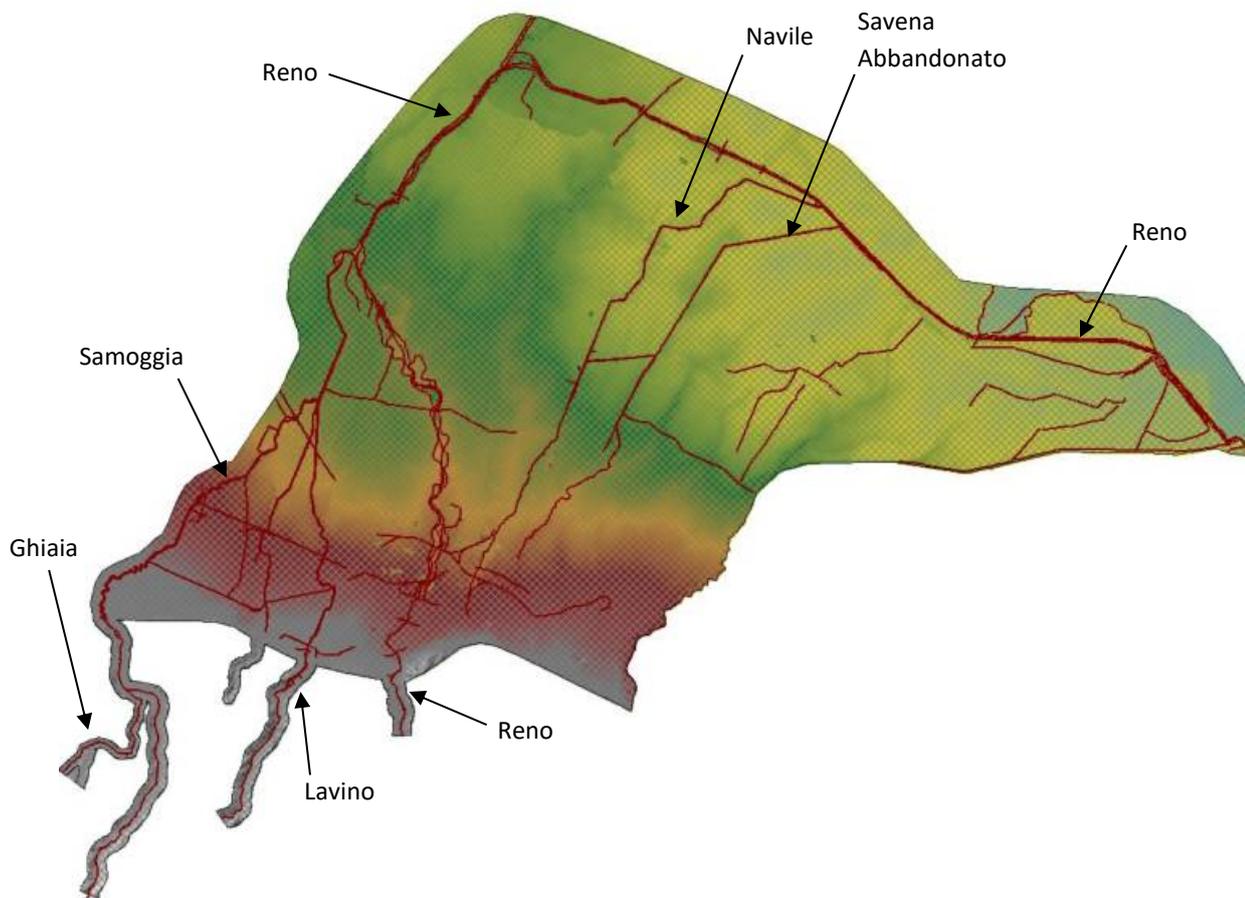


Fig. 22 Schema complessivo del modello principale 2D allestito (DTM, mesh, schema delle breaklines principali)

Il numero totale delle celle di calcolo adottate nel dominio 2D è di **1.149.866**. La schematizzazione 2D flexible mesh ha consentito di definire celle variabili sia in dimensione sia in forma. La dimensione della maglia principale è costituita da celle 50 m x 50 m; con l’inserimento delle breakline di dettaglio, il dominio di calcolo è passato a celle anche 5 m x 5 m o inferiori nei punti in cui si è discretizzato al massimo il dettaglio delle discontinuità morfologiche del terreno con particolare interesse alle zone in prossimità delle viabilità, arginature, rialzi morfologici e canali.

Le lunghezze dell’asse dei vari alvei rappresentati è di seguito elencata:

- Reno (da valle confluenza Setta a monte confluenza Idice): 130,1 km;
- Samoggia: 53,2 km;
- Ghiaia: 9,0 km;
- Ghironda: 13,8 km;
- Lavino: 27,1 km;
- Navile: 36,2 km;
- Savena Abbandonato: 32,3 km.

Complessivamente nelle aste sopra elencate sono state inserite **193** strutture di attraversamento (secondo le modalità sopra descritte).

Per poter descrivere le esondazioni nelle aree in sinistra del fiume Samoggia è stato allestito un ulteriore modello (modello sinistra Samoggia), che è stato tenuto separato dal modello principale in modo tale da non appesantire ulteriormente lo stesso e prolungare le tempistiche di simulazione.

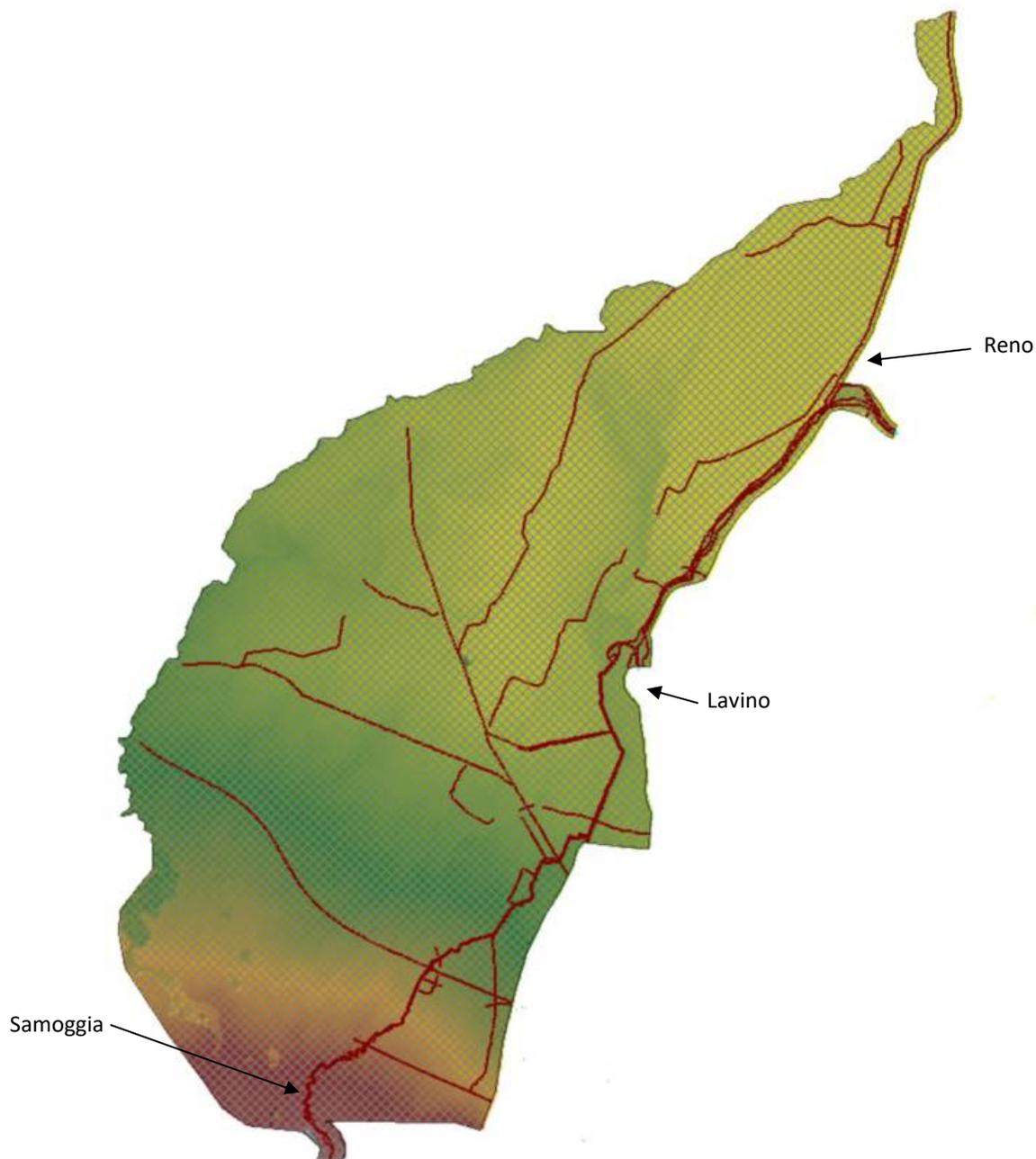


Fig. 23 Schema complessivo del modello sinistra Samoggia 2D allestito (DTM, mesh, schema delle breaklines principali)

Il numero totale delle celle di calcolo adottate nel dominio 2D è di **414.713**. La schematizzazione 2D flexible mesh ha consentito di definire celle variabili sia in dimensione sia in forma. La dimensione della maglia principale è costituita da celle 50 m x 50 m; con l'inserimento delle breakline di dettaglio, il dominio di calcolo è passato a celle anche 5 m x 5 m o inferiori nei punti in cui si è discretizzato al massimo il dettaglio delle discontinuità morfologiche del terreno con particolare interesse alle zone in prossimità delle viabilità, arginature, rialzi morfologici e canali.

Complessivamente nelle aste del Samoggia e del Reno sono state inserite **24** strutture di attraversamento (secondo le modalità sopra descritte).

6 Stima della capacità di portata nel tratto arginato

Una prima fase di lavoro è stata finalizzata a stimare la capacità di portata attuale, ancorché con franchi limitati, dei tratti arginati dei corsi d'acqua in studio, ovvero:

- Samoggia dal ponte ferroviario di Bazzano a confluenza Reno;
- Ghironda da Anzola dell'Emilia (Ponte FFSS) a confluenza Lavino;
- Lavino dal ponte di Zola Predosa a confluenza Samoggia.

Tale valore di portata rappresenta la portata limite attuale.

Le simulazioni sono state condotte generalmente nella configurazione ad argini insormontabili e a portata costante, tuttavia, poiché i corsi d'acqua in esame si influenzano mutuamente tra loro in ogni condizione di piena si sono valutate diverse combinazioni tali da non aggravare troppo il colmo di portata complessivo di valle. Tali combinazioni sono rappresentate dai quattro scenari (A, B, C, D) dettagliati nel capitolo seguente.

Nelle simulazioni in moto vario finalizzate alla definizione dell'assetto di pericolosità attuale, tali effetti possono portare a riscontrare variazioni nella portata effettivamente smaltibile dai tratti in esame.

Si evidenzia che, in generale, le portate compatibili valutate con un'analisi in moto permanente tendono a essere maggiormente cautelative rispetto ad un'analisi in moto vario

6.1 Condizioni al contorno

6.1.1 Portate

I valori di portata di riferimento per il Ghironda, il Lavino e il Samoggia sono stati inizialmente definiti a partire dalle portate con tempo di ritorno 50 anni individuate nell'analisi idrologica; sono state simulate diverse portate incrementando e decrementando Q_{50} di un valore stimato a partire dal 30% della differenza tra i colmi Q_{200} - Q_{50} , ricercando la massima portata compatibile per i diversi tratti risultati critici.

Come già indicato, data la mutua influenza tra i corsi d'acqua in esame in ogni condizione di piena, l'analisi è stata condotta rappresentandoli contemporaneamente con il modello completo, adottando lo schema di input delle portate in moto permanente di Tab. 4.

Tab. 5 Portate in moto permanente per Samoggia, Lavino, Ghironda

Q (m ³ /s)	Scenario A	Scenario B	Scenario C	Scenario D
Samoggia	310	210	160	120
Lavino	170	110	150	45
Ghironda	35	15	25	10
Reno	50	50	50	50
TOT a confluenza Reno	565	385	385	225

Nell'alveo del Reno è stata supposta presente in tutti gli scenari una portata molto modesta, pari a 50 m³/s, per non introdurre un ulteriore elemento di influenza sull'idrodinamica di monte, influenza che purtuttavia nella realtà non è infrequente. I risultati ottenuti prescindono pertanto da fenomeni di rigurgito di Reno. Nelle simulazioni finalizzate alla definizione dell'assetto di pericolosità attuale questi ultimi sono invece considerati e possono portare a riscontrare una minore portata smaltibile dai tratti in esame.

La somma delle portate a confluenza negli scenari di analisi in moto permanente è tale da risultare pienamente compatibile con la capacità di deflusso dell'alveo del Reno anche nella condizione più gravosa (scenario A); gli scenari B e C, di media gravosità, sono stati impostati in modo da verificare la stessa condizione di valle per migliore confrontabilità, mentre il D, meno gravoso, è di riscontro per la portata compatibile in alcuni tratti di particolare criticità.

6.1.2. Condizioni al contorno di valle

Essendo stato utilizzato il modello completo per la verifica in moto permanente, la condizione al contorno di valle è assegnata molto distante dai tratti di interesse, in modo da verificare la non influenza sui risultati ottenuti; essa è imposta come livello di moto uniforme sul Reno a termine modello.

6.2 Scabrezze

Il set di portate così definito è stato simulato facendo riferimento alla scabrezza definita in funzione dalla perimetrazione di dettaglio dell'uso del suolo. In tale scenario le scabrezze associate alle diverse condizioni morfologiche della sezione di deflusso, alla presenza di vegetazione e allo stato di manutenzione sono state definite in funzione dei valori di riferimento di Gauckler-Strickler (da letteratura, in particolare *Open-channel hydraulics*, *Ven Te Chow*) riportati nella tabella seguente.

Tab. 6 Uso suolo – coefficienti di scabrezza associati (Gauckler-Strickler)

Uso suolo	Scabrezza ($m^{1/3}/s$)
Strade/Ferrovie/Aeroporti	50,0
Alvei di fiumi con vegetazione scarsa/bacini/Canali	28,6
Prati stabili/Parchi	25,0
Rocce nude/Calanchi	25,0
Alvei di fiumi con vegetazione abbondante/Zone Umide salmastre	20,0
Seminativi semplici	20,0
Sistemi colturali complessi	17,2
Vigneti / Frutteti / oliveti	16,7
Strutture residenziali isolate / Ville	11,1
Cespuglieti e arbusteti	9,6
Insedimenti produttivi o commerciali / Tessuto residenziale rado / Impianti	8,7
Boschi	4,5
Tessuto residenziale urbano/ Tessuto residenziale compatto e denso	4,3

Sono stati inoltre simulati due ulteriori scenari di scabrezza:

- scabrezza omogenea su intera sezione trasversale assunta pari a $25 m^{1/3}/s$ (Gauckler-Strickler);
- scabrezza omogenea su intera sezione trasversale assunta pari a $35 m^{1/3}/s$ (Gauckler-Strickler).

6.3 Simulazioni e risultati ottenuti

I livelli idrici restituiti dalle simulazioni 2D sono stati estratti, per ogni portata e per ogni scenario di scabrezza, con passo 100 m lungo le arginature sia in sinistra che in destra, permettendo poi la definizione del relativo franco idraulico rispetto alla quota locale di sommità arginale così come risultante dal DTM.

Tab. 7 Classi di valutazione del franco idraulico sulle arginature

FR < 0 cm	0 cm < FR < 30 cm	30 cm < FR < 50 cm	50 cm < FR < 100 cm	FR > 100 cm
-----------	-------------------	--------------------	---------------------	-------------

Anche in corrispondenza degli attraversamenti sono stati estratti i livelli a monte e a valle del ponte permettendo di stimare, in prima approssimazione, l'interferenza con il deflusso dell'opera e il relativo franco idraulico (calcolato rispetto agli appoggi). Per ogni opera ad arco è riportata anche la quota di

intradosso in chiave che permette una prima valutazione sull'effettiva adeguatezza della quota dell'impalcato rispetto ai massimi livelli di piena.

Tab. 8 Classi di valutazione del franco idraulico sui ponti

FR < 0 cm	0 cm < FR < 30 cm	30 cm < FR < 50 cm	50 cm < FR < 100 cm	100 cm < FR < 150 cm	FR > 150 cm
-----------	-------------------	--------------------	---------------------	----------------------	-------------

L'analisi proposta permette di stimare la portata compatibile per tratti del sistema arginale; tali tratti sono stati individuati come di comportamento omogeneo in relazione ai franchi di sicurezza per le portate defluenti e sono identificati tra elementi riconoscibili del territorio (idrometri, attraversamenti, centri abitati, manufatti idraulici).

La portata è valutata compatibile allorché il franco sia superiore o prossimo a 50 cm.

L'analisi di sensitività eseguita sulle scabrezze ha confermato come in alvei arginati a sezione regolare sia rilevante l'incidenza di tale parametro tanto più la larghezza a piene rive dell'alveo sia modesta. In generale, minore è la scabrezza e maggiore è la portata compatibile.

Di seguito si riporta la tabella di sintesi dei risultati ottenuti in termini di portate compatibili per tratti omogenei considerando la scabrezza definita in funzione dell'uso del suolo, in quanto più cautelativa e rappresentativa dell'assetto attuale. I valori puntuali dei franchi idraulici relativi a tutti gli scenari di scabrezza considerati sono stati condivisi con l'autorità idraulica competente (Agenzia per la sicurezza territoriale e la protezione civile della Regione Emilia-Romagna) e con la Regione Emilia-Romagna.

Tab. 9 Portata compatibile fiume Samoggia – scenario scabrezza da uso del suolo

ID	Tratto	Q compatibile (m ³ /s)
1	Da ponte ferroviario di Bazzano a Casale Fabbriera	120
2	Da Casale Fabbriera a ponte A1	310
3	Da Ponte A1 a Calcara	210
4	Da Calcara a Ponte ferroviario (loc. Ponte Samoggia)	120
5	Da ponte ferroviario a cassa in loc. Le Budrie	160
6	Da cassa in loc. Le Budrie a confluenza Lavino	310
7	Da confluenza Lavino a confluenza Reno	515

Tab. 10 Portata compatibile fiume Ghironda – scenario scabrezza da uso del suolo

ID	Tratto	Q compatibile (m ³ /s)
1	Da Anzola dell'Emilia (Ponte FFSS) a 700 m a monte del ponte della S.S.568	25
2	Da 700 m a monte del ponte della S.S.568 a ponte ferroviario MI-BO	10
3	Da ponte ferroviario a confluenza Lavino	25

Tab. 11 Portata compatibile fiume Lavino – scenario scabrezza da uso del suolo

ID	Tratto	Q compatibile (m³/s)
1	Da Zola Predosa fino al ponte della A14	170
2	Da Ponte A14 a loc. Lavino di Mezzo	110
3	Da loc. Lavino di Mezzo a S.S.568	110
4	Da S.S.568 a ponte ferroviario BO-VR	45
5	Da ponte ferroviario BO-VR a confl. Samoggia	110

7 Condizioni di pericolosità idraulica dello stato attuale

Le analisi in moto vario descritte nel presente documento hanno interessato il sistema fluviale Ghiaia - Samoggia – Lavino – Ghironda. Il torrente Samoggia è stato studiato dalla confluenza con il Rio Maledetto (Valsamoggia) a confluenza Reno, per circa 53 km; l’affluente torrente Ghiaia di Serravalle dal ponte della S.P.70 “di Serravalle” fino a confluenza Samoggia (circa 9 km); il torrente Lavino da monte di S.Giovanni a confluenza Samoggia (circa 27 km), mentre il torrente Ghironda da Ponte Ronca a confluenza Lavino (circa 14 km).

Il modello numerico 2D allestito è stato utilizzato nella configurazione ad argini sormontabili ma non erodibili.

Come già descritto, il modello della piana bolognese allestito comprende sia gli alvei del Samoggia e degli affluenti sopra descritti, sia quelli del Reno e degli affluenti Navile - Savena Abbandonato; le simulazioni in moto vario sono state condotte per tutti gli scenari simulando contestualmente eventi di pari tempo di ritorno e durata su tutti i corsi d’acqua, in modo da tenere adeguatamente conto delle mutue influenze. Nel presente documento sono descritti i risultati per i soli corsi d’acqua sopra citati, rimandando alle omologhe monografie per i rimanenti.

Data l’ampia estensione delle aree di possibile propagazione delle esondazioni in sinistra Samoggia, si è fatto ricorso a un ulteriore modello. Per questo modello le condizioni al contorno sono derivate dai risultati della simulazione svolta sul modello principale, considerando lo scenario risultato maggiormente critico.

7.1 Condizioni al contorno modello principale

7.1.1. Portate

Le simulazioni sono state condotte a partire dagli eventi di piena di riferimento per tempi di ritorno 50, 200 e 500 anni definiti nell’analisi idrologica.

Per ogni tempo di ritorno sono stati simulati eventi associati a durate di pioggia di 3, 6, 9, 12, 18 e 24 ore.

Gli input di portata sono forniti come di seguito descritto.

- In ingresso nella sezione di monte del Reno è stato inserito l’idrogramma di portata in uscita dal modello 2D che rappresenta il tratto di monte (Alto Reno e Setta) per tutti gli scenari considerati.
- Per gli altri corsi d’acqua è invece stato inserito in input nella sezione di monte di ciascun tratto il contributo concentrato dei bacini di testata derivante dall’analisi idrologica (a Ponte Ronca per il Ghironda, a località Goccia per il Samoggia, a Monte San Giovanni per il Lavino, a località Sant’Apollinare per il Ghiaia di Serravalle, a Bologna per il Navile e il Savena Abbandonato). I contributi relativi ai sottobacini successivi di valle sono stati inseriti come apporto distribuito.

7.1.2. Condizioni di valle

Le sezioni d’alveo di outlet del modello sono due, all’estremità dei tratti modellati di Reno e del Cavo Napoleonico. Per entrambi è stata adottata una scala di deflusso di moto uniforme nella sezione terminale, che per il Cavo equivale a ipotizzare assenza di limitazioni allo scarico (ovvero non concomitanza di una piena di Po).

7.2 Condizioni al contorno modello di sinistra Samoggia

7.2.1. Portate

Le simulazioni sono state condotte a partire dagli eventi di piena di riferimento per tempi di ritorno 50, 200 e 500 anni definiti nell’analisi idrologica.

È stato simulato l'evento associato alla durata di pioggia di 6 ore.

Gli input di portata sono forniti come di seguito descritto.

- In ingresso nella sezione di monte del Reno, del Samoggia e del Lavino sono stati inseriti gli idrogrammi di portata risultanti dal modello 2D principale per quelle specifiche sezioni.
- Il contributo proprio relativo al sottobacino successivo di valle è stato inserito rispettando lo stesso schema del modello idrologico-idraulico già definito per il modello principale.

7.2.2. Condizioni di valle

La sezione d'alveo di outlet del modello è rappresentata dall'estremità del tratto modellato di Reno. Per essa è stata adottata una scala di deflusso di moto uniforme nella sezione terminale.

7.3 Scabrezze

I valori di scabrezza utilizzati sono stati definiti a partire dalla perimetrazione di dettaglio dell'uso del suolo.

Alle diverse forme di uso del suolo, sono state associate le scabrezze riassunte nella Tab. 6 desunte da letteratura.

7.4 Simulazioni e risultati ottenuti

I modelli numerici 2D allestiti sono stati utilizzati per definire le condizioni di pericolosità attuali rispetto ad eventi a gravosità crescente (tempo di ritorno associato pari a 50, 200 e 500 anni).

Preliminarmente a tali simulazioni è stata indagata la possibilità di calibrare il modello allestito rispetto agli eventi reali recenti (settembre e ottobre 2024, data la minore significatività degli eventi del 2023 sul bacino del Reno).

Per tali eventi, assai gravosi nel loro complesso, non sono disponibili idrogrammi di portata misurati ma solo alcune stime puntuali approssimate di valori di portata al colmo. Questa condizione limita di fatto una taratura diretta del modello. Poiché risultano comunque disponibili gli andamenti misurati dei livelli, si è proceduto ricostruendo, con il modello idrologico allestito per l'attività 1.6, gli idrogrammi di portata stimati per gli eventi di cui sopra sulla base delle precipitazioni misurate presso i pluviometri disponibili della rete ARPAE. Tale procedura inserisce nell'analisi l'ulteriore componente di incertezza legata alle approssimazioni del modello idrologico e particolarmente della validità spaziale del dato puntuale di precipitazione intensa misurato al pluviometro.

Pur con tutti i limiti intrinseci nell'approccio proposto, gli idrogrammi così ricostruiti sono stati applicati ai modelli numerici idrodinamici allestiti, verificando presso i principali idrometri la coerenza con i livelli idrici misurati e restituiti dal modello, nell'ottica di poter eventualmente calibrare il parametro di scabrezza per ottenere un migliore riscontro. I risultati ottenuti mostrano una discreta coerenza negli idrogrammi di livello; gli scostamenti osservati sui colmi appaiono compatibili con il grado di incertezza sopra descritto, dipendente da più fattori.

In tali condizioni, si è optato per un approccio cautelativo sulla scabrezza che prevede di mantenere la perimetrazione di dettaglio delle forme di uso del suolo, alle quali sono stati associati i valori di scabrezza da letteratura riportati in Tab. 6.

Nel seguito si forniscono, per il sistema idrografico in esame di Samoggia e affluenti, i risultati relativi all'evento di settembre 2024, caratterizzato da maggiore completezza dei dati di confronto.

Gli eventi simulati di assegnato tempo di ritorno sono stati confrontati, in termini di aree allagabili, con gli strumenti di pianificazione e le evidenze degli eventi recenti disponibili; in particolare si è fatto riferimento a:

- evento T50: perimetrazione P3 PGRA 2021 che riprende le *Aree ad alta probabilità di inondazione* (art.16 PAI preesistente), aree inondabili per eventi con tempi di ritorno inferiori od uguali a 50 anni;
- evento T200: perimetrazione P2 PGRA 2021;
- evento T500: perimetrazione P1 PGRA 2021.

Nel seguito sono sinteticamente illustrate le evidenze delle analisi eseguite relativamente agli eventi reali (settembre e ottobre 2024) e ai tre tempi di ritorno indagati. Si osservi che le restituzioni delle aree inondabili, in termini di tiranti, velocità e quote idriche, rappresentano, per tempo di ritorno, sempre l'inviluppo dei massimi valori ottenuti dalle simulazioni eseguite per eventi di piena definiti dalle diverse durate di pioggia ipotizzate (3, 6, 9, 12, 18 e 24 ore).

7.4.1. Torrente Samoggia

7.4.1.1 Eventi 2024

Di seguito sono descritti i risultati ottenuti dalle simulazioni degli eventi di settembre e ottobre 2024. Dove possibile, i risultati sono stati confrontati con le segnalazioni di allagamento occorse durante gli eventi reali e i dati di livello in alveo misurati agli idrometri.

Nelle immagini da Fig. 24 a Fig. 28 sono rappresentati i massimi tiranti idrici risultanti dalla simulazione dell'evento di settembre 2024. Le dinamiche di deflusso, caratterizzate da esondazioni assai limitate, sono risultate generalmente coerenti con quelle osservate nel corso dell'evento reale.

Vengono riportate nel seguito solamente le zone di maggior interesse.

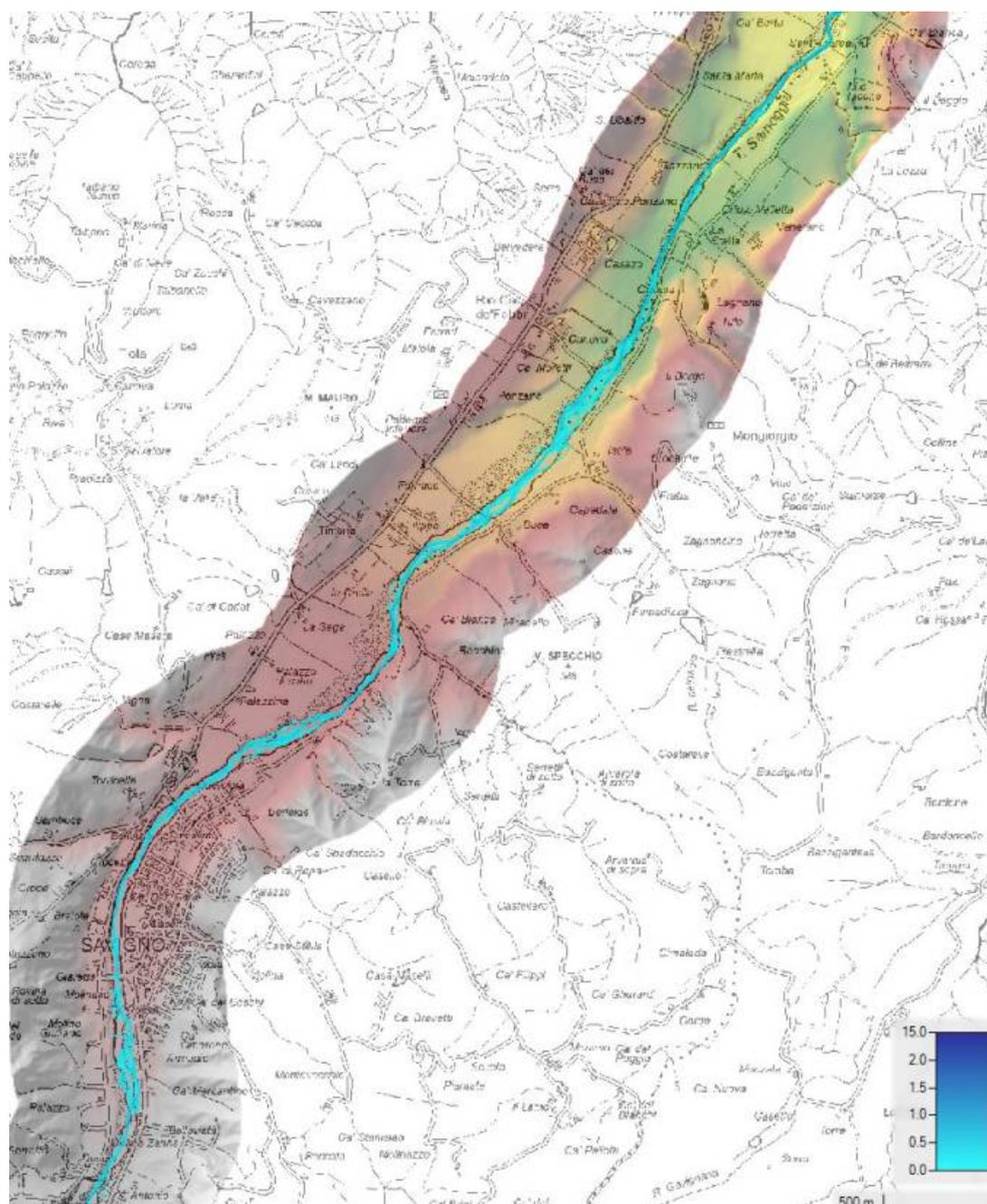


Fig. 24 Evento settembre 2024 – Torrente Samoggia: massimi tiranti a Savigno.

L'area urbana di Monteveglio (Fig. 25), soggetta a ripetuti allagamenti nel corso degli eventi accorsi, si conferma anche nella simulazione dell'evento un'esondazione in sinistra al torrente Ghiaia di Serravalle, con limitata propagazione.

La cassa in località Le Budrie risulta essersi attivata, pur con apporti di portata non sufficienti a riempirla.

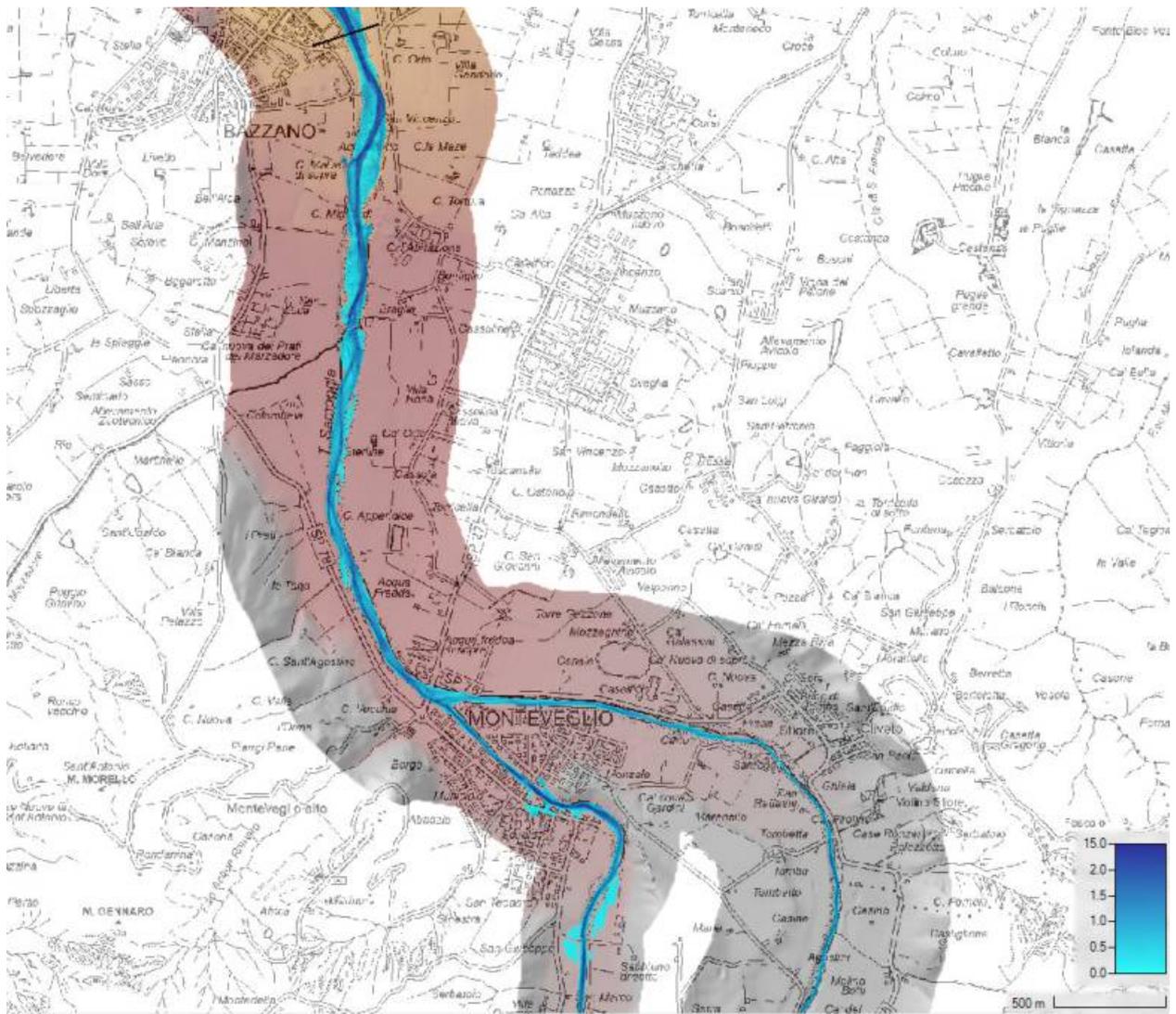


Fig. 25 Evento settembre 2024 – Torrente Samoggia: massimi tiranti alla confluenza del Ghiaccia di Serravalle.

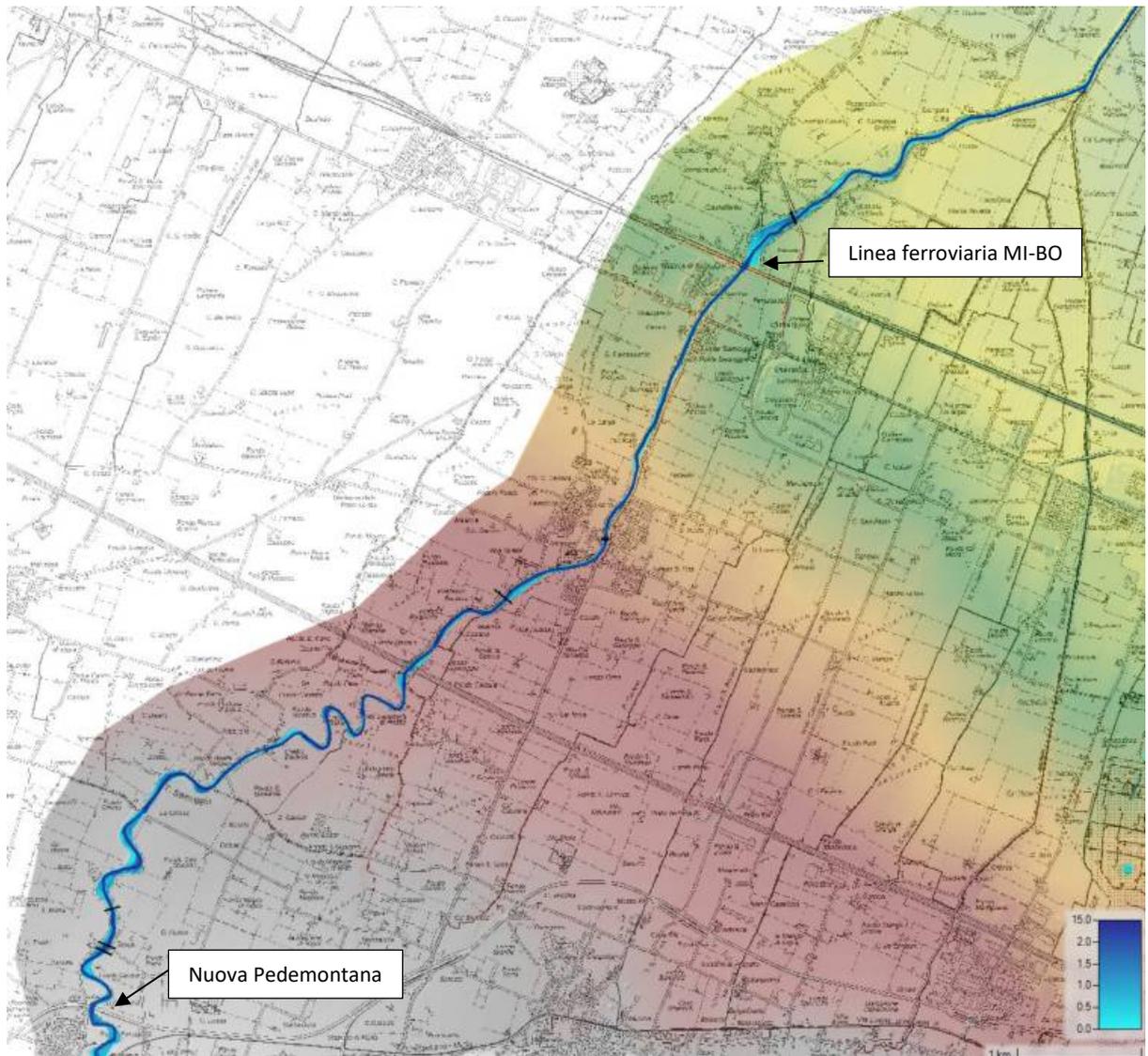


Fig. 26 Evento settembre 2024 – Torrente Samoggia: massimi tiranti nel tratto che va dalla Nuova Pedemontana alla linea ferroviaria MI-BO.

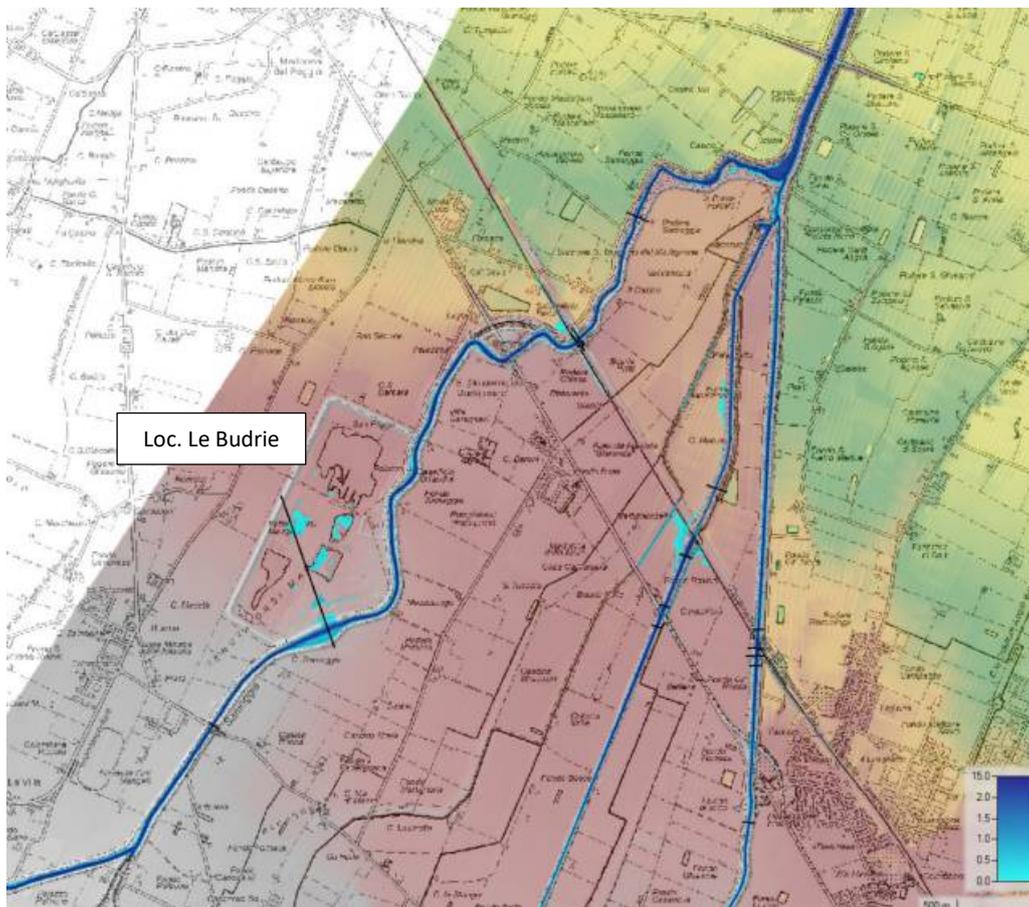


Fig. 27 Evento settembre 2024 – Torrenti Samoggia, Lavino e Ghironda: massimi tiranti nella zona di confluenza.

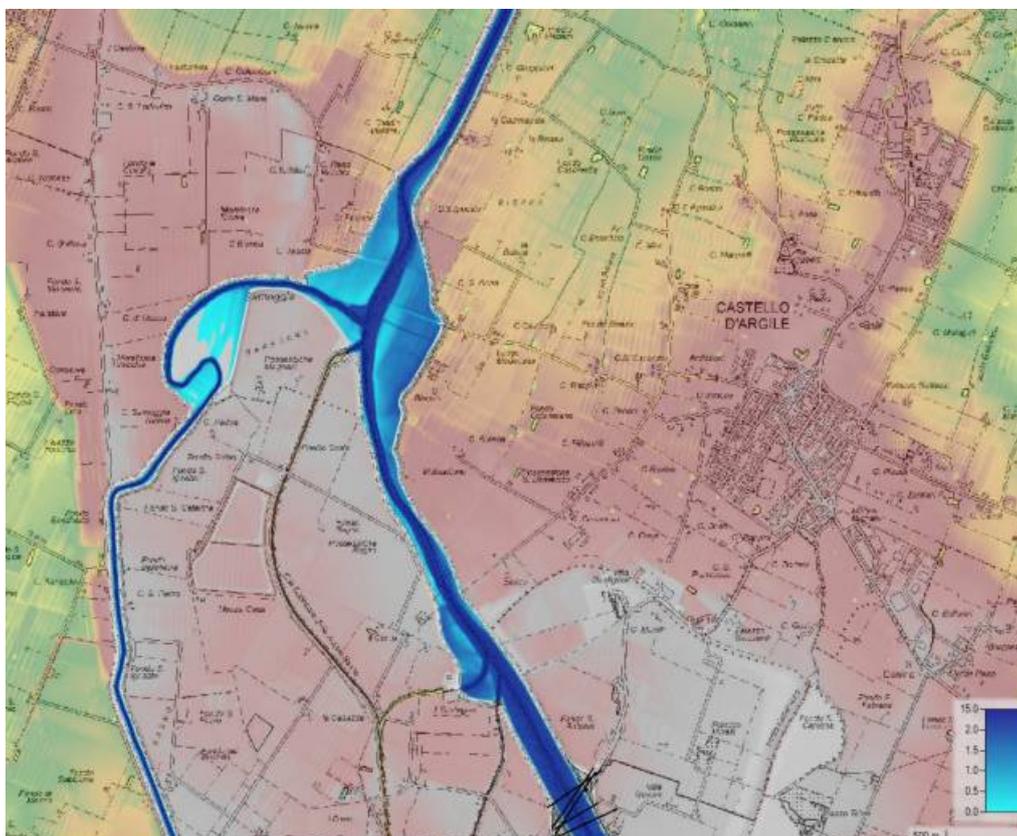


Fig. 28 Evento settembre 2024 – Torrente Samoggia: massimi tiranti alla confluenza in Reno.

In Fig. 29 è rappresentato un confronto tra gli idrogrammi di portata del Samoggia ottenuti a valle della confluenza del torrente Lavino (sezione idrometrica di Calcara) per il modello idrologico e idraulico; gli andamenti sono analoghi, ed il colmo di portata varia di circa $10 \text{ m}^3/\text{s}$ (circa 10%).

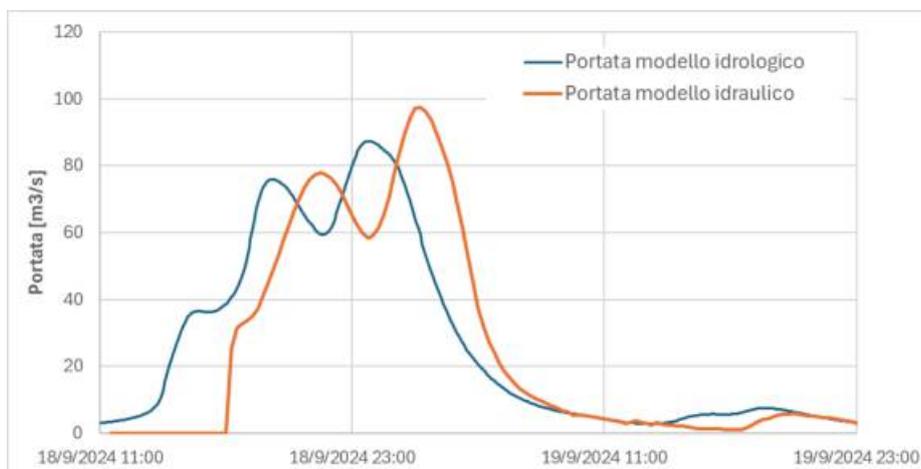


Fig. 29 Confronto tra gli idrogrammi di portata per l'evento di settembre 2024 a Calcara.

In Fig. 30 e Fig. 31 sono riportati gli andamenti dei livelli in alveo misurati dalle stazioni idrometriche di Calcara e Forcelli sul torrente Samoggia, a confronto con i valori simulati per l'evento di **settembre 2024**. A Calcara, a monte del Lavino, si rileva una leggera sovrastima dei livelli simulati rispetto all'osservato (di circa 0,50 m). Il contrario si riscontra invece a Forcelli, ovvero a valle del Lavino, dove si osserva una sottostima dei livelli.

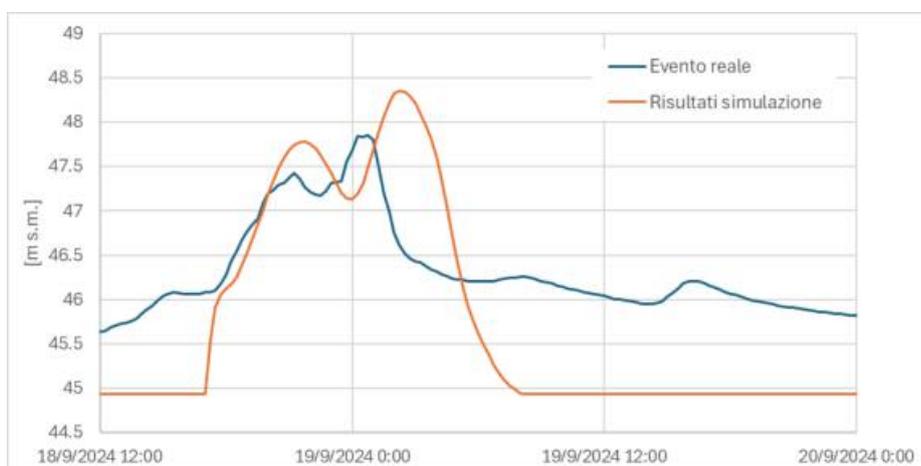


Fig. 30 Stazione idrometrica Calcara: Andamenti dei livelli in alveo in m s.m. misurati nella stazione (blu) e ottenuti dalla simulazione (rosso) per l'evento di settembre 2024.

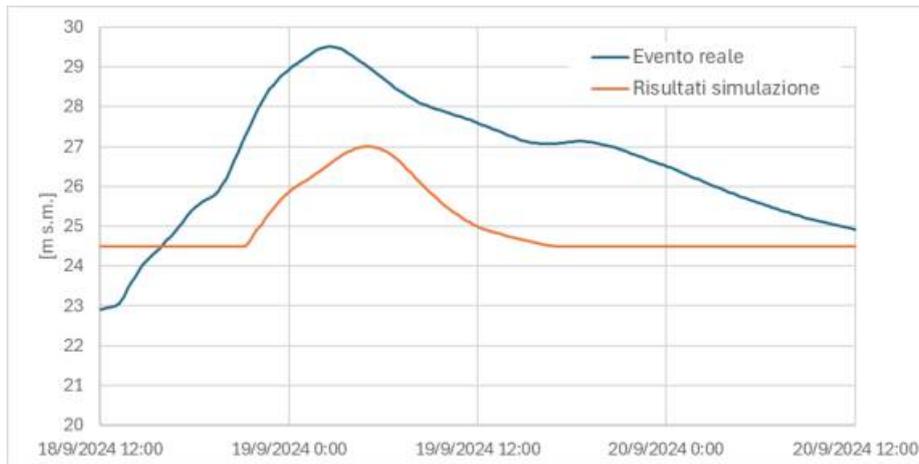


Fig. 31 Stazione idrometrica Forcelli: Andamenti dei livelli in alveo in m s.m. misurati nella stazione (blu) e ottenuti dalla simulazione (rosso) per l’evento di settembre 2024.

Nelle immagini da Fig. 32 a Fig. 34 sono rappresentati i massimi tiranti idrici risultanti dalla simulazione dell’evento di **ottobre 2024**; vengono riportate nel seguito solamente le zone di maggior interesse.

A partire dall’abitato di Bazzano le dinamiche di deflusso sono caratterizzate da esondazioni molto più estese rispetto all’evento di settembre. Nel centro città, infatti, si ha un’esondazione che a partire dai tratti di alveo a monte degli argini si propaga in destra idrografica nell’abitato fino a raggiungere la strada della Nuova Pedemontana e, poi, attraverso i sottopassi, anche in aree coltivate al di là di essa (Fig. 32).

Ulteriori sormonti si osservano nei primi 2 km a valle della strada Nuova Pedemontana su entrambe le sponde di un massimo di circa 0,50 m e poi su sponda sinistra sia a monte di Calcara di circa 0,50 m che a monte del ponte di via castelletto di circa 0,10 m. Questi sormonti contribuiscono ad allagare un’area perlopiù coltiva, coerentemente con le segnalazioni occorse durante l’evento reale.

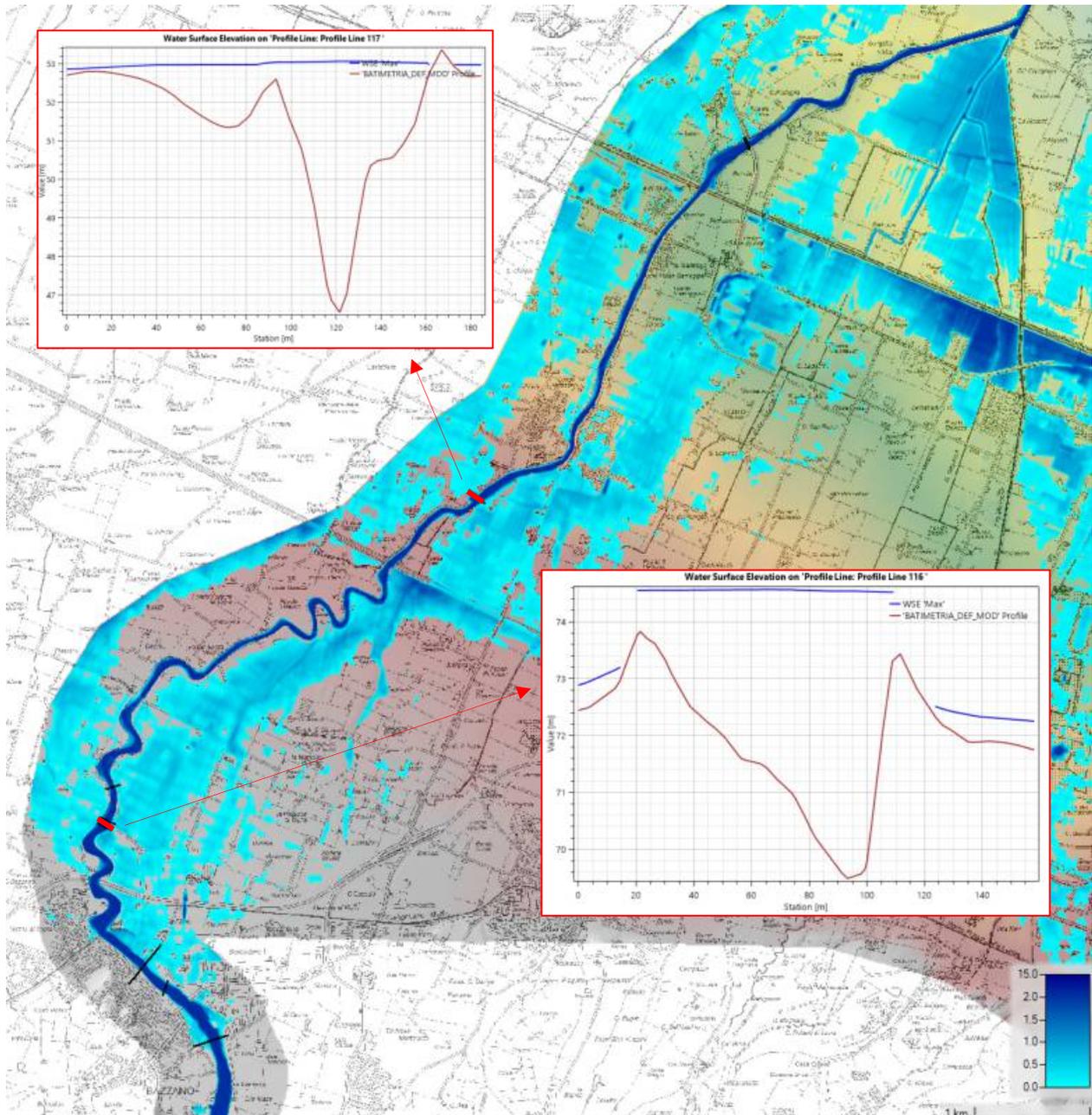


Fig. 32 Evento ottobre 2024 – Torrente Samoggia: massimi tiranti nel tratto che va da Bazzano alla linea ferroviaria MI-BO.

La cassa in località Le Budrie risulta essersi attivata, i tiranti idrici massimi all'interno sono superiori a 2,00 m (Fig. 33). In Fig. 35 si può osservare la variazione di portata all'interno dell'alveo ad opera della cassa; il colmo di portata passa da 165 m³/s a monte della cassa a 105 m³/s a valle di essa.

L'area interclusa tra Lavino e Ghironda risulta anch'essa allagata dalle portate fuoriuscite dagli alvei, come da segnalazioni occorse durante l'evento reale.

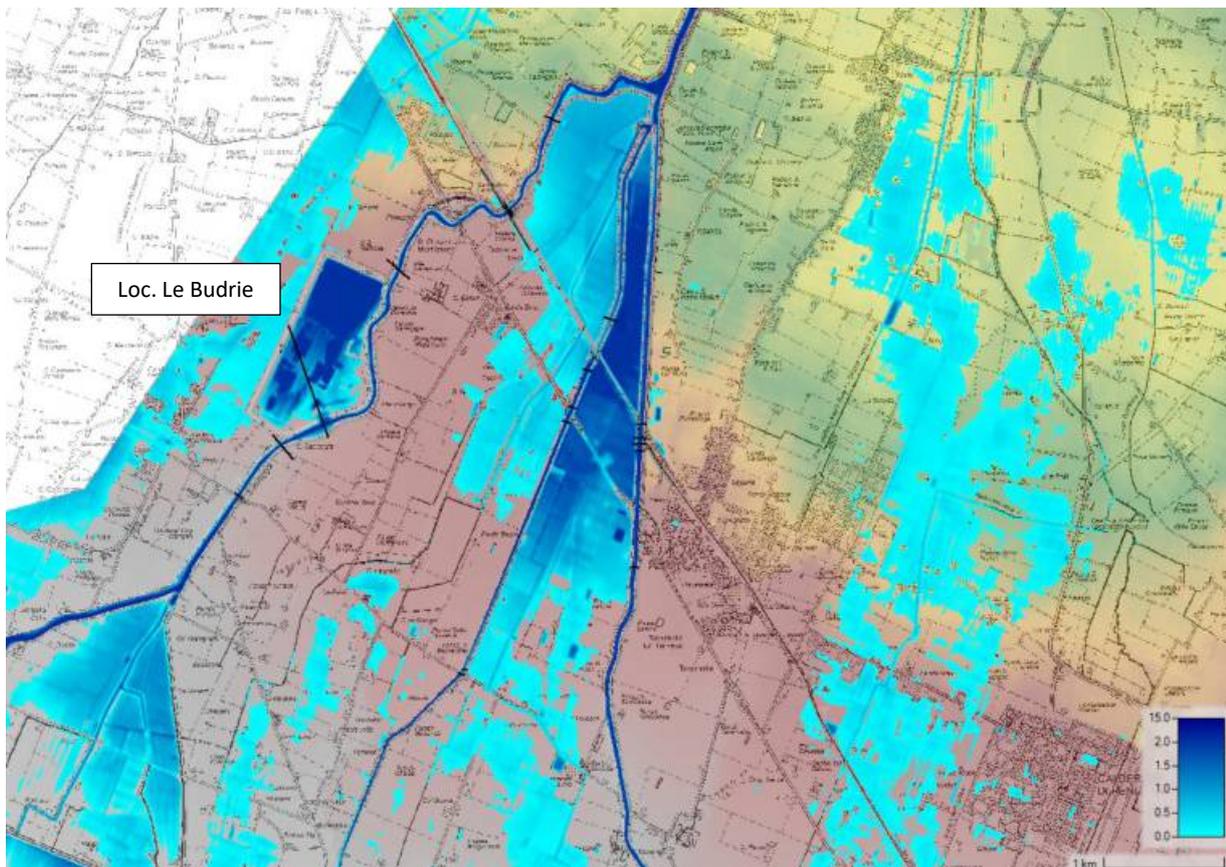


Fig. 33 Evento ottobre 2024 – Torrenti Samoggia, Lavino e Ghironda: massimi tiranti nella zona di confluenza.

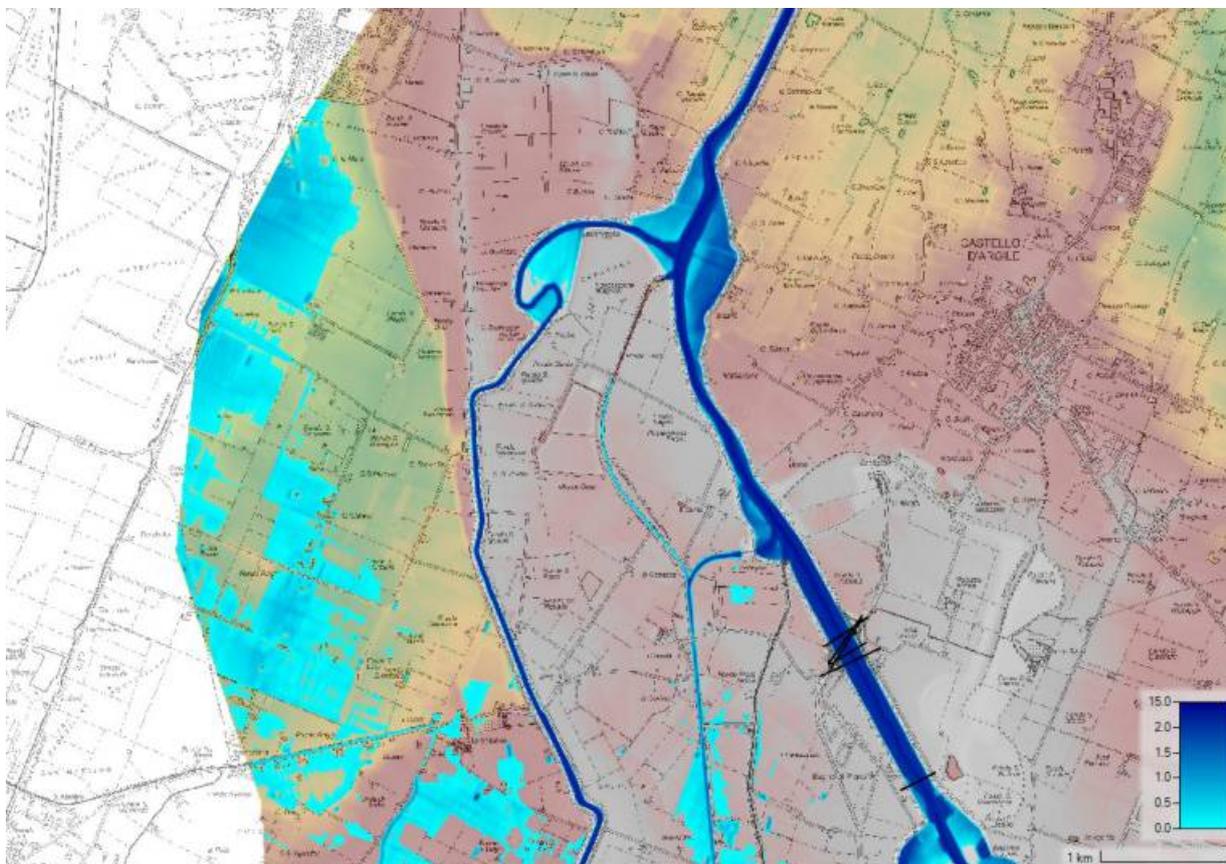


Fig. 34 Evento ottobre 2024 – Torrente Samoggia: massimi tiranti alla confluenza in Reno.

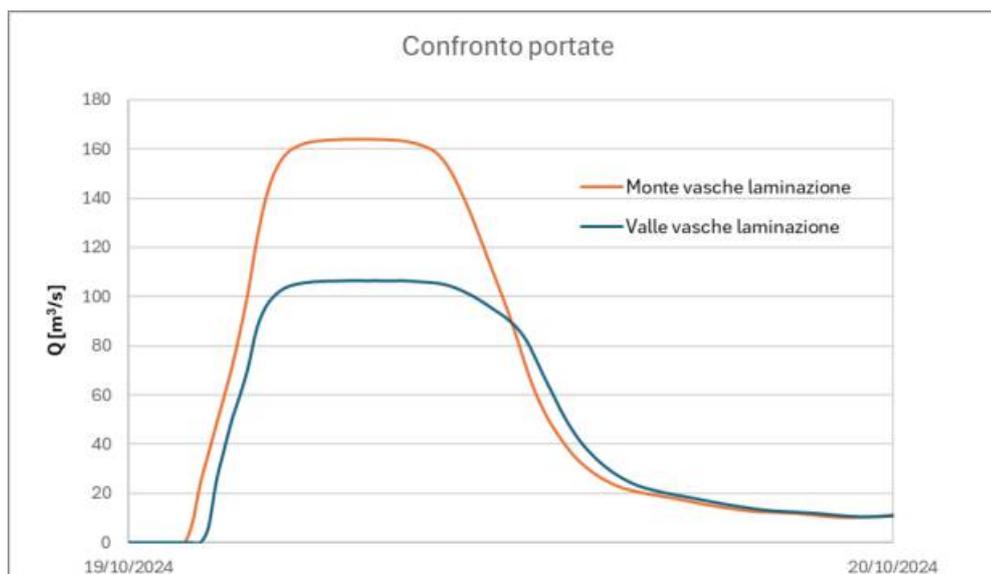


Fig. 35 Evento ottobre 2024 – Torrente Samoggia: Confronto idrogrammi di portata a monte e valle della vasca di laminazione.

In Fig. 36 è rappresentato un confronto tra gli idrogrammi di portata del Samoggia ottenuti a valle della confluenza del torrente Lavino (sezione idrometrica di Calcara) per il modello idrologico e idraulico per l’evento di ottobre 2024; il colmo di portata restituito dal modello idraulico è inferiore di circa 170 m³/s, in relazione ai fenomeni di invaso e propagazione nei tratti di monte.

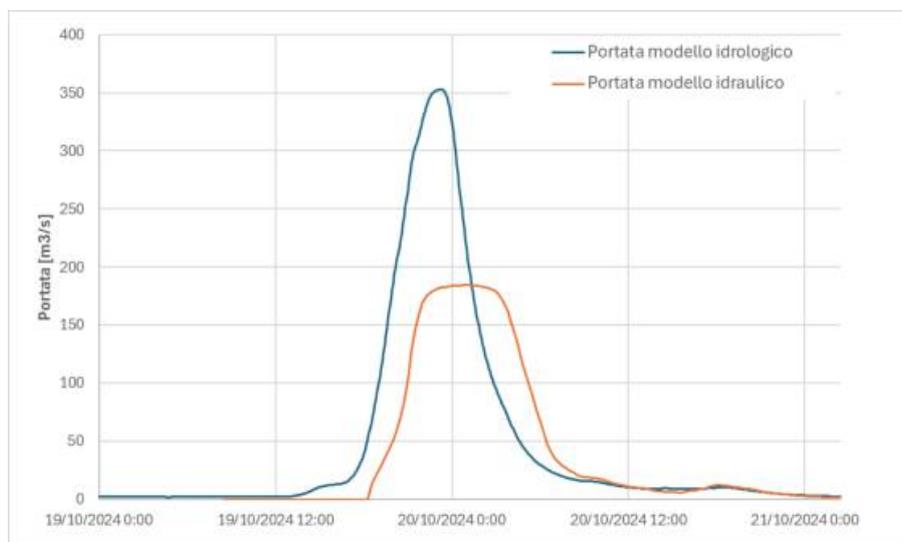


Fig. 36 Confronto tra gli idrogrammi di portata per l’evento di ottobre 2024 a Calcara.

In Fig. 37 e Fig. 38 sono riportati gli andamenti dei livelli in alveo misurati dalle stazioni idrometriche di Calcara e Forcelli sul torrente Samoggia, a confronto con i valori simulati per l’evento di ottobre. A Calcara, a monte del Lavino, si rileva una sovrastima dei livelli simulati rispetto all’osservato (di circa 1,00 m). Il contrario si riscontra invece a Forcelli, ovvero a valle del Lavino.

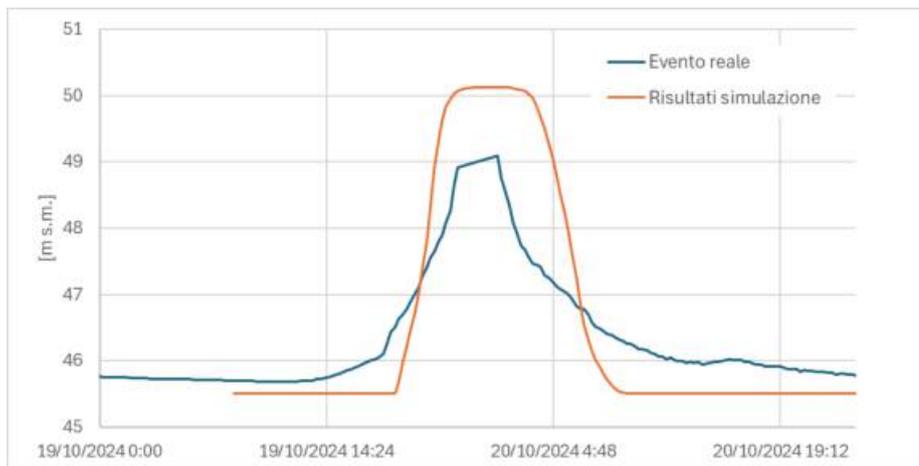


Fig. 37 Stazione idrometrica Calcara: Andamenti dei livelli in alveo in m s.m. misurati nella stazione (blu) e ottenuti dalla simulazione (rosso) per l'evento di ottobre 2024.

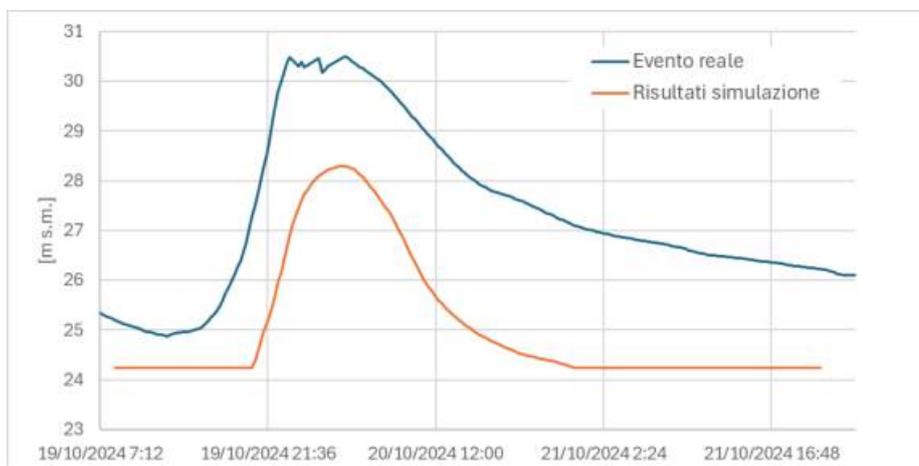


Fig. 38 Stazione idrometrica Forcelli: Andamenti dei livelli in alveo in m s.m. misurati nella stazione (blu) e ottenuti dalla simulazione (rosso) per l'evento di ottobre 2024.

7.4.1.2 Evento TR50

Per il primo tratto del torrente Samoggia, fino all'abitato di Bazzano, si osserva una buona corrispondenza tra gli allagamenti risultanti dalla simulazione dell'evento TR50 con durata 6 ore e il perimetro della perimetrazione P3 PGRA 2021 (vedi Fig. 39 e Fig. 40).

Il deflusso avviene principalmente confinato nell'alveo del torrente Samoggia; in alcuni punti, ad esempio nei pressi del ponte in loc. Venerano, si riscontrano limitati allagamenti che riguardano aree coltivate ubicate sia in destra che sinistra idrografica (vedi Fig. 40) con sormonti anche della difesa spondale di $0,40 \div 0,60$ m.

In Fig. 41 è raffigurata l'area di confluenza del torrente Ghiaia di Serravalle, a valle della quale è presente un esiguo allagamento sia a destra che a sinistra idrografica. Anche in relazione all'effetto di rigurgito del Samoggia, il Ghironda provoca l'allagamento dell'area urbana di Monteveglio, prevalentemente in sinistra.

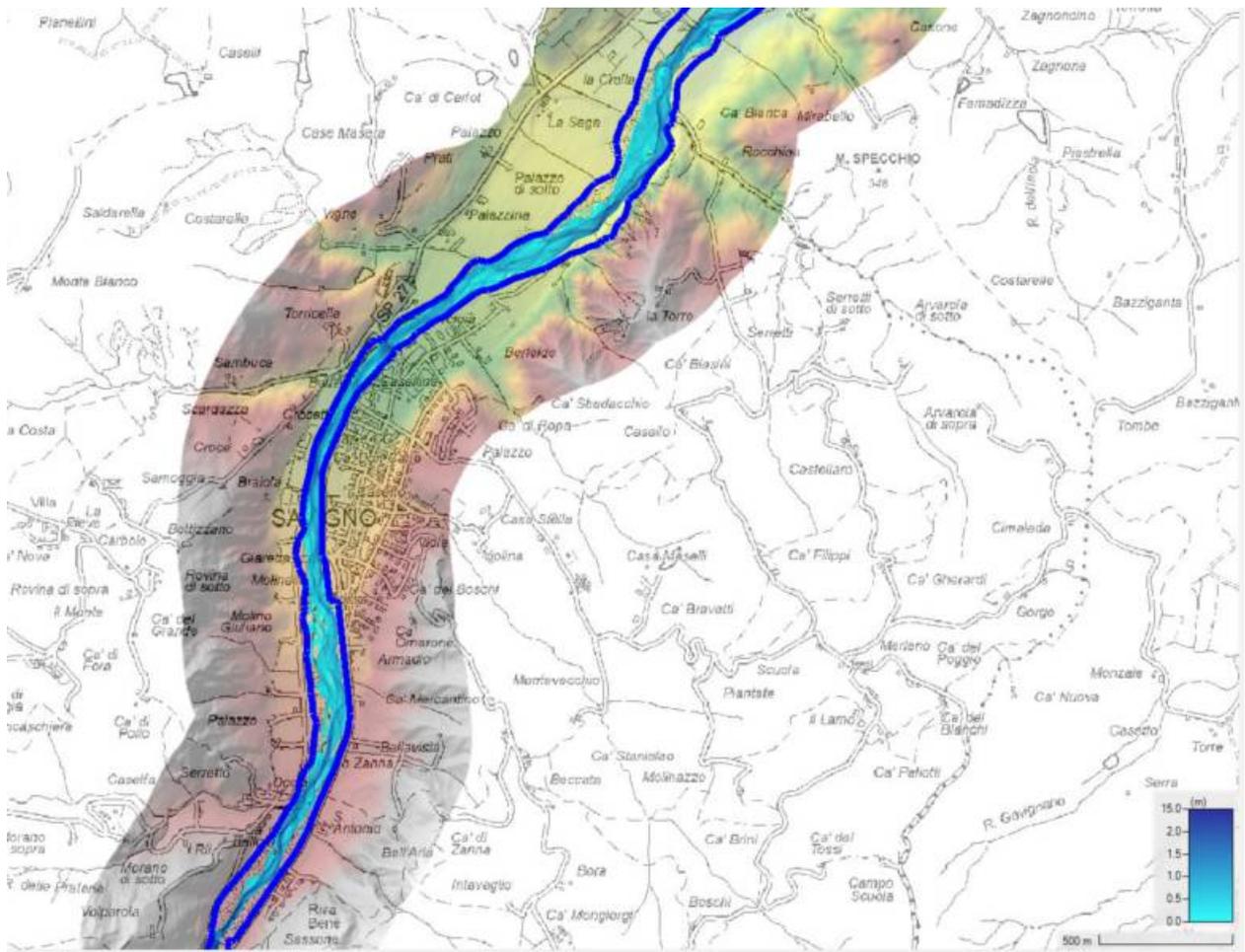


Fig. 39 TR50: Torrente Samoggia: massimi tiranti a Savigno (in blu P3 PGRA 2021).

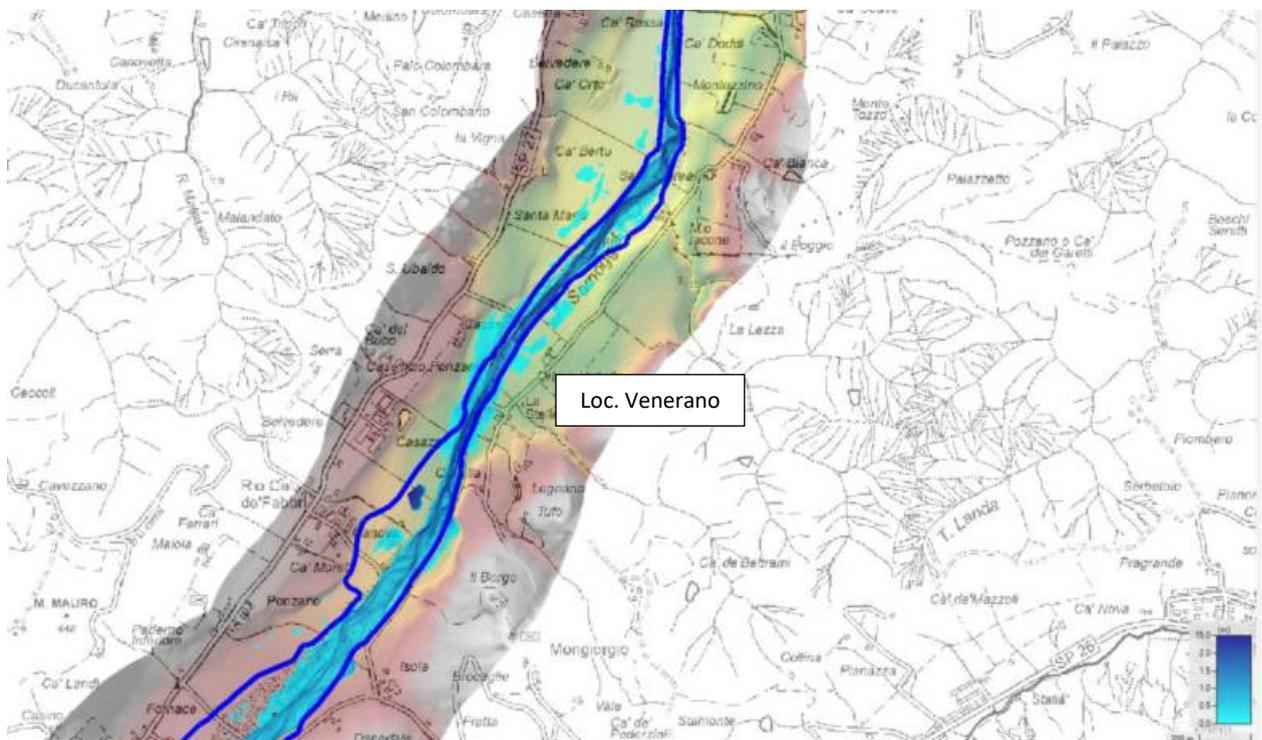


Fig. 40 TR50: Torrente Samoggia: massimi tiranti in loc. Venerano (in blu P3 PGRA 2021).

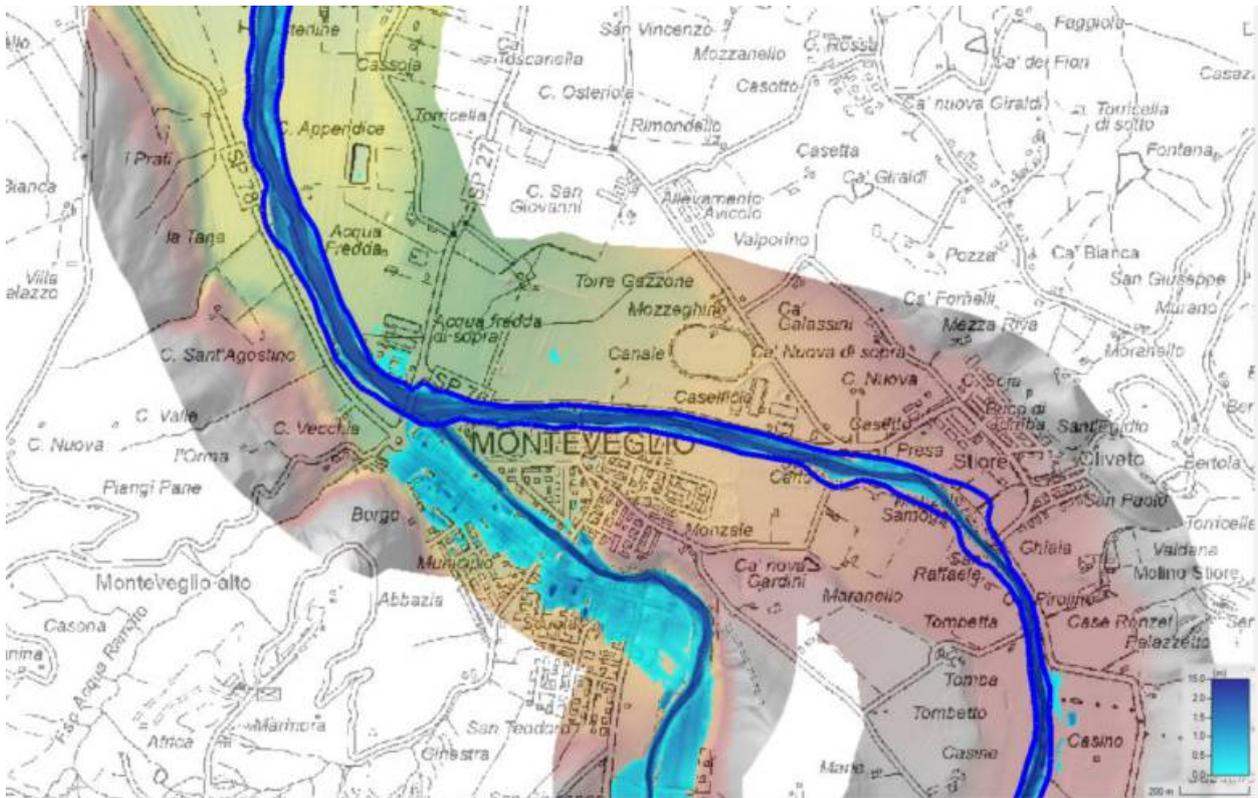


Fig. 41 TR50 : Torrente Samoggia: massimi tiranti alla confluenza del torrente Ghiaia di Serravalle (in blu P3 PGRA 2021).

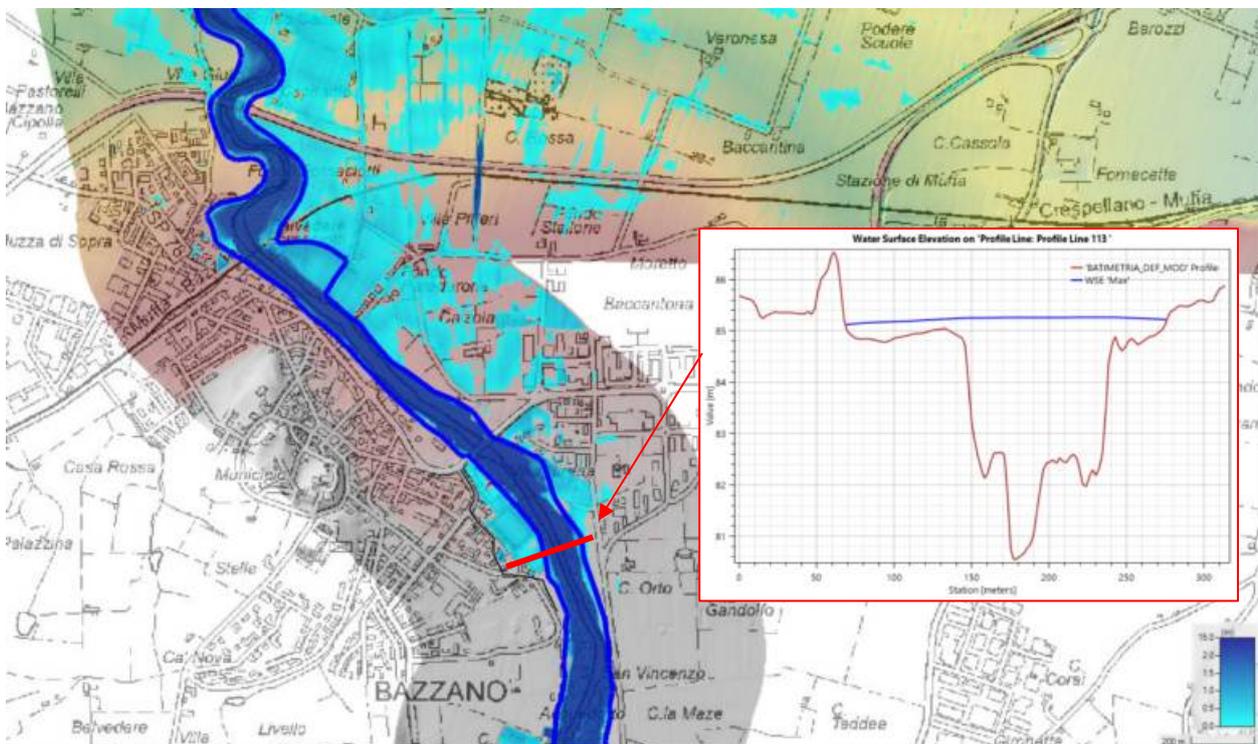


Fig. 42 TR50 – Torrente Samoggia: massimi tiranti a Bazzano (in blu P3 PGRA 2021).

A Bazzano si osservano sormonti di entrambe le sponde di circa $0,35 \div 0,50$ m a monte del ponte di Via Sirena e sormonti della sponda sinistra di circa $0,40$ m poco a monte dell'avvio del sistema arginale; da qui l'esondazione si propaga nel centro abitato comprendendo un'area con un'estensione maggiore della perimetrazione P3 PGRA 2021.

In Fig. 42 si può osservare come gli allagamenti si propaghino ampiamente, passando attraverso i sottopassi della Nuova Pedemontana in una zona principalmente a uso agricolo sia in sinistra che destra idrografica subito a valle della strada.

Oltre ai flussi derivanti dall'esondazione a Bazzano, a valle della strada provinciale della Nuova Pedemontana, per circa 2 km, si osservano numerosi sormonti di entrambi gli argini di circa $0,30\div 0,50$ m (vedi Fig. 43) che contribuiscono ad allagare zone coltivate con cascine sparse, con un'estensione perimetrale assai maggiore rispetto alla perimetrazione P3 PGRA 2021.

Si noti come, in destra idrografica, l'esondazione dagli argini a valle della nuova Pedemontana si propaghi sull'autostrada A1 fino ad arrivare a Calcara e poi ancora fino alla linea ferroviaria Milano-Bologna, anche grazie ai canali secondari che fungono da vie preferenziali. Come osservabile in Fig. 44 dalla linea ferroviaria l'esondazione, tramite i sottopassi, arriva fino alla curva del tratto di alveo artificiale prima del tratto rettilineo attraversato dal ponte delle Budrie.

Per quanto riguarda la sinistra idrografica, si osservano ulteriori sormonti massimi a monte di Calcara di circa $0,05\div 0,20$ m che provocano allagamenti sia dell'abitato che delle zone coltivate nelle vicinanze. Anche queste esondazioni sono più estese della perimetrazione P3 PGRA 2021 (vedi Fig. 44). Un ulteriore sormonto degli argini in sponda sinistra di circa $0,10$ m si osserva nei pressi del ponte di via Castelletto. L'esondazione, mediante le vie preferenziale costituite da canali secondari, si propaga verso Nord in zone perlopiù coltivate scorrendo a sinistra della vasca di laminazione per raggiungere l'area coltiva nei pressi della confluenza in Reno (vedi Fig. 45 e Fig. 47).

Il colmo di portata nel tratto che va dall'inizio del sistema arginale in Bazzano a monte della vasca di laminazione nei pressi della confluenza del torrente Lavino diminuisce di circa $220\text{ m}^3/\text{s}$; passa da poco più di $385\text{ m}^3/\text{s}$ a un valore di poco inferiore di $165\text{ m}^3/\text{s}$.

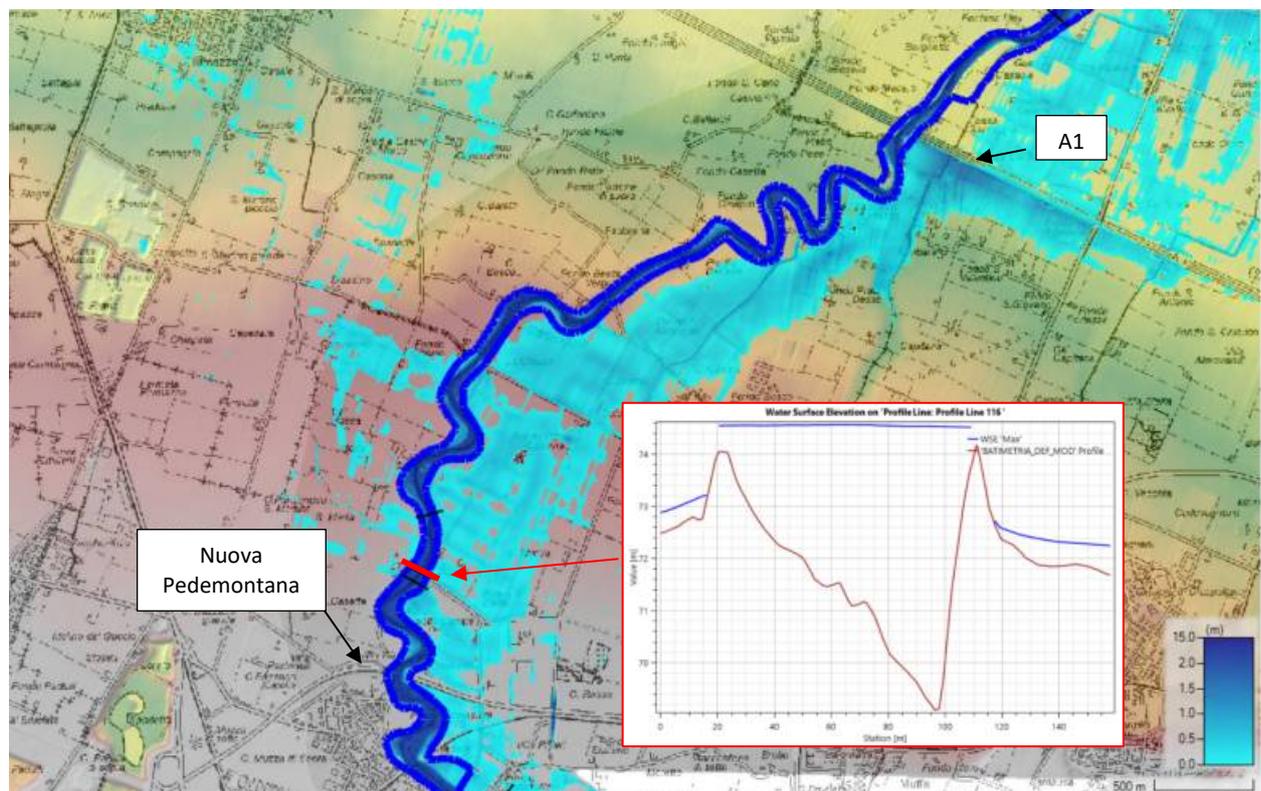


Fig. 43 TR50 – Torrente Samoggia: massimi tiranti nel tratto tra la Nuova Pedemontana e l'autostrada A1 (in blu P3 PGRA 2021).

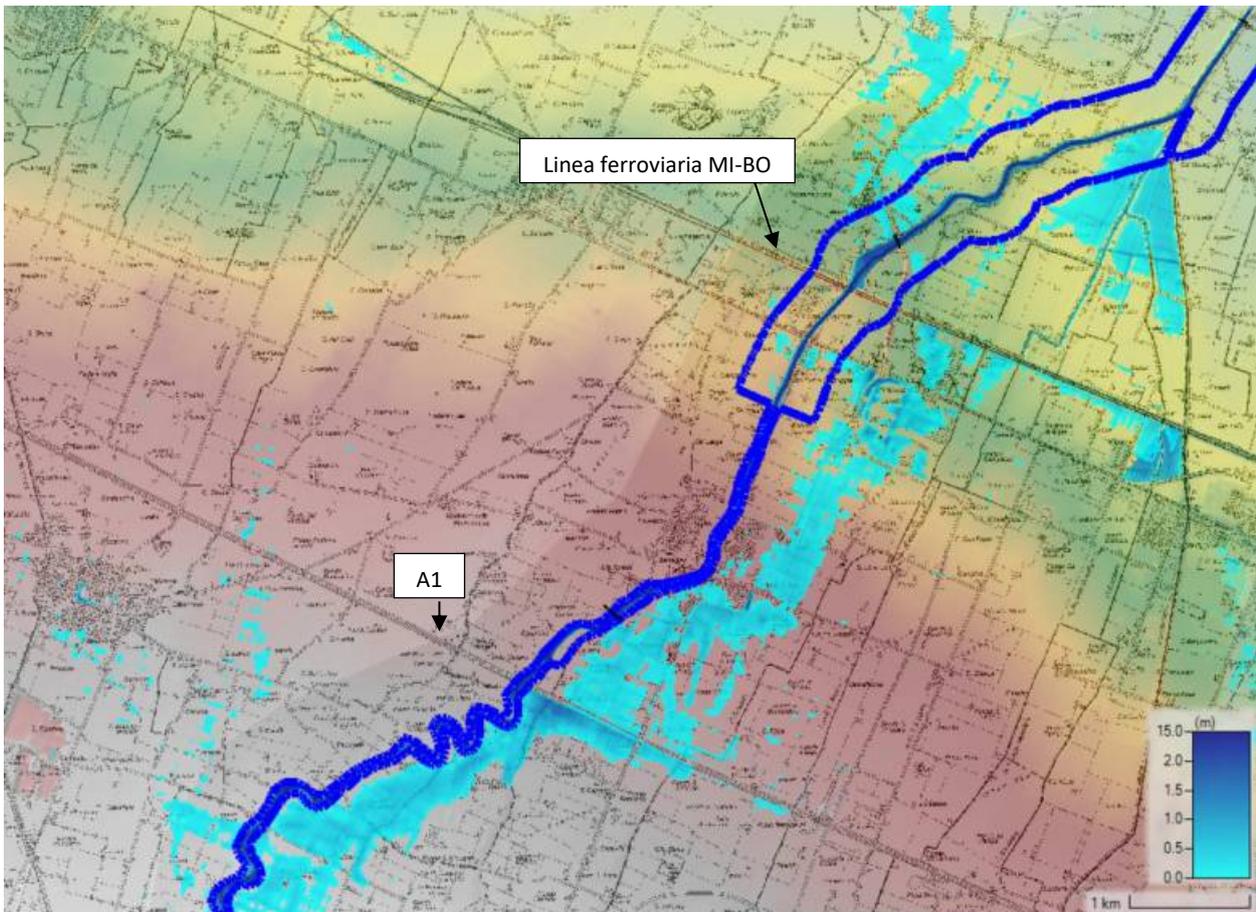


Fig. 44 TR50 – Torrente Samoggia: massimi tiranti nel tratto tra l’autostrada A1 e il ponte delle Budrie (in blu P3 PGRA 2021).

La vasca di laminazione delle Budrie si attiva nel corso dell’evento, con altezze d’acqua al suo interno che raggiungono i 2,0 m. (vedi Fig. 45). Nel grafico di Fig. 46 si osserva come il colmo dell’idrogramma di portata da monte a valle della vasca di laminazione diminuisca di circa $55\div 60 \text{ m}^3/\text{s}$ per effetto di quest’opera di laminazione.

Subito a valle della vasca la perimetrazione P3 PGRA diventa più estesa e contiene tutte le potenziali esondazioni del torrente Samoggia (vedi Fig. 47), al netto dei flussi che si propagano sa monte.

Per effetto dei volumi di invaso proprio, da valle della confluenza del torrente Lavino alla confluenza in Reno il colmo della portata diminuisce di $15 \text{ m}^3/\text{s}$, da circa $195 \text{ m}^3/\text{s}$ a circa $180 \text{ m}^3/\text{s}$.

In Fig. 48 è raffigurato il dettaglio della confluenza in Reno: si osserva come gli allagamenti interessino l’intera area interclusa tra gli argini di Reno e di Ghironda.

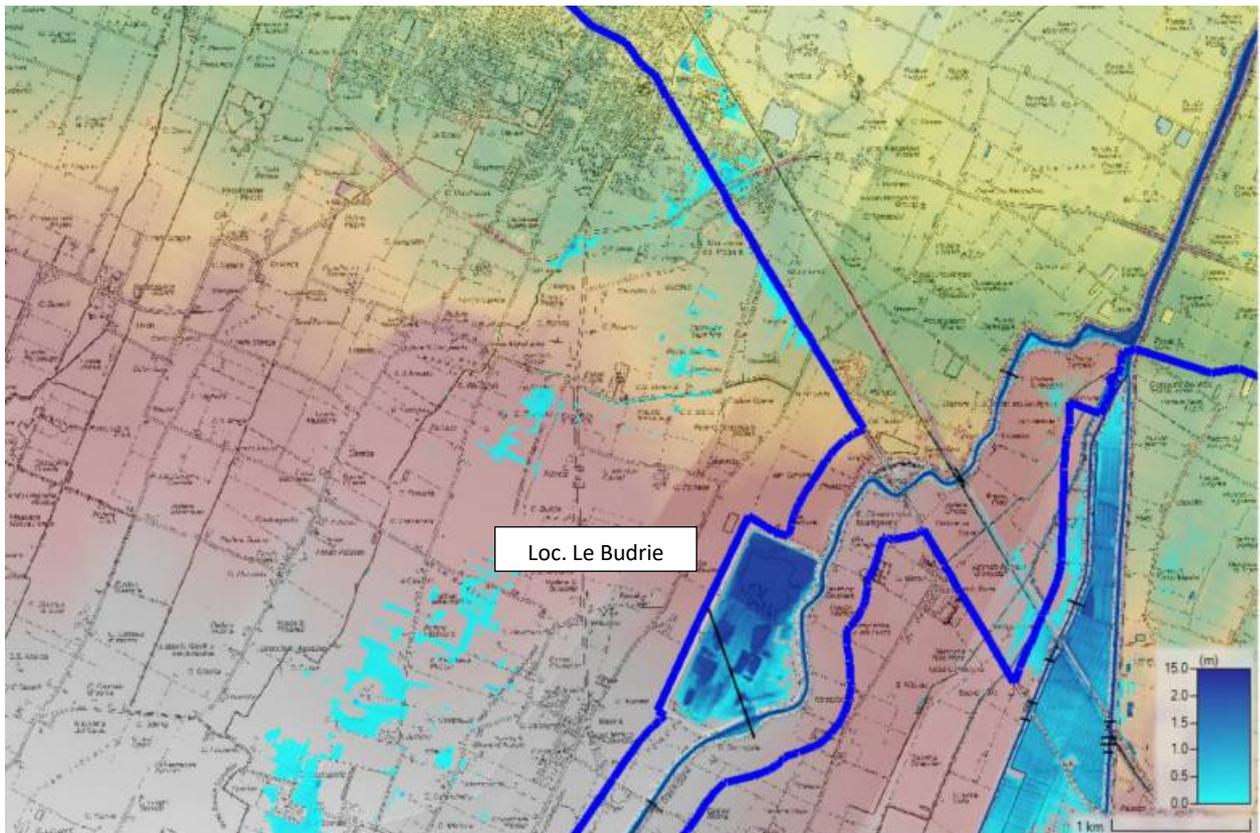


Fig. 45 TR50 – Torrente Samoggia: massimi tiranti alla confluenza del torrente Lavino (in blu P3 PGRA 2021).

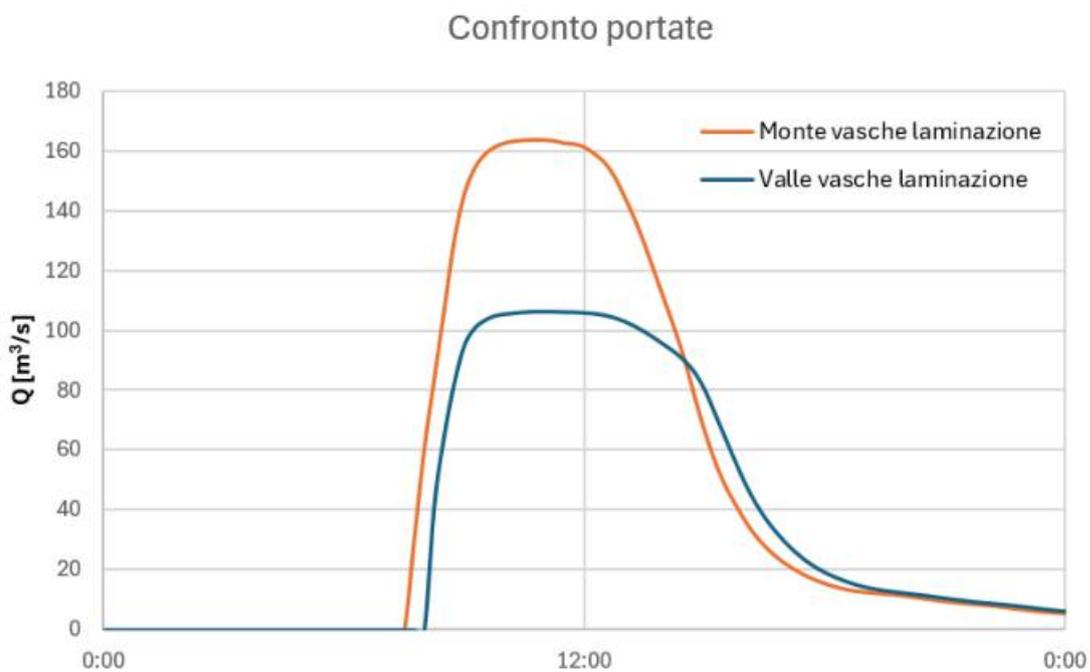


Fig. 46 TR50 – Torrente Samoggia: Confronto idrogrammi di portata a monte e valle della vasca di laminazione.

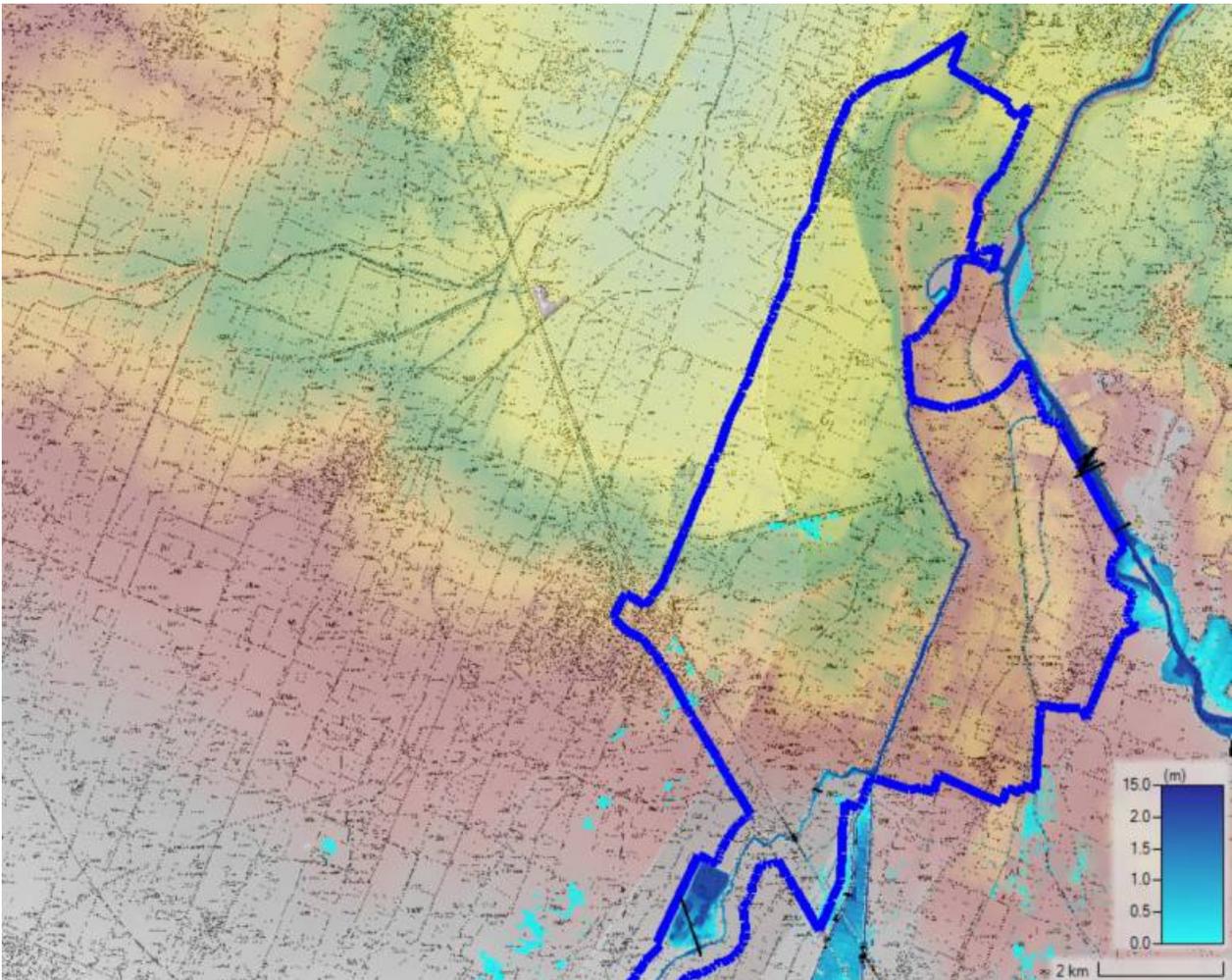


Fig. 47 TR50 – Torrente Samoggia: massimi tiranti dalla confluenza del torrente Lavino alla confluenza in Reno (in blu P3 PGRA 2021).



Fig. 48 TR50 – Torrente Samoggia: dettaglio massimi tiranti alla confluenza in Reno (in blu P3 PGRA 2021).

7.4.1.3 Evento TR200

Per il primo tratto del torrente Samoggia, fino all’abitato di Bazzano, l’esonazione risultante dall’evento TR200 con durata 6 ore è sempre compresa nel perimetro della perimetrazione P2 del PGRA 2021 (vedi Fig. 49 e Fig. 50), anche con minore estensione. Gli allagamenti sono principalmente confinati nell’alveo del torrente Samoggia e in alcuni punti, ad esempio nei pressi del ponte in loc. Venerano, riguardano aree coltivate ubicate sia in destra che sinistra idrografica (vedi Fig. 49), a seguito di sormonti della difesa spondale di 0,50 m.

In Fig. 50 è raffigurata la confluenza del torrente Ghiaia di Serravalle a Monteveglio; si noti che già a monte dell’abitato ci siano esondazioni di entrambe le sponde con sormonti modesti, di circa 0,10 m a sinistra e 0,50 m a destra, che portano all’allagamento di aree abitate.

Come per l’evento TR50, a Bazzano si osservano sormonti di entrambe le sponde a monte del ponte di Via Sirena (circa 0,50÷0,80 m) e sormonti della sponda sinistra a monte del sistema arginale (circa 0,55 m) che provocano l’allagamento del centro abitato. L’esonazione si estende in un’area maggiore rispetto al perimetro identificato dalla perimetrazione P2 PGRA 2021 andando ad interessare un’ampia zona coltiva a valle della Nuova Pedemontana, attraversata dai flussi tramite i sottopassi sia in sinistra che destra idrografica (vedi Fig. 51).

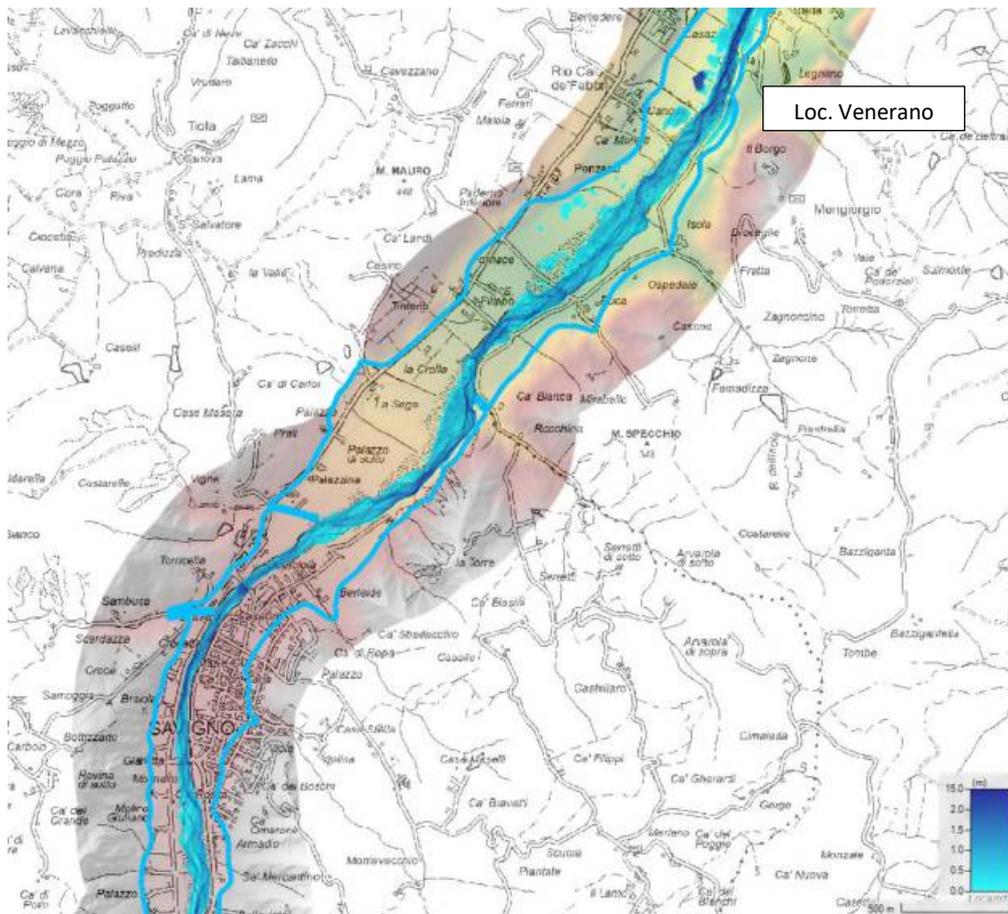


Fig. 49 TR200 – Torrente Samoggia: massimi tiranti nel tratto da Savigno al ponte loc. Venerano (in azzurro P2 PGRA 2021).

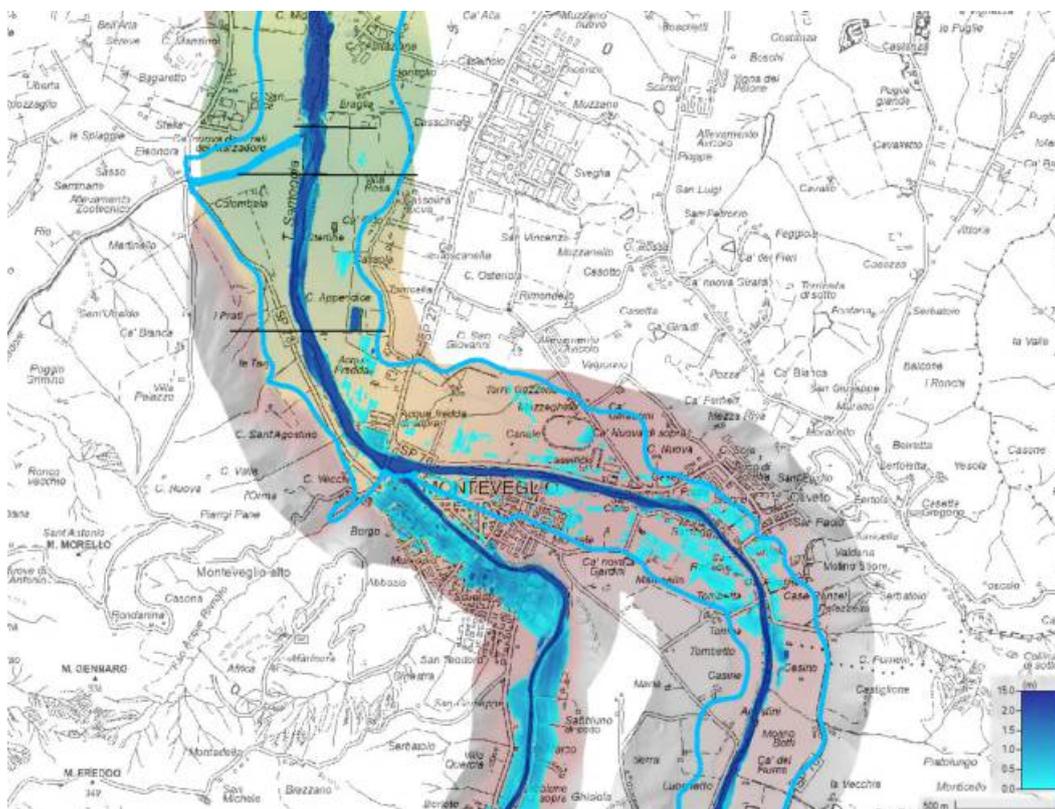


Fig. 50 TR200 – Torrente Samoggia: massimi tiranti alla confluenza del torrente Ghiaia di Serravalle (in azzurro P2 PGRA 2021).

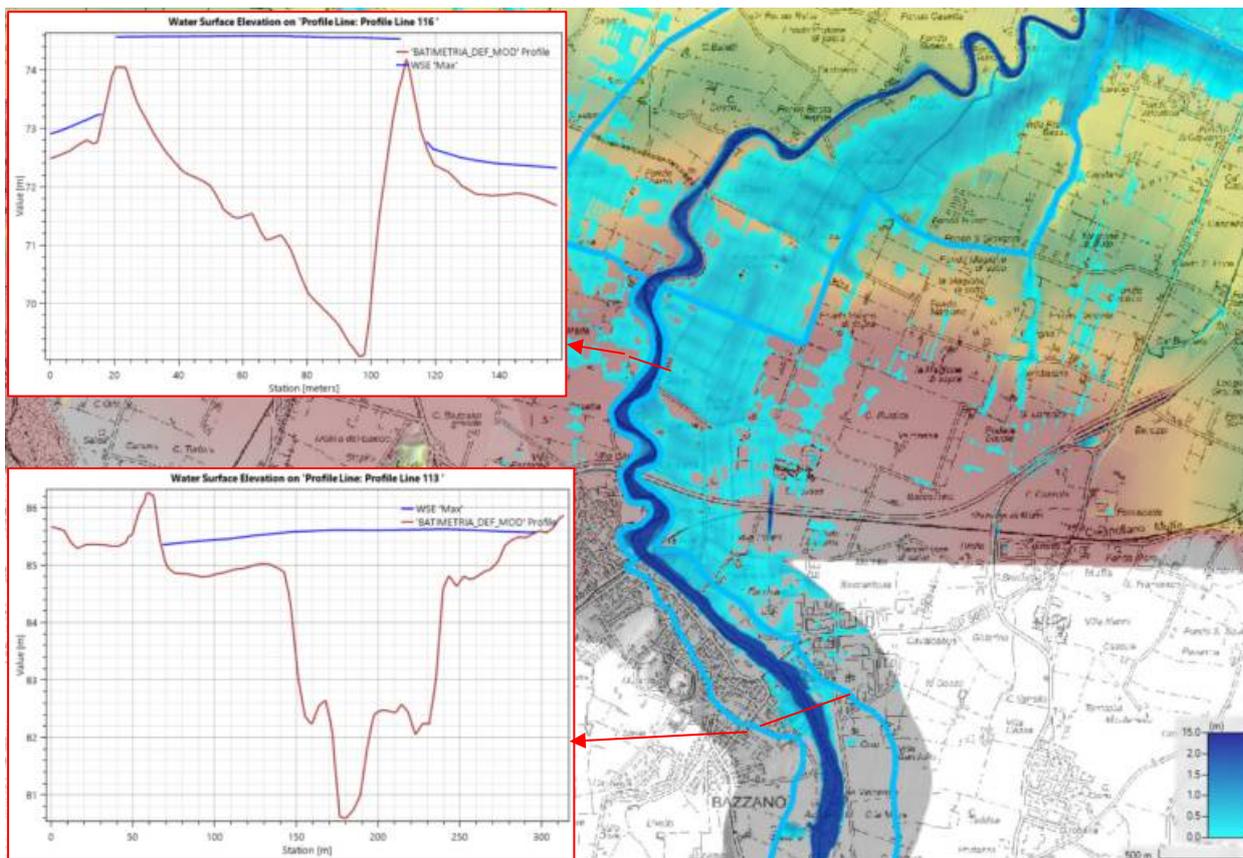


Fig. 51 TR200 – Torrente Samoggia: massimi tiranti nei pressi di Bazzano. (in azzurro P2 PGRA 2021).

A valle della strada provinciale della Nuova Pedemontana per circa 2 km si osservano diffusi sormonti di entrambi gli argini di circa $0,40 \div 0,50$ m (vedi Fig. 51) che contribuiscono ad allagare zone coltivate con cascate con un'estensione perimetrale maggiore rispetto alla perimetrazione P2 PGRA 2021.

Si noti come, in destra idrografica, l'esondazione dagli argini a valle della nuova Pedemontana si propaghi sull'autostrada A1 fino ad arrivare a Calcara (vedi Fig. 52) e poi ancora fino alla linea ferroviaria Milano-Bologna (vedi Fig. 53), anche grazie ai canali secondari che fungono da vie preferenziali di deflusso. A monte della linea ferroviaria Milano-Bologna gli allagamenti si propagano fino al fosso Martigone nelle vicinanze di Anzola dell'Emilia. Come osservabile in Fig. 53 l'esondazione, tramite i sottopassi della linea ferroviaria, giunge fino alla curva prima del tratto di alveo artificiale rettilineo attraversato dal ponte delle Budrie.

Per quanto riguarda la sinistra idrografica, si osservano ulteriori sormonti massimi a monte di Calcara di circa $0,50$ m che provocano allagamenti sia dell'abitato che delle zone coltivate nelle vicinanze (vedi Fig. 52). Un ulteriore sormonto degli argini in sponda sinistra di circa $0,10$ m si osserva nei pressi del ponte di via Castelletto. L'esondazione, mediante le vie preferenziale costituite da canali secondari, si propaga verso Nord in zone perlopiù coltivate scorrendo a sinistra della vasca di laminazione e giungendo più a nord presso la confluenza in Reno (vedi Fig. 54).

In generale l'esondazione del torrente Samoggia a valle dell'attraversamento dell'autostrada A1 è completamente interno alla perimetrazione P2 PGRA 2021, come si può osservare in Fig. 55. Il colmo di portata nel tratto che va dall'inizio del sistema arginale in Bazzano, a monte della vasca di laminazione, fino alla confluenza del torrente Lavino diminuisce di circa $235 \text{ m}^3/\text{s}$; esso passa da poco più di $400 \text{ m}^3/\text{s}$ a un valore di poco inferiore di $165 \text{ m}^3/\text{s}$.

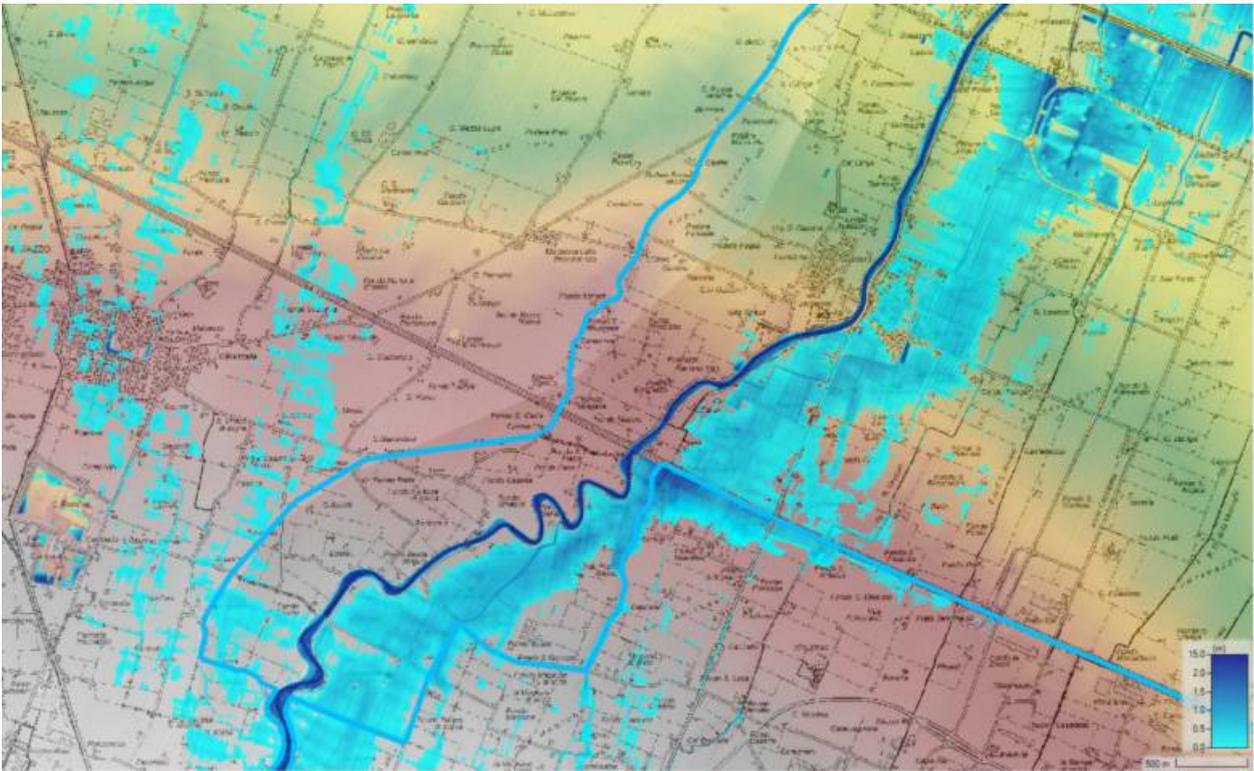


Fig. 52 TR200 – Torrente Samoggia: massimi tiranti nel tratto a valle della Nuova pedemontana fino a Calcarà. (in **azzurro** P2 PGRA 2021).

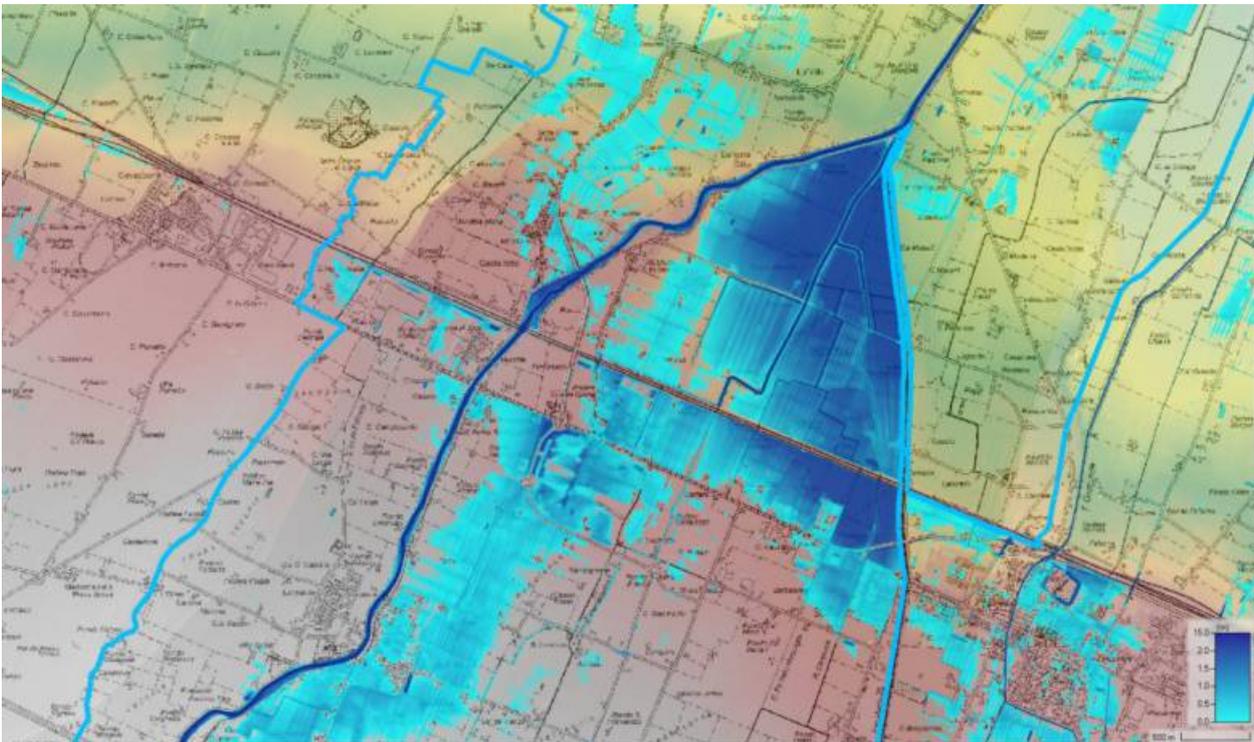


Fig. 53 TR200 – Torrente Samoggia: massimi tiranti nel tratto a monte dell'attraversamento ferroviario linea MI-BO e il ponte delle Budrie. (in **azzurro** P2 PGRA 2021).

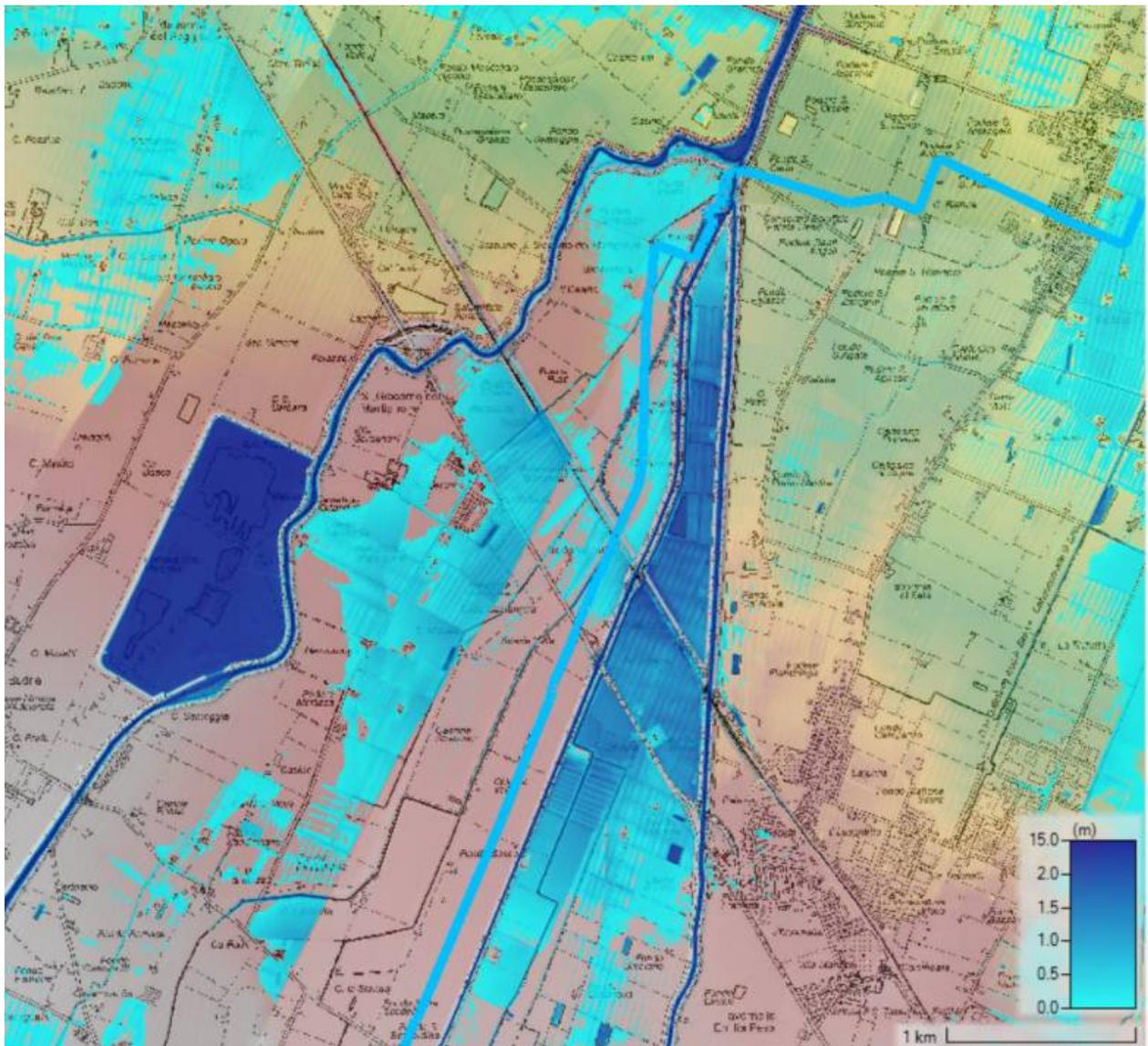


Fig. 54 TR200 – Torrente Samoggia: massimi tiranti alla confluenza del torrente Lavino. (in azzurro P2 PGRA 2021).

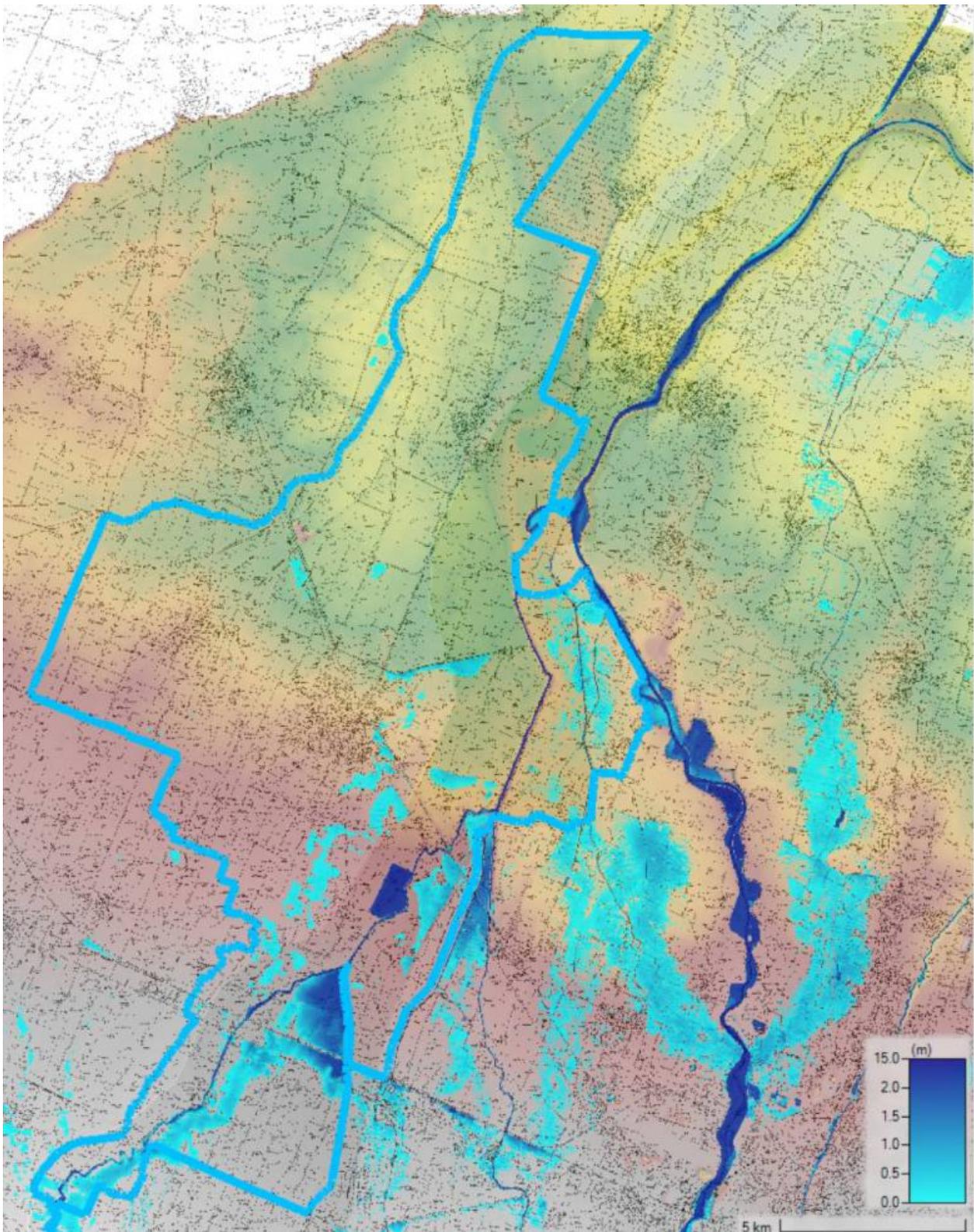


Fig. 55 TR200 – Torrente Samoggia: massimi tiranti nel tratto a valle dell’attraversamento autostradale A1 fino alla confluenza in Reno. (in azzurro P2 PGRA 2021).

La vasca di laminazione in loc. Le Budrie si attiva, riempiendosi con livelli idrici maggiori di 2,0 m. Nel grafico di Fig. 56 si osserva come il colmo dell’idrogramma di portata da monte a valle della vasca di laminazione diminuisca di circa $55\div 60\text{ m}^3/\text{s}$, così come già riscontrato per l’evento TR50.

Da valle della confluenza del torrente Lavino alla confluenza in Reno l’idrogramma si propaga con modestissime riduzioni del colmo (circa $10\text{ m}^3/\text{s}$, dovute all’effetto del volume di invaso proprio).

In Fig. 57 è raffigurato il dettaglio della confluenza in Reno: si osserva come gli allagamenti interessino zone limitrofe all'alveo e i meandri.

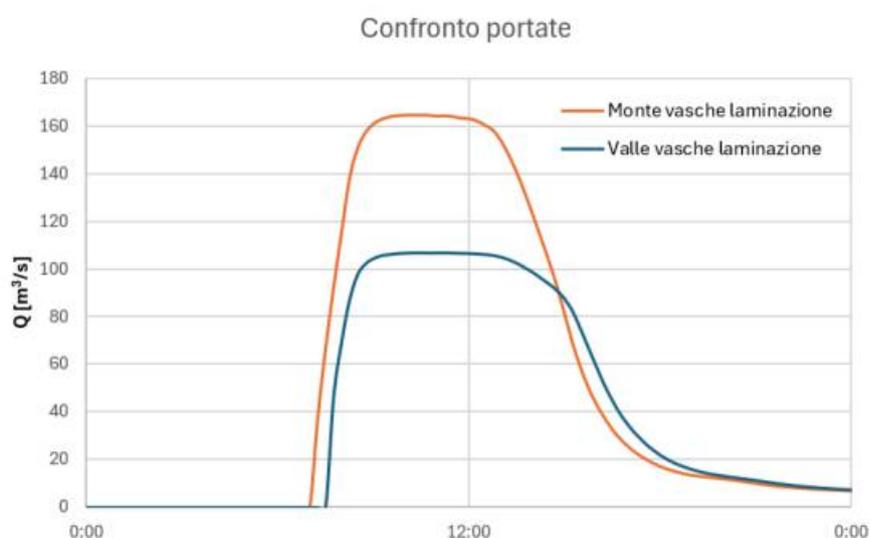


Fig. 56 TR200 – Torrente Samoggia: Confronto idrogrammi di portata a monte e valle della vasca di laminazione in loc. Le Budrie.



Fig. 57 TR200 – Torrente Samoggia: massimi tiranti nel tratto dalla confluenza del Lavino alla confluenza in Reno. (in [azzurro P2 PGRA 2021](#)).

7.4.1.1 Evento TR500

L'evento con il tempo di ritorno 500 anni presenta dinamiche di esondazione e areali interessati pressoché analoghi all'evento duecentennale. In generale, dato il coinvolgimento di volumi maggiori, si osservano allagamenti caratterizzati da massimi tiranti più elevati nelle stesse aree.

Evidenza dei maggiori volumi in gioco è riscontrata per lo più nei pressi di Monteveglio, gli allagamenti sia nel centro abitato che più a valle sulle aree coltivate ricoprono superfici maggiori.

7.4.2. Torrente Lavino

7.4.2.1 Eventi 2024

Di seguito sono descritti i risultati ottenuti dalle simulazioni degli eventi di settembre e ottobre 2024. Dove possibile, i risultati sono stati confrontati con le segnalazioni di allagamento occorse durante gli eventi reali e i dati di livello in alveo misurati agli idrometri.

In Fig. 58÷Fig. 60 sono rappresentati i massimi tiranti idrici che sono risultati dalla simulazione dell'evento di settembre 2024. Le dinamiche di deflusso, caratterizzate da esondazioni assai limitate, sono risultate generalmente coerenti con quelle osservate nel corso dell'evento reale. Vengono riportate solamente le zone di maggior interesse. Si riscontrano allagamenti pressoché solo nell'area interclusa tra Lavino e Ghironda.

In Fig. 61 è rappresentato un confronto tra gli idrogrammi di portata ottenuti alla stazione idrometrica di Lavino di Sopra per il modello idrologico e idraulico; essi presentano andamenti analoghi.

In Fig. 62 sono riportati gli idrogrammi di livello in alveo misurati dalla stazione idrometrica di Lavino di Sopra sul torrente Lavino e quelle ottenute nelle simulazioni dell'evento di settembre 2024 in corrispondenza di tale stazione. Si osserva una buona corrispondenza degli andamenti.

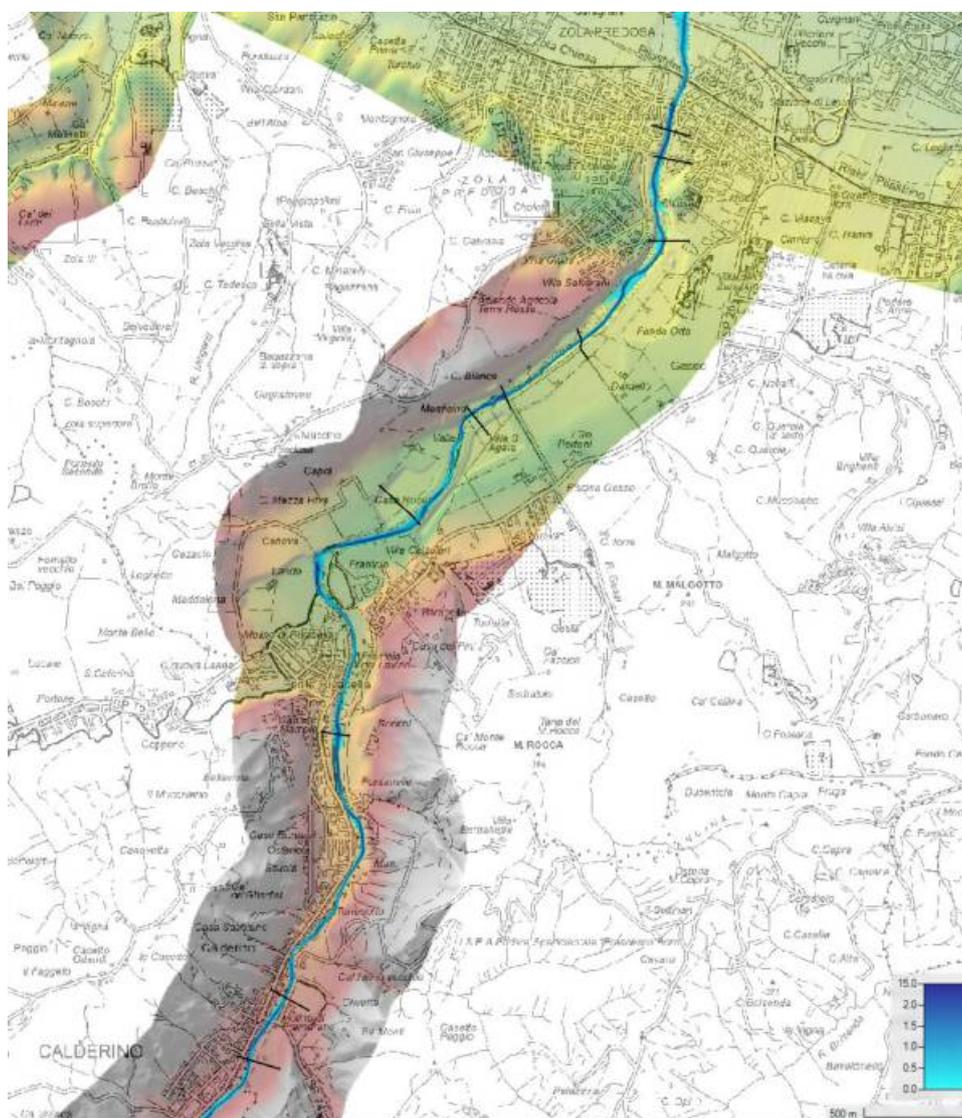


Fig. 58 Evento settembre 2024 – Torrente Lavino: massimi tiranti nel tratto tra Calderino e Zola Predosa.

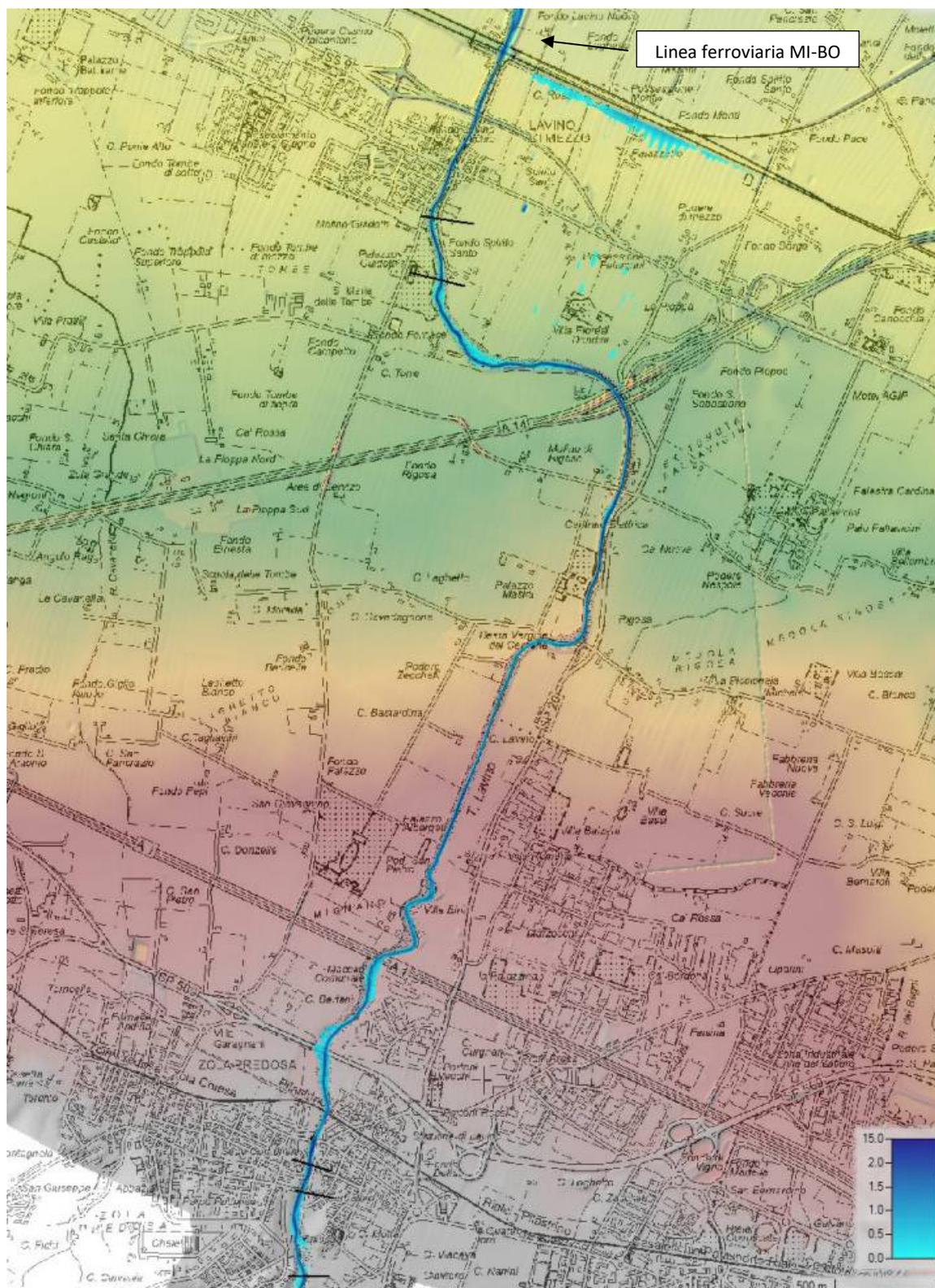


Fig. 59 Evento settembre 2024 – Torrente Lavino: massimi tiranti nel tratto tra Zola Predosa e l’attraversamento della linea ferroviaria Milano-Bologna.

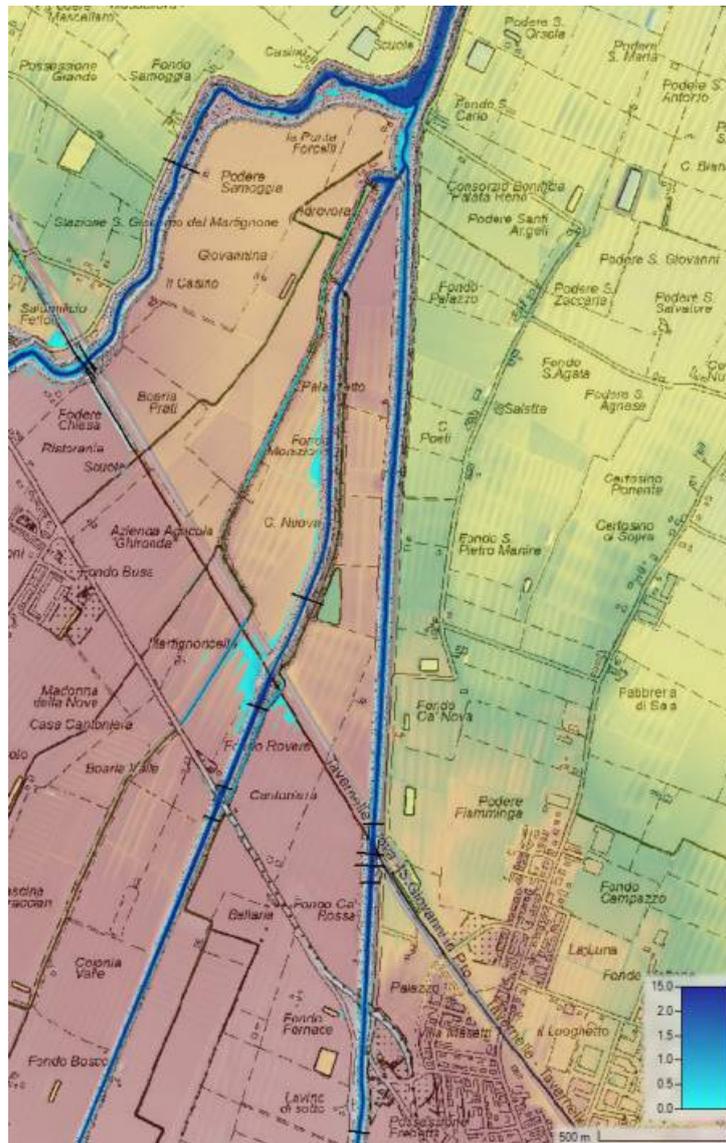


Fig. 60 Evento settembre 2024 – Torrente Lavino: massimi tiranti alla confluenza in Samoggia.

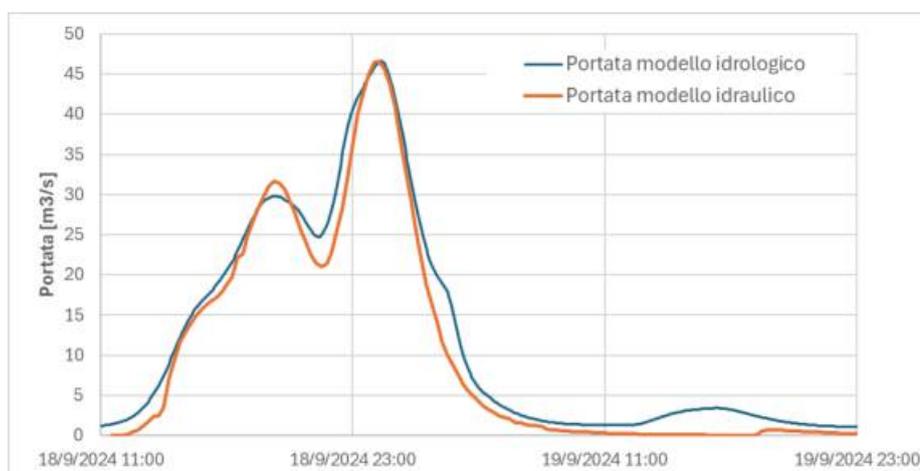


Fig. 61 Confronto tra gli idrogrammi di portata per l'evento di settembre 2024 a Lavino di Sopra.

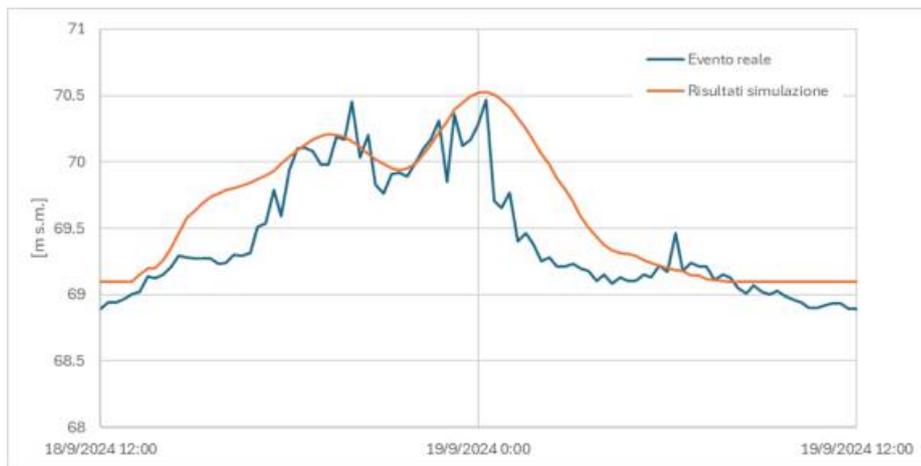


Fig. 62 Stazione idrometrica Lavino di Sopra: Andamenti dei livelli in alveo in m s.m. misurati nella stazione (blu) e ottenuti dalla simulazione (rosso) per l'evento di settembre 2024.

Nelle immagini da Fig. 63 a Fig. 65 sono rappresentati i massimi tiranti idrici risultanti dalla simulazione dell'evento di ottobre 2024. Le dinamiche di deflusso presentano delle esondazioni più estese rispetto all'evento di settembre. In Fig. 63 si osservano esondazioni di entrambe le sponde sia nell'abitato di Calderino che a Rivabella e si può notare come a valle di Rivabella la cassa di laminazione realizzata, ma senza sfioratori, si sia riempita per sormonto dell'arginatura. A monte di Zola Predosa e nel centro dell'abitato si osservano ulteriori sormonti delle sponde.

A monte dell'attraversamento della A14 si osserva un sormonto di entrambe le sponde di circa 0,10 m con allagamento di aree perlopiù coltivate. Come da segnalazione occorsa durante l'evento reale (perimetrazione in rosso in Fig. 64), il centro abitato di Lavino di Mezzo è colpito dall'esondazione del torrente Lavino, con sormonti delle sponde di circa $0,10 \div 0,50$ m, e gli allagamenti si propagano fino all'attraversamento ferroviario Milano-Bologna. Attraverso i sottopassi della ferrovia, l'esondazione si propaga ulteriormente verso Nord, seguendo i canali per l'irrigazione come vie preferenziali, fino ad interessare in destra idrografica l'abitato di Caldera di Reno e, poi, le aree coltivate segnalate come allagate nel corso dell'evento reale.

L'area tra i torrenti Ghironda e Lavino, nei pressi della confluenza nel torrente Samoggia, viene interessata dall'esondazione come da segnalazione reale occorsa per sormonti delle sponde di entrambi i torrenti (vedi perimetrazione in rosso in Fig. 65). Nel caso del torrente Lavino si osservano sormonti della sponda sinistra di circa 0,20 m a monte dell'attraversamento della linea ferroviaria Bologna-Verona (Fig. 65).

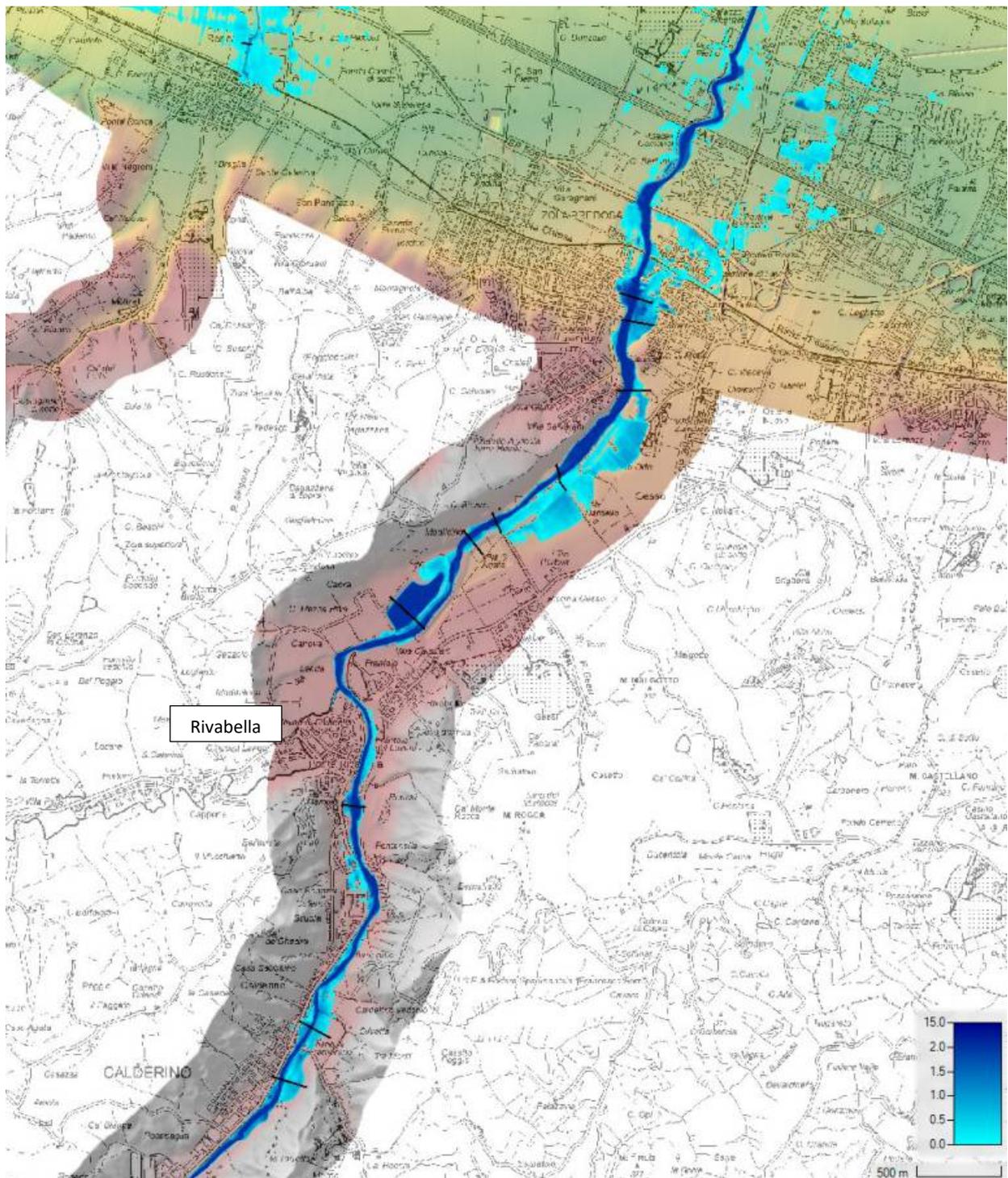


Fig. 63 Evento ottobre 2024 – Torrente Lavino: massimi tiranti nel tratto tra Calderino e Zola Predosa.

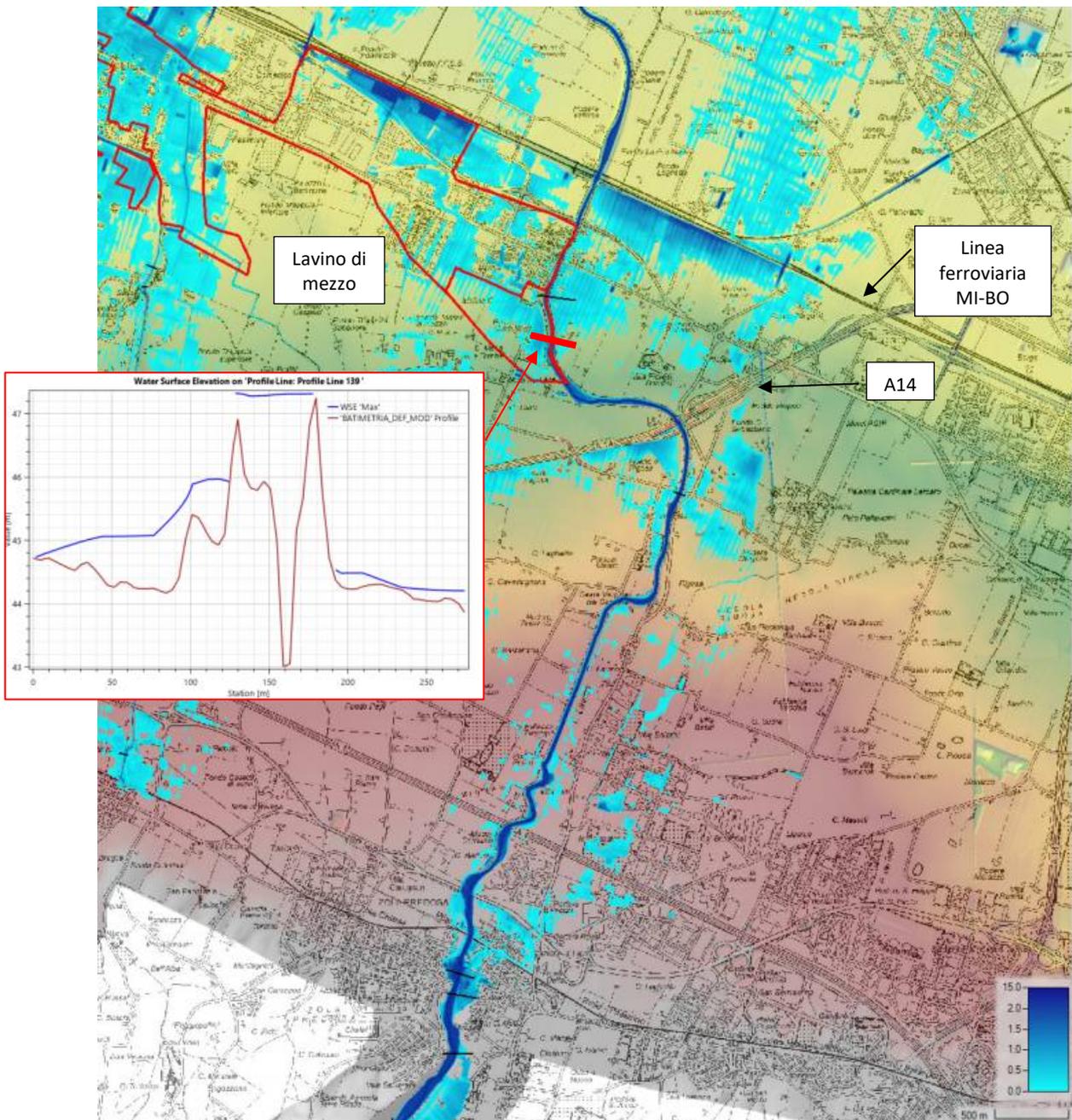


Fig. 64 Evento ottobre 2024 – Torrente Lavino: massimi tiranti nel tratto tra Zola Predosa e l’attraversamento della linea ferroviaria Milano-Bologna.

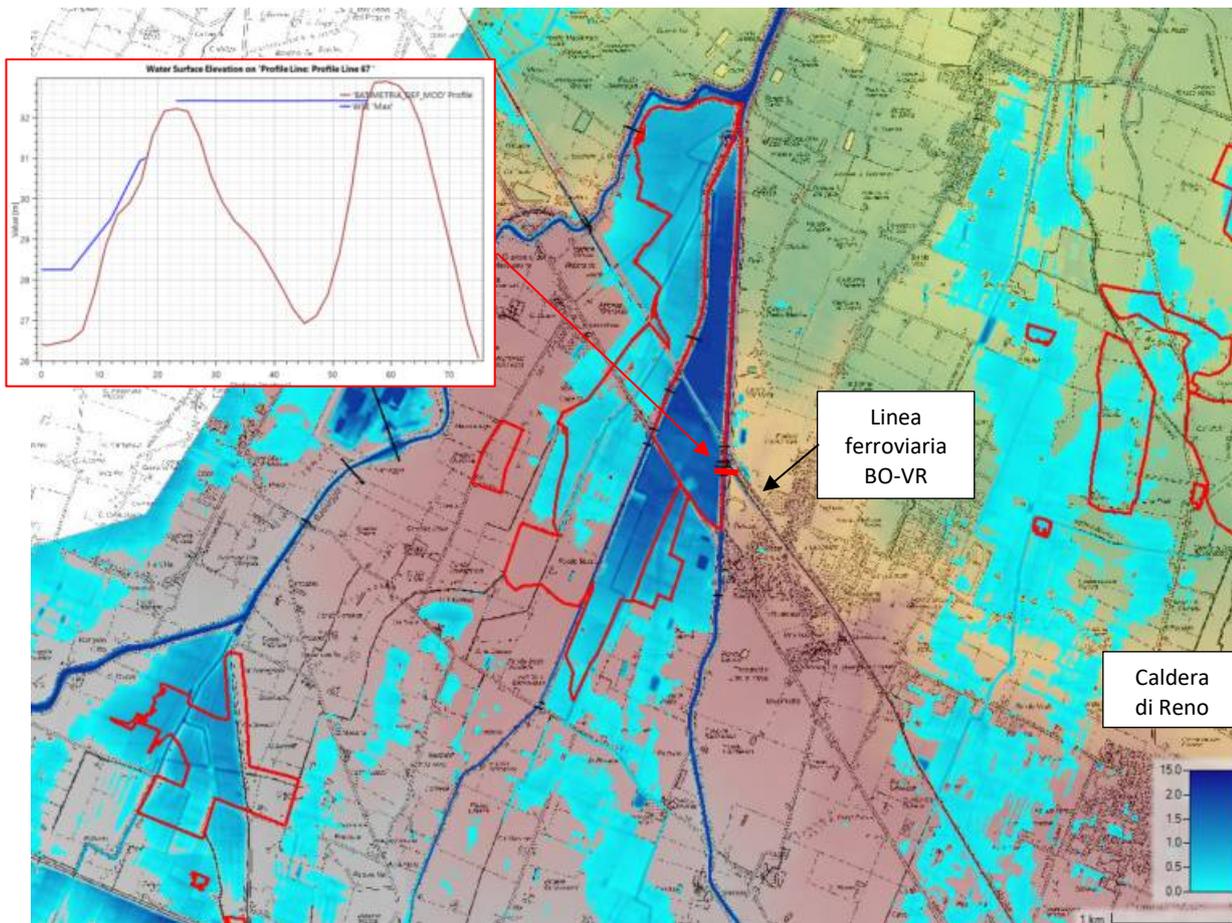


Fig. 65 Evento ottobre 2024 – Torrente Lavino: massimi tiranti alla confluenza in Samoggia.

In Fig. 66 è rappresentato un confronto tra gli idrogrammi di portata ottenuti alla stazione idrometrica di Lavino di Sopra per il modello idrologico e idraulico; essi presentano andamenti analoghi con un colmo di portata per il modello idraulico inferiore di circa $30 \text{ m}^3/\text{s}$ rispetto a quello del modello idrologico, in relazione ai fenomeni di invaso e propagazione nei tratti di monte.

In Fig. 67 sono riportati gli idrogrammi di livello in alveo misurati dalla stazione idrometrica di Lavino di Sopra sul torrente Lavino e quelle ottenute nelle simulazioni dell'evento di ottobre 2024 in corrispondenza di tale stazione. Si osservano andamenti analoghi con sovrastima dei livelli da parte del modello idraulico.

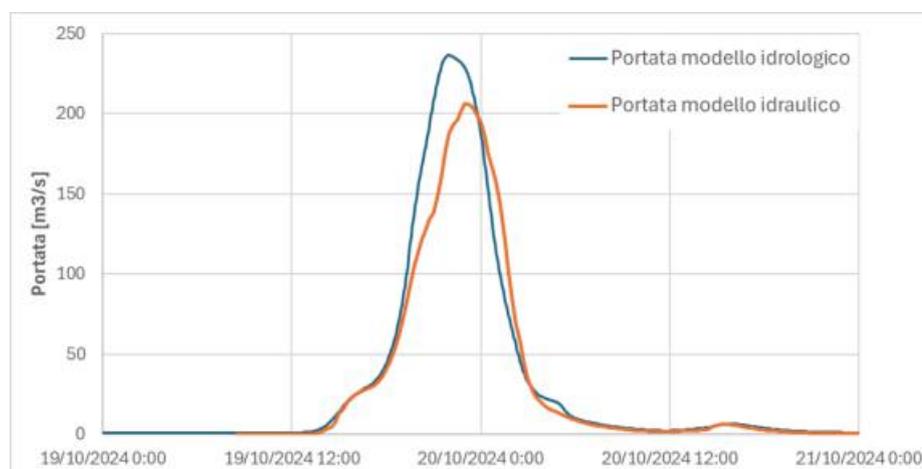


Fig. 66 Confronto tra gli idrogrammi di portata per l'evento di ottobre 2024 a Lavino di Sopra.

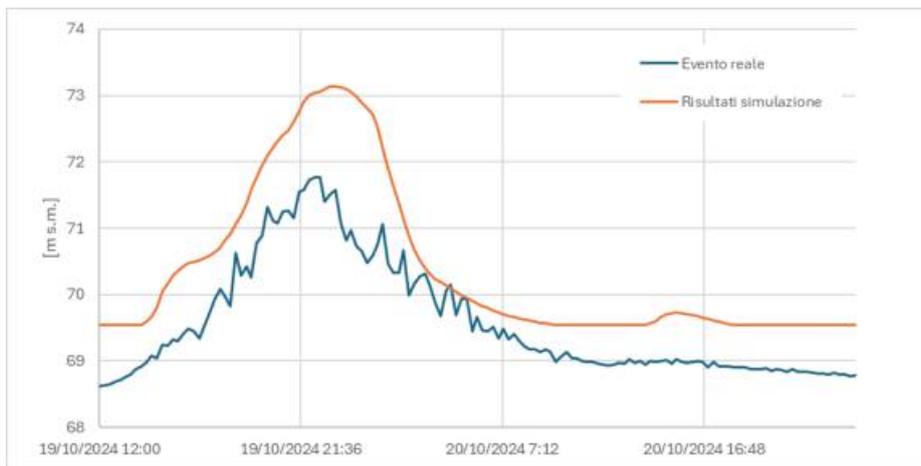


Fig. 67 Stazione idrometrica Lavino di Sopra: Andamenti dei livelli in alveo in m s.m. misurati nella stazione (blu) e ottenuti dalla simulazione (rosso) per l'evento di ottobre 2024.

7.4.2.2 Evento TR50

A Monte San Giovanni, località in cui inizia il tratto di studio del torrente Lavino, l'evento TR50 provoca un sormonto della sponda sinistra massimo di circa $0,20 \pm 0,60$ m, che porta ad allagamenti di abitazioni poste vicino alla sponda. L'esonazione dell'evento TR50 con durata 6 ore è maggiore rispetto al perimetro delineato dalla perimetrazione P3 PGRA 2021, che riprende art.16 PAI preesistente (vedi Fig. 68).

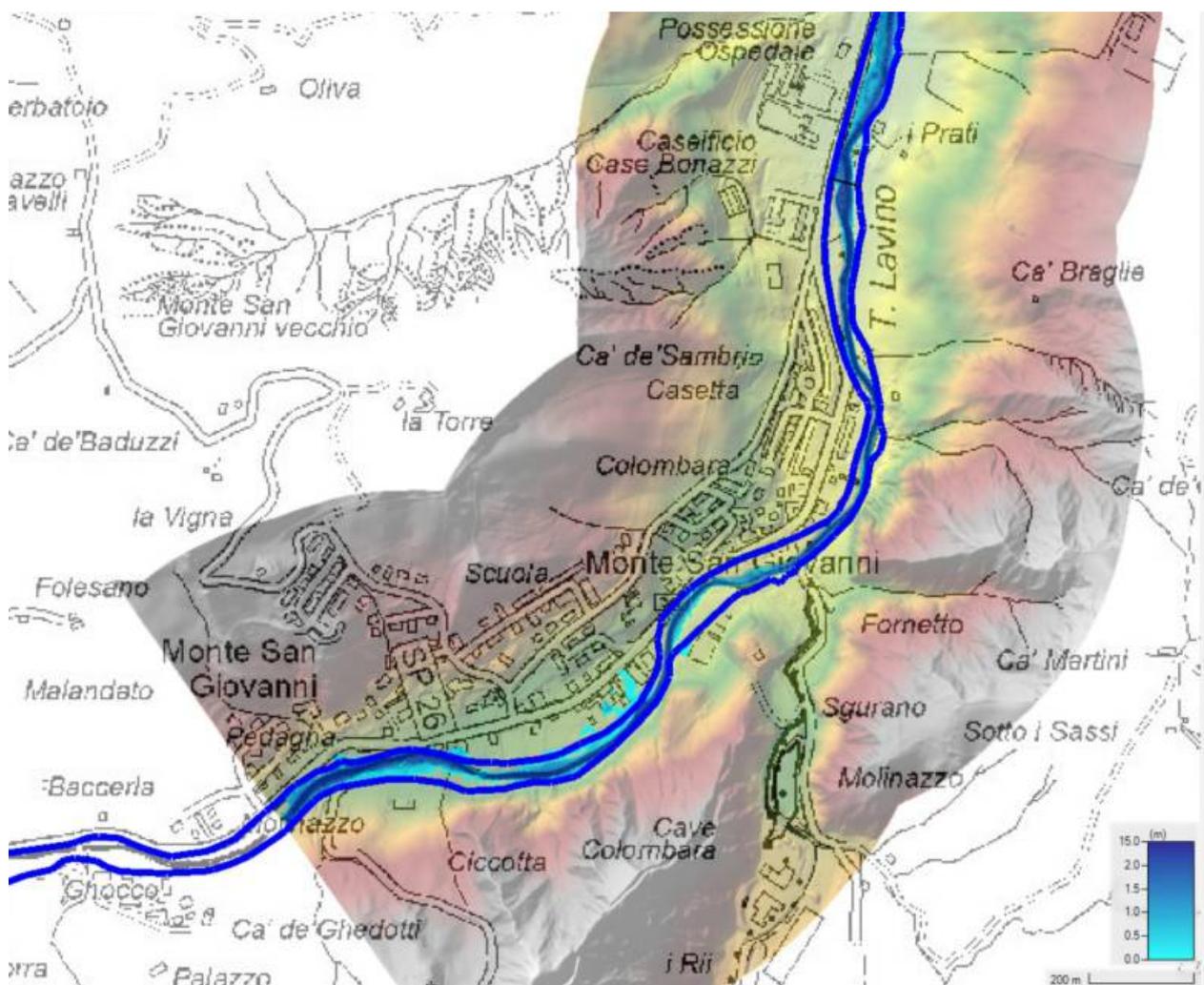


Fig. 68 TR50 – Torrente Lavino: massimi tiranti a Monte San Giovanni (in blu P3 PGRA 2021).

A valle dell'abitato, invece, non si riscontrano significative esondazioni: la perimetrazione P3 PGRA 2021 coincide con le evidenze del modello numerico; l'alveo scorre in una zona principalmente a coltivi. Nel tratto che va da Calderino a Rivabella si osservano esondazioni che interessano il primo abitato (vedi Fig. 69), pur già identificate dalla perimetrazione P3.

Sia a Calderino che nel comune di Monte san Pietro entrambe le sponde vengono sormontate in diversi punti, con tiranti idrici massimi in gola per Calderino di circa 1,00 m e per Monte San Pietro di circa 0,50 m. A Rivabella, le esondazioni sono localizzate nei pressi del ponte della strada SP28 da sponda sinistra e vanno ad interessare l'abitato; più a valle, invece, sormonti della sponda destra interessano campi coltivati.

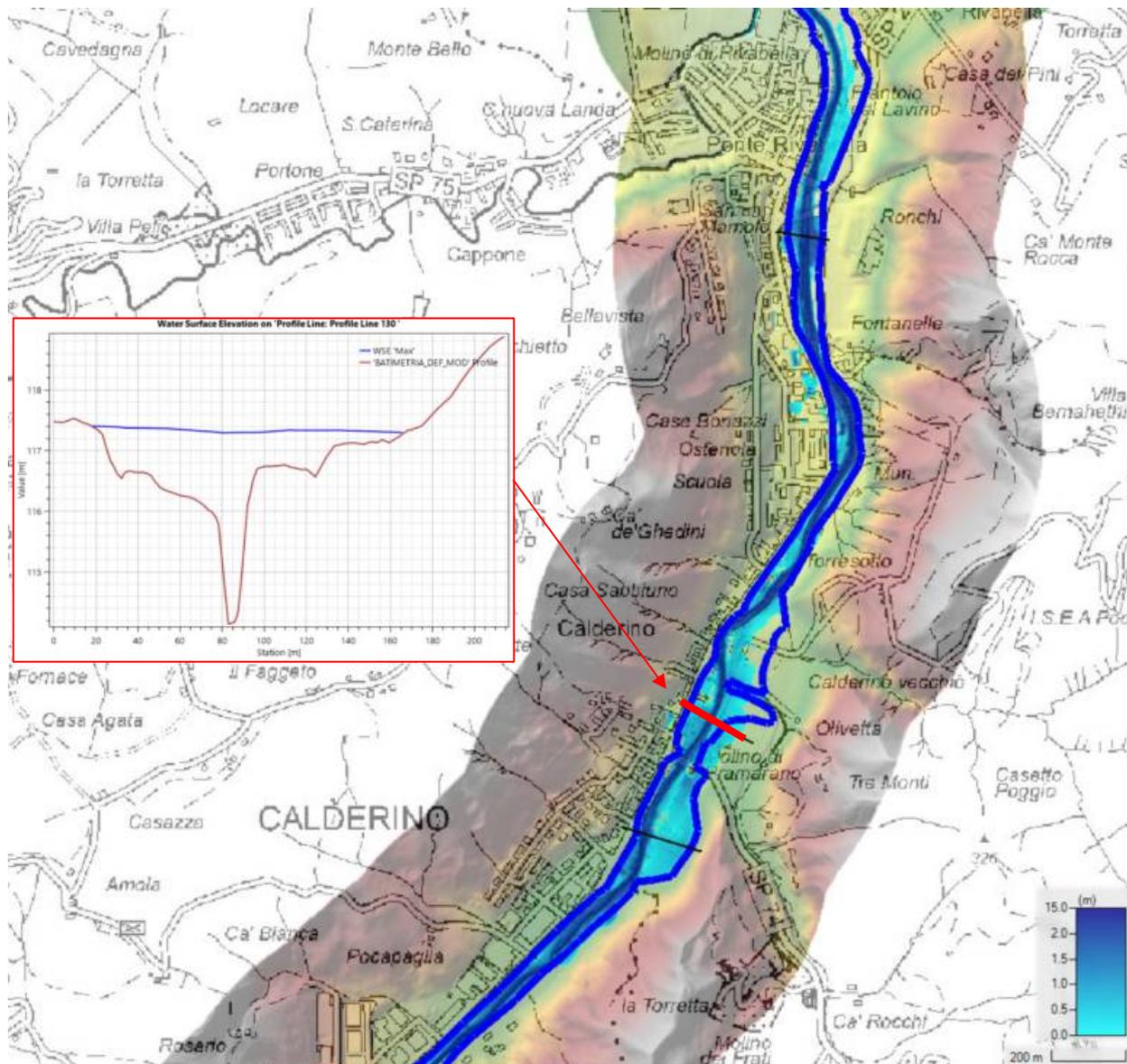


Fig. 69 TR50 – Torrente Lavino: massimi tiranti a Calderino (in blu P3 PGRA 2021).

Presso Rivabella si riscontra come la cassa di laminazione di monte tra le due realizzate (ma senza sfioratori) si sia riempita nel corso dell'evento, per sormonto dell'arginatura che non ha invece interessato quella di valle.

A valle di Rivabella, l'esondazione interessa principalmente aree a coltivi e aziende agricole sia in sponda destra che sinistra (vedi Fig. 70). In Zola Predosa si osservano allagamenti nel centro abitato dovuti a sormonti di entrambe le sponde, con tiranti idrici massimi che vanno dai 0,20 ai 0,70 m. In destra si osserva un'estensione degli allagamenti maggiore rispetto a quella definita dalla perimetrazione P3 PGRA.

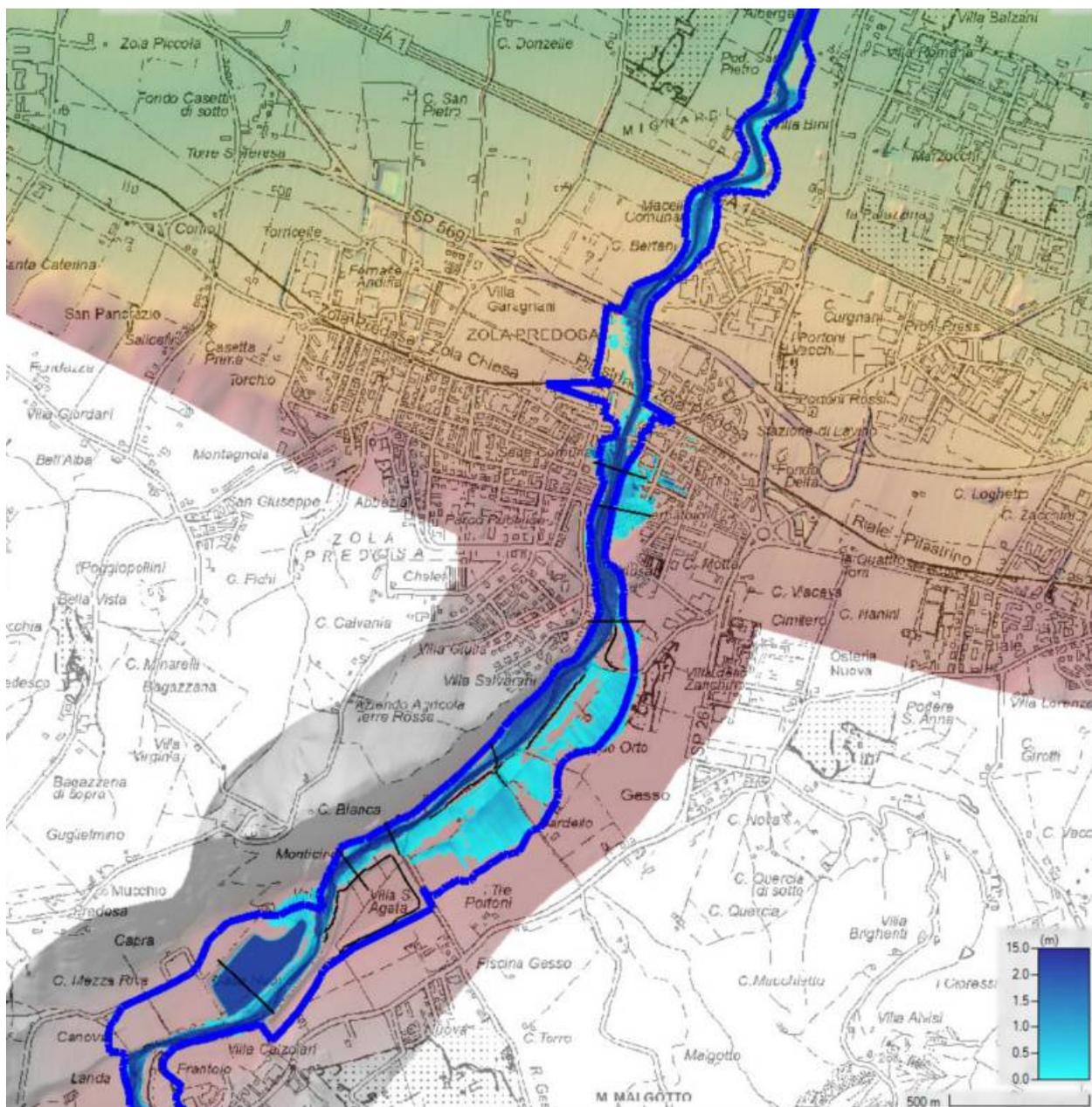


Fig. 70 TR50 – Torrente Lavino: massimi tiranti a Zola Predosa (in blu P3 PGRA 2021).

Superato il ponte del raccordo della A14, le esondazioni del Torrente Lavino provocano allagamenti più estesi che si propagano principalmente in aree agricole, giungendo però a interessare la parte ad Est dell'abitato di Anzola dell'Emilia e l'abitato di Lavino di Mezzo.

La perimetrazione P3 PGRA è comunque anche più estesa e ricomprende al suo interno gli allagamenti dovuti all'evento TR50 con durata 6 ore (vedi Fig. 71). Il colmo dell'idrogramma di portata scende di circa $75 \text{ m}^3/\text{s}$ passando da un valore di poco inferiore a $160 \text{ m}^3/\text{s}$ a valle dell'attraversamento della A14 a circa $85 \text{ m}^3/\text{s}$ a monte della confluenza del Torrente Ghironda. Il contributo di quest'ultimo fa nuovamente crescere il colmo di piena a circa $100 \text{ m}^3/\text{s}$.

Presso l'abitato di Lavino di Mezzo si ha sormonto dell'argine destro, mentre nel tratto poco a monte di entrambi (sormonto massimo di circa 0,60 m per la sponda destra e 0,30 m a sinistra). La portata fuoriuscita allaga un'area nei pressi della linea ferroviaria Milano-Bologna con estensione maggiore di quella identificata dalla perimetrazione P3 PGRA 2021 (vedi Fig. 72).

L'erosione si propaga mediante alcuni sottopassi anche nella zona a coltivi a valle dell'attraversamento ferroviario, andando ad interessare, anche per la presenza di canali secondari che rappresentano vie preferenziali di deflusso, l'area limitrofa a Calderara di Reno.

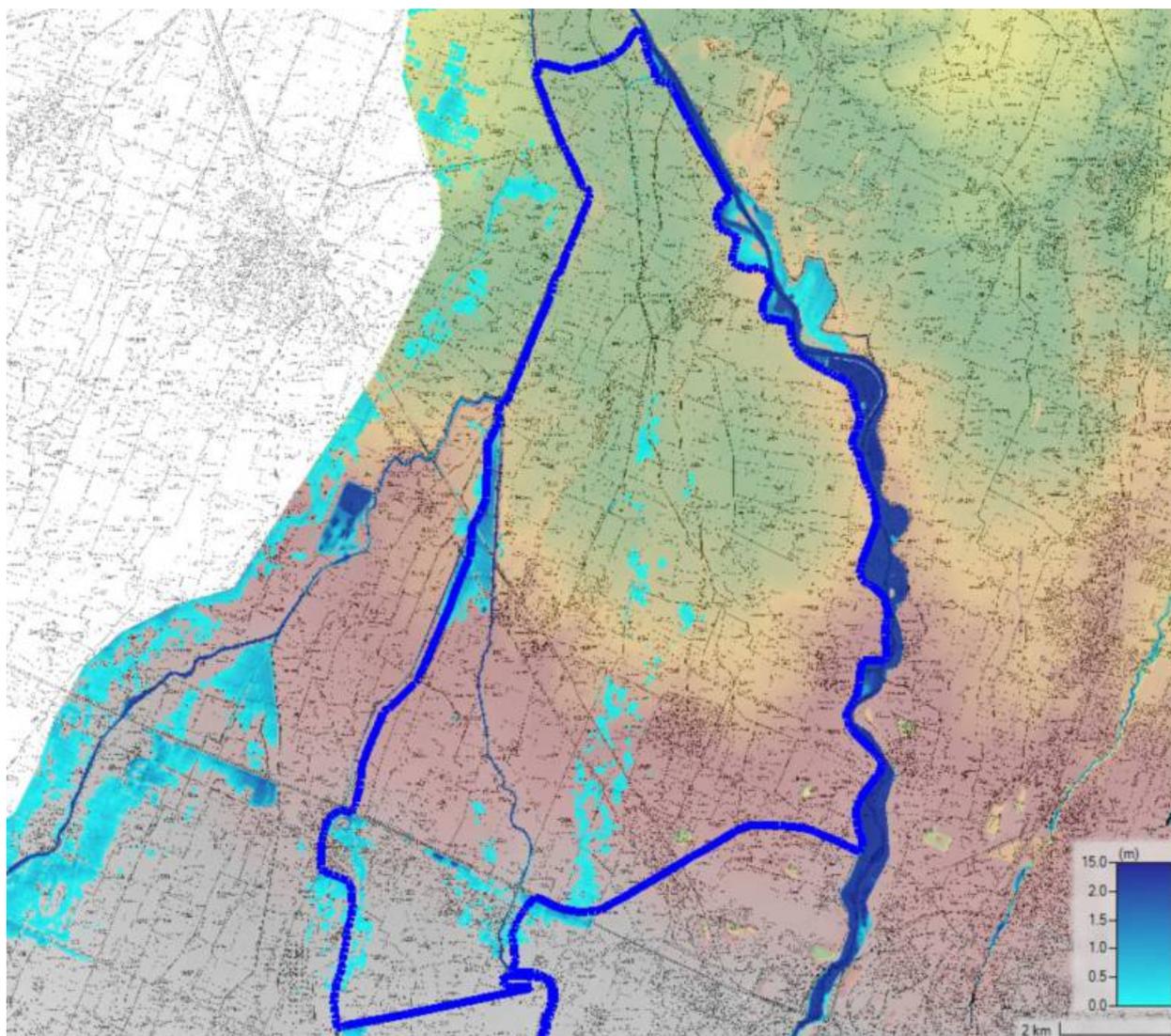


Fig. 71 TR50 – Torrente Lavino: massimi tiranti dall'attraversamento della A14 a confluenza in Samoggia (vista d'insieme) (in blu P3 PGRA 2021).

Nel tratto tra il ponte della SP568 e la linea ferroviaria Bologna-Verona si osservano sormonti dell'argine in sponda sinistra massimi di circa 0,20 m dovuti al fenomeno di rigurgito per la presenza del ponte ferroviario e stradale a valle (vedi Fig. 73).

Si allaga l'area interclusa tra i torrenti Lavino e Ghironda, con tiranti idrici massimi superiori a 1,00÷1,50 m (vedi Fig. 73 e Fig. 74).

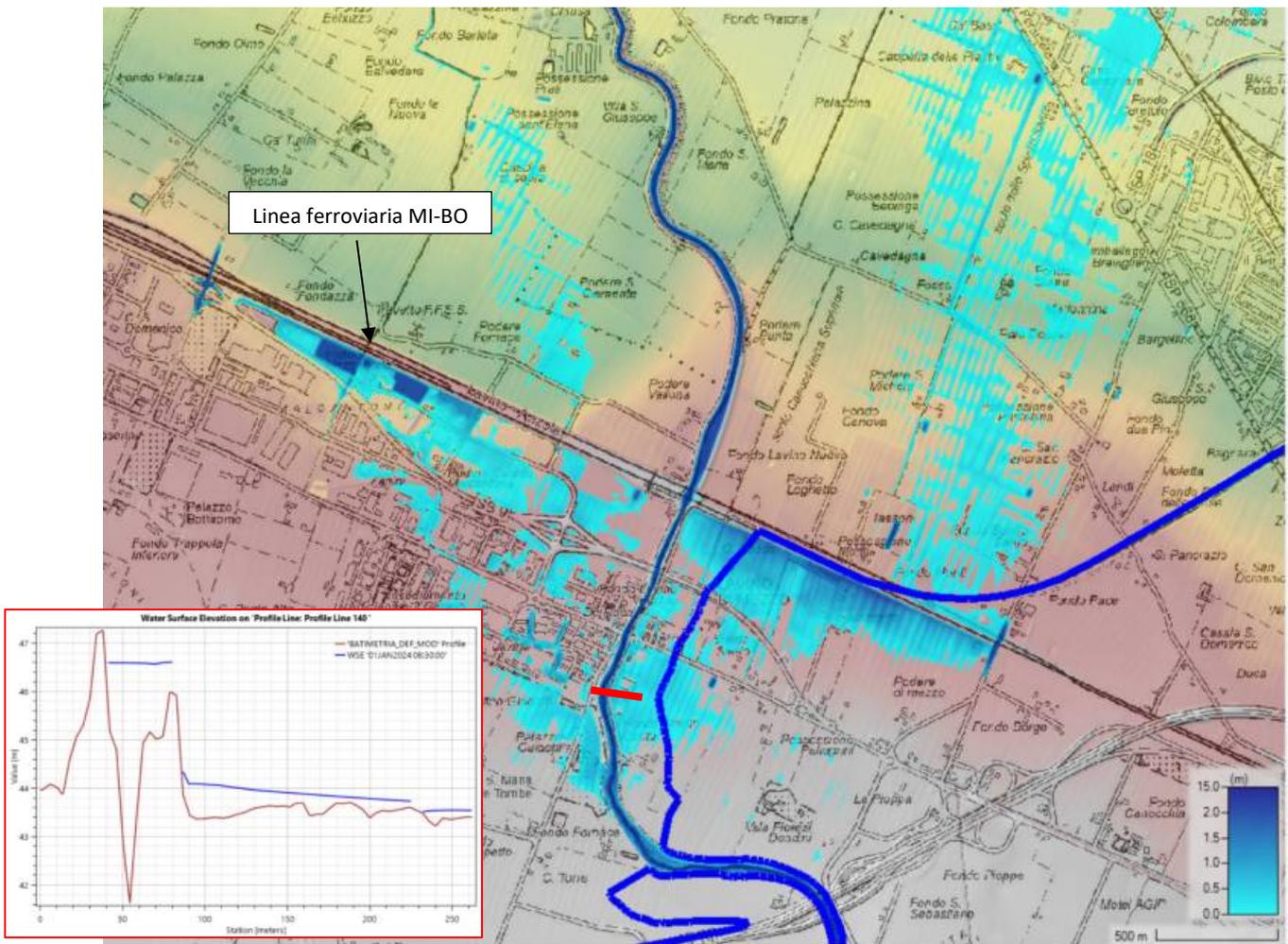


Fig. 72 TR50 – Torrente Lavino: massimi tiranti presso Lavino di mezzo e l’attraversamento della linea ferroviaria Milano-Bologna (in blu P3 PGRA 2021).

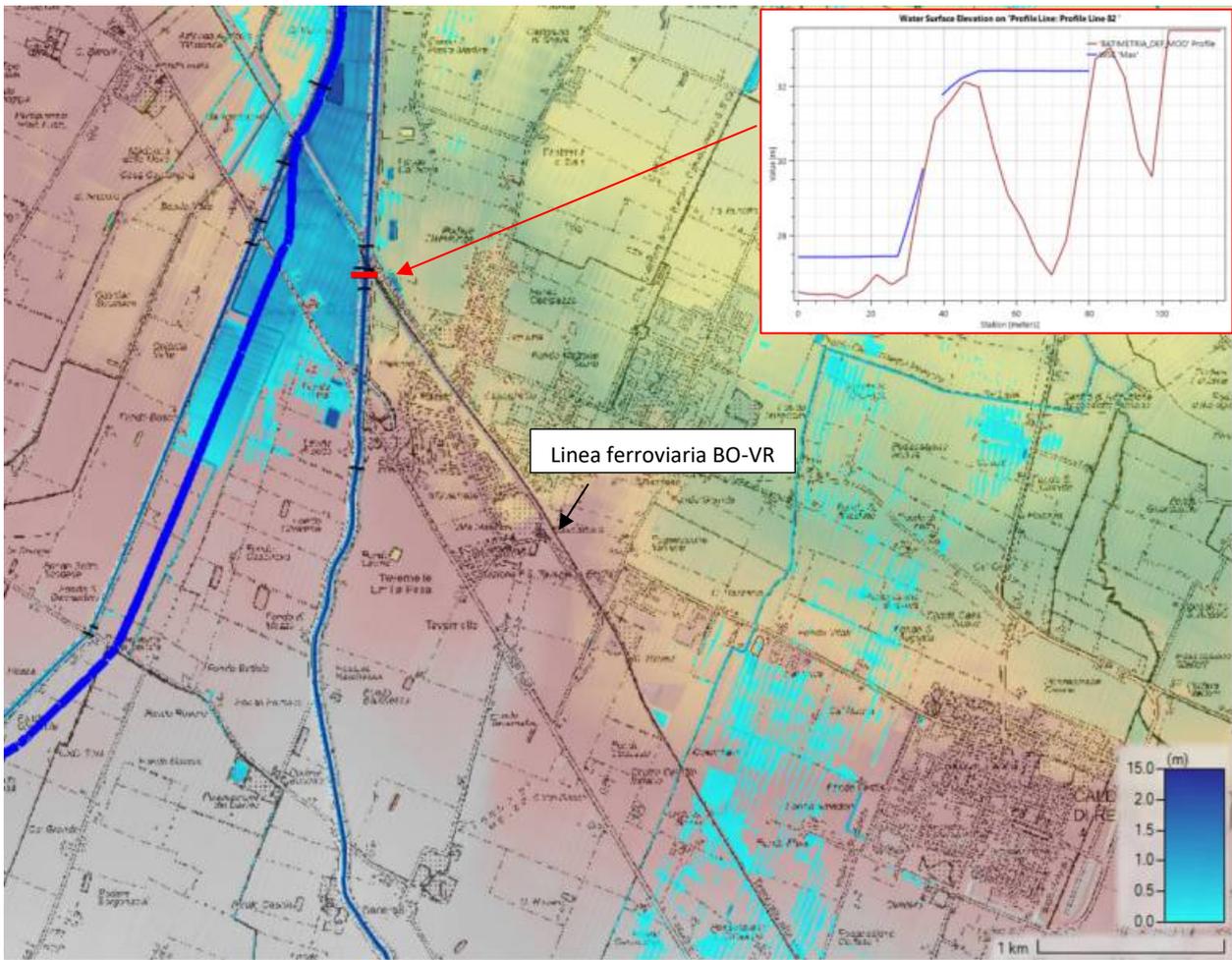


Fig. 73 TR50 – Torrente Lavino: massimi tiranti a valle dell’attraversamento della linea ferroviaria Milano-Bologna fino alla linea ferroviaria Bologna-Verona (in blu P3 PGRA 2021).

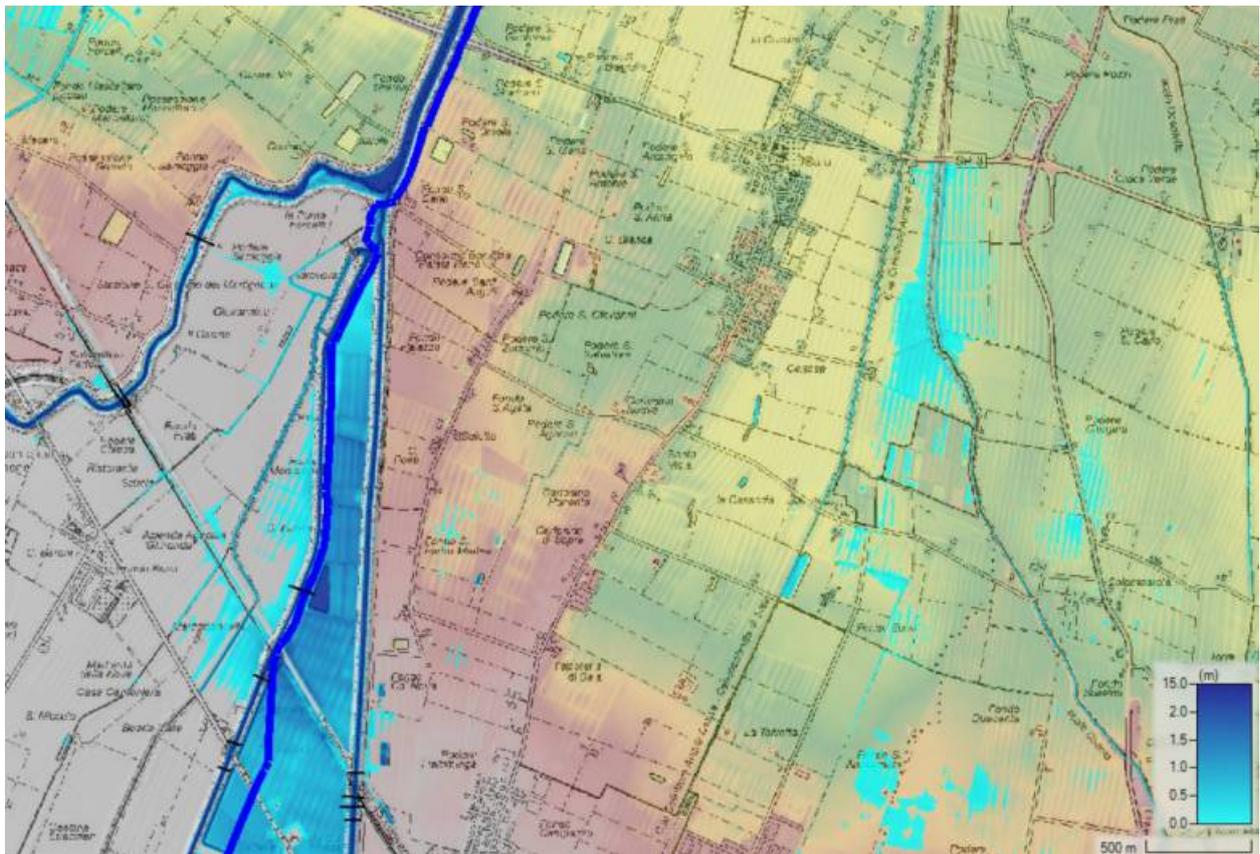


Fig. 74 TR50 – Torrente Lavino: massimi tiranti alla confluenza in Samoggia (in blu P3 PGRA 2021).

7.4.2.3 Evento TR200

In generale, le esondazioni dell'evento TR200 con durata 6 ore nel primo tratto del torrente Lavino fino a Zola Predosa hanno un'estensione compresa nella perimetrazione P2 PGRA 2021 (vedi Fig. 75).

A Monte San Giovanni, località in cui inizia il tratto di studio del Lavino, si osserva un sormonto della sponda sinistra massimo di circa 0,90 m nel centro urbano, che comporta allagamenti di abitazioni poste vicino alla sponda (Fig. 75).

A valle dell'abitato, invece, non si riscontrano particolari esondazioni, con l'alveo scorre in una zona agricola. Nel tratto che va da Calderino a Rivabella si osservano esondazioni che interessano anche i centri abitati.

Sia a Calderino che nel comune di Monte San Pietro entrambe le sponde vengono sormontate con tiranti idrici massimi per Calderino di circa $0,80 \pm 1,20$ m e Monte San Pietro di circa 0,20 m. A Rivabella, le esondazioni sono localizzate nei pressi del ponte della strada SP28 da sponda sinistra, andando ad interessare l'abitato e poi aree agricole più a valle (dalla sponda destra). Anche in questo caso si riscontra il riempimento della cassa di laminazione di monte, per sormonto dell'arginatura (non essendo dotata di sfioratore).

A valle di Rivabella, l'esondazione interessa principalmente aree coltivate e aziende agricole sia in sponda destra che sinistra.

In Zola Predosa (Fig. 77) si verificano allagamenti nel centro abitato dovuti a diffusi sormonti di entrambe le sponde, con tiranti idrici massimi che vanno da 0,80 a 1,20 m. Le aree allagate in destra idrografica hanno un'estensione maggiore del perimetro delineato dalla perimetrazione P2 PGRA 2021; esse si propagano attraverso l'autostrada A1 fino all'attraversamento dell'autostrada A14.

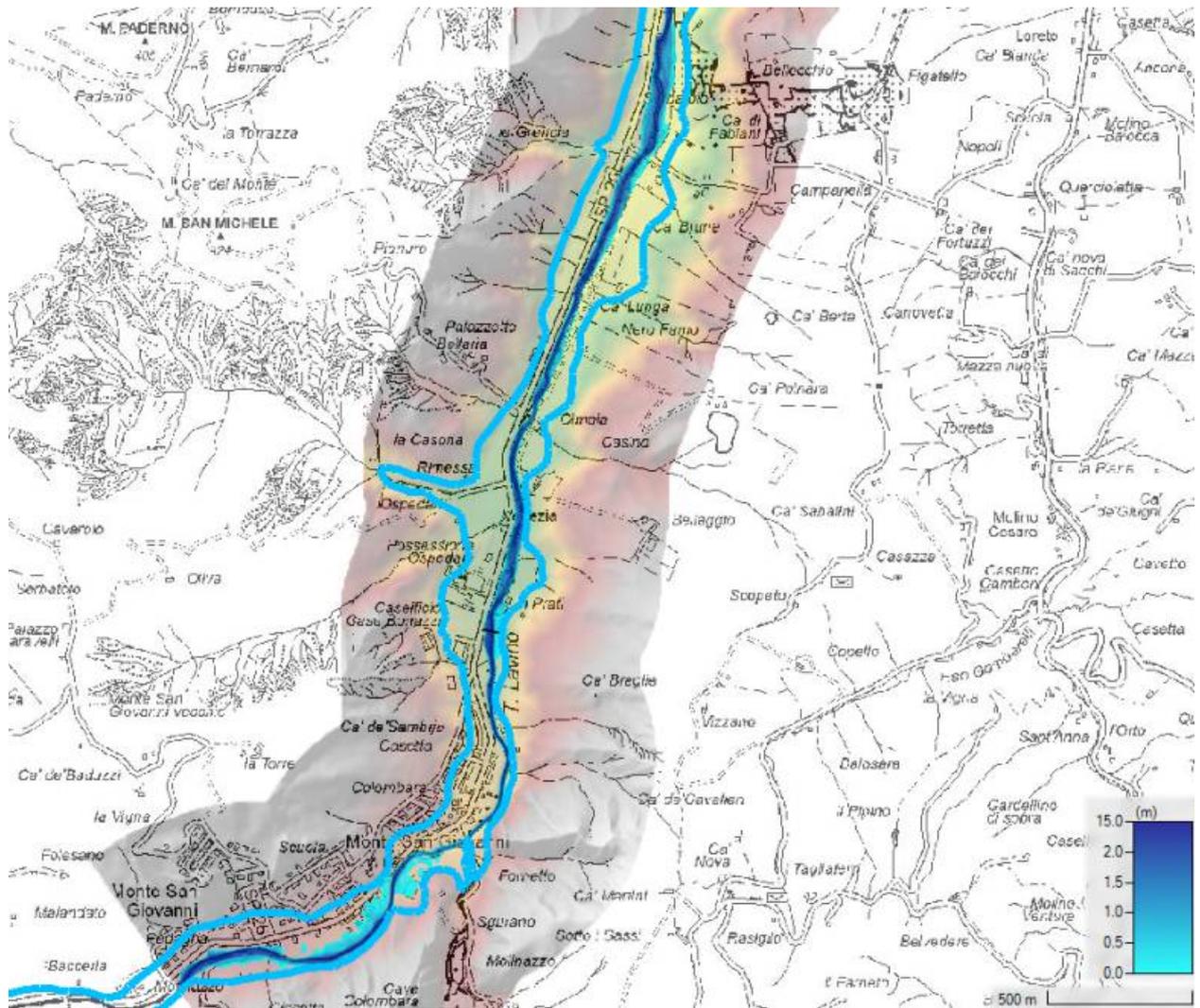


Fig. 75 TR200 – Torrente Lavino: massimi tiranti nei pressi di Monte San Giovanni (in azzurro P2 PGRA 2021).

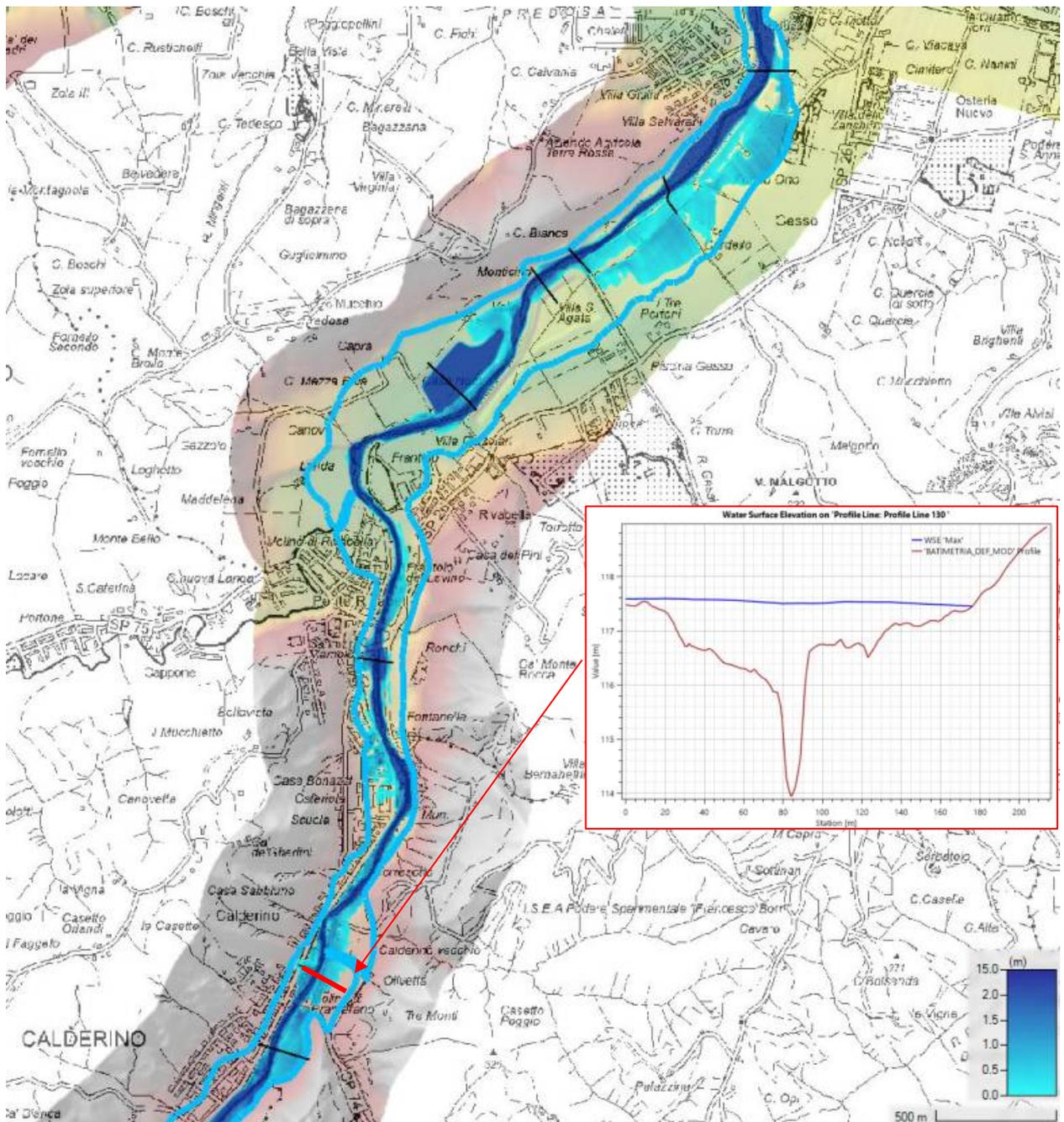


Fig. 76 TR200 – Torrente Lavino: massimi tiranti nel tratto tra Calderino e Rivabella (in **azzurro P2** PGRA 2021)

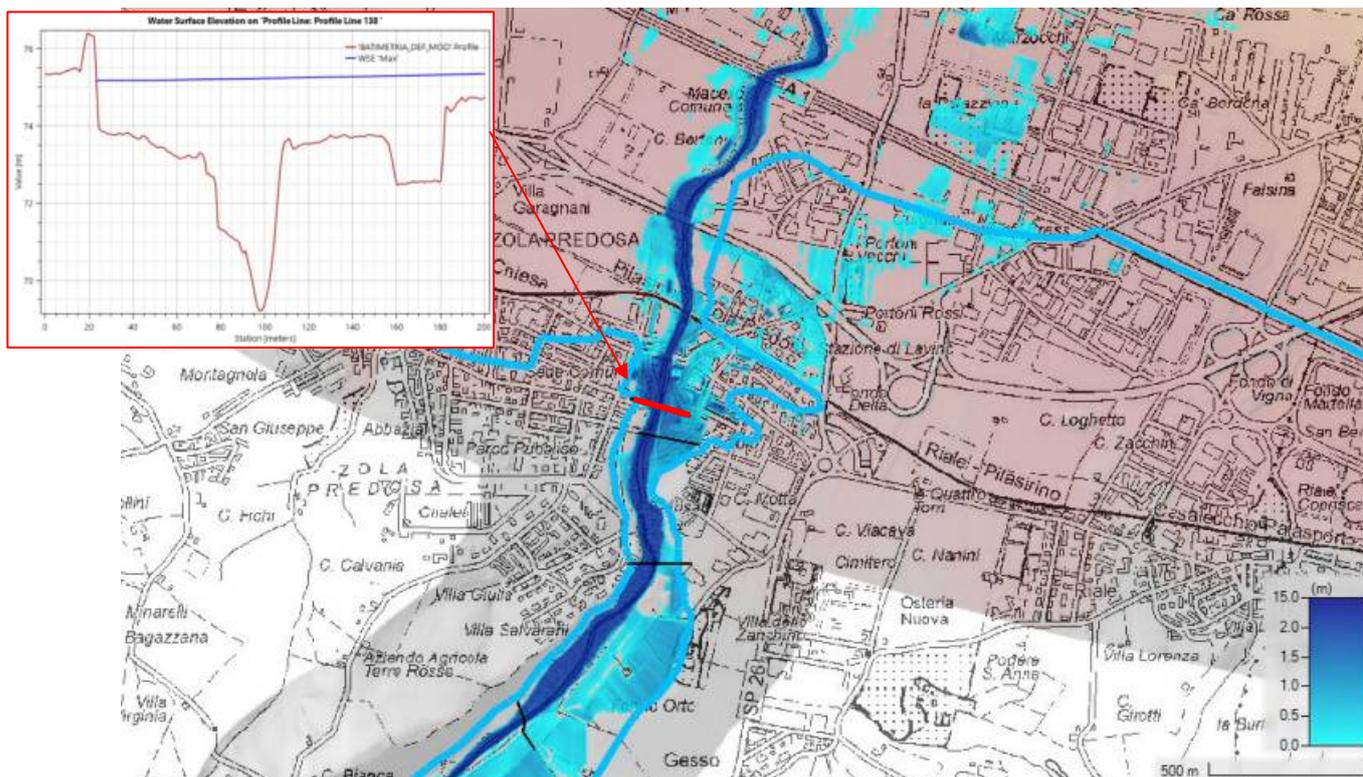


Fig. 77 TR200 – Torrente Lavino: massimi tiranti nei pressi di Zola Pedrosa (in azzurro P2 PGRA 2021).

Superato il ponte di raccordo della A1, la perimetrazione P2 PGRA si allarga e contiene all'interno della sua perimetrazione tutte le esondazioni (per l'evento TR200 con durata 6 ore) che si propagano fino alla confluenza del torrente Samoggia in Reno (vedi Fig. 78). Gli allagamenti interessano principalmente le aree agricole, la parte ad Est dell'abitato di Anzola dell'Emilia e l'abitato di Lavino di Mezzo a valle dell'attraversamento autostradale della A14 (vedi Fig. 79).

Il colmo dell'idrogramma di portata in alveo si riduce per queste fuoriuscite di circa $100 \text{ m}^3/\text{s}$, passando da circa $185 \text{ m}^3/\text{s}$ a valle dell'attraversamento della A14 a circa $85 \text{ m}^3/\text{s}$ a monte della confluenza del Torrente Ghironda. Il contributo di quest'ultimo riporta il colmo a circa $100 \text{ m}^3/\text{s}$.

Presso Lavino di Mezzo, come già osservato per TR50, si riscontrano sormonti arginali nell'abitato e a monte di esso; il sormonto massimo è di circa 0,70 m per la sponda destra e 0,50 m a sinistra. Tali allagamenti si propagano fino alla linea ferroviaria Milano-Bologna e, attraverso i sottopassi presenti, anche ampiamente nella zona coltiva a valle, andando ad interessare, anche per la presenza di canali secondari che rappresentano vie preferenziali di deflusso, l'area limitrofa a Calderara di Reno sul lato destro del torrente Lavino, unendosi agli allagamenti provenienti all'esondazione del Reno.

Nel tratto tra il ponte della SP568 e la linea ferroviaria Bologna-Verona si osservano sormonti dell'argine in sponda sinistra massimi di circa 0,20 m, dovuti a fenomeni di rigurgito da parte del ponte ferroviario e stradale a valle (vedi Fig. 80).

Si allaga infine l'area compresa tra i torrenti Lavino e Ghironda con tiranti idrici massimi superiori a $1,50 \div 2,00 \text{ m}$.

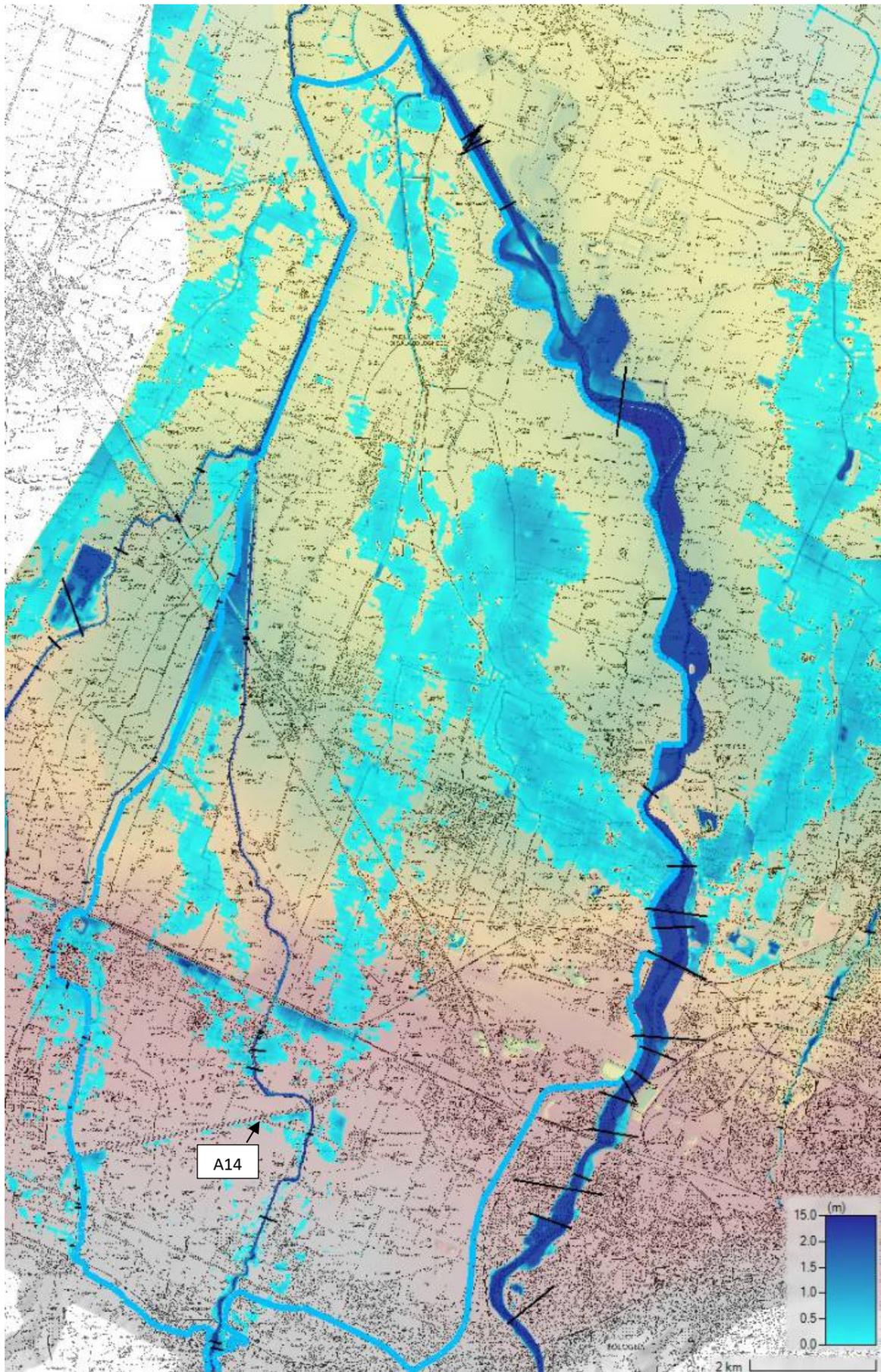


Fig. 78 TR200 – Torrente Lavino: massimi tiranti nel tratto a valle dell’attraversamento A14 fino alla confluenza (in azzurro P2 PGRA 2021).

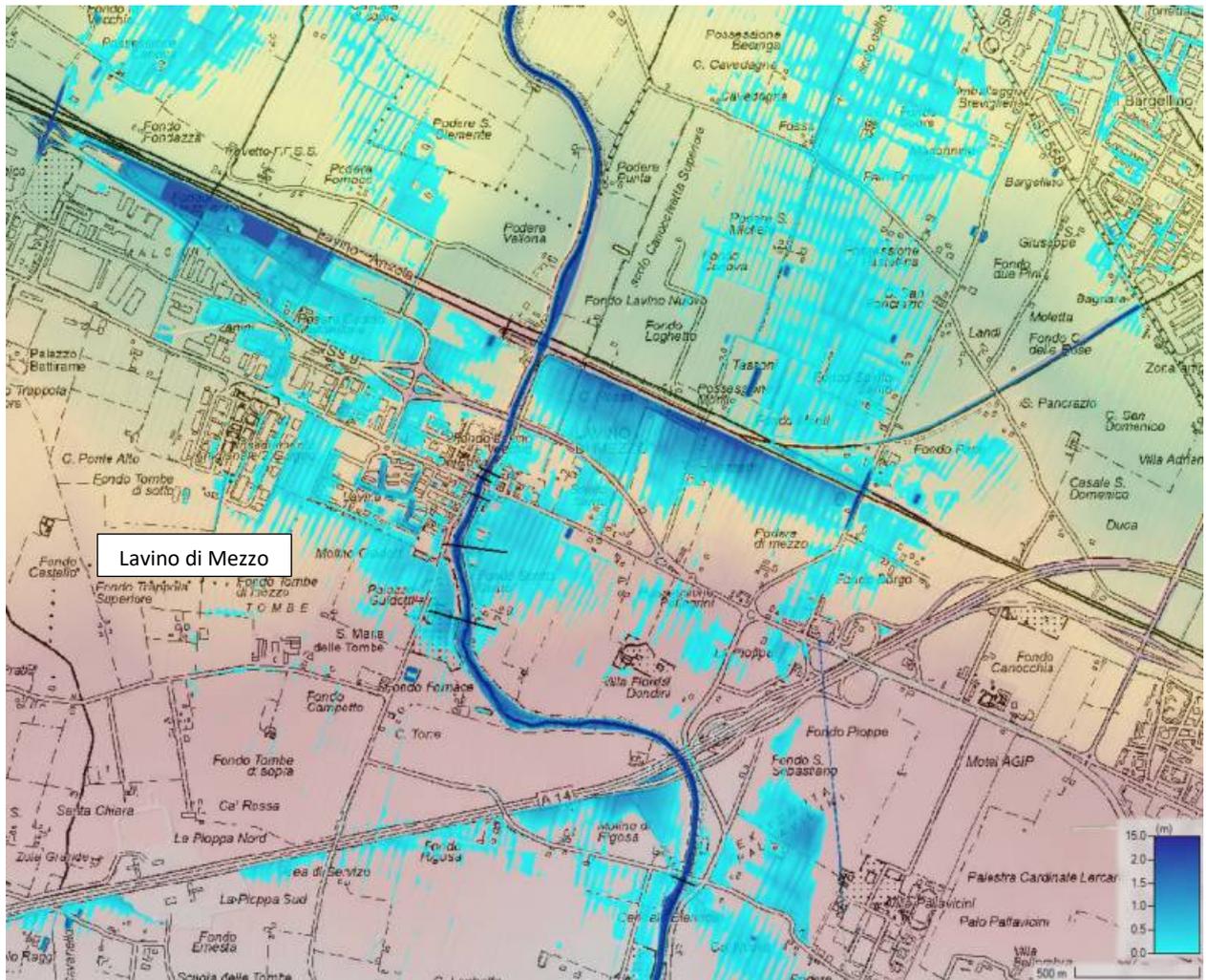


Fig. 79 TR200 – Torrente Lavino: massimi tiranti nei pressi di Lavino di Mezzo (in **azzurro** P2 PGRA 2021).

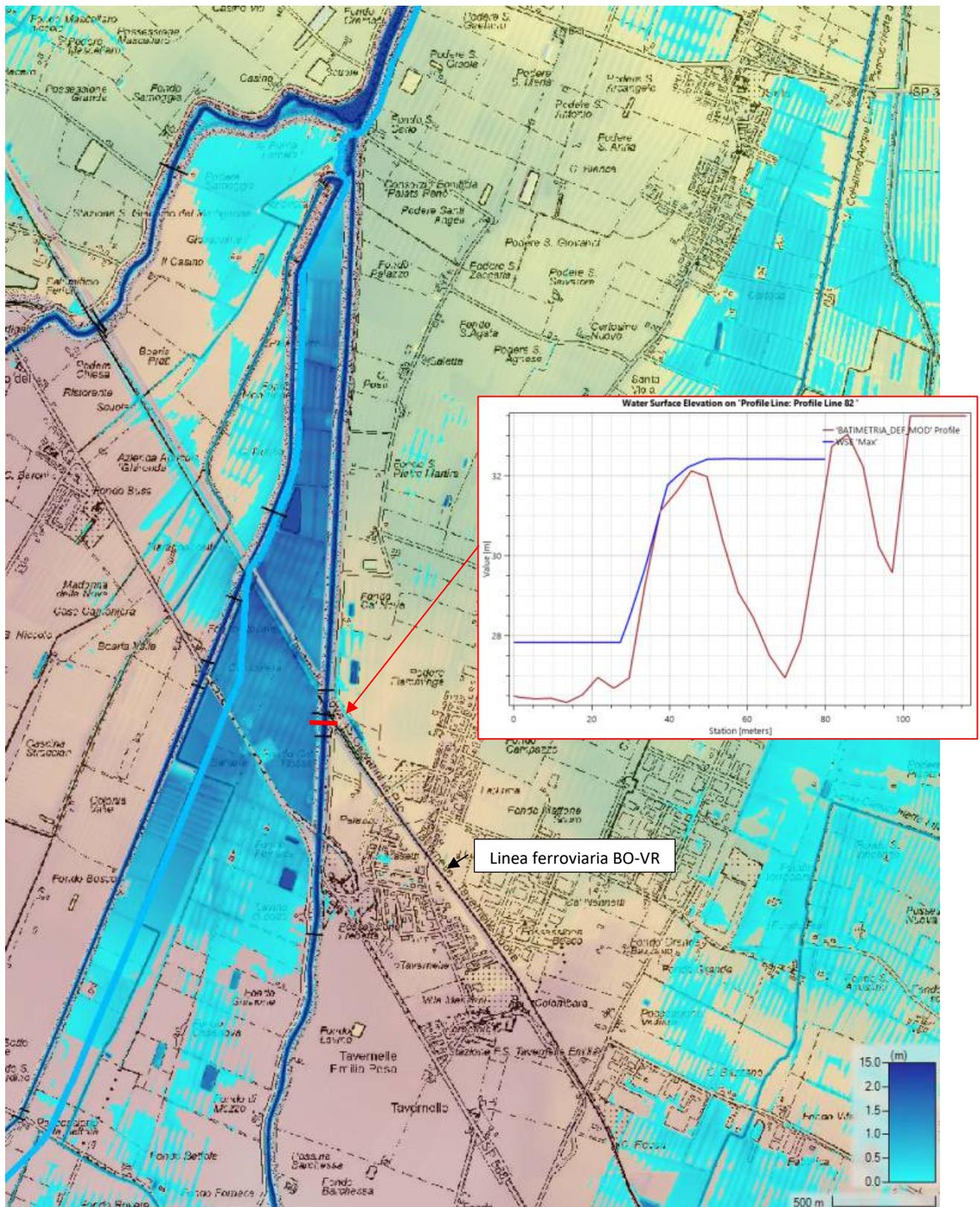


Fig. 80 TR200 – Torrente Lavino: massimi tiranti a monte della confluenza in Samoggia (in azzurro P2 PGRA 2021).

7.4.2.4 Evento TR500

L'evento con il tempo di ritorno 500 anni presenta dinamiche di esondazione e areali interessati pressoché analoghi all'evento duecentennale. In generale, dato il coinvolgimento di volumi maggiori, si osservano allagamenti caratterizzati da massimi tiranti più elevati nelle stesse aree.

Per l'evento TR500, soprattutto nella zona compresa tra i centri di Zola Predosa e Lavino di Mezzo (area tra la A1 e la A14), nell'abitato di Calderara di Reno e attorno a Sala Bolognese, si osservano allagamenti che ricoprono superfici sia abitate che coltivate maggiori rispetto alle risultanze dell'evento TR200.

7.4.3. Torrente Ghironda

7.4.3.1 Eventi 2024

Di seguito sono descritti i risultati ottenuti dalle simulazioni degli eventi di settembre e ottobre 2024. Dove possibile, i risultati sono stati confrontati con le segnalazioni di allagamento occorse durante gli eventi reali e i dati di livello in alveo misurati agli idrometri.

In Fig. 81 e Fig. 82 sono rappresentati i massimi tiranti idrici che sono risultati dalla simulazione dell'evento di settembre 2024. Le dinamiche di deflusso, con modeste esondazioni, sono risultate coerenti con quelle ottenute nel corso dell'evento reale. Vengono riportate solamente le zone di maggior interesse.

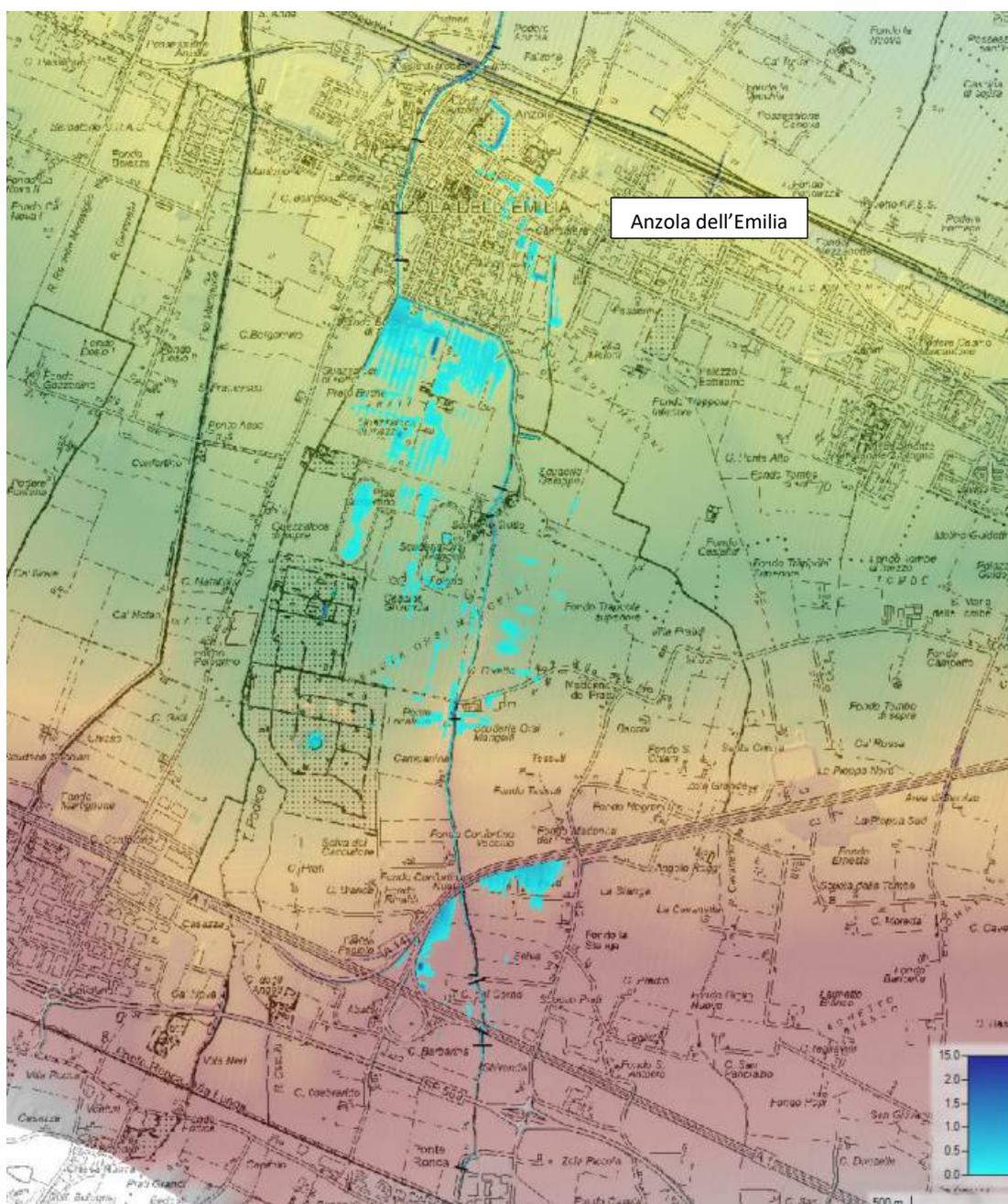


Fig. 81 Evento settembre 2024 – Torrente Ghironda: massimi tiranti nei pressi di Anzola dell'Emilia.

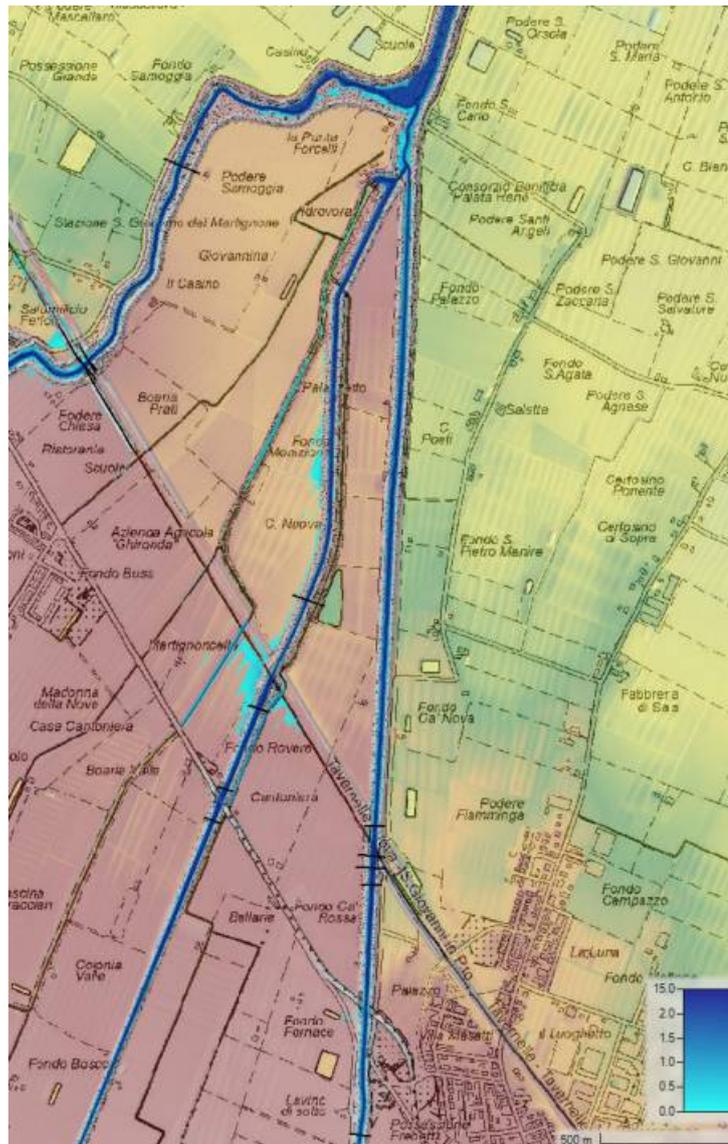


Fig. 82 Evento settembre 2024 – Torrente Ghironda: massimi tiranti alla confluenza in Lavino.

In Fig. 83 sono rappresentati a confronto gli idrogrammi di portata ottenuti alla stazione idrometrica di Anzola dell’Emilia dai modelli idrologico e idraulico; gli andamenti sono pressoché analoghi, però con un colmo di portata per il modello idraulico inferiore di circa $5 \text{ m}^3/\text{s}$, dovuto alle esondazioni nei tratti a monte.

In Fig. 84 sono riportate le variazioni dei livelli in alveo misurati direttamente dalla stazione idrometrica di Anzola dell’Emilia sul torrente Ghironda e quelle ottenute nelle simulazioni dell’evento di settembre 2024 in corrispondenza di tale stazione. Si osserva una buona corrispondenza degli andamenti ma una sottostima dei livelli (e delle portate) da parte del modello.

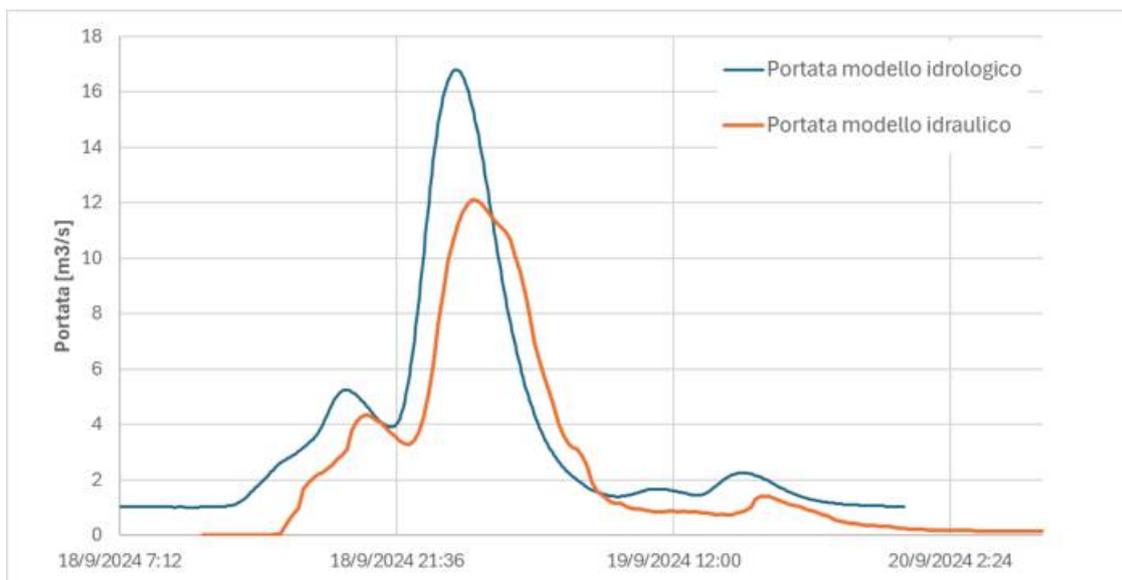


Fig. 83 Confronto tra gli idrogrammi di portata per l'evento di settembre 2024 a valle di Anzola dell'Emilia.



Fig. 84 Stazione idrometrica Anzola dell'Emilia: Andamenti dei livelli in alveo in m s.m. misurati nella stazione (blu) e ottenuti dalla simulazione (rosso) per l'evento di settembre 2024.

In Fig. 85 e Fig. 86 sono rappresentati i massimi tiranti idrici che sono risultati dalla simulazione dell'evento di ottobre 2024. Le dinamiche di deflusso presentano esondazioni con estensione maggiore rispetto all'evento di settembre.

In Fig. 85 si osservano sormonti continui di entrambe le sponde sia a monte dell'attraversamento A14 che a valle di esso; gli allagamenti interessano soprattutto aree coltivate. Come da segnalazione occorsa nel corso dell'evento reale (perimetro rosso in Fig. 85), l'abitato di Anzola dell'Emilia presenta allagamenti derivati da sormonti di entrambe le sponde di circa 0,20 m. L'esondazione viene contenuta in parte dal rilevato della linea ferroviaria Milano-Bologna, in parte si propaga nell'area coltivata più a valle attraverso i sottopassi presenti.

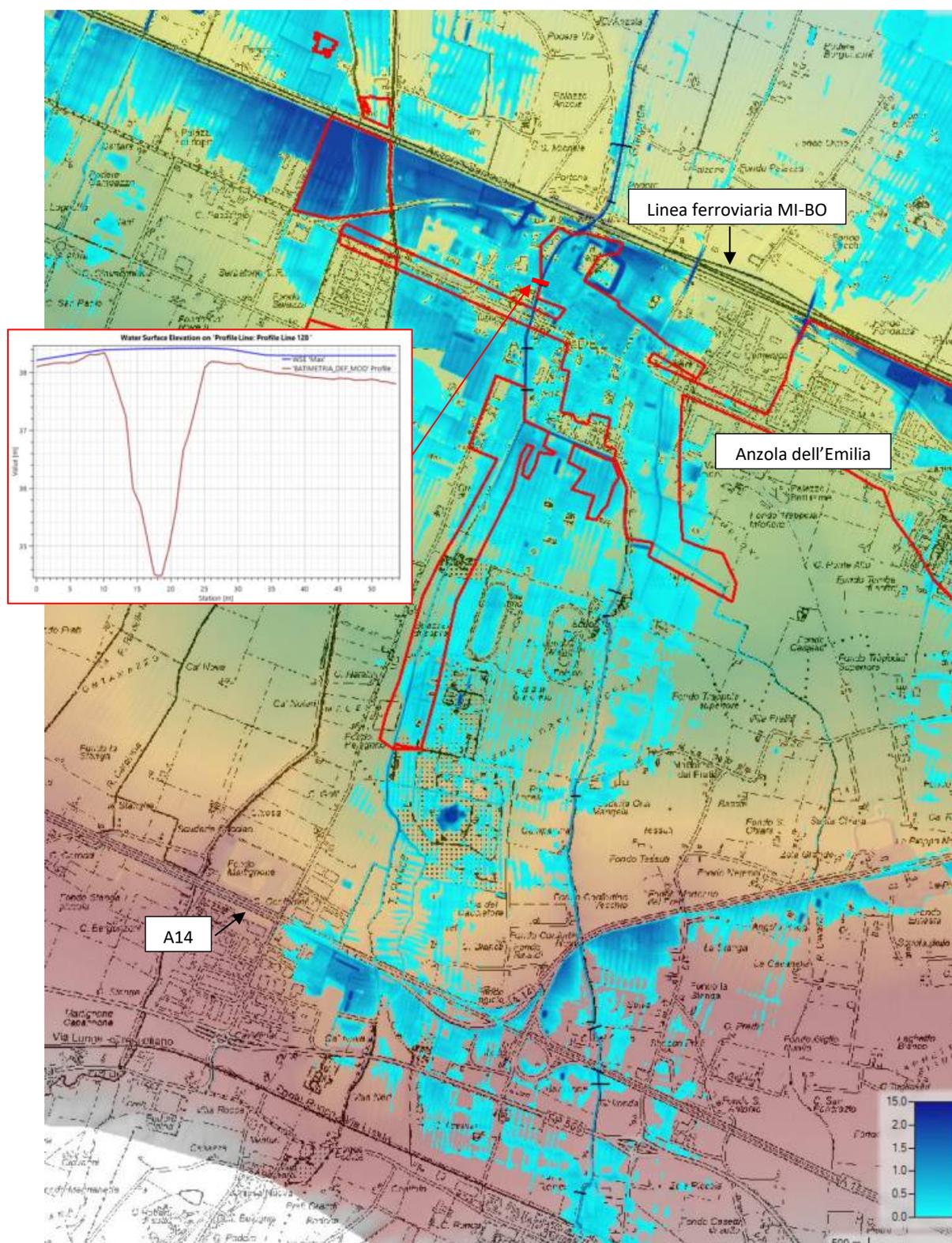


Fig. 85 Evento ottobre 2024 – Torrente Ghironda: massimi tiranti dall’inizio del tratto in studio all’abitato di Anzola dell’Emilia.

In Fig. 86 si osservano perimetrate in rosso le aree di esondazione segnalate nel corso dell’evento reale alla confluenza nel torrente Lavino. I sormonti sono di entrambe le sponde nei pressi degli attraversamenti della SP568 e della linea ferroviaria Bologna-Verona.

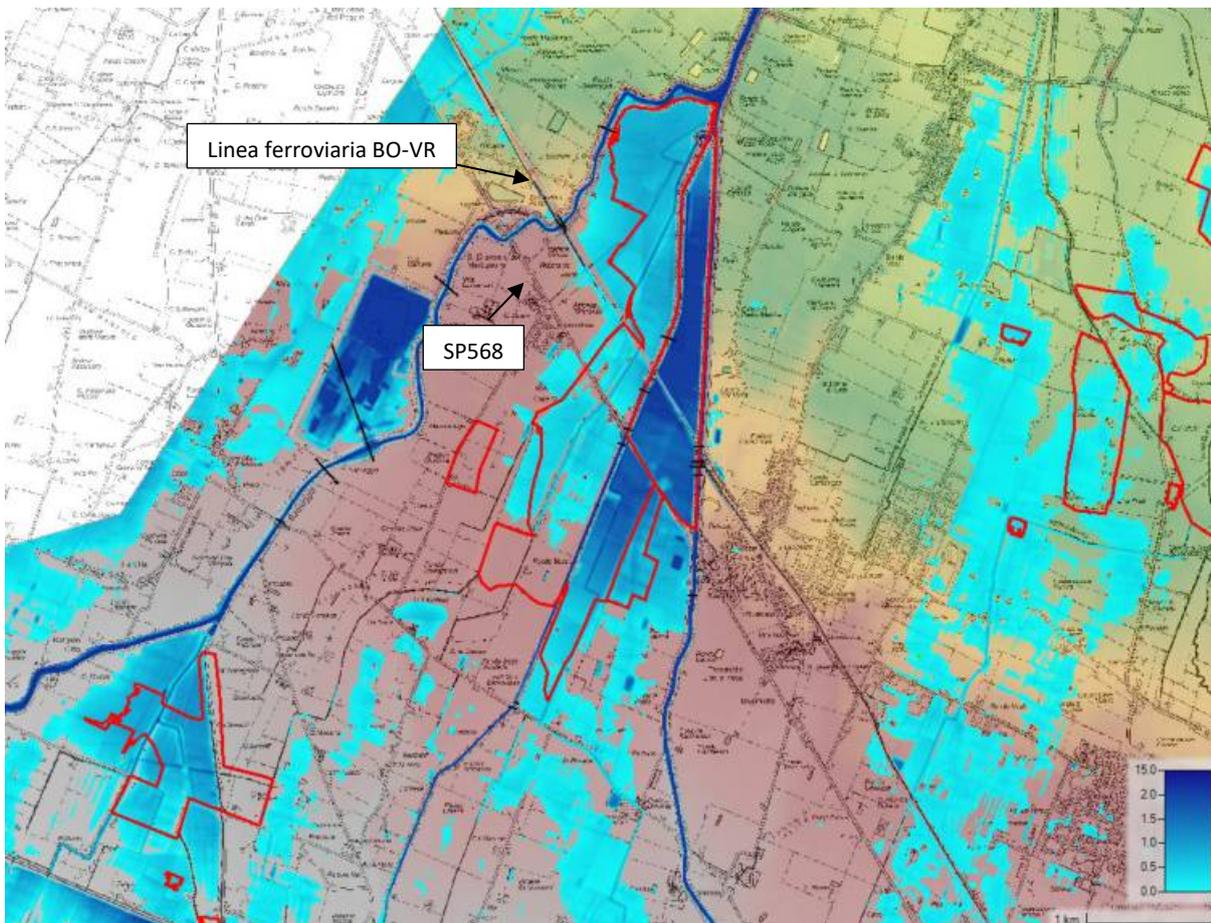


Fig. 86 Evento ottobre 2024 – Torrente Ghironda: massimi tiranti alla confluenza in Lavino.

In Fig. 87 sono rappresentati a confronto gli idrogrammi di portata ottenuti alla stazione idrometrica di Anzola dell’Emilia dai modelli idrologico e idraulico; il colmo di portata per il modello idraulico presenta un valore inferiore di circa 80 m³/s, dovuto alle esondazioni nei tratti a monte.

In Fig. 88 sono riportate le variazioni dei livelli in alveo misurati direttamente dalla stazione idrometrica di Anzola dell’Emilia sul torrente Ghironda e quelle ottenute nelle simulazioni dell’evento di ottobre 2024 in corrispondenza di tale stazione. Si osserva una buona corrispondenza degli andamenti ma una sottostima dei livelli (e delle portate) da parte del modello.

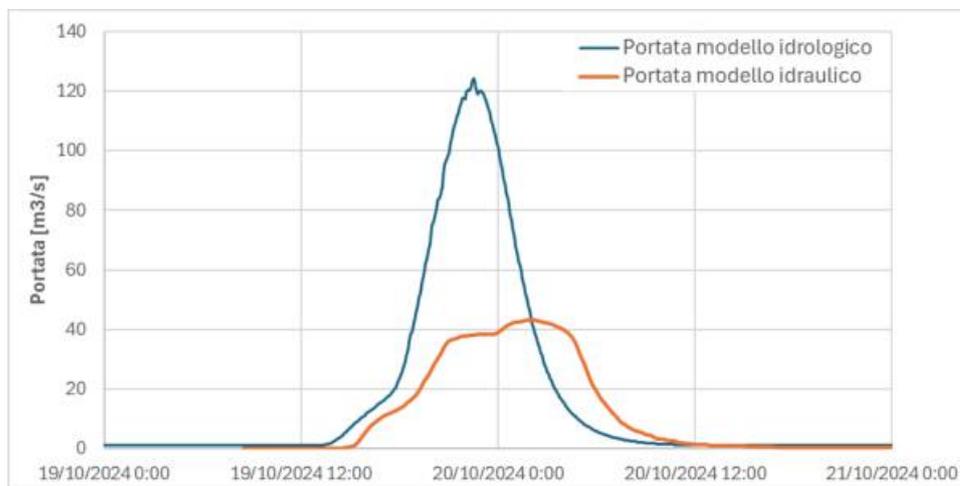


Fig. 87 Confronto tra gli idrogrammi di portata per l’evento di ottobre 2024 a valle di Anzola dell’Emilia.

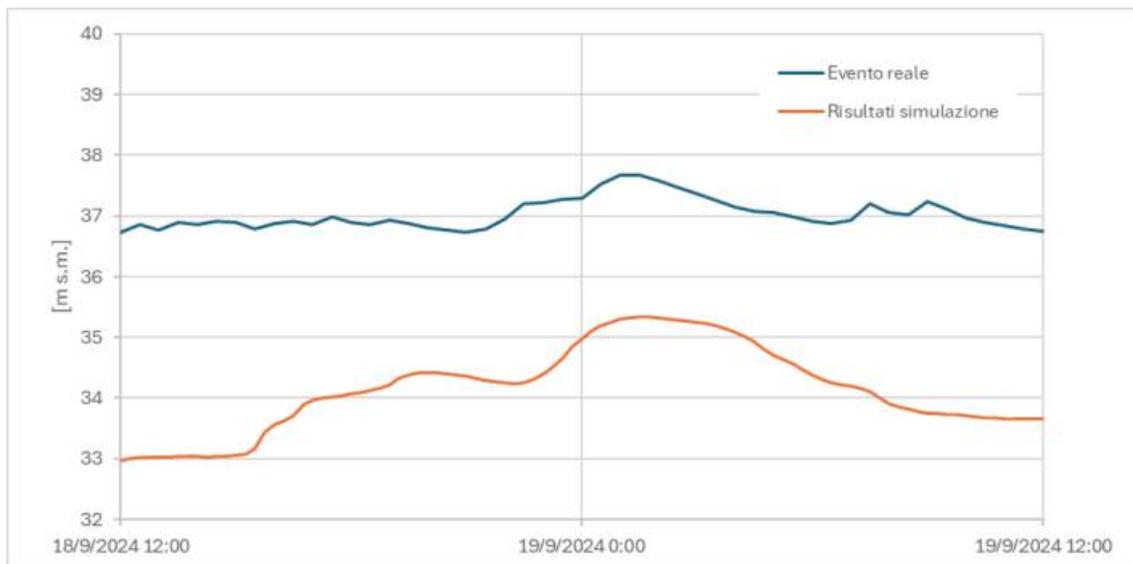


Fig. 88 Stazione idrometrica Anzola dell'Emilia: Andamenti dei livelli in alveo in m s.m. misurati nella stazione (blu) e ottenuti dalla simulazione (rosso) per l'evento di ottobre 2024.

7.4.3.2 Evento TR50

Nel primo tratto del torrente Ghironda si osservano esondazioni più estese rispetto alla perimetrazione P3 PGRA con sormonti di entrambe le sponde sia a monte dell'autostrada A1 (principalmente in sponda sinistra con tiranti massimi di 0,80 m) che a monte dell'autostrada A14 di circa 0,10÷0,15 m (vedi Fig. 89). Le esondazioni riguardano soprattutto aree coltivate.

A valle del ponte Locatello, in località di Anzola dell'Emilia, si osservano sormonti della sponda di circa 0,05÷0,10 m proprio a monte del sistema arginale (vedi Fig. 90). Da questi sormonti l'esondazione si propaga in parte dell'abitato di Anzola dell'Emilia non compreso nella perimetrazione P3 PGRA. Si noti che a valle della Scuderia Orsi Mangelli si ha un sormonto dell'argine in sponda sinistra di circa 0,40 m che comporta l'allagamento di un'ampia area principalmente coltiva in sinistra idrografica proprio a monte del centro abitato.

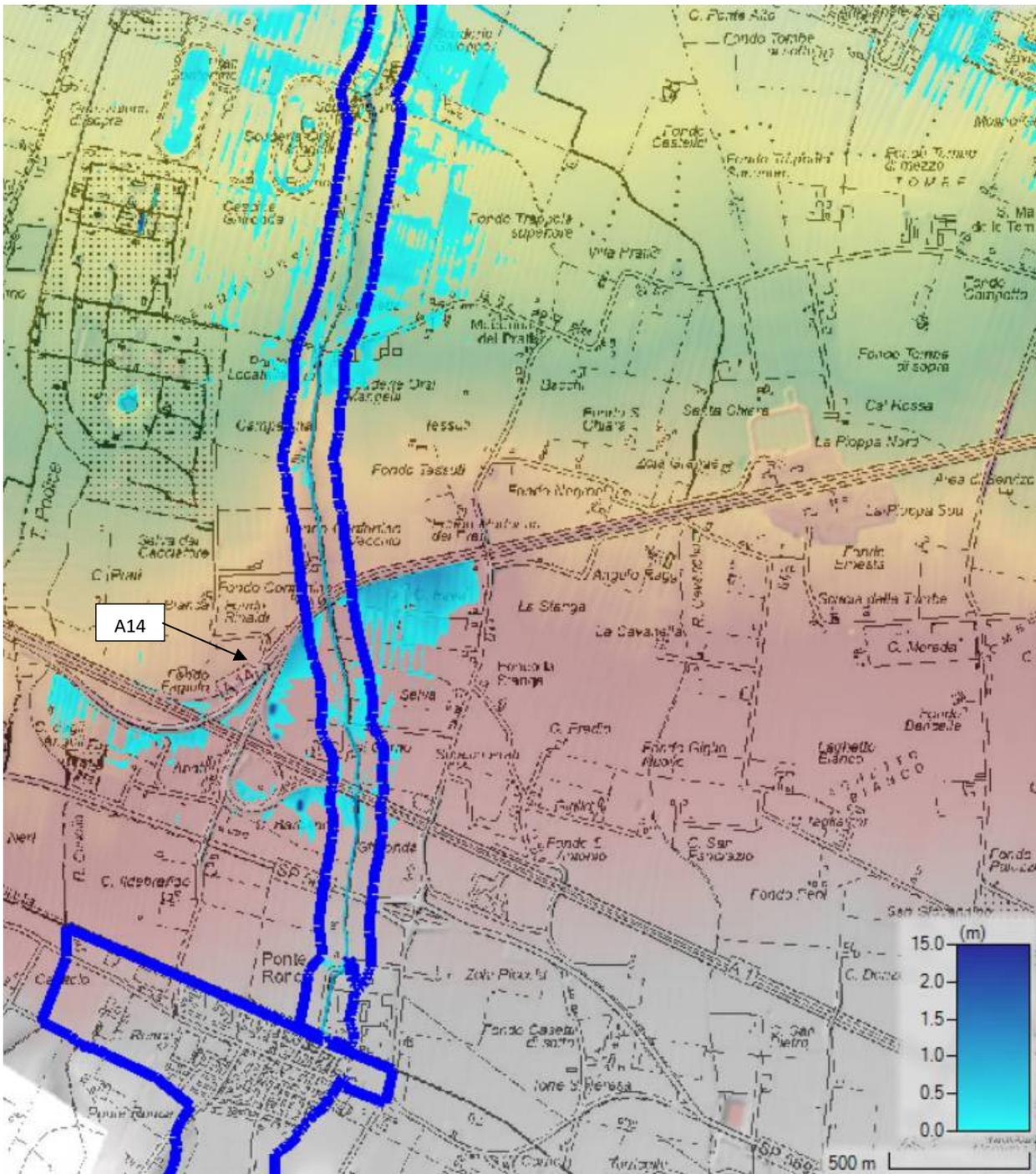


Fig. 89 TR50 – Torrente Ghironda: massimi tiranti nel primo tratto fino a monte di Anzola dell’Emilia (in blu P3 PGRA 2021).

Sia a monte dell’attraversamento della strada SP568 che a monte del ponte ferroviario della linea Bologna-Verona si osservano sormonti di entrambe le sponde di circa $0,20 \div 0,30$ m per il primo attraversamento e fino a $0,50$ m per il secondo (vedi Fig. 91). L’estensione è maggiore rispetto a quella definita dalla perimetrazioni P3 PGRA. In destra idrografica i tiranti idrici risultanti sono maggiori anche per il contributo dato dall’esondazione del vicino torrente Lavino.

Il colmo dell’idrogramma di portata nell’ultimo tratto da Anzola dell’Emilia a monte della confluenza nel torrente Lavino diminuisce di circa $10 \text{ m}^3/\text{s}$ passando da circa $25 \text{ m}^3/\text{s}$ a circa $15 \text{ m}^3/\text{s}$.

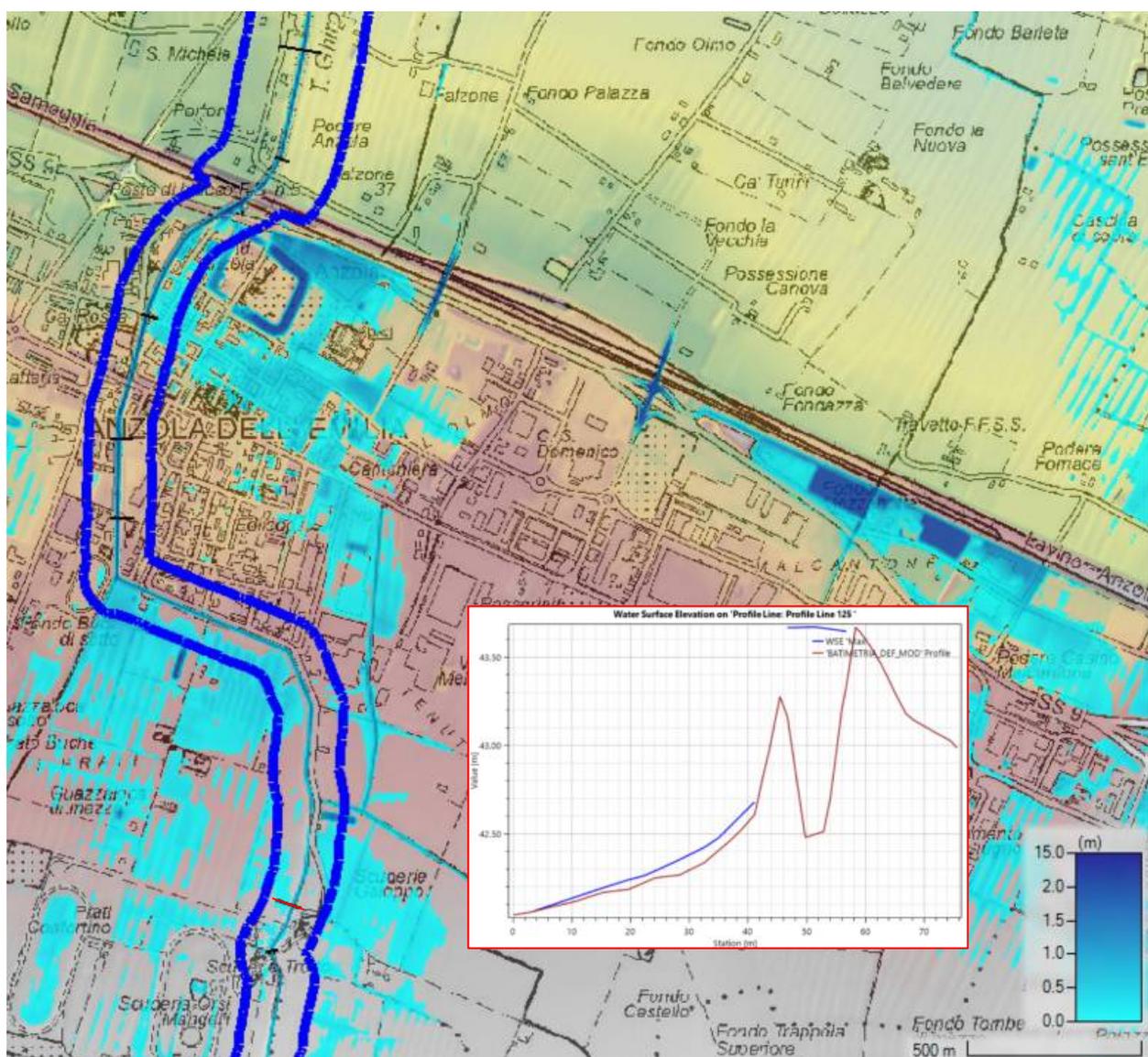


Fig. 90 TR50 – Torrente Ghironda: massimi tiranti nei pressi di Anzola dell'Emilia (in blu P3 PGRA 2021).

Le esondazioni riguardano soprattutto aree coltivate, come anche quelle allagate dai sormonti di circa $0,05\div 0,10$ m a monte del sistema arginale ubicato a valle del ponte Locatello in località di Anzola dell'Emilia (vedi Fig. 92 e Fig. 93).

È proprio l'esondazione in questo punto che porta all'allagamento di parte dell'abitato di Anzola dell'Emilia, area non compresa nella perimetrazione P2 PGRA. Si noti che a valle della Scuderia Orsi Mangelli si ha un sormonto dell'argine in sponda sinistra che comporta l'allagamento di un'ampia area principalmente a coltivi in sinistra idrografica, proprio a monte del centro abitato (Fig. 93).

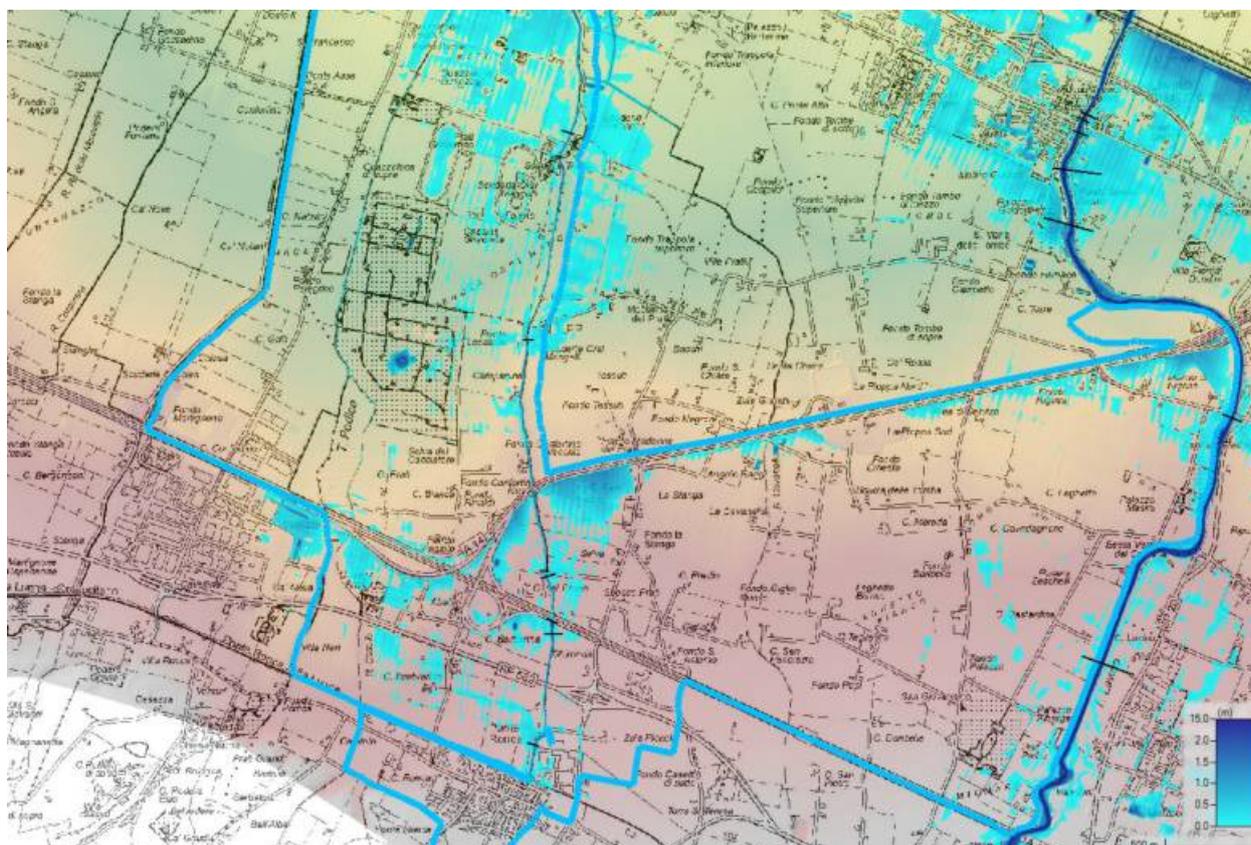


Fig. 92 TR200 – Torrente Ghironda: massimi tiranti nel primo tratto fino a monte di Anzola dell'Emilia (in azzurro P3 PGRA 2021).



Fig. 93 TR200 – Torrente Ghironda: massimi tiranti ad Anzola dell’Emilia (in azzurro P3 PGRA 2021).

A monte del ponte ferroviario della linea Bologna-Verona si osservano sormonti dell’argine di sponda destra di circa 0,60 m, mentre per l’argine di sponda sinistra non c’è franco disponibile (vedi Fig. 94 e Fig. 95). In sinistra l’estensione dell’esonazione è maggiore rispetto a quella definita dalla perimetrazioni P2 PGRA andando a riguardare campi coltivati fino all’alveo del torrente Samoggia. In destra i tiranti idrici risultanti sono maggiori, soprattutto per il contributo dato dall’esonazione del vicino torrente Lavino.

Il colmo dell’idrogramma di portata nell’ultimo tratto da Anzola dell’Emilia a monte della confluenza nel torrente Lavino diminuisce di circa 20 m³/s passando da circa 35 m³/s a valori poco superiori a 15 m³/s.

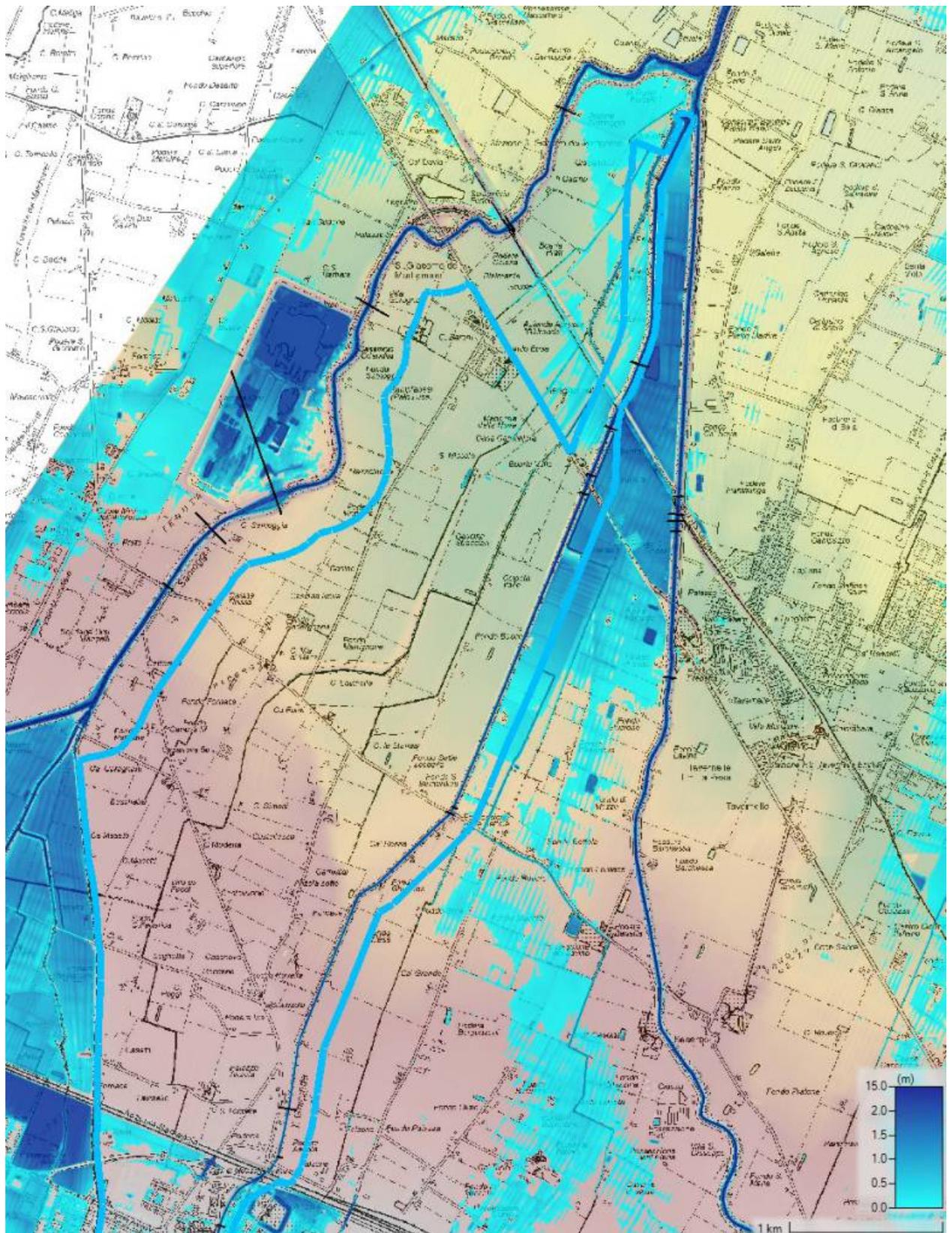


Fig. 94 TR200 – Torrente Ghironda: massimi tiranti dall’attraversamento ferroviario linea Milano-Bologna fino alla confluenza in Lavino (in **azzurro** P3 PGRA 2021).

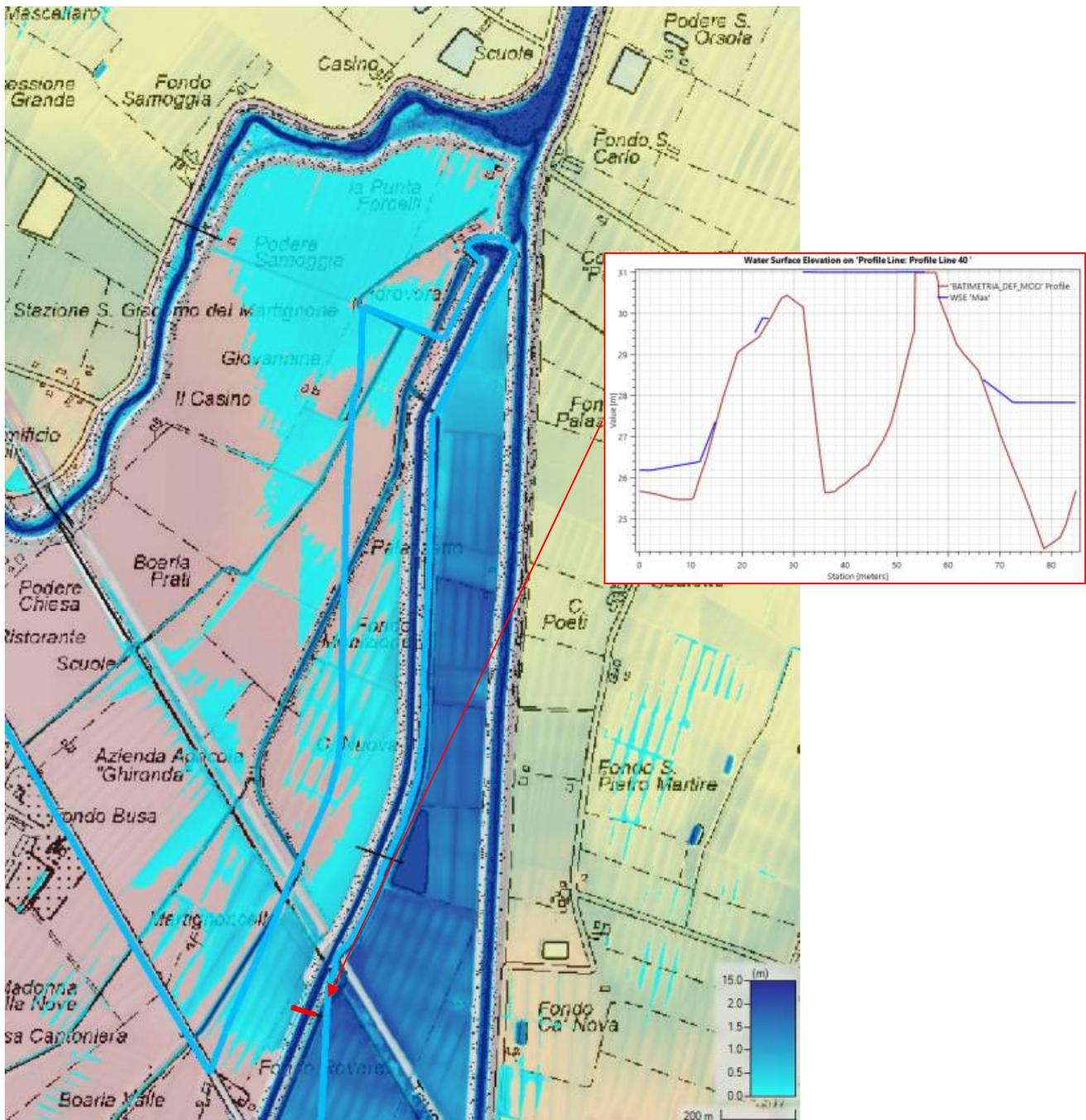


Fig. 95 TR200 – Torrente Ghironda: dettaglio massimi tiranti alla confluenza in Lavino (in azzurro P3 PGRA 2021).

7.4.3.4 Evento TR500

L'evento con il tempo di ritorno 500 anni presenta dinamiche di esondazione e areali interessati pressoché analoghi all'evento duecentennale. In generale, dato il coinvolgimento di volumi maggiori, si osservano allagamenti caratterizzati da massimi tiranti più elevati nelle stesse aree. In particolare, la zona coltiva compresa tra il Samoggia e il Ghironda alla confluenza di quest'ultimo in Lavino è interessata da esondazioni con estensione maggiore.

7.4.4. Torrente Ghiaia di Serravalle

7.4.4.1 Eventi 2024

In Fig. 96 e Fig. 97 sono rappresentati i massimi tiranti idrici che sono risultati dalle simulazioni rispettivamente dell'evento di settembre 2024 e di quello di ottobre 2024. Le dinamiche di deflusso sono risultate coerenti con quelle ottenute nel corso degli eventi reali.

Si riscontra, per entrambi gli eventi, un allagamento immediatamente a valle del paese di Castelletto, dove si sono verificati significativi fenomeni erosivi della sponda destra, e poi – come già osservato – un allagamento entro l'area urbana di Monteveglio, anche per effetto di rigurgito del Samoggia. Si noti come nell'evento di ottobre l'estensione delle esondazioni sia maggiore rispetto a quella risultata per l'evento di settembre.

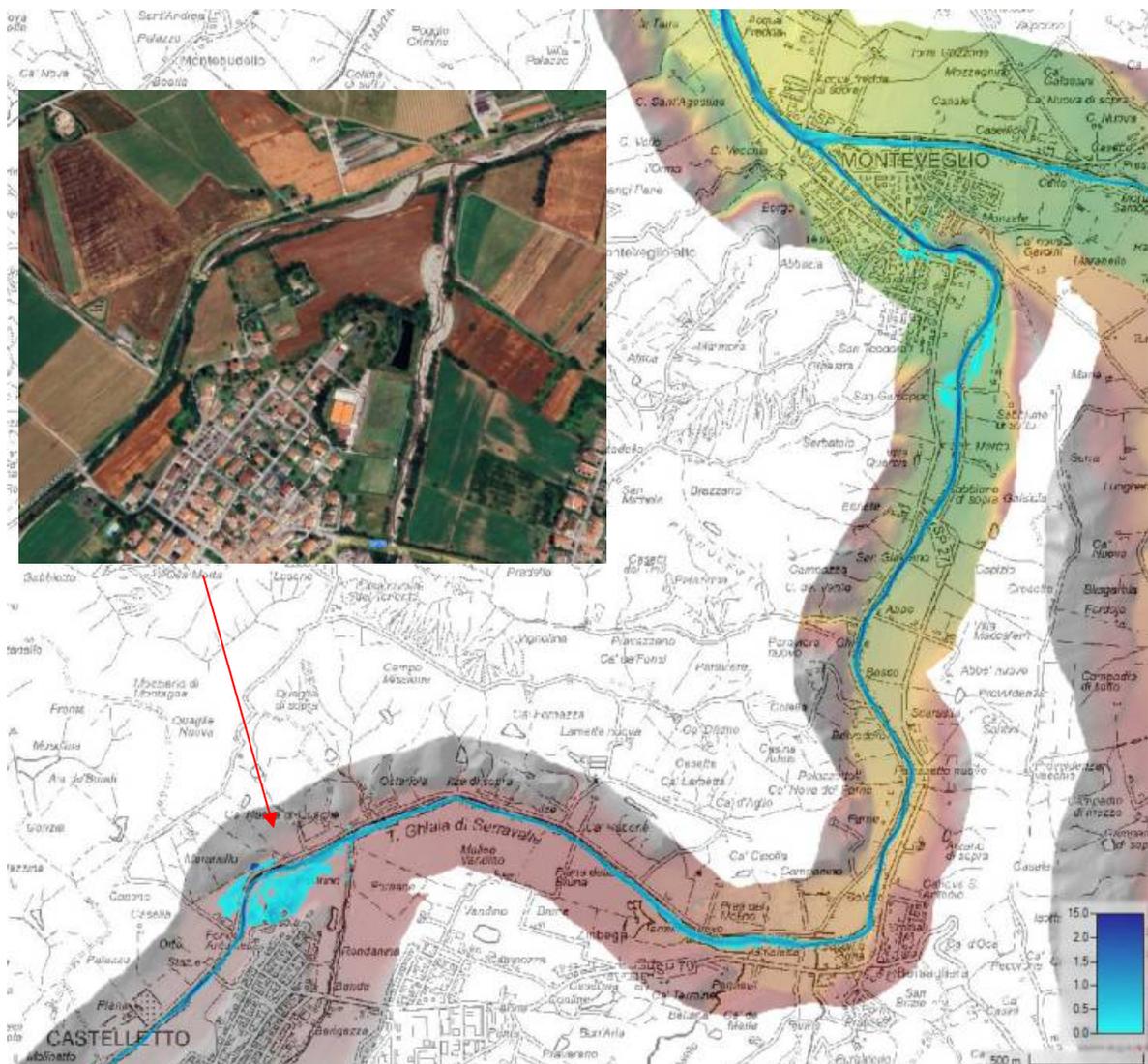


Fig. 96 Evento Settembre 2024 – Torrente Ghiaia di Serravalle: massimi tiranti.

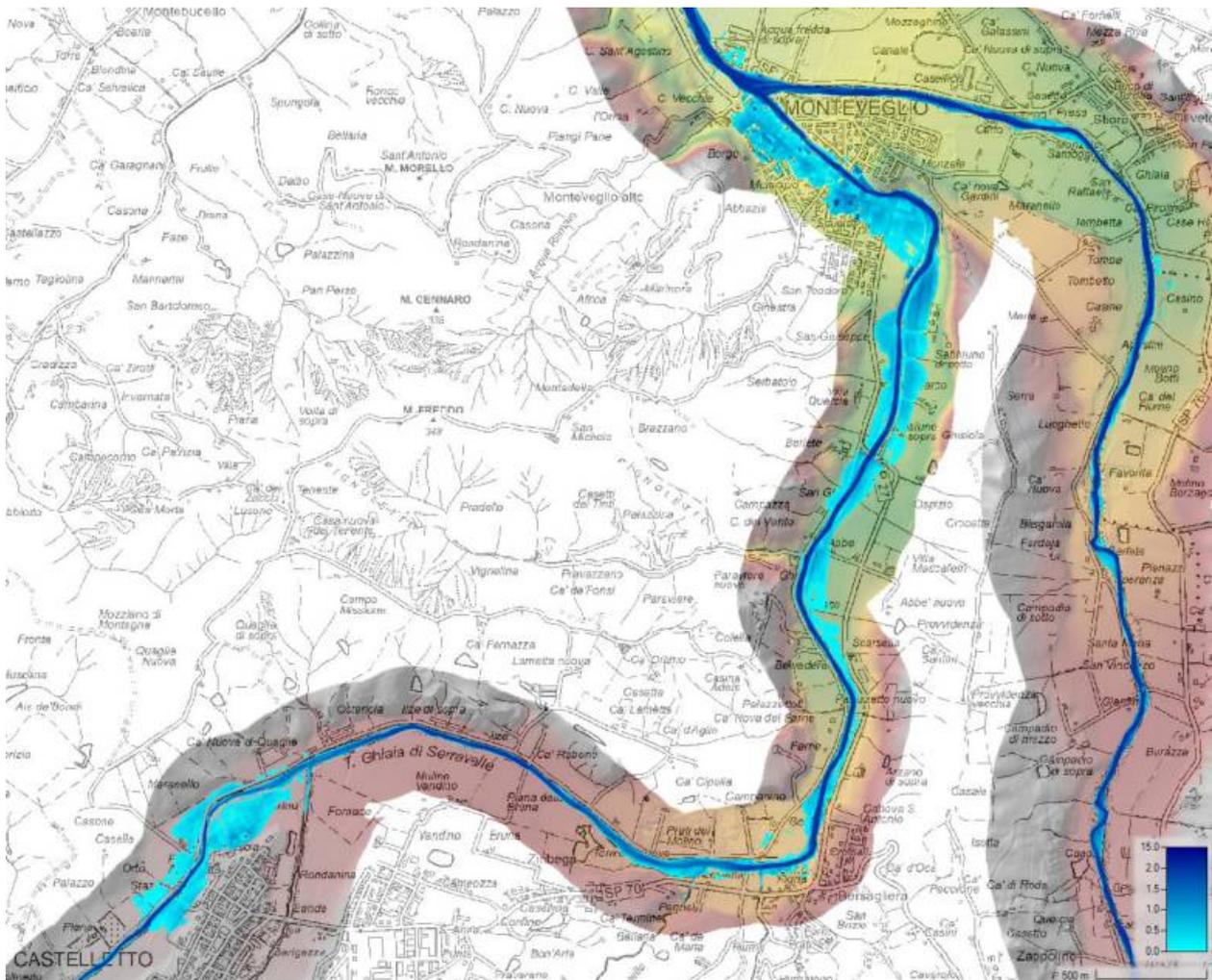


Fig. 97 Evento Ottobre 2024 – Torrente Ghiaia di Serravalle: massimi tiranti.

7.4.4.2 Evento TR50

Le esondazioni del torrente Ghiaia di Serravalle riguardano principalmente zone coltivate in cui sono presenti alcune cascate, per sormonto di entrambe le sponde, sia nei pressi di Castellitto che lungo l'asta fino all'abitato di Monteveglio (vedi Fig. 98).

L'estensione degli allagamenti dell'evento TR50 con durata 6 ore è maggiore di quella definita per la perimetrazioni P3 PGRA 2021 in Castellitto e in alcune zone lungo l'asta.

A monte della confluenza in Samoggia il torrente esonda nell'abitato di Monteveglio con sormonto della sponda sinistra sia nel tratto a monte delle difese spondali di circa 0,20 m e che dove sono presenti le difese di circa 0,60 m (vedi Fig. 99). Per quanto riguarda la destra idrografica, si osserva un sormonto della sponda di circa 1,00 m a monte del ponte di via dei Ponti. Anche a Monteveglio l'estensione degli allagamenti è maggiore dell'area perimetrata dalla perimetrazione P3 PGRA 2021.

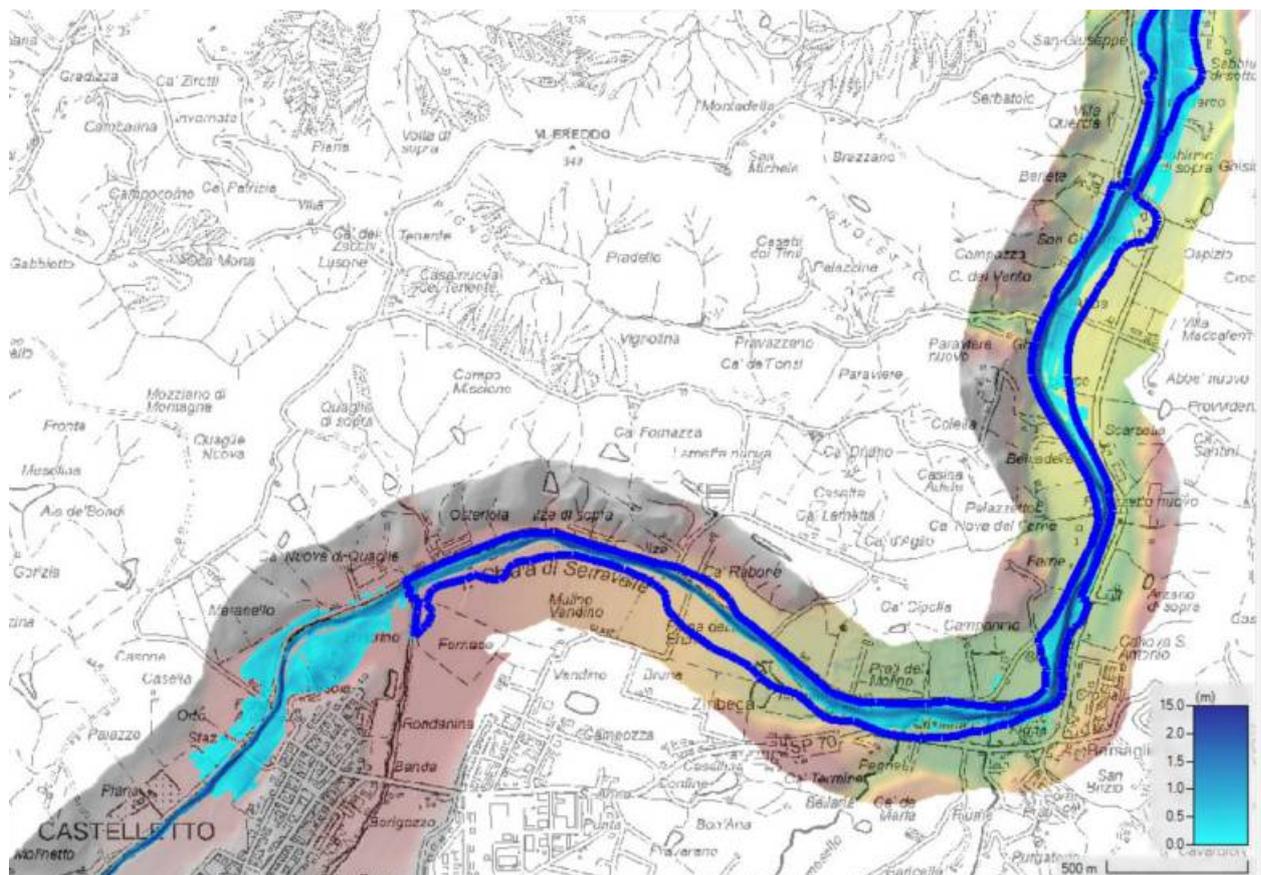


Fig. 98 TR50 – Torrente Ghiaia di Serravalle: massimi tiranti nel tratto da Castelletto a Monteveglio (in blu P3 PGRA 2021).

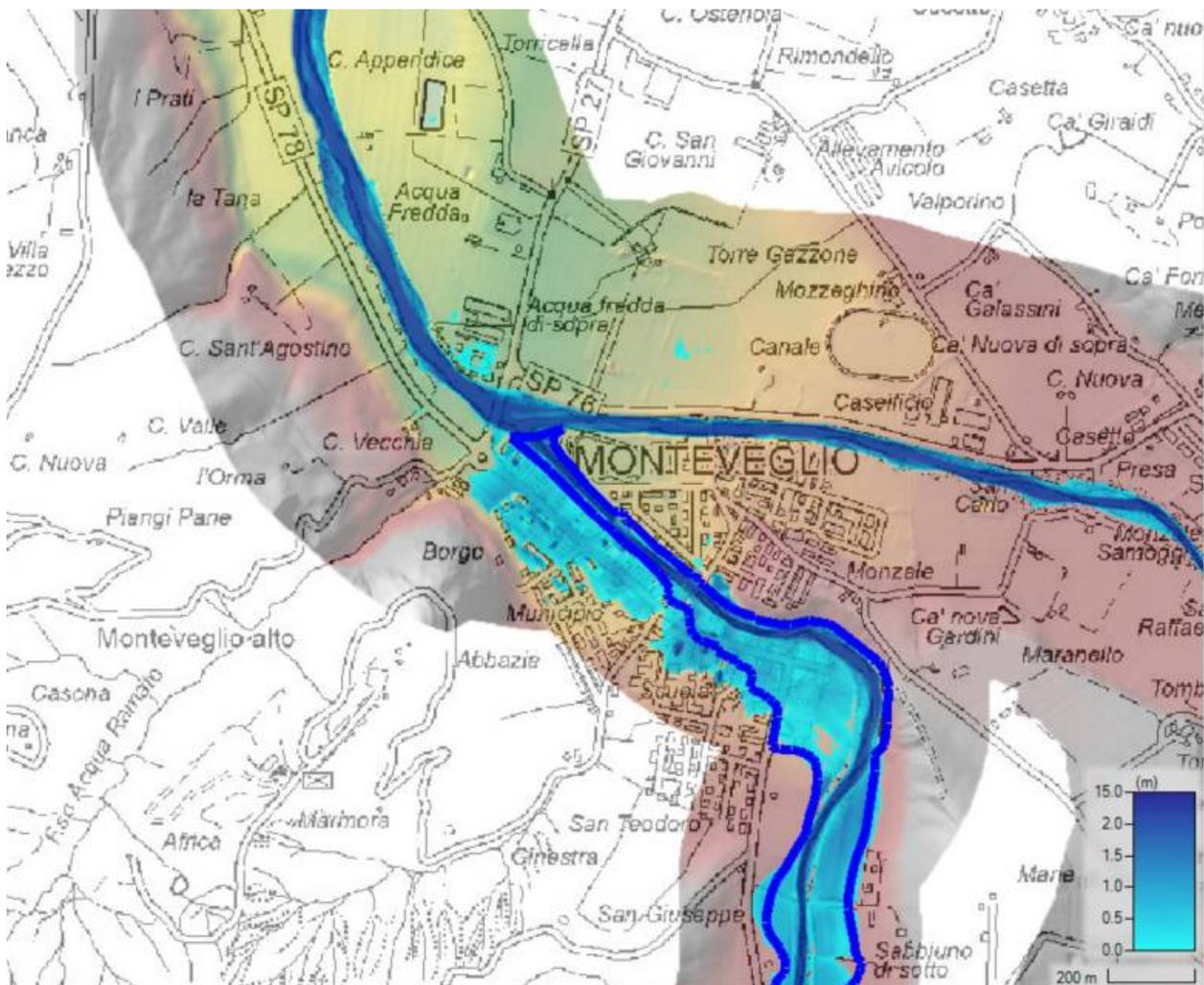


Fig. 99 TR50 – Torrente Ghiaccia di Serravalle: massimi tiranti alla confluenza in Samoggia (in blu P3 PGRA 2021).

7.4.4.3 Evento TR200

In generale, le esondazioni del torrente Ghiaccia di Serravalle per l'evento TR200 con durata 6 ore coincidono o sono incluse nel perimetro delineato dalla perimetrazione P2 PGRA 2021 per tutto il tratto di studio ad eccezione dell'allagamento osservabile in Fig. 100 a Castelletto che riguarda principalmente zone agricole in cui sono presenti alcune cascate. Si noti che in diversi punti si ha il sormonto di entrambe le sponde, ad esempio nei pressi di Castelletto, ma anche lungo l'asta fino all'abitato di Monteveglio (vedi Fig. 100).

A monte della confluenza in Samoggia il torrente esonda nell'abitato di Monteveglio con sormonto della sponda sinistra sia nel tratto a monte delle difese spondali di circa 0,40 m e sia dove sono presenti le difese di circa 0,60 m (vedi Fig. 101). Per quanto riguarda la destra idrografica, si osserva un sormonto della sponda di circa 1,00 m a monte del ponte di via dei Ponti.

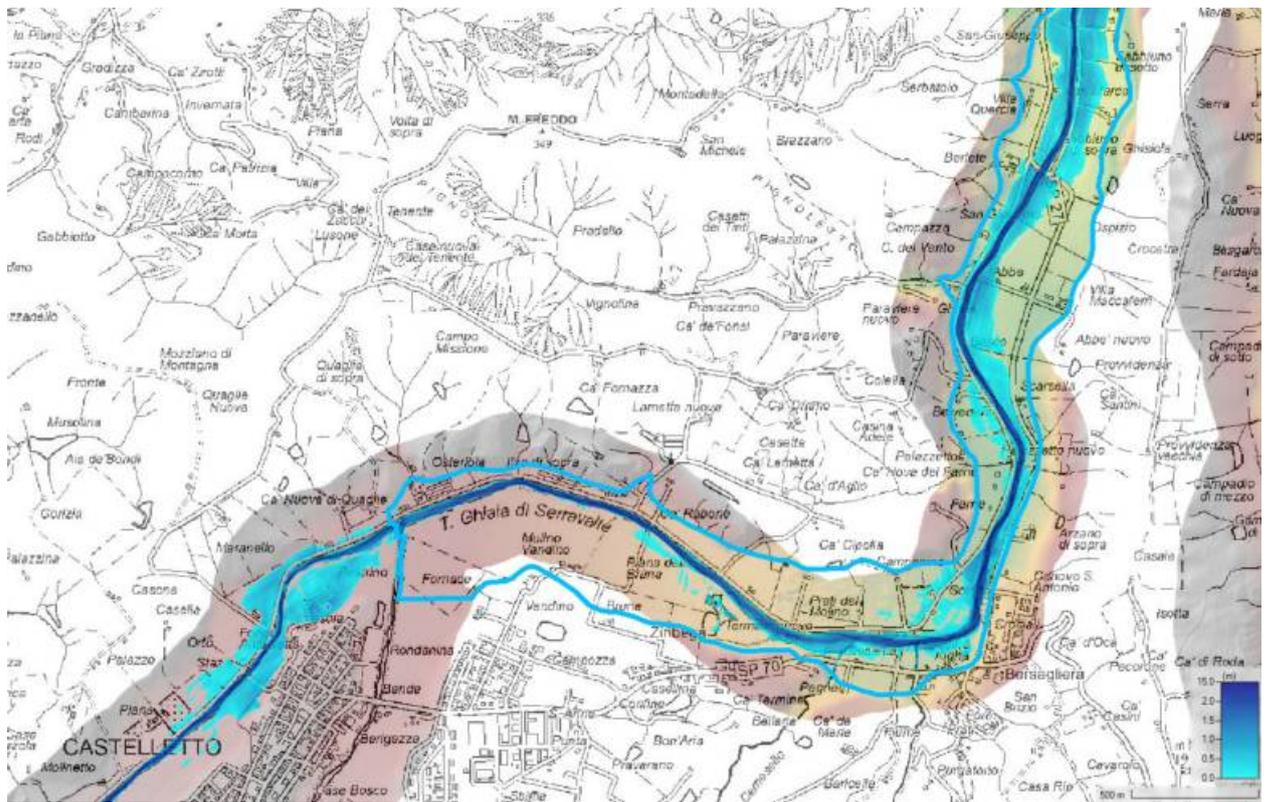


Fig. 100 TR200 – Torrente Ghiaia di Serravalle: massimi tiranti nel tratto da Castelletto a Monteveglio.

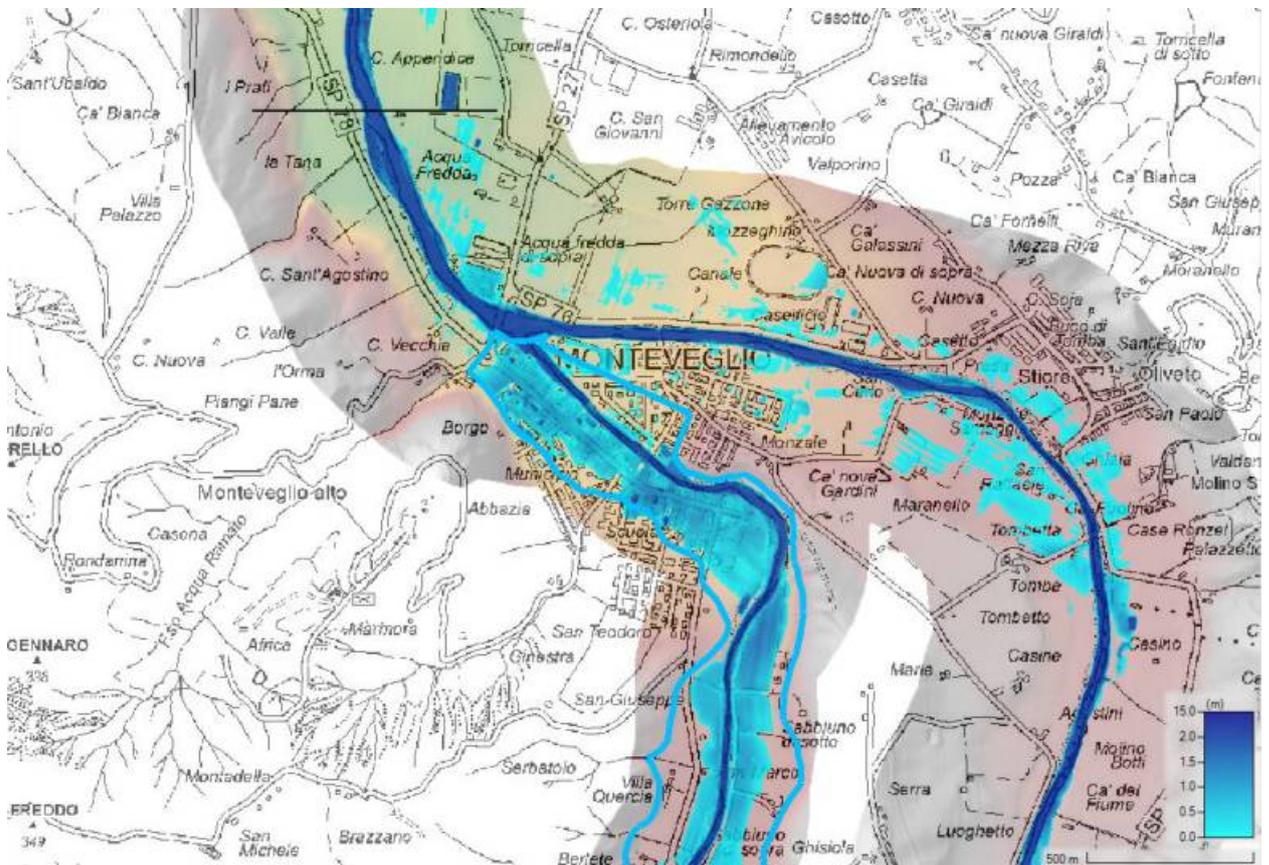


Fig. 101 TR200 – Torrente Ghiaia di Serravalle: massimi tiranti nel tratto alla confluenza in Samoggia.

7.4.4.4 Evento TR500

L'evento con il tempo di ritorno 500 anni presenta dinamiche di esondazione e areali interessati pressoché analoghi all'evento duecentennale. In generale, dato il coinvolgimento di volumi maggiori, si osservano allagamenti caratterizzati da massimi tiranti più elevati nelle stesse aree.

7.5 Valutazione dei franchi dei ponti rispetto alla piena di riferimento

Nel seguito sono illustrate, nelle condizioni di stato attuale, alcune valutazioni sui franchi idraulici degli attraversamenti presenti nel tratto fluviale oggetto di analisi.

Le classi di valutazione del franco idraulico sui ponti sono riportate in Tab. 12.

Per tutti i ponti il franco idraulico è stato calcolato sulla base dell'evento di piena duecentennale di riferimento, considerando la quota massima e la quota di riferimento dell'intradosso. Quest'ultima corrisponde alla quota minima di intradosso per i ponti con impalcato piano (intesi come quelli il cui intradosso non mostra variazioni di quota superiori a 0,5 m) e alla quota minima calcolata sui 2/3 della luce per i ponti ad arco o con elevata variabilità della quota di intradosso.

Tab. 12 Classi di valutazione del franco idraulico sui ponti

FR < 0 cm	0 cm < FR < 30 cm	30 cm < FR < 50 cm	50 cm < FR < 100 cm	100 cm < FR < 150 cm	FR > 150 cm
-----------	-------------------	--------------------	---------------------	----------------------	-------------

7.5.1. Torrente Samoggia

7.5.1.1 Ambito montano, collinare, pedecollinare e di pianura non arginato

In questo ambito, da ponte di Cavara (San Biagio monte confluenza Rio dei Bignami) al ponte ferrovia di Bazzano, si è fatto riferimento all'evento TR200 anni ed in particolare all'inviluppo delle superfici idriche ottenute per le diverse durate di pioggia simulate.

I livelli idrici H200 sono i massimi riscontrabili nella sezione immediatamente a monte del ponte.

I franchi idraulici ottenuti sono riportati nella Tab. 13.

7.5.1.2 Tratto arginato di pianura

Nel tratto arginato di pianura, dal ponte ferroviario di Bazzano alla confluenza in Reno, si è fatto riferimento, nella valutazione dei franchi idraulici, alle portate massime individuate a monte dei singoli ponti in riferimento all'evento TR200 per la durata critica di pioggia (in questo caso è stata considerata la durata di pioggia di 6 ore).

I livelli idrici sono i massimi riscontrabili in riferimento all'inviluppo delle superfici idriche ottenute per le diverse durate di pioggia simulate, nella sezione immediatamente a monte del ponte.

I franchi idraulici ottenuti sono riportati nella Tab. 14.

Tab. 13 Samoggia da Ponte di Cavara (San Biagio) al ponte ferrovia di Bazzano: attraversamenti e franchi idraulici T200

ID	Ponte, Località	Comune	H200	Tipologia ponte	H massimo	H riferimento	FR massimo	FR riferimento	Note
			(m s.m.)		(m s.m.)	(m s.m.)	(m)	(m)	
SAIN0002	SP 27 "Valle del Samoggia"	Valsamoggia	290.34	ad arco	296.44	296.28	6.10	5.94	
SAIN0003	Ponte SP 27 Savigno centro	Valsamoggia	260.03	ad arco	264.07	264.03	4.04	4.00	
SAIN0004	ponte via della Libertà Savigno	Valsamoggia	246.09	ad arco	252.84	252.51179	6.75	6.42	
SAIN0005	ponte via Tintoria/confluenza Rio Merlano	Monte San Pietro	219.02	intradosso piano	220.32	220.13	1.30	1.11	
SAIN0006	ponte via Rio Torbido	Monte San Pietro	214.09	intradosso piano	215.67	215.63	1.58	1.54	
SAIN0007	passerella loc.Venerano	Monte San Pietro	194.97	intradosso piano	194.63	194.56	-0.34	-0.41	Estradosso a 194.88
SAIN0008	ponte SP 76 "Stiore"	Valsamoggia	164.59	intradosso piano	166.84	166.79	2.25	2.20	
SAIN0009	ponte via Campadio	Valsamoggia	147.87	intradosso piano	151.59	151.59	3.72	3.72	
SAIN0010	ponte via dei Ciliegi	Valsamoggia	126.66	intradosso piano	127.2	127.17	0.54	0.51	
SAIN0011	ponte via dei Ponti	Valsamoggia	112.48	intradosso piano	113.74	113.62	1.26	1.14	
SAIN0012	ponte SP "valle del Samoggia"/confluenza T. Ghiaia	Valsamoggia	107.93	intradosso piano	108.02	108	0.09	0.07	
SAIN0013	passerella via Sirena	Valsamoggia	84.95	intradosso piano	83.84	83.67	-1.11	-1.28	Estradosso a 84.12
SAIN0014	ponte SP 569	Valsamoggia	83.58	ad arco	87.29	86.75	3.71	3.17	
SAIN0015	ponte via Paradurone	Valsamoggia	80.45	intradosso piano	81.66	80.7	1.21	0.25	
SAIN0016	ponte FS Bologna - Vignola	Valsamoggia	79.44	intradosso piano	78.89	78.89	-0.55	-0.55	Estradosso a 80.09

Tab. 14 Samoggia dal ponte ferrovia di Bazzano alla confluenza in Reno: attraversamenti e franchi idraulici TR200

ID	Ponte, Località	Comune	Q200	H200	Tipologia ponte	H massimo	H riferimento	FR massimo	FR riferimento	Note
			(m ³ /s)	(m s.m.)		(m s.m.)	(m s.m.)	(m)	(m)	
SAIN0017	ponte Str Provinciale Nuova Pedemontana	Valsamoggia	307	77.31	intradosso piano	79.3	78.58	1.99	1.27	
SAIN0018	passerella Fabbriera	Castelfranco Emilia	159	63.70	intradosso piano	65.31	65.04	1.61	1.34	
SAIN0019	ponte Autostrada A1	Valsamoggia	185	56.38	intradosso piano	58.32	58.24	1.94	1.86	
SAIN0020	passerella del Taglio	Valsamoggia	180	51.71	intradosso piano	53.09	53.03	1.38	1.32	
SAIN0021	ponte di Calcara	Valsamoggia	177	50.30	intradosso piano	50.38	49.87	0.08	-0.43	Estradosso a 51.72
SAIN0022	ponte via Emilia	Valsamoggia	173	44.57	intradosso piano	44.49	44.2	-0.08	-0.37	Estradosso a 45.61
SAIN0023	ponte FS MI-BO	Anzola dell'Emilia	175	43.33	intradosso piano	44.14	44.14	0.81	0.81	
SAIN0024	ponte FS Alta Velocita MI-BO	Anzola dell'Emilia	176	43.29	intradosso piano	45.04	44.96	1.75	1.67	
SAIN0025	ponte via Castelletto	Anzola dell'Emilia	170	42.69	intradosso piano	45	44.61	2.31	1.92	
SAIN0026	ponte Baily via Stradellazzo	Anzola dell'Emilia	165	41.74	intradosso piano	41.63	41.4	-0.11	-0.34	Estradosso a 42.06
SAIN0027	ponte delle Budrie	Anzola dell'Emilia	165	35.43	intradosso piano	37.69	37.69	2.26	2.26	
SAIN0028	ponte S. Giacomo SP 568	Anzola dell'Emilia	107	31.36	intradosso piano	34.04	33.89	2.68	2.53	
SAIN0029	ponte Ferroviario AV Bo-Vr_1	Anzola dell'Emilia	108	30.74	intradosso piano	35.92	35.92	5.18	5.18	
SAIN0030	ponte Ferroviario Bo-Vr_2	Anzola dell'Emilia	109	30.53	intradosso piano	33.71	33.54	3.18	3.01	
SAIN0031	ponte SP 3 "Trasversale di Pianura	Sala Bolognese	201	28.53	intradosso piano	31.42	31	2.89	2.47	

ID	Ponte, Località	Comune	Q200	H200	Tipologia ponte	H massimo	H riferimento	FR massimo	FR riferimento	Note
			(m ³ /s)	(m s.m.)		(m s.m.)	(m s.m.)	(m)	(m)	
SAIN0032	ponte S. Lorenzo di Loreto	Sala Bolognese	194	27.89	intradosso piano	28.5	28.5	0.61	0.61	

7.5.2. Torrente Lavino

7.5.2.1 Ambito montano, collinare, pedecollinare e di pianura non arginato

In questo ambito, da Monte San Giovanni all'attraversamento autostradale A1, si è fatto riferimento all'evento TR200 anni ed in particolare all'inviluppo delle superfici idriche ottenute per le diverse durate di pioggia simulate.

I livelli idrici H200 sono i massimi riscontrabili nella sezione immediatamente a monte del ponte.

I franchi idraulici ottenuti sono riportati nella Tab. 15.

7.5.2.2 Tratto arginato di pianura

Nel tratto arginato di pianura, dall'attraversamento autostradale A1 alla confluenza in Samoggia, si è fatto riferimento, nella valutazione dei franchi idraulici, alle portate massime individuate a monte dei singoli ponti in riferimento all'evento TR200 per la durata critica di pioggia (in questo caso è stata considerata la durata di pioggia di 6 ore).

I livelli idrici sono i massimi riscontrabili in riferimento all'inviluppo delle superfici idriche ottenute per le diverse durate di pioggia simulate, nella sezione immediatamente a monte del ponte.

I franchi idraulici ottenuti sono riportati nella Tab. 16.

Tab. 15 Lavino da Monte San Giovanni all'attraversamento autostradale A1: attraversamenti e franchi idraulici TR200

ID	Ponte, Località	Comune	H200	Tipologia ponte	H massimo	H riferimento	FR massimo	FR riferimento	Note
			(m s.m.)		(m s.m.)	(m s.m.)	(m)	(m)	
LVIN0002	passerella via Lavino	Monte San Pietro	166.74	intradosso piano	168.24	168.24	1.50	1.50	
LVIN0003	ponte per i Prati	Monte San Pietro	161.95	intradosso piano	160.95	160.95	-1.00	-1.00	Estradosso a 161.35
LVIN0004	ponte per Bellaggio	Monte San Pietro	155.92	intradosso piano	156.55	156.55	0.63	0.63	
LVIN0005	passerella via Prunaro-via Lavino	Monte San Pietro	144.38	intradosso piano	147.26	147.2	2.88	2.82	
LVIN0007	ponte via Scopeto	Monte San Pietro	134.35	intradosso piano	135.23	135.22	0.88	0.87	
LVIN0008	passerella pedonale valle ponte via Scopeto	Monte San Pietro	133.45	intradosso piano	134.38	134.08	0.93	0.63	
LVIN0009	passerella via privata-via Lavino	Monte San Pietro	127.88	intradosso piano	128.32	127.79	0.44	-0.09	Estradosso a 129.23
LVIN0010	passerella valle via privata-via Lavino	Monte San Pietro	126.66	intradosso piano	125.98	125.98	-0.68	-0.68	Estradosso a 127.44
LVIN0011	ponte via Olivetta	Monte San Pietro	118.82	ad arco	119.89	119.74	1.07	0.92	
LVIN0012	passerella pedonale Calderino	Monte San Pietro	115.87	intradosso piano	116.52	116.5	0.65	0.63	
LVIN0013	passerella via Lavino-via Fontanelle	Monte San Pietro	107.30	intradosso piano	106.42	106.35	-0.88	-0.95	Estradosso a 106.71
LVIN0014	ponte Rivabella SP 28	Monte San Pietro	102.48	intradosso piano	103.23	103.08	0.75	0.60	
LVIN0015	ponte Rivabella	Monte San Pietro	101.02	ad arco	103.32	103.26	2.30	2.24	
LVIN0016	ponte via Piave	Zola Predosa	84.49	intradosso piano	83.59	83.59	-0.90	-0.90	Estradosso a 84.81

ID	Ponte, Località	Comune	H200	Tipologia ponte	H massimo	H riferimento	FR massimo	FR riferimento	Note
			(m s.m.)		(m s.m.)	(m s.m.)	(m)	(m)	
LVIN0017	passerella i Tre Portoni	Zola Predosa	83.10	intradosso piano	83.19	83.06	0.09	-0.04	Estradosso minimo a 83.24
LVIN0018	ponte via Respighi	Zola Predosa	75.60	intradosso piano	73.54	73.54	-2.06	-2.06	Estradosso a 75.02
LVIN0019	ponte via Risorgimento (ponte sul Lavino)	Zola Predosa	74.60	ad arco	75.13	74.81	0.53	0.21	
LVIN0020	ponte FS Casalecchio - Vignola	Zola Predosa	71.74	intradosso piano	73.38	73.38	1.64	1.64	
LVIN0021	ponte SP 569 "Nuova Bazzanese	Zola Predosa	69.44	intradosso piano	72	72	2.56	2.56	

Tab. 16 Lavino dall'attraversamento autostradale A1 alla confluenza in Samoggia: attraversamenti e franchi idraulici TR200

ID	Ponte, Località	Comune	Q200	H200	Tipologia ponte	H massimo	H riferimento	FR massimo	FR riferimento	Note
			(m³/s)	(m s.m.)		(m s.m.)	(m s.m.)	(m)	(m)	
LVIN0022	ponte Autostrada A1	Zola Predosa	222	66.14	intradosso piano	67.68	67.33	1.54	1.19	
LVIN0023	ponte Antonio Cavalieri	Bologna	213	54.03	intradosso piano	53.79	53.79	-0.24	-0.24	Estradosso a 54.16
LVIN0024	ponte Raccordo A14	Bologna	210	52.85	intradosso piano	54.27	54.18	1.42	1.33	
LVIN0025	ponte A14	Bologna	207	52.21	intradosso piano	52.51	52.22	0.30	0.01	
LVIN0026	ponte Lepido	Anzola dell'Emilia	111	46.30	intradosso piano	44.26	44.09	-2.04	-2.21	Estradosso a 45.74
LVIN0027	ponte via Emilia	Anzola dell'Emilia	111	44.43	intradosso piano	46.55	46.43	2.12	2.00	
LVIN0028	ponte ferroviario Milano -Bologna	Anzola dell'Emilia	111	43.06	intradosso piano	44.3	44.3	1.24	1.24	
LVIN0029	ponte ferrovia AV Mi_Bo	Anzola dell'Emilia	111	42.92	intradosso piano	45.16	44.68	2.24	1.76	

ID	Ponte, Località	Comune	Q200	H200	Tipologia ponte	H massimo	H riferimento	FR massimo	FR riferimento	Note
			(m ³ /s)	(m s.m.)		(m s.m.)	(m s.m.)	(m)	(m)	
LVIN0030	ponte di via Mezzo Ponente	Calderara di Reno	111	37.31	intradosso piano	39.42	39.42	2.11	2.11	
LVIN0031	ponte SP 568 "Persicetana"	Calderara di Reno	110	33.12	intradosso piano	34.67	34.67	1.55	1.55	
LVIN0032	ponte ferroviario Bologna -Verona	Sala Bolognese	83	32.27	intradosso piano	35.04	34	2.77	1.73	
LVIN0033	ferrovia AV BO-VR	Sala Bolognese	86	32.13	intradosso piano	31.51	31.51	-0.62	-0.62	Estradosso a 32.41
LVIN0034	ponte via Persiceto monte confluenza Torrente Ghironda	Sala Bolognese	86	28.97	ad arco	31.64	31.49	2.67	2.52	

7.5.3. Torrente Ghironda

7.5.3.1 Ambito di pianura non arginato

In questo ambito, da Ponte Ronca all'attraversamento ferroviario FFSS ad Anzola dell'Emilia, si è fatto riferimento all'evento TR200 anni ed in particolare all'inviluppo delle superfici idriche ottenute per le diverse durate di pioggia simulate.

I livelli idrici H200 sono i massimi riscontrabili nella sezione immediatamente a monte del ponte.

I franchi idraulici ottenuti sono riportati nella Tab. 17.

7.5.3.2 Tratto arginato di pianura

Nel tratto arginato di pianura, dall'attraversamento ferroviario FFSS ad Anzola dell'Emilia alla confluenza in Lavino, si è fatto riferimento, nella valutazione dei franchi idraulici, alle portate massime individuate a monte dei singoli ponti in riferimento all'evento TR200 per la durata critica di pioggia (in questo caso è stata considerata la durata di pioggia di 6 ore).

I livelli idrici sono i massimi riscontrabili in riferimento all'inviluppo delle superfici idriche ottenute per le diverse durate di pioggia simulate, nella sezione immediatamente a monte del ponte.

I franchi idraulici ottenuti sono riportati nella Tab. 18.

Tab. 17 Ghironda da Ponte Ronca all'attraversamento ferroviario FFSS di Anzola dell'Emilia: attraversamenti e franchi idraulici TR200

ID	Ponte, Località	Comune	H200	Tipologia ponte	H massimo	H riferimento	FR massimo	FR riferimento	Note
			(m s.m.)		(m s.m.)	(m s.m.)	(m)	(m)	
GIIN0002	Ponte Ronca, Vignola	Zola Predosa	61.62	intradosso piano	60.83	60.83	-0.79	-0.79	Estradosso a 61.54
GIIN0003	ponte via Giotto_1	Zola Predosa	61.11	intradosso piano	60.65	60.65	-0.46	-0.46	Estradosso a 61.31
GIIN0004	ponte via Giotto_2	Zola Predosa	59.98	intradosso piano	59.24	59.24	-0.74	-0.74	Estradosso a 59.85
GIIN0005	ponte ia Bazzanese	Zola Predosa	58.00	intradosso piano	57.78	57.78	-0.22	-0.22	Estradosso a 58.47
GIIN0006	Autostrada del Sole	Zola Predosa	56.87	intradosso piano	56.67	56.67	-0.20	-0.20	Estradosso a 57.23
GIIN0007	ponte traversa via Monte dei Prati	Zola Predosa	54.61	intradosso piano	54.83	54.83	0.22	0.22	
GIIN0008	Autostrada Adriatica	Zola Predosa	52.58	intradosso piano	52.95	52.95	0.37	0.37	
GIIN0009	ponte Locatello	Zola Predosa	49.25	ad arco	49.44	49.29	0.19	0.04	
GIIN0010	ponte via Baiesi_1	Anzola dell'Emilia	44.76	intradosso piano	43.99	43.96	-0.77	-0.80	Estradosso a 44.51
GIIN0011	ponte via Baiesi_2	Anzola dell'Emilia	40.59	intradosso piano	40.09	40.07	-0.50	-0.52	Estradosso a 41.02
GIIN0012	ponte via Baiesi_3	Anzola dell'Emilia	40.03	intradosso piano	39.7	39.66	-0.33	-0.37	Estradosso a 40.62
GIIN0013	ponte via Baiesi_4	Anzola dell'Emilia	39.76	intradosso piano	38.99	38.98	-0.77	-0.78	Estradosso a 40.05
GIIN0014	Via C.Chiarini (Campi sportivi)	Anzola dell'Emilia	39.18	intradosso piano	38.85	38.85	-0.33	-0.33	Estradosso a 39.77
GIIN0015	ponte via Emilia vecchia	Anzola dell'Emilia	38.70	ad arco	38.87	38.7	0.17	0.00	
GIIN0016	passerella pedonale monte ponte XXV Aprile	Anzola dell'Emilia	38.40	intradosso piano	38.06	38.03	-0.34	-0.37	Estradosso a 39.47

ID	Ponte, Località	Comune	H200	Tipologia ponte	H massimo	H riferimento	FR massimo	FR riferimento	Note
			(m s.m.)		(m s.m.)	(m s.m.)	(m)	(m)	
GIIN0017	ponte via XXV Aprile	Anzola dell'Emilia	38.27	intradosso piano	37.66	37.66	-0.61	-0.61	Estradosso a 38.54
GIIN0018	ponte via Calanchi	Anzola dell'Emilia	37.76	intradosso piano	38.39	37.88	0.63	0.12	
GIIN0019	ponte via Emilia	Anzola dell'Emilia	37.70	intradosso piano	38.04	37.63	0.34	-0.07	Estradosso a 39.99

Tab. 18 Ghironda dall'attraversamento ferroviario FFSS di Anzola dell'Emilia alla confluenza in Lavino: attraversamenti e franchi idraulici TR200

ID	Ponte, Località	Comune	Q200	H200	Tipologia ponte	H massimo	H riferimento	FR massimo	FR riferimento	Note
			(m³/s)	(m s.m.)		(m s.m.)	(m s.m.)	(m)	(m)	
GIIN0020	ponte ferrovia Mi - Bo_1	Anzola dell'Emilia	46	37.63	intradosso piano	38.1	38.04	0.47	0.41	
GIIN0021	ponte ferrovia Mi - Bo_2	Anzola dell'Emilia	34	37.34	intradosso piano	38.4	38.4	1.06	1.06	
GIIN0023	Via Mario Mazzoni	Anzola dell'Emilia	34	36.90	ad arco	37.62	37.42	0.72	0.52	
GIIN0023	ponte via Alvisi	Anzola dell'Emilia	34	32.77	intradosso piano	32.42	32.42	-0.35	-0.35	Estradosso a 33.16
GIIN0024	ponte SP 568 "Persicetana"	Anzola dell'Emilia	29	31.13	intradosso piano	33.04	33.04	1.91	1.91	
GIIN0025	ponte ferroviari ponte ferrovia BO-VR	Anzola dell'Emilia	17	30.82	intradosso piano	33.63	33.49	2.81	2.67	
GIIN0026	ponte ferrovia Eurovelo 7	Anzola dell'Emilia	16	28.93	intradosso piano	30.15	30.15	1.22	1.22	

7.5.4. Torrente Ghiaia di Serravalle

7.5.4.1 Ambito montano, collinare, pedecollinare e di pianura non arginato

In questo ambito, da Mercatello (ponte S.P.70) alla confluenza in Samoggia, si è fatto riferimento all'evento TR200 anni ed in particolare all'inviluppo delle superfici idriche ottenute per le diverse durate di pioggia simulate.

I livelli idrici H200 sono i massimi riscontrabili nella sezione immediatamente a monte del ponte.

I franchi idraulici ottenuti sono riportati nella Tab. 19.

Tab. 19 Ghiaia di Serravalle da Mercatello alla confluenza in Samoggia: attraversamenti e franchi idraulici TR200

ID	Ponte, Località	Comune	H200	Tipologia ponte	H massimo	H riferimento	FR massimo	FR riferimento	Note
			(m s.m.)		(m s.m.)	(m s.m.)	(m)	(m)	
GHIN0001	ponte SP 70 "di Serravalle"	Valsamoggia	184.98	intradosso piano	187.68	187.67	2.70	2.69	
GHIN0002	ponte di Castelletto	Valsamoggia	172.40	intradosso piano	172.48	172.47	0.08	0.07	
GHIN0003	passerella via Ziribega-via Barlete	Valsamoggia	151.55	intradosso piano	152.17	152.15	0.62	0.60	
GHIN0005	passerella via Barlete-SP 28	Valsamoggia	135.64	intradosso piano	136.43	136.36	0.79	0.72	
GHIN0006	ponte SP 27 "Valle di Samoggia"	Valsamoggia	123.76	ad arco	126.28	126.19	2.52	2.43	
GHIN0007	ponte via dei Ponti	Valsamoggia	113.21	intradosso piano	113.56	113.51	0.35	0.30	

7.6 Scenari di rotta arginale

Il modello numerico allestito è stato applicato anche per analizzare potenziali (ipotetici) scenari di rotta arginale. La localizzazione delle rotte è stata definita in funzione dei seguenti criteri.

- Punti di sormonto evento TR50: tali localizzazioni sono confrontate con le rotte occorse negli eventi 2023 e 2024. Ultimata l'individuazione di tali tratti viene verificato anche il comportamento dell'evento TR200: ulteriori punti sono aggiunti se distanti dai precedenti almeno 3-5 km.
- Criticità geometriche locali individuate dalle analisi in permanente, con riferimento allo scenario di scabrezza definito dalle condizioni di uso del suolo attuali.
- Prossimità al corso d'acqua di centri abitati rilevanti non colpiti dagli effetti delle rotte precedentemente definite.
- La posizione delle brecce è stata valutata in modo tale da ottenere un allagamento del comparto il più uniforme e il più cautelativo possibile, ad esempio valutando gli effetti di significativi elementi topografici in grado di regimentare le dinamiche alluvionali, magari aumentando in maniera localizzata la densità di brecce, e prediligendo il posizionamento delle stesse nei tratti più di monte del comparto e in posizioni che, considerando le dinamiche inerziali interne al corso d'acqua, favorissero l'esondazione di volumi maggiori.

In Tab. 20, Tab. 21 e Tab. 22 è riportato il dettaglio delle rotte arginali rispettivamente per il torrente Samoggia, Lavino e Ghironda. Non sono stati simulati scenari di rotte arginali per il torrente Ghiaia di Serravalle in quanto tale torrente non presenta tratti arginati classificati.

Tab. 20 Samoggia – Localizzazione punti di rotta arginale simulati dall'inizio del tratto arginato alla confluenza con il fiume Reno.

ID Rotta	Località	Comune	Criterio individuazione	Sponda
01	A valle dell'attraversamento Nuova Pedemontana	Valsamoggia	Sormonto T50	SX
02	A valle dell'attraversamento Nuova Pedemontana	Valsamoggia	Sormonto T50	DX
03	A monte di Calcara	Valsamoggia	Abitati - Calcara	DX
04	Loc. Castelletto	San Giovanni in Persiceto	Sormonto T50	SX
05	Loc. Santa Maria in Strada	Anzola dell'Emilia	Punto aggiuntivo per potenziali allagamenti	DX
06	monte Cassa di Espansione Loc. Le Budrie	Anzola dell'Emilia	Punto aggiuntivo per potenziali allagamenti	DX
07	A valle confluenza con il torrente Lavino	San Giovanni in Persiceto	Abitati - San Giovanni in Persiceto	SX
08	A valle confluenza con il torrente Lavino	Sala Bolognese	Abitati - Sala Bolognese	DX
09	A monte della confluenza con il fiume Reno	San Giovanni in Persiceto	Abitati - San Matteo della Decima	SX

Tab. 21 Lavino – Localizzazione punti di rotta arginale simulati dall'inizio del tratto arginato alla confluenza con il torrente Samoggia.

ID Rotta	Località	Comune	Criterio individuazione	Sponda
01	Loc. Rigosa	Zola Predosa	Sormonto T50	SX
02	Loc. Rigosa	Bologna	Sormonto T50	DX
03	Lavino di Mezzo	Zola Predosa	Sormonto T50	SX
04	Lavino di Mezzo	Bologna	Sormonto T50	DX
05	Osteria Nuova	Sala Bolognese	Punto aggiuntivo per potenziali allagamenti	SX
06	Osteria Nuova	Sala Bolognese	Punto aggiuntivo per potenziali allagamenti	DX

Tab. 22 Ghironda – Localizzazione punti di rotta arginale simulati dall’inizio del tratto arginato alla confluenza con il torrente Lavino.

ID Rotta	Località	Comune	Criterio individuazione	Sponda
01	Anzola dell'Emilia	Anzola dell'Emilia	Sormonto T50	SX
02	Anzola dell'Emilia	Anzola dell'Emilia	Sormonto T50	DX
03	A monte dell'attraversamento S.S.568	Anzola dell'Emilia	Punto aggiuntivo per potenziali allagamenti	SX

Per ogni punto di rotta sono stati simulati gli eventi TR50, TR200 e TR500 per la durata di pioggia 6 ore.

Inoltre, per tutte le brecce si è ipotizzata una forma trapezia, con una quota che varia gradualmente nel tempo a partire da quella del coronamento arginale fino a raggiungere la quota del piano campagna circostante, e con una larghezza finale alla base assunta pari a 50 m; tale larghezza è stata condivisa in funzione delle evidenze delle rotte reali occorse negli eventi 2023 e 2024. L’innesco della formazione della breccia viene impostato nel momento del passaggio del colmo in prossimità del punto di rotta.

I risultati di tali simulazioni, integrati con i corrispondenti inviluppi degli scenari di analisi ad argini inerodibili, hanno consentito di perimetrare le aree allagabili per i diversi scenari idrologici frequente, poco frequente e raro.

8 Linee di assetto

Al fine di avere una visione complessiva delle linee di assetto definite nel paragrafo successivo, si rimanda al Capitolo 6 della Relazione Tecnica in cui sono descritte le strategie generali che guidano la definizione delle linee di assetto. Di seguito si riportano le linee di assetto di:

- torrente Samoggia: da confluenza Rio Maledetto (Valsamoggia) a confluenza in Reno, per circa 53 km;
- torrente Ghiaia di Serravalle: da Ponte SP70 (Mercatello di Castiglione dei Pepoli) a confluenza in Samoggia nei pressi dell'abitato di Monteveglio, per circa 9 km;
- torrente Lavino: da Calderino (Monte San Pietro) a confluenza in Samoggia, per circa 21 km.

8.1 Samoggia e Ghiaia di Serravalle

8.1.1. Assetto del torrente Samoggia e Ghiaia di Serravalle

L'ambito in esame può essere suddiviso nei seguenti tratti:

- Tra la confluenza con il Rio Maledetto e Monteveglio (circa 17 km) in cui il tratto del Samoggia si può suddividere in tratto montano fino a Savigno, caratterizzato da una sezione regolare generalmente ampia con limitata presenza di opere idrauliche, e tratto di fondovalle a valle di Savigno in cui l'alveo è decisamente più ampio, a tratti terrazzato, monocursale o ramificato. L'ambito di fondovalle viene interessato da esondazioni fino ai limiti morfologici naturali in occasione di eventi intensi.
- Da Monteveglio a Bazzano prima del tratto arginato classificato, fino all'attraversamento ferroviario di Bazzano, (circa 5 km) in cui si osserva una sostanziale stabilizzazione dell'assetto geomorfologico. L'ambito di fondovalle viene interessato da esondazioni fino ai limiti morfologici naturali in occasione di eventi intensi.
- A partire dall'attraversamento ferroviario di Bazzano il Samoggia è arginato in modo continuo (argini II categoria) fino alla confluenza in Reno, circa 31 km.

8.1.1.1 Torrente Ghiaia di Serravalle - tratto non arginato a Monteveglio

Presso l'abitato di Monteveglio, situato alla confluenza dei torrenti Samoggia e Ghiaia di Serravalle, si riscontrano allagamenti in quanto si riduce notevolmente la capacità di deflusso della sezione dell'alveo. Per mitigare tali allagamenti si prevede la realizzazione di:

- una cassa di laminazione di nuova realizzazione in destra in località Ziribega con una capacità utile complessiva pari a circa 837.000 m³;
- una cassa di laminazione di nuova realizzazione, sempre in destra idraulica del Ghiaia, a monte della S.P.28, con ha una capacità utile complessiva pari a circa 288.000 m³;
- una cassa di laminazione di nuova realizzazione in destra idraulica a valle della S.P.28 con una capacità utile complessiva pari a circa 283.000 m³;
- adeguamento e/o nuova realizzazione di opere di contenimento dei livelli in destra e sinistra nell'abitato di Monteveglio (da monte dell'abitato di Monteveglio fino a valle della loro confluenza) per garantire il contenimento dei livelli con il franco idraulico di 1,00 m.

Le casse di laminazione contribuiscono a laminare il deflusso del torrente Ghiaia di Serravalle riducendo il colmo di portata a valle delle casse nello scenario di progetto di 130 m³/s rispetto al colmo ottenuto dallo scenario dello stato di fatto lungo l'analoga sezione.

8.1.1.2 Torrente Samoggia - tratto non arginato a Monteveglio

Presso l'abitato di Monteveglio, situato alla confluenza dei torrenti Samoggia e Ghiaia di Serravalle, si riscontrano allagamenti in quanto si riduce notevolmente la capacità di deflusso della sezione dell'alveo. Per mitigare tali allagamenti si prevede la realizzazione di:

- una cassa di laminazione di nuova realizzazione posta in destra a monte del ponte dei Ciliegi con volume complessivo utile pari a circa 777.000 m³;
- una cassa di laminazione di nuova realizzazione localizzata in sinistra a monte dell'abitato di Monteveglio, estesa da monte del ponte dei Ciliegi fino alla strada comunale urbana denominata via Monzale; il volume complessivo utile misurato alla quota di sfioro è pari a circa 715.000 m³
- adeguamento e/o nuova realizzazione di limitate opere di contenimento dei livelli in destra e sinistra nell'abitato di Monteveglio (da monte dell'abitato di Monteveglio fino a valle della loro confluenza) per garantire il contenimento dei livelli con il franco idraulico di 1,00 m sulla piena di riferimento T200.

Le casse di laminazione contribuiscono a laminare il deflusso del torrente Samoggia riducendo il colmo di portata a valle delle casse nello scenario di progetto di 80 m³/s rispetto al colmo ottenuto dallo scenario dello stato di fatto lungo l'analoga sezione.

A valle della confluenza con il torrente Ghiaia di Serravalle, la portata al colmo che defluisce nel torrente Samoggia viene ridotta in modo molto rilevante dalle casse di laminazione previste in progetto, passando infatti da un massimo di 425 m³/s nello scenario idrologico di riferimento (TR200 anni, durata 6 ore) ad un valore di circa 170 m³/s.

8.1.1.3 Torrente Samoggia - tratto non arginato di pianura

Nei pressi dell'abitato di Bazzano, nel tratto a monte del sistema arginale classificato, per mitigare le esondazioni per sormonto della sponda destra, si prevedono, i seguenti interventi:

- realizzazione di una nuova cassa di laminazione in destra immediatamente a monte dell'abitato di Bazzano, caratterizzata da una capacità di invaso utile pari a circa 307.000 m³. A valle della cassa si riscontra un colmo di portata di progetto pari a circa 180 m³/s;
- realizzazione di un'arginatura a carattere continuo in destra idraulica estesa da valle della cassa in progetto fino alla via Paradurone ad ottenere un franco idraulico di 1,00 m sulla piena di riferimento TR200.

8.1.1.4 Torrente Samoggia - tratto arginato classificato di pianura

La portata limite attuale del tratto arginato del torrente Samoggia, definita secondo i criteri illustrati nei precedenti capitoli, è riportata in Tab. 23.

Tab. 23 Portata limite attuale del tratto arginato del torrente Samoggia

ID	Tratto	Q limite attuale (m ³ /s)
1	Da ponte ferroviario di Bazzano a Casale Fabbriera	120
2	Da Casale Fabbriera a ponte A1	310
3	Da Ponte A1 a Calcara	210
4	Da Calcara a Ponte ferroviario (loc. Ponte Samoggia)	120
5	Da ponte ferroviario a cassa in loc. Le Budrie	160
6	Da cassa in loc. Le Budrie a confluenza Lavino	310
7	Da confluenza Lavino a confluenza Reno	515

I tratti arginati classificati maggiormente critici sono il primo (dal ponte ferroviario di Bazzano a Casale Fabbriera) e dal terzo al quinto (da Calcara al Ponte alla cassa di espansione in loc. Le Budrie).

Nel primo tratto si osservano allagamenti nell'abitato di Bazzano causati da sormonti delle sponde nel tratto immediatamente a monte del sistema arginale classificato e da sormonti di entrambi gli argini per circa 2,0 km a valle della strada provinciale della Nuova Pedemontana. È in questo tratto, quindi, che è stata identificata la maggior parte degli interventi descritti in seguito. Si noti che questi ultimi, oltre ad avere come obiettivo quello di evitare le esondazioni presso Bazzano, sono in grado di limitare la portata nei tratti arginati di valle al valore identificato come portata limite.

In dettaglio, nel primo tratto (da ponte ferroviario di Bazzano a Casale Fabbriera) si prevedono i seguenti interventi:

- delocalizzazione a carattere discontinuo di tratti di arginatura esistenti per entrambe le sponde che verranno realizzati in arretramento a campagna al fine di aumentare la capacità di deflusso dell'alveo di piena nel tratto che va dal ponte ferroviario di Bazzano a circa 1,7 km a valle della dell'attraversamento della Nuova Pedemontana in Loc. Fondo Otto Colonne. Gli interventi di delocalizzazione sono accompagnati dalla riprofilatura dei piani golenali compresi tra l'alveo attivo e le nuove arginature;
- adeguamento in quota dei tratti di arginatura interposti tra le delocalizzazioni a carattere discontinuo del punto precedente sia in sinistra che in destra del torrente Samoggia di circa 1,00 m, ad ottenere un franco idraulico di 1,00 m sulla piena di riferimento TR200 (tratto da adeguare tra il ponte ferroviario di Bazzano alla Loc. Fondo Otto Colonne);
- realizzazione di 2 casse di laminazione di nuova realizzazione, una in destra e una in sinistra, in Loc. Fondo Otto Colonne (a circa 1,7 km a valle dell'attraversamento della Nuova Pedemontana). L'invaso in sinistra ha una capacità utile pari a circa 1.703.000 m³; l'invaso in destra ha una capacità utile pari a circa 1.983.000 m³; a valle delle casse ci si attende circa un dimezzamento della portata al colmo, con un valore di progetto pari a circa 190 m³/s.

Dal terzo al quinto tratto la criticità è dovuta soprattutto alla presenza nel sistema arginale di finestre o tratti di corda molle che danno origine ad esondazioni locali. Per questi tratti si prevedono, a carattere locale, adeguamenti degli argini ad ottenere un franco idraulico di 1,00 m sulla piena di riferimento TR200.

Nello specifico per il tratto in oggetto sono stati individuati i seguenti adeguamenti:

- a monte della passerella del Taglio in sinistra Samoggia per il terzo tratto;
- nel tratto compreso tra i ponti della linea ferroviaria Alta Velocità MI-BO e il ponte Bailey di via Castelletto in sinistra Samoggia per il quinto tratto.

Infine, in corrispondenza della confluenza in Reno è previsto il completamento della cassa di espansione in fase di realizzazione, denominata Cassa di Bagnetto, tramite il completamento dell'argine di chiusura della cassa e dello sfioratore di alimentazione, del quale si prevede una riduzione di quota rispetto a quanto previsto in progetto. La capacità utile misurata al di sotto della quota ribassata di sfioro è pari a circa 13.650.000 m³. Essa è in grado di derivare portate sia di Samoggia che di Reno, ma è soprattutto per quest'ultimo fiume che risulta rilevante nell'assetto di progetto.

La tabella seguente confronta la portata limite attuale e quella di progetto nei diversi tratti.

Tab. 24 Portata limite attuale e progetto del tratto arginato del torrente Samoggia

ID	Tratto	Q compatibile (m ³ /s)	Q limite di progetto (m ³ /s)
1	Da ponte ferroviario di Bazzano a Casale Fabbriera	120	190
2	Da Casale Fabbriera a ponte A1	310	310
3	Da Ponte A1 a Calcara	210	210
4	Da Calcara a Ponte ferroviario (loc. Ponte Samoggia)	120	120
5	Da ponte ferroviario a cassa in loc. Le Budrie	160	170
6	Da cassa in loc. Le Budrie a confluenza Lavino	310	310

7	Da confluenza Lavino a confluenza Reno	515	515
---	--	-----	-----

8.1.2. Valutazioni su eventi di piena superiori a quello di riferimento

Al fine di indagare la resilienza dell'assetto proposto rispetto ad eventi superiori a quello di riferimento (TR200 anni), il complesso delle sistemazioni proposte è stato sollecitato considerando anche uno scenario maggiormente critico, pari al più gravoso tra gli eventi reali del 2023-2024 e l'idrogramma idrologico stimato considerando gli effetti attesi del cambiamento climatico in corso.

In Tab. 25 si riporta il confronto tra le portate idrologiche di riferimento del torrente Samoggia e quelle relative all'evento TR200 che tiene conto degli effetti dei cambiamenti climatici (durata di pioggia di 6 ore).

Tab. 25 Portate di piena per il torrente Samoggia

Bacino	Corso d'acqua	Progr (km)	Sezione	Sup. (km ²)	T50 (m ³ /s)	T200 (m ³ /s)	T500 (m ³ /s)	T200 CC (m ³ /s)
Reno	Samoggia	0	Confluenza Rio Maledetto	33,8	90	125	145	165
Reno	Samoggia	16,5	Valle confluenza Ghiaia	148,7	315	435	515	580
Reno	Samoggia	21	Bazzano	168,7	360	500	595	670

Si osservi che l'incremento idrologico del colmo a Bazzano nella sezione dell'inizio del tratto arginato classificato è dell'ordine del 34%.

In termini di volumi, a Bazzano l'evento TR200 (durata di pioggia 6 ore) palesa, nello scenario che contempla gli effetti del cambiamento climatico, un incremento del 35%.

Nel tratto montano dal Ponte di Cavara (San Biagio) a Savigno, il transito dell'evento citato non determina variazioni significative delle aree inondabili, in quanto l'intero fondovalle è già comunque coinvolto. Nel tratto a valle di Savigno fino alla prima cassa di espansione in destra del Samoggia si osservano sormonti analoghi all'evento TR200 scenario attuale che interessano aree coltivate. Gli incrementi dei tiranti idrici in alveo variano da 0,3 a 0,5 m.

Nel tratto a monte di Monteveglio si osservano incrementi dei livelli in alveo dovuti agli effetti dei cambiamenti climatici di 0,5÷0,8 m. Le casse di espansione esauriscono la propria capacità e a valle di esse il deflusso sormonta in più punti entrambe le sponde fino alla confluenza con il torrente Ghiaia di Serravalle allagando l'abitato di Monteveglio.

Anche il torrente Ghiaia di Serravalle risente degli effetti dovuti ai cambiamenti climatici. Nello specifico tutte e tre le casse di espansione esauriscono la propria capacità e si osservano sormonti delle sponde sia in destra che in sinistra nell'area compresa tra la prima cassa e la seconda cassa e a valle delle casse nell'abitato di Monteveglio. Gli incrementi dei tiranti idrici in alveo variano da 0,5 a 1,0 m.

A valle dell'abitato di Monteveglio fino alla prima cassa di Bazzano non si osservano esondazioni.

A valle di Monteveglio non si registrano sormonti delle sponde o del sistema arginale, il deflusso dell'evento TR200 che tiene conto degli effetti dei cambiamenti climatici rimane tutto contenuto in alveo o all'interno degli interventi proposti, i tiranti idrici in alveo incrementano di un valore compreso tra 0,5 e 1,2 m.

8.1.3. Quadro degli interventi

In Tab. 26 sono riassunte le localizzazioni e le tipologie di intervento previste nei tratti di Fascia B di progetto individuati lungo il torrente Samoggia. In Tab. 27 sono riassunte le localizzazioni e le tipologie di intervento previste nei tratti di Fascia B di progetto individuati lungo il torrente Ghiaia di Serravalle.

Tab. 26 Localizzazione e modalità attuative dei limiti B di progetto per il torrente Samoggia

N.	Comune	Progressiva (km)	Sponda	Localizzazione	Tipologia intervento
1	Monte San Pietro/Valsamoggia	22 - 24	DX	A monte dell'abitato di Monteveglio	Cassa di laminazione
2	Valsamoggia	23 - 25	SX	A monte dell'abitato di Monteveglio	Cassa di laminazione
3	Valsamoggia	24 - 26	SX e DX	Abitato di Monteveglio	Contenimento livelli idrici
4	Valsamoggia	28 - 29	DX	Abitato di Bazzano	Cassa di laminazione
5	Valsamoggia	28 - 31	SX e DX	Abitato di Bazzano	Contenimento livelli idrici
6	Valsamoggia	31 - 33	SX e DX	Tratto dall'attraversamento della Nuova Pedemontana alla Loc. Fondo Otto Colonne	Contenimento livelli idrici
7	Valsamoggia	32 - 34	SX e DX	Loc. Fondo Otto Colonne a monte di Casale Fabbriera	Cassa di laminazione
8	Sala Bolognese	58 - 60	DX	Loc. Bagnetto	Cassa di laminazione

Tab. 27 Localizzazione e modalità attuative dei limiti B di progetto per il torrente Ghiaia di Serravalle

N.	Comune	Progressiva (km)	Sponda	Localizzazione	Tipologia intervento
1	Valsamoggia	18 - 20	DX	Loc. Ziribega	Cassa di laminazione
2	Valsamoggia	21 - 24	DX	A monte e a valle dell'attraversamento della S.P.28	Cassa di laminazione
3	Valsamoggia	23 - 24	SX e DX	Abitato di Monteveglio	Contenimento livelli idrici

Il quadro degli interventi previsti è completato dagli interventi di adeguamento del sistema arginale alla portata limite di progetto previsti sul torrente Samoggia sia in destra che sinistra tra l'attraversamento della linea ferroviaria a Bazzano alla località Fondo Otto Colonne a monte di Casale Fabbriera.

Risulta inoltre necessario predisporre il Programma generale di gestione della vegetazione ripariale in coerenza con le disposizioni regionali di riferimento, evidenziando la necessità di coordinare le azioni di sicurezza idraulica con la tutela e valorizzazione della vegetazione ripariale, riconoscendone da un lato le funzioni ecosistemiche essenziali e dall'altro il ruolo chiave nella mitigazione del rischio idraulico.

Infine, occorre predisporre il Programma generale di gestione dei sedimenti quale strumento conoscitivo, gestionale e di programmazione di interventi, relativi all'assetto morfologico del corso d'acqua, mediante il quale disciplinare le attività di manutenzione degli alvei, delle opere e di gestione dei sedimenti. Il riferimento per la definizione dell'impostazione metodologica del Programma generale è la Direttiva sedimenti del PAI Po. Tale programma dovrà tenere in considerazione gli esiti degli approfondimenti svolti nell'ambito dell'analisi morfologica

8.1.4. Valutazioni dei franchi dei ponti e criticità idrauliche rispetto alle linee di assetto

In Tab. 28 sono riportate le valutazioni sui franchi idraulici degli attraversamenti presenti nel tratto del torrente Samoggia che va da monte di Monteveglio all'attraversamento ferroviario di Bazzano, per l'evento TR200 nella configurazione definita dalle linee di assetto.

In Tab. 29 sono riportate le valutazioni sui franchi idraulici degli attraversamenti presenti nel tratto arginato di pianura del torrente Samoggia che va dall'attraversamento ferroviario di Bazzano alla confluenza in Reno rispetto alla portata risultata dalla simulazione dello scenario di progetto per l'evento TR200.

Per tutti i ponti il franco idraulico è stato calcolato sulla base dell'evento di piena duecentennale di riferimento, considerando la quota massima e la quota di riferimento dell'intradosso. Quest'ultima corrisponde alla quota minima di intradosso per i ponti con impalcato piano (intesi come quelli il cui intradosso non mostra variazioni di quota superiori a 0,5 m) e alla quota minima calcolata sui 2/3 della luce per i ponti ad arco o con elevata variabilità della quota di intradosso.

Nel tratto non arginato di Bazzano per la maggior parte degli attraversamenti (SAIN0013, SAIN0015, Nel tratto non arginato di Bazzano l'attraversamento SAIN0013 risulta critico, mentre gli attraversamenti SAIN0010 e SAIN0016 presentano franchi idraulici tra 0,5 e 1,0 m.

Più a valle, lungo l'asta del Samoggia arginata classificata, si osservano moderate criticità legate ai ponti ubicati presso l'abitato di Calcara e a valle di esso con franchi tra 0,5 e 1,0 m (attraversamenti SAIN0022, SAIN0026).

In Tab. 29 sono riportate le valutazioni sui franchi idraulici degli attraversamenti presenti nel tratto del torrente Ghiaia di Serravalle che va da monte di Monteveglio alla confluenza in Samoggia, per l'evento TR200 nella configurazione definita dalle linee di assetto.

Si osservano criticità moderate sui primi due ponti valutati (GHIN0003, GHIN0005) che presentano un franco tra 0,5 e 1,0 m e per il ponte proprio a monte della confluenza (GHIN0007) che presenta invece un franco idraulico di 0,3 m.

Tab. 28 Samoggia da Monteveglio al ponte ferrovia di Bazzano: attraversamenti e franchi idraulici T200 rispetto alle linee di assetto

ID	Ponte, Località	Comune	H200	Tipologia ponte	H massimo	H riferimento	FR massimo	FR riferimento	Note
			(m s.m.)		(m s.m.)	(m s.m.)	(m)	(m)	
SAIN0010	ponte via dei Ciliegi	Valsamoggia	126.37	intradosso piano	127.2	127.17	0.83	0.80	
SAIN0011	ponte via dei Ponti	Valsamoggia	111.96	intradosso piano	113.74	113.62	1.78	1.66	
SAIN0012	ponte SP "valle del Samoggia"/confluenza T. Ghiaia	Valsamoggia	106.68	intradosso piano	108.02	108	1.34	1.32	
SAIN0013	passerella via Sirena	Valsamoggia	83.55	intradosso piano	83.84	83.67	0.29	0.12	Estradosso a 84.12
SAIN0014	ponte SP 569	Valsamoggia	82.37	ad arco	87.29	86.75	4.92	4.38	
SAIN0015	ponte via Paradurone	Valsamoggia	79.48	intradosso piano	81.66	80.7	2.18	1.22	
SAIN0016	ponte FS Bologna - Vignola	Valsamoggia	78.34	intradosso piano	78.89	78.89	0.55	0.55	

Tab. 29 Samoggia dal ponte ferrovia di Bazzano alla confluenza in Reno: attraversamenti e franchi idraulici T200 rispetto alle linee di assetto

ID	Ponte, Località	Comune	Q200	H200	Tipologia ponte	H massimo	H riferimento	FR massimo	FR riferimento	Note
			(m³/s)	(m s.m.)		(m s.m.)	(m s.m.)	(m)	(m)	
SAIN0017	ponte Str Provinciale Nuova Pedemontana	Valsamoggia	187	76.03	intradosso piano	79.3	78.58	3.27	2.55	
SAIN0018	passerella Fabbriera	Castelfranco Emilia	94	62.49	intradosso piano	65.31	65.04	2.82	2.55	
SAIN0019	ponte Autostrada A1	Valsamoggia	93	54.81	intradosso piano	58.32	58.24	3.51	3.43	
SAIN0020	passerella del Taglio	Valsamoggia	92	50.04	intradosso piano	53.09	53.03	3.05	2.99	
SAIN0021	ponte di Calcara	Valsamoggia	92	48.53	intradosso piano	50.38	49.87	1.85	1.34	

ID	Ponte, Località	Comune	Q200	H200	Tipologia ponte	H massimo	H riferimento	FR massimo	FR riferimento	Note
			(m³/s)	(m s.m.)		(m s.m.)	(m s.m.)	(m)	(m)	
SAIN0022	ponte via Emilia	Valsamoggia	92	43.44	intradosso piano	44.49	44.2	1.05	0.76	
SAIN0023	ponte FS MI-BO	Anzola dell'Emilia	92	42.37	intradosso piano	44.14	44.14	1.77	1.77	
SAIN0024	ponte FS Alta Velocita MI-BO	Anzola dell'Emilia	92	42.36	intradosso piano	45.04	44.96	2.68	2.60	
SAIN0025	ponte via Castelletto	Anzola dell'Emilia	91	41.77	intradosso piano	45	44.61	3.23	2.84	
SAIN0026	ponte Baily via Stradellazzo	Anzola dell'Emilia	91	40.65	intradosso piano	41.63	41.4	0.98	0.75	
SAIN0027	ponte delle Budrie	Anzola dell'Emilia	91	34.51	intradosso piano	37.69	37.69	3.18	3.18	
SAIN0028	ponte S. Giacomo SP 568	Anzola dell'Emilia	86	31.01	intradosso piano	34.04	33.89	3.03	2.88	
SAIN0029	ponte Ferroviario AV Bo-Vr_1	Anzola dell'Emilia	88	30.40	intradosso piano	35.92	35.92	5.52	5.52	
SAIN0030	ponte Ferroviario Bo-Vr_2	Anzola dell'Emilia	88	30.20	intradosso piano	33.71	33.54	3.51	3.34	
SAIN0031	ponte SP 3 "Trasversale di Pianura	Sala Bolognese	206	28.20	intradosso piano	31.42	31	3.22	2.80	
SAIN0032	ponte S. lorenzo di Loreto	Sala Bolognese	197	27.27	intradosso piano	28.5	28.5	1.23	1.23	

Tab. 30 Ghiaia di Serravalle da Mercatello alla confluenza in Samoggia: attraversamenti e franchi idraulici T200 rispetto alle linee di assetto

ID	Ponte, Località	Comune	H200	Tipologia ponte	H massimo	H riferimento	FR massimo	FR riferimento	Note
			(m s.m.)		(m s.m.)	(m s.m.)	(m)	(m)	
GHIN0003	passerella via Ziribega-via Barlete	Valsamoggia	150.99	intradosso piano	152.17	152.15	0.62	0.60	
GHIN0005	passerella via Barlete-SP 28	Valsamoggia	134.81	intradosso piano	136.43	136.36	0.79	0.72	
GHIN0006	ponte SP 27 "Valle di Samoggia	Valsamoggia	123.04	ad arco	126.28	126.19	2.52	2.43	
GHIN0007	ponte via dei Ponti	Valsamoggia	112.74	intradosso piano	113.56	113.51	0.35	0.30	

8.2 Torrente Lavino

L'asta del torrente Lavino, oggetto di delimitazione delle Fasce Fluviali e interessata dalla definizione delle linee di intervento, è compresa dalla confluenza con il rio Olivetta alla confluenza in Samoggia (21 km).

L'ambito in esame può essere suddiviso nei seguenti tratti:

- tra la confluenza con il rio Olivetta e l'attraversamento del ponte dell'autostrada A1 (circa 6 km), in un contesto di rilevante instabilità morfologica con tendenza dell'asta alla divagazione;
- a partire dall'attraversamento A1 il Lavino è arginato in modo continuo (argini 2^a categoria) fino alla confluenza in Samoggia, circa 15 km.

8.2.1 Assetto del torrente Lavino

8.2.1.1 Tratto non arginato di pianura

Nel tratto non arginato che va dalla confluenza del Rio Olivetta all'attraversamento del ponte dell'autostrada A1 si prevede l'adeguamento e il potenziamento del sistema difensivo per il contenimento dei livelli idrici in corrispondenza dei centri abitati di Calderino e Rivabella in sponda destra.

Inoltre, si ritengono necessarie per la laminazione controllata le due casse di laminazione parzialmente esistenti e già previste dalla pianificazione previgente: una in sinistra e una in destra del torrente Lavino a valle di Rivabella.

La cassa di laminazione localizzata in sinistra idraulica è attualmente interessata dalla presenza di un lago di cava, e necessita di limitati interventi di adeguamento del sistema di contenimento (in parte realizzato dal versante a tergo) e di riprofilatura del fondo per raggiungere la sagoma prevista dalla pianificazione previgente; la sua capacità utile misurata è pari a circa 164.000 m³.

L'area in destra, localizzata immediatamente a valle della precedente, richiede un adeguamento in termini di ottimizzazione del volume invasabile. La capacità utile misurata è pari a circa 327.000 m³.

Per evitare che le esondazioni dell'evento di piena TR200 interessino il centro abitato di Zola Predosa a monte dell'autostrada A1, si prevede la realizzazione di nuove opere di contenimento a carattere continuo alzate in quota ad ottenere un franco idraulico di 1,0 m sulla piena di riferimento TR200.

- In destra a difesa dell'abitato di Zola Predosa. Gli argini in progetto si estendono dalla località Villa dello Zanchino (via del Greto) fino a valle dell'attraversamento dell'autostrada A1.
- In sinistra a difesa dell'abitato di Zola Predosa. Gli argini si estendono dalla località La Chiusa fino alla Linea ferroviaria Casalecchio-Vignola.
- In sinistra a valle dell'abitato di Zola Predosa da valle della S.P.569 per un'estesa di circa 250 m.

La quota delle nuove arginature permette il transito di un'onda di piena con un colmo di circa 210 m³/s con il rispetto del franco idraulico di 1,0 m.

8.2.1.2 Tratto arginato classificato di pianura

La portata limite attuale del tratto arginato del torrente Lavino, definita secondo i criteri illustrati nei precedenti capitoli, è riportata in Tab. 31.

Tab. 31 Portata limite attuale del tratto arginato del torrente Lavino

ID	Tratto	Q compatibile (m ³ /s)
1	Da Zola Predosa fino al ponte della A14	170
2	Da Ponte A14 a loc. Lavino di Mezzo	110

3	Da loc. Lavino di Mezzo a S.S.568	110
4	Da S.S.568 a ponte ferroviario BO-VR	45
5	Da ponte ferroviario BO-VR a confl. Samoggia	110

I tratti arginati classificati maggiormente critici, in cui si verificano le esondazioni nel corso dell'evento di piena TR200 sono il primo e il secondo (da Zola Predosa a Lavino di Mezzo) e il quarto (da S.S.568 al ponte ferroviario BO-VR).

Al fine di mitigare le condizioni di rischio degli abitati di Zola Predosa e Lavino di Mezzo, oltre alla realizzazione di nuovi argini nel tratto a monte dell'autostrada A1 come descritto nel capitolo precedente, sono previsti anche casse di laminazione e aree di espansione.

Nel tratto "1" e "2" della Tab. 31 si prevede infatti di realizzare le seguenti opere.

- una cassa di espansione in sinistra Lavino a valle dell'autostrada A1 in località Villa Romana la cui capacità utile è pari a circa 1.645.000 m³. La Cassa contribuisce a laminare il deflusso del torrente Lavino riducendo il colmo di portata a valle nello scenario di Progetto a un valore di circa 95 m³/s.
- due aree di espansione controllata immediatamente a valle dell'attraversamento autostradale dell'A14, nei pressi dell'abitato di Lavino di Mezzo, per la realizzazione delle quali non si prevedono interventi di scavo sul fondo ma solo opere di contenimento laterale:
 - un'area in sinistra Lavino, con volume utile di invaso pari a circa 145.000 m³ (volume massimo di circa 405.000 m³);
 - un'area in destra, con volume utile di invaso pari a circa 264.000 m³ (volume massimo di circa 580.000 m³).

Per effetto della laminazione prodotta da queste ultime due opere, nei pressi dell'abitato di Lavino di Mezzo si osserva un'ulteriore riduzione del colmo di portata a circa 90 m³/s. Il deflusso rimane completamente contenuto dal sistema arginale.

Per evitare sormonti da parte della piena duecentennale nei pressi dell'attraversamento della S.P.568 e di quello ferroviario BO-VR, dovuti alla presenza di finestre nel sistema arginale o di tratti di corda molle (parte del tratto "3" e tratti "4" e "5"), si prevedono i seguenti adeguamenti in quota a carattere continuo delle arginature esistenti:

- in destra nel tratto compreso tra la frazione di Calderara di Reno denominata Tavernelle d'Emilia e la confluenza in Samoggia;
- in sinistra nel tratto compreso tra gli attraversamenti della via Persicetana a monte e della Linea Alta Velocità BO-VR a valle.

La tabella seguente confronta la portata limite attuale e quella di progetto nei diversi tratti.

Tab. 32 Portata limite attuale e di progetto del tratto arginato del torrente Lavino

ID	Tratto	Q compatibile (m ³ /s) da analisi in moto permanente	Q limite di progetto (m ³ /s)
1	Da Zola Predosa fino al ponte della A14	170	210
2	Da Ponte A14 a loc. Lavino di Mezzo	110	110
3	Da loc. Lavino di Mezzo a S.S.568	110	110
4	Da S.S.568 a ponte ferroviario MI-BO	45	95
5	Da ponte ferroviario MI-BO a confl. Samoggia	110	120

8.2.2. Valutazioni su eventi di piena superiori a quello di riferimento

Al fine di indagare la resilienza dell'assetto proposto rispetto ad eventi superiori a quello di riferimento (TR200 anni attuale), il complesso delle sistemazioni proposte è stato sollecitato dall'evento T200 ottenuto nello scenario idrologico che contempla gli effetti del cambiamento climatico.

In Tab. 33 si riporta il confronto tra le portate idrologiche di riferimento del torrente Lavino e quelle relative all'evento TR200 che tiene conto degli effetti dei cambiamenti climatici.

In Tab. 25 si riporta il confronto tra le portate idrologiche di riferimento del torrente Samoggia e quelle relative all'evento TR200

Tab. 33 Portate di piena per il torrente Lavino

Bacino	Corso d'acqua	Progr (km)	Sezione	Sup. (km ²)	T50 (m ³ /s)	T200 (m ³ /s)	T500 (m ³ /s)	T200 CC (m ³ /s)
Reno	Lavino	0	Monte S. Giovanni	24	55	75	85	100
Reno	Lavino	12,2	Attraversamento A1	84,7	195	265	325	365

Si osservi che l'incremento idrologico del colmo all'attraversamento della A1 nei pressi di Zola Predosa (sezione di inizio del tratto arginato classificato) è dell'ordine del 38%.

In termini di volumi, a Zola Predosa l'evento TR200 (durata di pioggia 6 ore) palesa, nello scenario che contempla gli effetti del cambiamento climatico, un incremento del 34%.

Nel tratto di monte del torrente Lavino fino a Rivabella il transito dell'evento che tiene conto degli effetti dei cambiamenti climatici non determina variazioni significative delle aree inondabili, in quanto l'intero fondovalle è già comunque coinvolto. Gli incrementi dei tiranti idrici in alveo variano di un valore tra 0,3 e 0,5 m.

Le casse di espansione situate a Rivabella esauriscono la propria capacità di laminazione del deflusso di piena; si osservano infatti maggiori esondazioni nelle aree coltivate a valle delle casse e sormonti di entrambe le sponde arginate nei pressi di Zola Predosa. Tale abitato viene allagato in quanto i tiranti idrici incrementano di 0,8 e 1,0 m circa.

Anche le casse poste a valle lungo l'asta del Lavino esauriscono la propria capacità di laminazione. Si osservano sormonti di entrambi gli argini a monte dell'attraversamento della A14 e nei pressi dell'abitato di Lavino di Mezzo a fronte di incrementi dei tiranti in alveo di 0,8÷1,0 m. Gli allagamenti si propagano anche nelle aree coltivate poste in destra idrografica a valle dell'attraversamento ferroviario MI-BO fino ad arrivare nei pressi di Calderara di Reno.

Nel tratto finale del Lavino, a monte della confluenza in Samoggia, non si osservano ulteriori esondazioni degli argini in quanto i tiranti idrici in alveo tra i due eventi TR200 sono pressoché analoghi.

8.2.3. Quadro degli interventi

In Tab. 34 sono riassunte le localizzazioni e le tipologie di intervento previste nei tratti di Fascia B di progetto individuati lungo il torrente Lavino.

Tab. 34 Localizzazione e modalità attuative dei limiti B di progetto per il torrente Lavino

N.	Comune	Progressiva (km)	Sponda	Localizzazione	Tipologia intervento
1	Monte San Pietro	17 - 20	SX	Abitati di Calderino e Rivabella	Contenimento livelli idrici

N.	Comune	Progressiva (km)	Sponda	Localizzazione	Tipologia intervento
2	Zola Predosa	20 - 22	SX e DX	Abitato di Rivabella	Cassa di laminazione
3	Zola Predosa	22 - 25	SX e DX	Abitato di Zola Predosa	Contenimento livelli idrici
4	Zola Predosa	25 - 27	SX	A valle della A1	Cassa di laminazione
5	Zola Predosa/Bologna	28 - 29	SX e DX	A valle della A14	Cassa di laminazione

Il quadro degli interventi previsti è completato dagli interventi di adeguamento del sistema arginale alla portata limite di progetto in destra e sinistra tra l'attraversamento SP.568 e la confluenza in Samoggia.

Risulta inoltre necessario predisporre il Programma generale di gestione della vegetazione ripariale in coerenza con le disposizioni regionali di riferimento, evidenziando la necessità di coordinare le azioni di sicurezza idraulica con la tutela e valorizzazione della vegetazione ripariale, riconoscendone da un lato le funzioni ecosistemiche essenziali e dall'altro il ruolo chiave nella mitigazione del rischio idraulico.

Infine, occorre predisporre il Programma generale di gestione dei sedimenti quale strumento conoscitivo, gestionale e di programmazione di interventi, relativi all'assetto morfologico del corso d'acqua, mediante il quale disciplinare le attività di manutenzione degli alvei, delle opere e di gestione dei sedimenti. Il riferimento per la definizione dell'impostazione metodologica del Programma generale è la Direttiva sedimenti del PAI Po. Tale programma dovrà tenere in considerazione gli esiti degli approfondimenti svolti nell'ambito dell'analisi morfologica.

8.2.4. Valutazioni dei franchi dei ponti e criticità idrauliche rispetto alle linee di assetto

In Tab. 35 sono riportate le valutazioni sui franchi idraulici degli attraversamenti presenti nel tratto del torrente Lavino che va da Rivabella all'attraversamento A1, per l'evento TR200 nella configurazione definita dalle linee di assetto.

In Tab. 36 sono riportate le valutazioni sui franchi idraulici degli attraversamenti presenti nel tratto arginato di pianura del torrente Lavino che va dall'attraversamento A1 alla confluenza in Samoggia rispetto alla portata risultata dalla simulazione dello scenario di progetto per l'evento TR200.

Per tutti i ponti il franco idraulico è stato calcolato sulla base dell'evento di piena duecentennale di riferimento, considerando la quota massima e la quota di riferimento dell'intradosso. Quest'ultima corrisponde alla quota minima di intradosso per i ponti con impalcato piano (intesi come quelli il cui intradosso non mostra variazioni di quota superiori a 0,5 m) e alla quota minima calcolata sui 2/3 della luce per i ponti ad arco o con elevata variabilità della quota di intradosso.

Nel tratto non arginato da Rivabella, la maggior parte degli attraversamenti (LVIN0016, LVIN0017, LVIN0018, LVIN0019) risulta fortemente critica; i franchi idraulici non vengono rispettati.

Lungo l'asta arginata classificata, si osservano solamente due criticità legate al ponte di Lavino di Mezzo (LVIN0026) e quello della linea ferroviaria dell'alta velocità BO-VR (LVIN0033).

Tab. 35 Lavino da Rivabella all'attraversamento autostradale A1: attraversamenti e franchi idraulici T200 rispetto alle linee di assetto

ID	Ponte, Località	Comune	H200	Tipologia ponte	H massimo	H riferimento	FR massimo	FR riferimento	Note
			(m s.m.)		(m s.m.)	(m s.m.)	(m)	(m)	
LVIN0016	ponte via Piave	Zola Predosa	84.53	intradosso piano	83.59	83.59	-0.94	-0.94	Estradosso a 84.81
LVIN0017	passerella i Tre Portoni	Zola Predosa	83.22	intradosso piano	83.19	83.06	-0.03	-0.16	Estradosso a 83.24
LVIN0018	ponte via Respighi	Zola Predosa	76.59	intradosso piano	73.54	73.54	-3.05	-3.05	Estradosso a 75.02
LVIN0019	ponte via Risorgimento (ponte sul Lavino)	Zola Predosa	75.50	ad arco	75.13	74.81	-0.37	-0.69	
LVIN0020	ponte FS Casalecchio - Vignola	Zola Predosa	71.87	intradosso piano	73.38	73.38	1.51	1.51	
LVIN0021	ponte SP 569 "Nuova Bazzanese	Zola Predosa	69.49	intradosso piano	72.00	72.00	2.51	2.51	

Tab. 36 Lavino dall'attraversamento autostradale A1 alla confluenza in Samoggia: attraversamenti e franchi idraulici T200 rispetto alle linee di assetto

ID	Ponte, Località	Comune	Q200 PRJ	H200	Tipologia ponte	H massimo	H riferimento	FR massimo	FR riferimento	Note
			(m³/s)	(m s.m.)		(m s.m.)	(m s.m.)	(m)	(m)	
LVIN0022	ponte Autostrada A1	Zola Predosa	209	66.02	intradosso piano	67.68	67.33	1.66	1.31	
LVIN0023	ponte Antonio Cavalieri	Bologna	94	52.55	intradosso piano	53.79	53.79	1.24	1.24	Estradosso a 54.16
LVIN0024	ponte Raccordo A14	Bologna	94	51.51	intradosso piano	54.27	54.18	2.76	2.67	
LVIN0025	ponte A14	Bologna	94	51.02	intradosso piano	52.51	52.22	1.49	1.20	
LVIN0026	ponte Lepido	Anzola dell'Emilia	91	45.52	intradosso piano	44.26	44.09	-1.26	-1.43	Estradosso a 45.74
LVIN0027	ponte via Emilia	Anzola dell'Emilia	91	44.11	intradosso piano	46.55	46.43	2.44	2.32	

ID	Ponte, Località	Comune	Q200 PRJ	H200	Tipologia ponte	H massimo	H riferimento	FR massimo	FR riferimento	Note
			(m³/s)	(m s.m.)		(m s.m.)	(m s.m.)	(m)	(m)	
LVIN0028	ponte ferroviario Milano -Bologna	Anzola dell'Emilia	91	42.78	intradosso piano	44.3	44.3	1.52	1.52	
LVIN0029	ponte ferrovia AV Mi_Bo	Anzola dell'Emilia	91	42.65	intradosso piano	45.16	44.68	2.51	2.03	
LVIN0030	ponte di via Mezzo Ponente	Calderara di Reno	91	36.97	intradosso piano	39.42	39.42	2.45	2.45	
LVIN0031	ponte SP 568 "Persicetana"	Calderara di Reno	87	33.47	intradosso piano	34.67	34.67	1.20	1.20	
LVIN0032	ponte ferroviario Bologna -Verona	Sala Bolognese	95	33.01	intradosso piano	35.04	34	2.03	0.99	
LVIN0033	ferrovia AV BO-VR	Sala Bolognese	95	32.78	intradosso piano	31.51	31.51	-1.27	-1.27	Estradosso a 32.41
LVIN0034	ponte via Persiceto monte confluenza Torrente Ghironda	Sala Bolognese	120	28.97	ad arco	31.64	31.49	2.67	2.52	

9 Portate di piena di riferimento

Nelle condizioni attuali, in Tab. 37, in Tab. 38 e in Tab. 39 sono riportate le portate di piena al colmo di riferimento nelle sezioni di chiusura a monte del tratto arginato classificato rispettivamente per il torrente Samoggia, per il torrente Lavino e per il torrente Ghiaia. In nero le portate idrologiche, in blu quelle ottenute da modellazione idraulica bidimensionale. In entrambi i casi è indicato il valore massimo tra tutte le durate di pioggia simulate (3, 6, 9, 12, 18 e 24 ore).

Tab. 37 Torrente Samoggia stato attuale– Portate di riferimento a monte del tratto arginato classificato

Bacino	Corso d'acqua	Progr (km)	Sezione	Sup. (km ²)	T50 (m ³ /s)	T200 (m ³ /s)	T500 (m ³ /s)	T50 (m ³ /s)	T200 (m ³ /s)	T500 (m ³ /s)
Reno	Samoggia	0	Confluenza Rio Maledetto	33,8	90	125	145	-	-	-
Reno	Samoggia	16,5	Valle confluenza Ghiaia	148,7	315	435	515	310	415	490
Reno	Samoggia	21	Bazzano	168,7	360	500	595	325	420	440

Tab. 38 Torrente Lavino stato attuale– Portate di riferimento a monte del tratto arginato classificato

Bacino	Corso d'acqua	Progr (km)	Sezione	Sup. (km ²)	T50 (m ³ /s)	T200 (m ³ /s)	T500 (m ³ /s)	T50 (m ³ /s)	T200 (m ³ /s)	T500 (m ³ /s)
Reno	Lavino	0	Monte S.Giovanni	24	55	75	85	-	-	-
Reno	Lavino	4,6	Calderino	-	-	-	-	115	155	185
Reno	Lavino	12,2	Attraversamento A1	84,7	195	265	325	160	225	260

Tab. 39 Torrente Ghiaia stato attuale– Portate di riferimento a monte della confluenza con Samoggia

Bacino	Corso d'acqua	Progr (km)	Sezione	Sup. (km ²)	T50 (m ³ /s)	T200 (m ³ /s)	T500 (m ³ /s)	T50 (m ³ /s)	T200 (m ³ /s)	T500 (m ³ /s)
Reno	Ghiaia	0	Inizio tratto studio (loc. Castelletto)	32,5	70	90	105	-	-	-
Reno	Ghiaia	8,8	Confluenza Samoggia	71,1	140	190	225	140	190	210

Nelle tabelle seguenti si riportano i valori al colmo dell'onda di piena idraulica per il tempo di ritorno 200 anni e durata di pioggia 6 ore, nell'ipotesi di realizzazione delle linee di assetto proposte nel Capitolo 8, in alcune sezioni del corso d'acqua a monte del tratto arginato per il torrente Samoggia e per il torrente Ghiaia.

Tab. 40 Torrente Samoggia stato di progetto– Portate di riferimento

Bacino	Corso d'acqua	Progr (km)	Sezione	Sup. (km ²)	T50 (m ³ /s)	T200 (m ³ /s)	T500 (m ³ /s)	T200 (m ³ /s)
Reno	Samoggia	16,5	Valle confluenza Ghiaia	148,7	315	435	515	170
Reno	Samoggia	21	Bazzano	168,7	360	500	595	180

Tab. 41 Torrente Ghiaia stato di progetto– Portate di riferimento

Bacino	Corso d'acqua	Progr (km)	Sezione	Sup. (km ²)	T50 (m ³ /s)	T200 (m ³ /s)	T500 (m ³ /s)	T200 (m ³ /s)
Reno	Ghiaia	8,8	Confluenza Samoggia	71,1	140	190	225	60

Per il tratto arginato classificato del torrente Samoggia, nella tabella seguente sono infine riportate la portata limite nello stato attuale (pur con franchi limitati) e nello stato definito dalle linee di assetto.

Tab. 42 Portata limite attuale e progetto del tratto arginato del torrente Samoggia

ID	Tratto	Q limite attuale (m ³ /s)	Q limite di progetto (m ³ /s)
1	Da ponte ferroviario di Bazzano a Casale Fabbriera	120	450
2	Da Casale Fabbriera a ponte A1	310	310
3	Da Ponte A1 a Calcara	210	210
4	Da Calcara a Ponte ferroviario (loc. Ponte Samoggia)	120	120
5	Da ponte ferroviario a cassa in loc. Le Budrie	160	170
6	Da cassa in loc. Le Budrie a confluenza Lavino	310	310
7	Da confluenza Lavino a confluenza Reno	515	515

Per il tratto arginato classificato del torrente Lavino, nella tabella seguente sono infine riportate la portata limite nello stato attuale (pur con franchi limitati) e nello stato definito dalle linee di assetto.

Tab. 43 Portata limite attuale e di progetto del tratto arginato del torrente Lavino

ID	Tratto	Q limite attuale (m ³ /s)	Q limite di progetto (m ³ /s)
1	Da Zola Predosa fino al ponte della A14	170	210
2	Da Ponte A14 a loc. Lavino di Mezzo	110	110
3	Da loc. Lavino di Mezzo a S.S.568	110	110
4	Da S.S.568 a ponte ferroviario MI-BO	45	95
5	Da ponte ferroviario MI-BO a confl. Samoggia	110	120