



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 Idice, Zena, Savena,
Quaderna e Gaiana**

Dicembre 2025



Metadata

Titolo	Progetto di variante al PAI Po: estensione ai bacini idrografici del Reno, Romagnoli e Conca Marecchia. Fasce Fluviali. Monografia Idice, Zena, Savena, Quaderna e Gaiana.
Descrizione	Il presente documento è la Monografia dei torrenti Idice, Zena, Savena, Quaderna e Gaiana 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 Idice, Zena, Savena, Quaderna e Gaiana
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_Idice_Zena_Savena_Quaderna_Gaiana
Formato	pdf
Relazioni	Progetto di variante al PAI Po: estensione ai bacini idrografici del Reno, Romagnoli, Conca Marecchia e al bacino del Fissero Tartaro Canabianco (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 Idice, Zena, Savena, Quaderna e Gaiana, Versione 01 del 2025-12-10



Indice

1	Premessa	1
2	L'ambito fluviale in esame.....	2
3	Analisi morfologica	9
3.1	Torrente Idice	9
3.2	Torrente Zena.....	11
3.3	Torrente Savena	11
3.4	Torrente Quaderna.....	13
3.5	Torrente Gaiana	14
4	Idrologia di piena: portate ed eventi di riferimento.....	15
5	La geometria del modello 2D	33
6	Stima della capacità di portata nel tratto arginato.....	36
6.1	Le condizioni contorno	36
6.1.1.	Portate	36
6.1.2.	Condizioni di valle	36
6.2	Scabrezze.....	36
6.3	Simulazioni e risultati ottenuti	37
7	Condizioni di pericolosità idraulica per eventi a differente frequenza probabile	39
7.1	Le condizioni contorno	39
7.1.1.	Portate	39
7.1.2.	Condizioni di valle	40
7.2	Scabrezze.....	40
7.3	Simulazioni e risultati ottenuti	40
7.3.1.	Evento T50	44
7.3.1.1	Torrente Idice	44
7.3.1.2	Torrente Zena.....	48
7.3.1.3	Torrente Savena	51
7.3.1.4	Torrente Quaderna	52
7.3.1.5	Torrente Gaiana	53
7.3.2.	Evento T200	55
7.3.2.1	Torrente Idice	55
7.3.2.2	Torrente Zena.....	57
7.3.2.3	Torrente Savena	57
7.3.2.4	Torrente Quaderna	58
7.3.2.5	Torrente Gaiana	59
7.3.3.	Evento T500	60
7.3.3.1	Torrente Idice	60

7.3.3.2	Torrente Zena	60
7.3.3.3	Torrente Savena	61
7.3.3.4	Torrente Quaderna	61
7.4	Valutazioni dei franchi dei ponti rispetto alla piena di riferimento	62
7.4.1.	Torrente Idice	62
7.4.1.1	Ambito montano, collinare, pedecollinare e di pianura non arginato.....	62
7.4.1.2	Tratto arginato di pianura	62
7.4.2.	Torrente Zena	65
7.4.3.	Torrente Savena.....	67
7.4.4.	Torrente Quaderna	69
7.4.4.1	Ambito montano, collinare, pedecollinare e di pianura non arginato.....	69
7.4.4.2	Tratto arginato di pianura	69
7.4.5.	Torrente Gaiana	71
7.4.5.1	Ambito montano, collinare, pedecollinare e di pianura non arginato.....	71
7.4.5.2	Tratto arginato di pianura	71
7.5	Scenari di rotta arginale	73
8	Linee di assetto	75
8.1	L'assetto del torrente Idice e dei suoi affluenti	75
8.1.1.	Torrente Idice	75
8.1.1.1	Tratto tra confluenza Zena e Castenaso	75
8.1.1.2	Tratto tra Castenaso e il ponte della Rabuina.....	75
8.1.1.3	Tratto arginato classificato di pianura	76
8.1.2.	Torrente Zena	77
8.1.3.	Torrente Savena.....	77
8.1.4.	Torrente Quaderna	78
8.1.5.	Torrente Gaiana	78
8.2	Valutazioni su eventi di piena superiori a quello di riferimento	80
8.2.1.	Torrente Idice	80
8.2.2.	Torrente Zena	81
8.2.3.	Torrente Savena.....	81
8.2.4.	Torrente Quaderna	81
8.2.5.	Torrente Gaiana	82
8.3	Quadro degli interventi.....	83
8.3.1.	Torrente Idice	83
8.3.2.	Torrente Zena	83
8.3.3.	Torrente Savena.....	83
8.3.4.	Torrente Quaderna	84
8.3.5.	Torrente Gaiana	84

8.4	Valutazioni dei franchi dei ponti e criticità idrauliche rispetto alle linee di assetto	85
8.4.1.	Torrente Idice.....	85
8.4.2.	Torrente Zena.....	88
8.4.3.	Torrente Savena	88
8.4.4.	Torrente Quaderna	90
8.4.5.	Torrente Gaiana	92
9	Portate di piena di riferimento	94
9.1	Torrente Idice	94
9.2	Torrente Zena.....	95
9.3	Torrente Savena	95
9.4	Torrente Quaderna.....	96
9.5	Torrente Gaiana	96

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.

Nel presente documento vengono riassunti i risultati delle analisi idrauliche eseguite lungo il fiume Idice e i suoi principali affluenti torrenti Zena, Savena e Quaderna (compreso il torrente Gaiana); in particolare le analisi hanno interessato i seguenti tratti:

- Idice: da Bisano a confluenza Reno, per circa 71 km.
- Zena: da Botteghino di Zocca a confluenza Idice, per circa 11 km;
- Savena: dal ponte SP 59 per Monzuno a confluenza Idice, per circa 35 km;
- Quaderna: da Palesio a confluenza Idice, per circa 28 km;
- Gaiana: da monte via Emilia (SS9) a confluenza Quaderna, per circa 18 km.

I tratti oggetto del presente progetto di variante e di delimitazione di fasce fluviali secondo il metodo del PAI Po sono di seguito elencati:

- Idice: da Casella di Monte Armato (Ozzano dell'Emilia) a confluenza in Reno, per circa 58 km;
- Zena: da Botteghino di Zocca a confluenza Idice, per circa 11 km;
- Savena: da confluenza Rio Colombara (Pianoro) a confluenza in Idice, per circa 23 km;
- Quaderna: da via Emilia (SS9) a confluenza Idice, per circa 25 km;
- Gaiana: da via Emilia (SS9) a confluenza Quaderna, per circa 16 km.

2 L'ambito fluviale in esame

L'ambito di studio interessa il fiume Idice e i suoi principali affluenti torrenti Zena, Savena e Quaderna (compreso il torrente Gaiana).

L'Idice nasce in territorio toscano, presso il passo della Raticosa, alle pendici del monte Oggioli e del monte Canda; il suo percorso, circa 81 km fino a Reno, è, tuttavia, pressoché completamente in Emilia-Romagna, in provincia di Bologna, ad eccezione del tratto terminale, ultimi 10 km, in provincia di Ferrara.

Per circa 34 km si sviluppa in direzione nord-sud, in ambito appenninico, fino a ricevere nell'arco di circa 6 km gli apporti, in sinistra, dei suoi due principali affluenti, torrenti Zena e Savena; allo sbocco in pianura presso Castenaso piega verso nord-est, lambisce l'abitato di Budrio e poi assume andamento rettilineo ovest-est fino a confluire in Reno, palesando interventi di regimazione eseguiti in passato.

L'Idice presenta un sistema arginato continuo a partire dal ponte della Rabuina, presso Budrio. Nel tratto arginato di pianura riceve gli apporti del Quaderna presso Selva Malvezzi, circa 14 km prima della confluenza in Reno.

I comuni interessati sono: Monterenzio, Pianoro, Ozzano dell'Emilia, San Lazzaro di Savena, Castenaso, Budrio, Molinella, Medicina e Argenta.

Il bacino montano dell'Idice chiuso a Budrio ha una superficie complessiva dell'ordine di 400 km².

Il torrente Zena nasce dal crinale presso Loiano e si sviluppa per circa 39 km, interamente in Provincia di Bologna in ambito appenninico, fino a confluire in Idice a monte della via Emilia, presso Pizzocalvo. La pressione antropica è complessivamente modesta; i centri urbani interessati sono Botteghino di Zocca e Farneto.

I comuni interessati dalle analisi sono Pianoro e San Lazzaro di Savena.

Il bacino dello Zena a confluenza Idice è pari a circa 87 km².

Il torrente Savena nasce in territorio toscano alle pendici di un anfiteatro montuoso definito da alcune cime: Monte Rosso, Sasso di Castro, Le Banditacce. Il torrente ha uno sviluppo complessivo di circa 53 km in direzione nord-sud ed entra in territorio emiliano, alcuni chilometri dopo le sorgenti, presso Castel dell'Alpi.

La valle Savena presenta buona naturalità fino a Pianoro (km 35); da Pianoro verso valle la pressione antropica aumenta in modo rilevante con una serie di centri urbani alla periferia di Bologna attraversati dal corso d'acqua: Rastignano, San Ruffillo e San Lazzaro.

I comuni interessati dalle analisi sono: Monzuno, Loiano, Pianoro, Bologna e San Lazzaro.

Il bacino del Savena a confluenza Idice è pari a circa 178 km².

Il torrente Quaderna nasce in ambito collinare alle pendici del monte Grande, nel territorio di Castel San Pietro Terme. Il torrente si sviluppa per circa 38 km in direzione sud-ovest/nord-est pressoché parallelo al corso dell'Idice, nel quale affluisce presso Selva Malvezzi.

Raggiunta la via Emilia in località Osteria Grande, iniziano ad essere presenti adiacenti all'alveo attivo, rilevati arginali talvolta discontinui; una sistemazione omogenea del corso d'acqua è individuabile dal ponte Rizzoli verso valle, sebbene le arginature siano classificate solo a partire dall'interferenza con il canale Prunaro. In località Massarolo, circa 8 km a monte della confluenza in Idice, il Quaderna riceve l'apporto del suo principale affluente torrente Gaiana.

Il torrente Gaiana nasce alle pendici del monte Calderaro in ambito collinare nel territorio di Castel San Pietro Terme. Il corso d'acqua ha uno sviluppo complessivo di 26 km dalle sorgenti a confluenza Quaderna; raggiunta la via Emilia dopo circa 10 km, si sviluppa in un contesto agricolo di pianura. A partire dal ponte via Cantagrillo è arginato con continuità fino alla confluenza. Lungo il suo corso l'unico centro urbano rilevante è Gaiana, circa 2 km a valle dell'A14.

I comuni interessati dal presente progetto di Variante sono: Argenta, Baricella, Bologna, Budrio, Castel Guelfo di Bologna, Castel San Pietro, Castenaso, Imola, Massa Lombarda, Medicina, Minerbio, Molinella, Ozzano dell'Emilia, Pianoro, San Lazzaro di Savena.

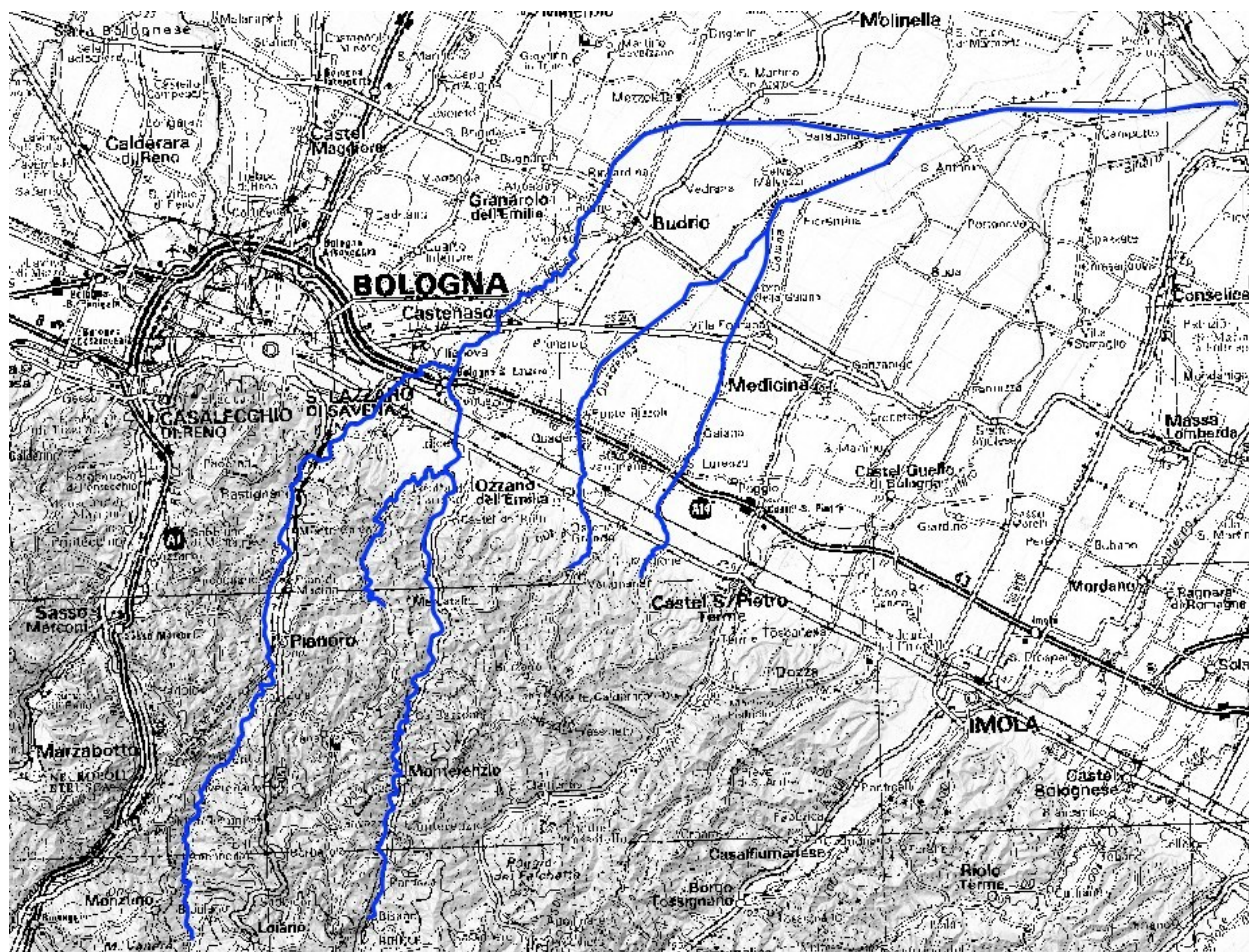


Fig. 1 Inquadramento complessivo del sistema fluviale oggetto di studio



Fig. 2 Inquadramento cartografico dell'ambito di studio del fiume Idice (1/3)



Fig. 3 Inquadramento cartografico dell'ambito di studio del fiume Idice (2/3)



Fig. 4 Inquadramento cartografico dell'ambito di studio del fiume Idice (3/3)



Fig. 5 Inquadramento cartografico dell'ambito di studio del torrente Zena (a sinistra) e del torrente Savena (a destra)

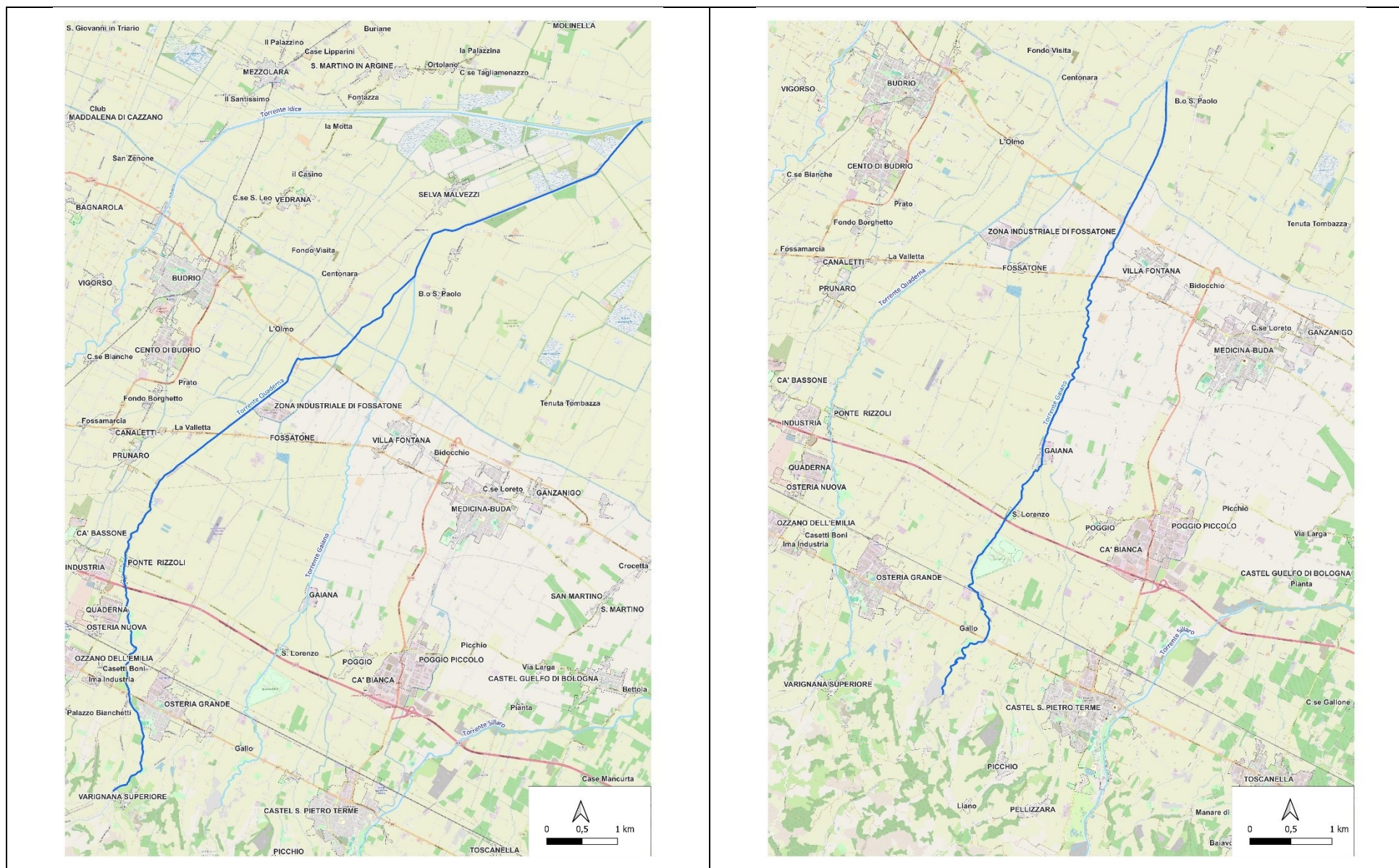


Fig. 6 Inquadramento cartografico dell'ambito di studio del torrente Quaderna (a sinistra) e del torrente Gaiana (a destra)

3 Analisi morfologica

3.1 Torrente Idice

Il tratto di torrente Idice oggetto di studio parte da Bisano (BO), per scorrere per circa 71 km, attraversando gli abitati di Monterenzio e Castenaso Idice, ricevendo gli apporti di Savena, Zena e Quaderna, fino a confluire nel fiume Reno.

La valle dell'Idice, nel tratto montano, si presenta incassata con versanti costituiti da formazioni rocciose facenti parte del Contrafforte pliocenico e da formazioni gessose; nel tratto collinare e di sbocco verso la pianura sono caratteristici i dolci rilievi incisi a calanchi.

Da Bisano a Grigio di Sotto l'alveo si presenta unicursale a barre alternate, con un profilo di fondo controllato da una serie di briglie/soglie lungo gli attraversamenti principali e da una serie di difese spondali per lo più costituite da massi di cava a secco e opere in cls.

Dall'analisi delle variazioni planimetriche storiche nel tratto da Bisano a Cà del Mellini, l'alveo tendeva a divagare nell'attuale terrazzo alluvionale in sinistra, occupato attualmente dall'area artigianale e industriale e dal tracciato della strada provinciale SP7.

Nel tratto montano-collinare l'evento del maggio 2023 ha intensamente sollecitato l'ambito fluviale, con fenomeni erosivi laterali diffusi e talvolta molto intensi.

Da Molino di Cassano a Savazza, il limite di sponda dell'Idice lungo le anse esterne ha subito un tasso di arretramento medio annuo fino a 1 m, calcolato per l'intervallo temporale degli ultimi 25 anni, sottolineando la mobilità del corso d'acqua nel tratto in esame.

In località Monterenzio (zona campo sportivo, a monte dell'abitato), sono stati eseguiti importanti interventi di ripristino della stabilità dei versanti lungo la SP7 e di regimazione del corso d'acqua, a seguito degli eventi alluvionali del 2023.

Dal confronto tra le differenze altimetriche dei DTM RER 2023 e DTM 2009 MATTM da Palazzo Bisano a Cà dei Mellini (intervallo temporale di 14 anni), si evidenziano (escludendo i valori di differenza altimetrica compresi da -1 a 1 m per evitare errori di sovrapposizione, quota livello idrico e pulizia della vegetazione), un modesto abbassamento del fondo alveo per circa 800 m di lunghezza nel tratto della zona artigianale-industriale.

Dal punto di vista della qualità morfologica, il corso d'acqua da Bisano a La Rocca di Monterenzio, è stato suddiviso in tre tratti omogenei, il primo e l'ultimo ricadono in classe "Moderato o Sufficiente", dovuto alla presenza delle aree urbanizzate di Bisano e Monterenzio, mentre il tratto di Savazza ricade in classe "Buono".

Procedendo verso valle da La Rocca a Mercatale l'alveo si presenta ancora unicursale a barre alternate, con una larghezza media di circa 25 m, ampliata rispetto al settore precedentemente descritto.

Nel tratto medio collinare sono presenti una serie di briglie di controllo dell'erosione del profilo di fondo in parte dissestate e alcune difese di sponda in massi di cava a secco.

All'uscita del tratto collinare la valle poi si allarga fino a sfociare in pianura presso Pizzocalvo, riceve da sinistra il torrente Zena proprio sotto la chiesa, e dopo poche centinaia di metri dalla confluenza dello Zena, il corso d'acqua è sbarrato da una traversa con un'opera di presa che adduce acqua al Canale dei Mulini, che corre fino in pianura alla sua sinistra idrografica. Qui il corso d'acqua subisce un significativo abbassamento del fondo alveo e una riduzione della sezione utile al deflusso, come anche verificato dalla differenza di quota altimetrica del DTM 2023 con il DTM 2009.

Da La Rocca di Monterezenio a valle di Mercatale sono stati individuati 3 tratti omogenei di qualità morfologica, i primi 2 di monte ricadenti nella classe “Buono” mentre l’ultimo nella classe “Modesto o Sufficiente”.

Più a valle, ancora in sinistra idrografica, confluisce il torrente Savena in località Borgatella di San Lazzaro di Savena, tributario che apporta la maggiore quantità idrica soprattutto nel periodo estivo.

Ricevuto il contributo del Savena, storicamente l’Idice divagava nella piana alluvionale, mentre oggi l’alveo ha subito un progressivo restringimento della sezione di deflusso e approfondimento del fondo alveo.

A valle del ponte ferroviario BO-AN significative sono state le divagazioni planimetriche del corso dell’Idice, come dimostrato anche dall’analisi delle differenze di quota altimetrica tra il DTM 2023 e il DTM 2009.

Il limite di sponda ha qui un tasso di arretramento medio annuo (calcolato sugli ultimi 25 anni di intervallo temporale) che va da 0,5 fino a oltre 2 m, con tendenza dell’alveo attivo a riprendere il tracciato dei paleoalvei di inizio secolo scorso.

In questo settore durante gli eventi alluvioni più recenti le esondazioni sui piani golenali sono state frequenti fino a Budrio. Pochi chilometri fuori dell’abitato di Castenaso (BO), il torrente attraversa il Parco fluviale dell’Idice, dove poi a valle inizia il tratto arginato.

Dalle differenze altimetriche dei DTM 2023 e DTM 2009 il tratto a valle dell’autostrada A14 fino oltrepassare l’abitato di Castenaso (BO) presenta depositi in alveo, con fenomeni di erosione di sponda intensa lungo le anse esterne del corso d’acqua.

Il sistema arginale classificato inizia all’altezza di Budrio e finisce a confluenza Reno, con argini che man mano aumentano di quota in sommità, fino a raggiungere l’altezza di 10 m rispetto al piano campagna, con localizzata presenza di banche lato campagna.

L’evento del 16-18 maggio 2023 ha avuto effetti al suolo analoghi a quelli del 2 maggio 2023 nel tratto montano-collinare, mentre da confluenza Savena a Budrio le esondazioni sono state più diffuse, coinvolgendo pressoché tutte le aree golenali; a monte del ponte della Rabuina, presso Budrio, le esondazioni hanno interessato le porzioni più depresse del Centro Protesi. L’Idice sfiora poi l’abitato di Budrio, dove fu deviato dall’antico alveo che scorreva in linea retta nella direzione di Molinella, passando l’abitato ad ovest terminava il suo corso nelle Valli di Marrara; oggi il corso d’acqua scorre verso est, canalizzato e pensile in séguito ai lavori della prima metà dell’Ottocento, attraversando il comune di Molinella (BO) in direzione di Argenta (FE); ricevendo poi, da destra, il tributo del torrente Quaderna.

Da questo punto l’Idice scorre nell’alveo artificiale prima occupato dal suo affluente Quaderna, e giunge nelle Valli di Campotto. Qui le sue acque in eccesso vengono raccolte nella cassa di espansione di Campotto, nella quale il torrente scarica le sue piene quando anche il collettore principale (il Reno) è in piena.

Infatti, alla confluenza col Reno, un sistema di porte vinciane (“Chiavicone dell’Idice” - Loc. Bastia) impedisce la risalita dell’acqua di quest’ultimo nell’Idice in caso di dislivello sfavorevole. La confluenza nel fiume Reno a San Biagio d’Argenta avviene insieme con un altro importante corso d’acqua della pianura bolognese, il torrente Sillaro, il quale riempie la cassa di espansione più meridionale delle Valli di Campotto, ossia quella di Valle Santa.

Nel maggio 2023 l’intero tratto arginato è stato sollecitato ai limiti della capacità di portata con trafileature e locali sormonti diffusi fino alla rotta occorsa in destra idraulica poco a valle del ponte della SP6 di San Martino (Ponte della Motta), crollato per effetto della piena. Le acque esondate in destra Idice hanno determinato l’allagamento di un ampio territorio in località Selva Malvezzi.

Il tratto arginato da Mezzolara al ponte SP6 in località Motta, ha subito un risezionamento dell’alveo, come si deduce dal confronto altimetrico dei DTM 2023 e DTM 2009. Lungo il tratto arginato in sinistra

idrografica è presente la chiavica Accursi, composta di 5 luci governate da altrettante doppie paratoie, che invasa il canale Savenella, lungo circa 7 chilometri. Nell'ultimo evento alluvionale l'argine destro del canale, già compromesso, ha ceduto allagando i campi tutt'attorno. Più a valle è presente la chiavica Brocchetti, scaricatrice di Idice in cassa di colmata, composta da tre luci, con una portata massima di scarico di circa 200 m³/s e la chiavica Cardinala, alla cui altezza si è verificata un'importante rotta arginale nell'ottobre 2024.

Gli 8 tratti omogenei individuati da valle di Mercatale a confluenza Reno classificano il corso d'acqua in modo uniforme in "Moderato o sufficiente" ad eccezione di 2 tratti in classe "Buono", il primo a Pizzocalvo e il secondo più a valle a monte di Budrio.

3.2 Torrente Zena

Il tratto di torrente Zena oggetto di studio parte in località San Isidoro di Botteghino di Zocca per poi confluire, dopo circa 11 km, nel torrente Idice in località Pizzocalvo, nel territorio comunale di San Lazzaro di Savena (BO).

Il corso d'acqua scorre nel medio appennino bolognese, confinato in sinistra idrografica dalla SP36; nel tratto a monte attraversa l'abitato di Botteghino di Zocca, accoglie le acque del rio Laurenzano in sinistra, per poi interessare l'area del Parco Regionale dei Gessi Bolognesi e dei Calanchi dell'Abbadessa fino a Farneto e a Pizzocalvo, a confluenza Idice.

Nel tratto di monte il corso d'acqua si presenta unicursale ad andamento debolmente sinuoso con una larghezza media di 18 m, privo quasi totalmente di barre di deposito, dove prevalgono opere di difesa di sponda localizzate, spesso costituite da massi di cava non cementati in dissesto strutturale e presenza sporadica di alcune briglie in cls di controllo dell'erosione del fondo alveo.

La dinamica planimetrica di questo settore di corso d'acqua evidenzia fenomeni di erosione intensa lungo le anse esterne, che si sono verificati essenzialmente durante gli ultimi 4 principali eventi alluvionali, dal maggio 2023 ad ottobre 2024, che hanno colpito la Val di Zena. Oltre all'erosione di sponda i dissesti di versante hanno favorito l'apporto e accumulo di materiale in alveo. Le aree colpite anche più volte dagli eventi alluvionali recenti sono state quelle di Botteghino di Zocca e Farneto.

Numerosi sono stati gli interventi di pulizia dell'alveo dal materiale vegetale, di ripristino delle difese di sponda come a valle di Botteghino Colonna, a protezione della sede stradale della SP36.

Nel tratto terminale da Murolungo a confluenza Idice il corso d'acqua perde progressivamente la sua pendenza, passando da un andamento prevalentemente unicursale sinuoso a meandriforme, incassato rispetto alla piana alluvionale.

Dal punto di vista della qualità morfologica, il corso d'acqua è stato suddiviso in 5 tratti omogenei; da monte di Botteghino di Zocca a Murolungo; i primi 4 tratti, ricadono nella classe di qualità morfologica "Buono", per poi, nell'ultimo tratto meandriforme, risalire alla classe "Elevato", esito della bassa presenza di opere di contenimento e di difesa lungo il corso d'acqua e della presenza antropica.

Non è stato possibile analizzare per il torrente Zena le differenze altimetriche mediante la metodologia DEM of Difference, essendo disponibile il solo rilievo LIDAR 2023 per l'intera asta e quello 2024 nel solo tratto dell'abitato di Botteghino di Zocca.

3.3 Torrente Savena

Il tratto di torrente Savena oggetto di studio parte dal ponte della SP 59 in località Molino del Pero – Bivio per Monzuno, fino alla confluenza in Idice, per una lunghezza di circa 35 km.

Nella provincia di Bologna, le acque del Savena scorrono in una valle piuttosto incassata, ad andamento pressoché rettilineo in direzione S- N, bagnando l'abitato di Pianoro, dove il corso d'acqua riceve il suo

principale affluente, il rio Favale, oltre ad un affluente minore, il rio delle Pecore, e scorre verso la periferia sud-orientale di Bologna e termina attualmente il suo corso a San Lazzaro di Savena (BO), confluenndo nel torrente Idice.

Il corso d'acqua mantiene il suo assetto naturale nel tratto montano-collinare con un alveo unicursale sinuoso a barre alternate, a larghezza media di circa 25 m, tra i comuni di Monzuno e Loiano, passando, fra l'altro, per le strette e suggestive gole di Scascoli (in località Loiano), per circa 2 km di lunghezza, con pareti a picco sul torrente ed una larghezza che, in certi punti, si riduce a pochi metri; in destra idrografica l'ambito fluviale risulta vincolato con continuità dalla strada di fondovalle del Savena.

Dall'analisi delle variazioni morfologiche storiche del primo tratto collinare - montano, è emerso come il corso d'acqua in epoca storica tendesse a scorrere a destra rispetto all'alveo attuale, lungo il terrazzo alluvionale, oggi in gran parte occupato dalla strada di fondovalle. Questo spiega come oggi i fenomeni di divagazione e di erosione di sponda si registrino soprattutto in destra idrografica, con la tendenza del corso d'acqua a riprendere il tracciato dei paleoalvei, coinvolgendo la sede stradale di fondovalle.

Le opere idrauliche rilevate nel primo tratto sono costituite dalla presenza di 6 briglie di controllo dell'erosione di fondo e del trasporto solido in buono stato funzionale e da 13 difese longitudinali presenti soprattutto lungo la sponda destra, a difesa della strada di fondovalle.

Dal punto di vista della qualità morfologica (IQM), il corso d'acqua da Molino del Pero fino al ponte per Brento, posto a monte dell'abitato di Pianoro Vecchio, presenta tratti omogenei con indice di qualità morfologica in classe "Buono", essenzialmente per la naturalità e bassa artificialità dell'alveo.

In questo settore durante gli eventi alluvionali più recenti (maggio 2023 e settembre-ottobre 2024) le criticità idrauliche e morfologiche nel fondovalle sono state puntuali e limitate a fenomeni intensi di erosione di sponda.

Non è stato invece possibile, in questo tratto, analizzare l'evoluzione altimetrica della quota di fondo alveo, attraverso il confronto delle sezioni "storiche" e del bilancio volumetrico da confronto dei DTM, non essendo disponibili rilievi sovrapponibili e confrontabili.

Da Pianoro Vecchio, il grado di artificialità aumenta progressivamente, con presenza di numerosi attraversamenti e opere di regimazione di controllo del fondo alveo a monte e a valle degli stessi, con salti significativi del fondo alveo. Lo stato di alcune di queste opere appare spesso in dissesto strutturale, dovuto alla dinamica del corso d'acqua con effetti di erosione e inizio di scalzamento al piede, che si verificano durante gli eventi alluvionali più intensi.

Il corso d'acqua attraversa l'abitato di Pianoro, dove in destra idrografica il terrazzo alluvionale è occupato dall'area artigianale ed industriale del capoluogo.

La mobilità del corso d'acqua è qui limitata dalla presenza antropica con un progressivo abbassamento del fondo alveo e diminuzione della larghezza media della sezione d'alveo. Dall'analisi morfologica si segnalano lungo le anse esterne fenomeni intensi di erosione di sponda

Dal punto di vista della qualità morfologica, il corso d'acqua, dall'abitato di Pianoro Vecchio, presenta tratti omogenei con indice di qualità morfologica (IQM) in classe "Moderato o Sufficiente", "Scadente o Scarso" nell'attraversamento di Pianoro, essenzialmente per l'alta artificialità dei tratti omogenei individuati. Solo nel tratto terminale, a confluenza Idice, l'indice IQM risale alla classe "Buono".

In questo settore durante gli eventi alluvionali più recenti (maggio 2023 e settembre - ottobre 2024) le criticità idrauliche sono state puntuali, limitate per lo più a edifici in fregio all'alveo attivo (ponte del Paleotto presso Rastignano, edifici presso ponte Altura a San Lazzaro). Il Savena ha esondato alla Ponticella e in alcuni tratti a San Lazzaro di Savena e a confluenza Idice.

Tra Bologna e San Lazzaro di Savena il torrente fu deviato nel 1776 verso il corso attuale, in corrispondenza del tratto in curva di via Luigi Longo a Bologna, per proteggere la città dalle periodiche inondazioni. In

origine, infatti, il Savena, uscendo dal territorio di Pianoro a San Ruffillo, piegava verso occidente circondando Bologna con un percorso tortuoso. Si decise quindi di convogliare le acque verso nord-est utilizzando l'alveo del rio Polo, per poi sfociare nell'Idice in località Borgatella, al confine con il comune di Castenaso (BO).

Dal confronto tra le differenze altimetriche dei DTM RER 2024 e DTM 2009 MATTM da Pianoro a confluenza Idice (intervallo temporale di 15 anni), si evidenziano (escludendo i valori di differenza altimetrica compresi da -1 a 1 m per errori di sovrapposizione, quota livello idrico e pulizia della vegetazione) depositi in alveo tra Molino Nuovo e Lughetto di Savena, mentre a Pianoro Nuova si registrano abbassamenti localizzati nel tratto dell'area artigianale/industriale.

Gli abbassamenti del fondo alveo si verificano anche nel tratto in località C. Boaria Nuova dopo Pianoro, e valle del ponte per Campo Nuovo, a seguito di un progressivo restringimento della sezione d'alveo. Nel tratto di Rastignano di Pianoro si segnalano depositi a monte della Chiusa di San Ruffillo e abbassamenti localizzati a valle fino a giungere all'abitato di Bologna. Qui le differenze altimetriche ritornano in positivo con depositi nel tratto compreso tra Ponticella e Foscherara.

3.4 Torrente Quaderna

Il tratto di torrente Quaderna oggetto di studio parte da Palesio, nel comune di Castel San Pietro Terme (BO), per scorrere per circa 28 km fino a confluire nel torrente Idice, attraversando gli abitati di Osteria Grande in destra idrografica, Osteria Nuova e l'area industriale di Quaderna in sinistra idrografica, Ponte Rizzoli in destra, con una sezione artificiale nel tratto medio terminale pressoché continua fino alla foce.

Nel primo tratto di monte l'alveo si presenta unicursale sinuoso con una larghezza media di circa 20 m; le opere principali sono costituite da 4 briglie in cls in buono stato funzionale di controllo dell'erosione del profilo di fondo e alcuni brevi tratti di difesa sponale e di argini privati di contenimento dei livelli idrici.

Nel tratto intermedio, all'altezza dell'abitato di Osteria Grande, sono presenti erosioni di sponda intensa lungo il limite attuale del canale attivo della corrente.

A valle di Ponte Rizzoli inizia il tratto arginato classificato lungo entrambe le sponde, fino a confluenza Idice. Il sistema arginale presenta rilevati che man mano aumentano di quota in sommità, fino a raggiungere l'altezza di 4 m rispetto al piano campagna, con presenza localizzata di banche di rinforzo a lato campagna.

Nel tratto medio terminale il corso d'acqua riceve da destra l'apporto idrico del canale Fossatone, e dopo circa 4 km, le acque del suo principale affluente, il torrente Gaiana, sempre in destra idrografica. Entrato nel comune di Medicina (BO), curva bruscamente a est e poi ancora a nord, e si getta nel torrente Idice poco prima che questo entri nelle Valli di Campotto, estrema propaggine meridionale del Parco regionale del Delta del Po.

Nel primo evento alluvionale di maggio 2023 il Quaderna ha determinato criticità a monte del ponte della via Emilia, significativamente interferente. Esondazioni si sono riscontrate anche tra via Emilia e l'inizio delle arginature, presso S. Maria Quaderna. In tutto il tratto arginato, classificato di seconda categoria dal canale Prunaro a foce Idice, si sono verificati locali sormonti e fontanazzi. Dopo la confluenza del Gaiana si sono verificate le criticità maggiori con due rotte, una in sinistra e una in destra, a breve distanza tra loro e circa 3,5 km a monte della foce, con esondazioni che hanno coinvolto, in sinistra, le campagne tra Quaderna e Idice, presso Selva Malvezzi, e tra Quaderna e la SP 29, in destra.

Nell'evento del 16 maggio 2023 il Quaderna è nuovamente esondato a monte della via Emilia mentre a valle, dopo confluenza Gaiana, si sono riaperte le due rotte il cui ripristino era in via di completamento, con ulteriori allagamenti in sinistra, in località Selva Malvezzi di Molinella, ed in destra, in località S. Antonio di Medicina.

I rilevati arginali, durante gli eventi alluvionali 2024, hanno subito numerosi fenomeni erosivi e di rotta per sormonto arginale a monte del ponte della SS253 bis in destra idrografica, nell'ottobre 2024, allagando la pianura fino a confluenza Idice.

I tre tratti omogenei individuati per il calcolo dell'IQM, da Palesio a confluenza Idice, classificano il corso d'acqua in modo decrescente da "Buono" nel primo tratto, a "Moderato o sufficiente" nel tratto intermedio e "Scadente o Scarso nel tratto terminale.

Dal confronto tra le differenze altimetriche dei DTM RER 2023 e DTM 2009 MATTM non emergono differenze significative del fondo alveo, salvo errori di posizionamento tra i 2 rilievi che portano a risultati falsati di differenza di quota altimetrica, quindi non utilizzabili.

3.5 Torrente Gaiana

Il tratto di torrente Gaiana oggetto di studio parte da Casa Bassa, nel comune di Castel San Pietro Terme (BO), per scorrere per circa 18 km fino a confluire nel torrente Quaderna, suo affluente principale in destra idrografica.

Il suo corso lambisce l'omonima frazione Gaiana di Castel San Pietro Terme (BO) dove riceve le acque del rio Rosso, quindi entra nel comune Medicina (BO), a ovest del capoluogo presso la frazione di Villa Fontana, per poi confluire nel torrente Quaderna.

L'assetto morfologico del corso d'acqua è quello da monte a valle di un alveo unicursale di circa 5 m di larghezza, privo di barre di deposito, ad andamento debolmente sinuoso o rettilineo.

Le opere principali sono costituite dai rilevati arginali lungo entrambe le sponde, che partono in continuità da località San Lorenzo, a valle del tracciato autostradale della A14, con un'altezza media in sommità di 2 m dal piano campagna.

I 6 tratti omogenei individuati per il calcolo dell'IQM, da Casa Bassa a confluenza Idice, classificano il corso d'acqua in modo crescente da "Buono" ad "Elevato" nel tratto privo di opere idrauliche, a "Moderato o sufficiente" nel tratto arginato fino a confluenza Idice.

Nel primo evento alluvionale del 2 maggio 2023 nel Gaiana si è verificata una rotta principale in sinistra prima della confluenza con il Quaderna: le esondazioni hanno coinvolto l'areale compreso tra Quaderna e Gaiana, limitato a sud dalla presenza del Canale Emiliano Romagnolo (C.E.R.). Il 16 maggio 2023 il Gaiana ha rotto in sinistra prima della confluenza con il Quaderna, allagando l'areale compreso tra i due corpi idrici.

A seguito dei recenti eventi alluvionali sono stati realizzati numerosi interventi di ripristino mediante una completa pulizia degli argini con un ampliamento dell'alveo e lavori sulle sponde per migliorare lo scorrimento delle acque. Nella frazione Gaiana di Castel San Pietro Terme, al confine con il comune di Medicina (BO), si sono conclusi gli interventi di manutenzione nel tratto compreso tra il ponte di via Legnana e quello di via del Cantagrillo. In particolare, in questo tratto si è proceduto allo svasamento dell'alveo per affrontare e risolvere le criticità idrauliche della zona; circa due chilometri a monte del ponte di via Cantagrillo, il corso d'acqua presentava infatti uno sviluppo ridotto delle sezioni trasversali, di conseguenza l'alveo non era in grado di sopportare grandi portate di acqua, come accaduto con le piene del 2023. Infine, per migliorare il deflusso delle acque, è stata anche riprofilata e regolarizzata la sezione d'alveo. L'intervento è stato completato con la costruzione di un sopralzo nella sinistra idraulica, mentre sulla destra è stata eretta una difesa in massi ciclopici per consentire il passaggio dei mezzi per la manutenzione del torrente.

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 Idice e dei suoi affluenti, per eventi a differente frequenza probabile, sono riportate nelle tabelle seguenti.

Tab. 1 Portate di piena per il fiume Idice

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	Idice	10	Bisano	51,6	125	165	190	
Reno	Idice	35	valle confl. Zena	209,5	400	530	625	Pizzocalvo
Reno	Idice	40	valle confl. Savena	392,6	665	900	1075	
Reno	Idice	44	Castenaso	397,7	660	895	1070	Castenaso
Reno	Idice	50	Ponte Rabuina	400,5	655	885	1060	

Tab. 2 Portate di piena per il torrente Zena

Bacino	Corso d'acqua	Progr (km)	Sezione	Sup. (km ²)	T50 (m ³ /s)	T200 (m ³ /s)	T500 (m ³ /s)	Idrometro ¹
Idice	Zena	28	Botteghino di Zocca	48,1	120	150	170	
Idice	Zena	39	confluenza Idice	87,3	210	265	305	Farneto

Tab. 3 Portate di piena per il torrente Savena

Bacino	Corso d'acqua	Progr (km)	Sezione	Sup. (km ²)	T50 (m ³ /s)	T200 (m ³ /s)	T500 (m ³ /s)	Idrometro ¹
Idice	Savena	18	Ponte SP59	70,3	145	190	225	
Idice	Savena	53	confluenza Idice	177,7	280	380	455	San Ruffillo

Tab. 4 Portate di piena per il torrente Quaderna

Bacino	Corso d'acqua	Progr (km)	Sezione	Sup. (km ²)	T50 (m ³ /s)	T200 (m ³ /s)	T500 (m ³ /s)	Idrometro ¹
Idice	Quaderna	10	Palesio	22,6	35	50	60	Palesio
Idice	Quaderna	19	confluenza Centonara	51,7	55	85	105	

Tab. 5 Portate di piena per il torrente Gaiana

Bacino	Corso d'acqua	Progr (km)	Sezione	Sup. (km ²)	T50 (m ³ /s)	T200 (m ³ /s)	T500 (m ³ /s)	Idrometro ¹
Quaderna	Gaiana	8	Ponte via Conventino	10,1	20	25	30	
Quaderna	Gaiana	18	Ponte Cantagrillo	68,6	65	95	115	

¹ Idrometri rete ARPAE 2025

In Fig. 7, per la sezione del Quaderna a Palesio, 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 preesistenti PAI;
- “WP3” (indicatori arancioni): valori di massima piena di riferimento dallo studio WP3²;
- “Risultati della simulazione ARF” (indicatori verdi): massime portate al colmo ottenute dal modello idrologico allestito per il presente studio, con applicazione del coefficiente ARF.

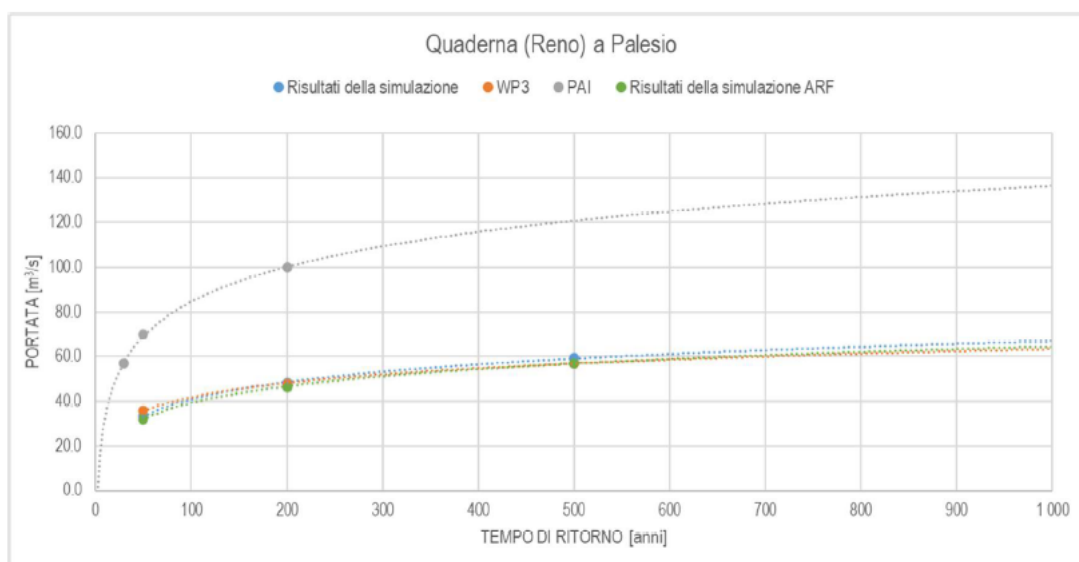


Fig. 7 Torrente Quaderna a Palesio - confronto delle portate al colmo tra preesistente PAI e WP3

In Fig. 8, per la sezione del Savena a San Ruffillo, 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 preesistenti PAI;
- “WP3” (indicatori arancioni): valori di massima piena di riferimento dallo studio WP3².

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)

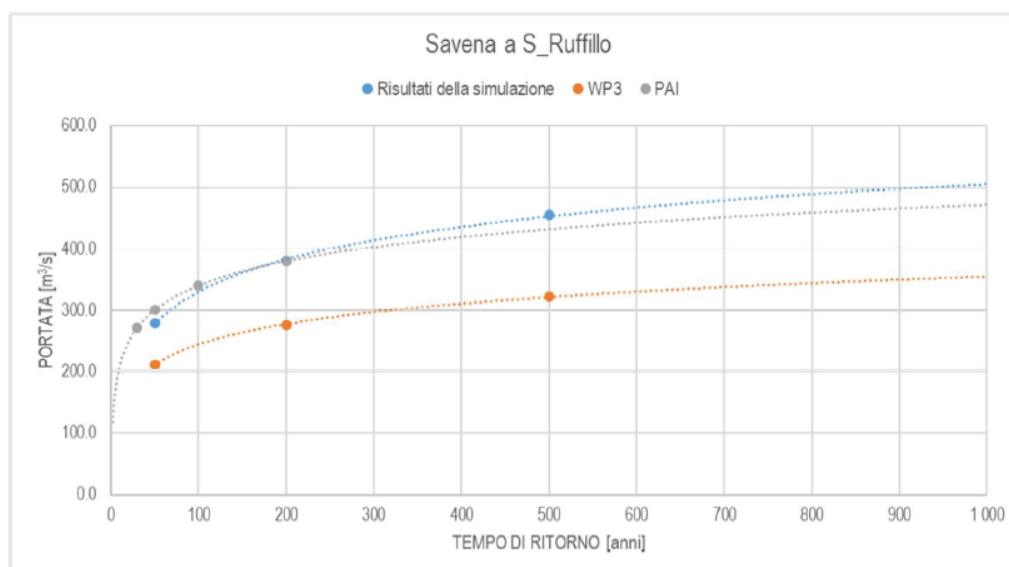


Fig. 8 Torrente Savena a San Ruffillo - confronto delle portate al colmo tra preesistente PAI e WP3

In Fig. 9, per la sezione dell'Idice a Castenaso, 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 preesistenti PAI;
- “WP3” (indicatori arancioni): valori di massima piena di riferimento dallo studio WP3² definiti mediante una procedura di estrapolazione che considera i risultati ottenuti nei bacini adiacenti.

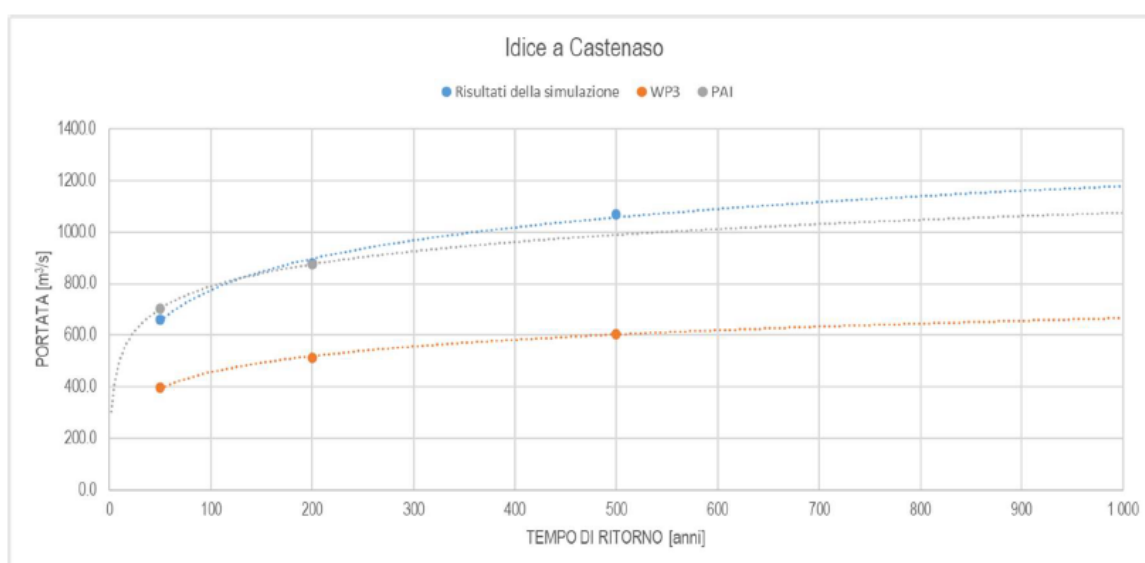


Fig. 9 Torrente Idice – confronto delle portate al colmo tra preesistente PAI e WP3 estrapolate

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, Tab. 2, Tab. 3, Tab. 4 e Tab. 5 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.

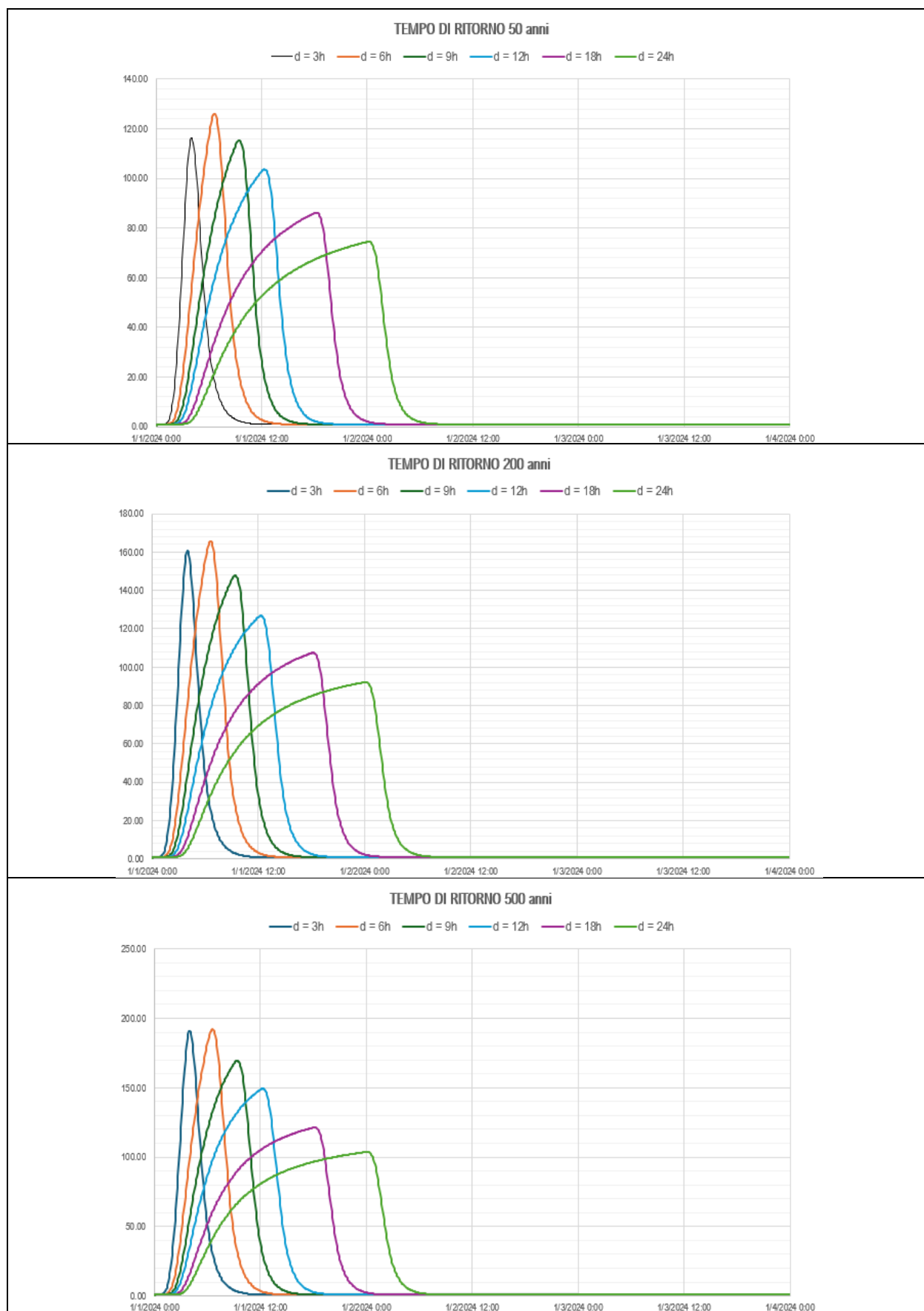


Fig. 10 Torrente Idice a Bisano: idrogrammi (m^3/s) di riferimento T50, T200 e T500

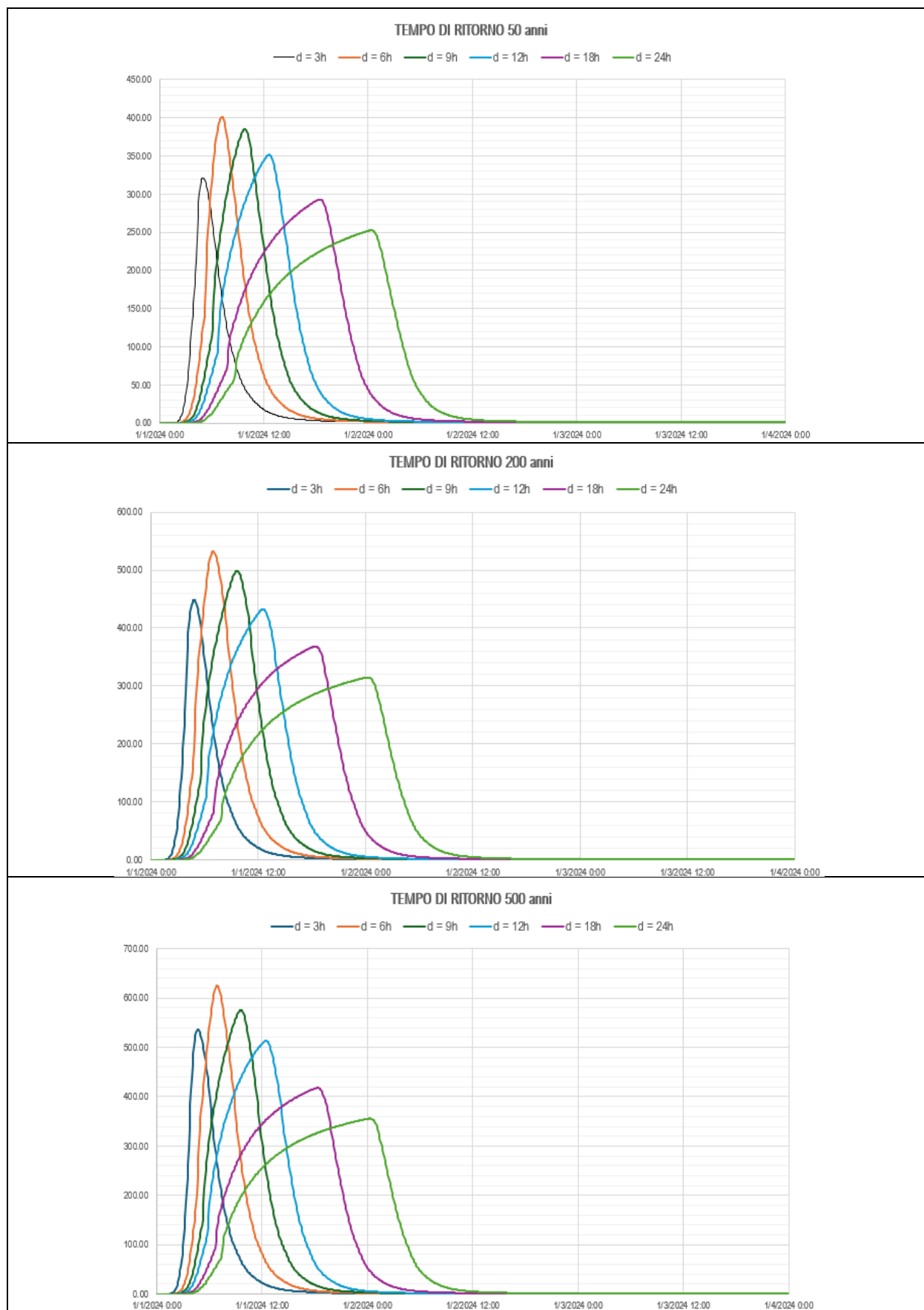


Fig. 11 Torrente Idice valle confluenza Zena: idrogrammi (m^3/s) di riferimento T50, T200 e T500

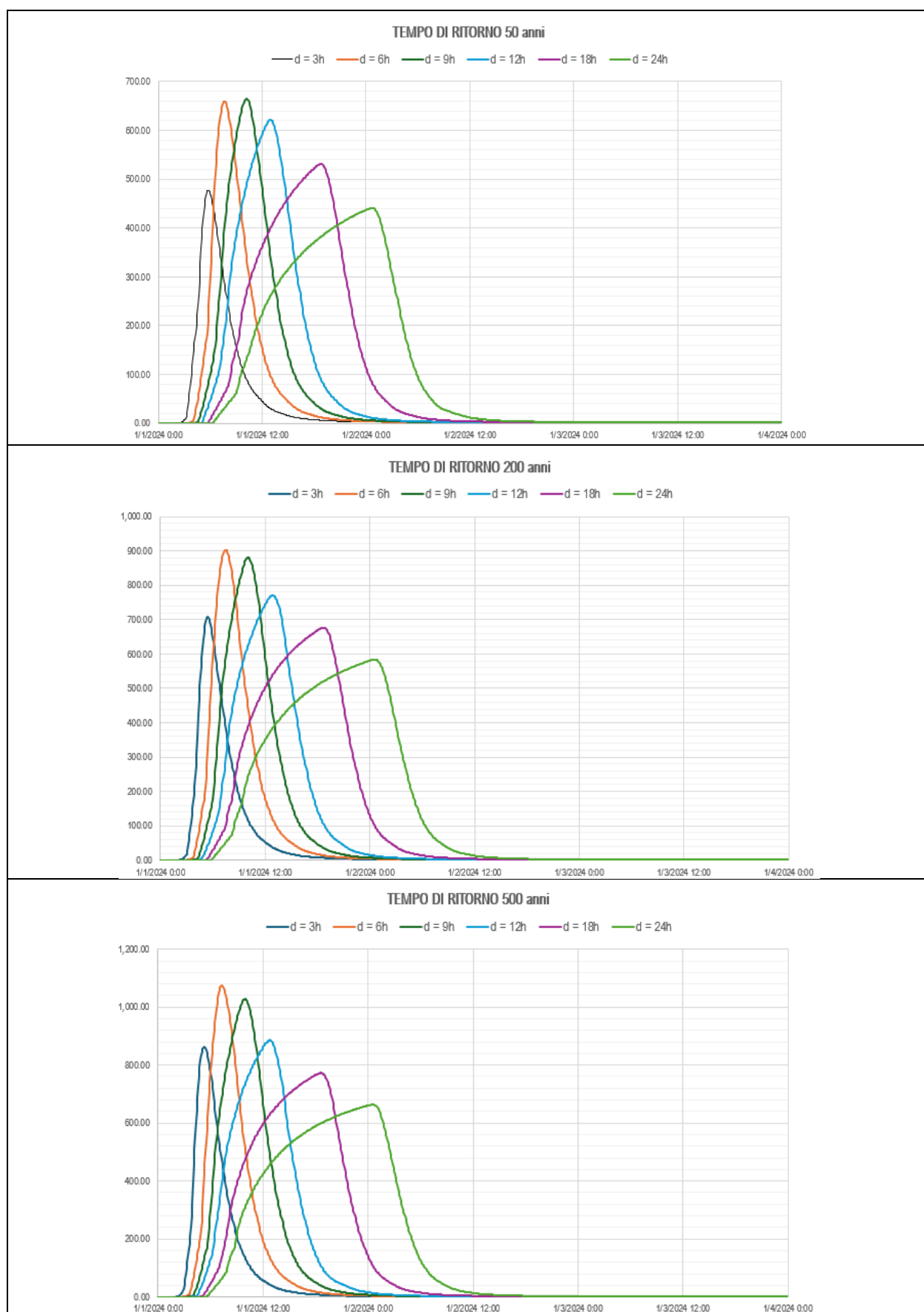


Fig. 12 Torrente Idice valle confluenza Savena: idrogrammi (m^3/s) di riferimento T50, T200 e T500

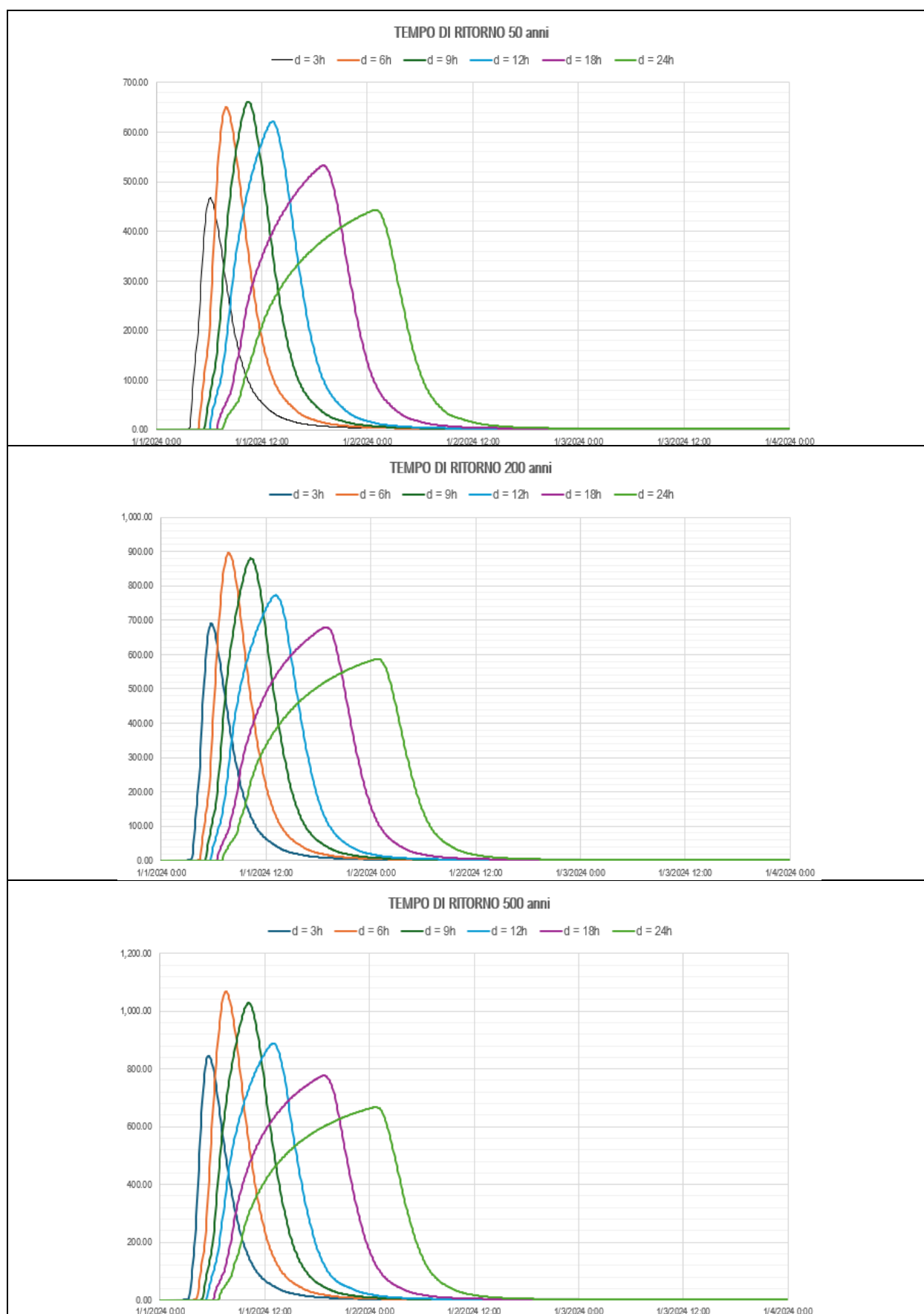


Fig. 13 Torrente Idice a Castenaso: idrogrammi (m^3/s) di riferimento T50, T200 e T500

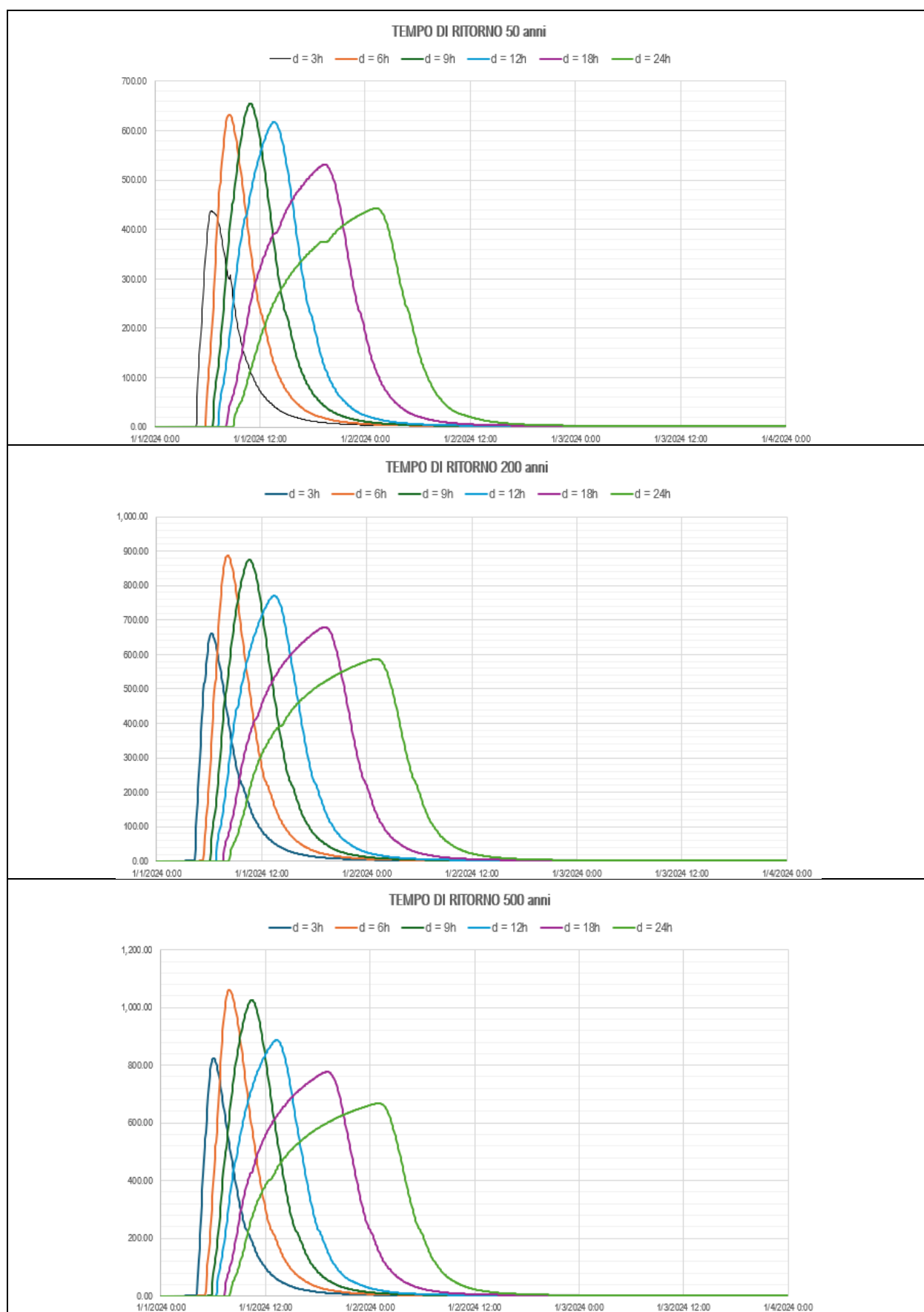


Fig. 14 Torrente Idice a ponte della Rabuina: idrogrammi (m^3/s) di riferimento T50, T200 e T500

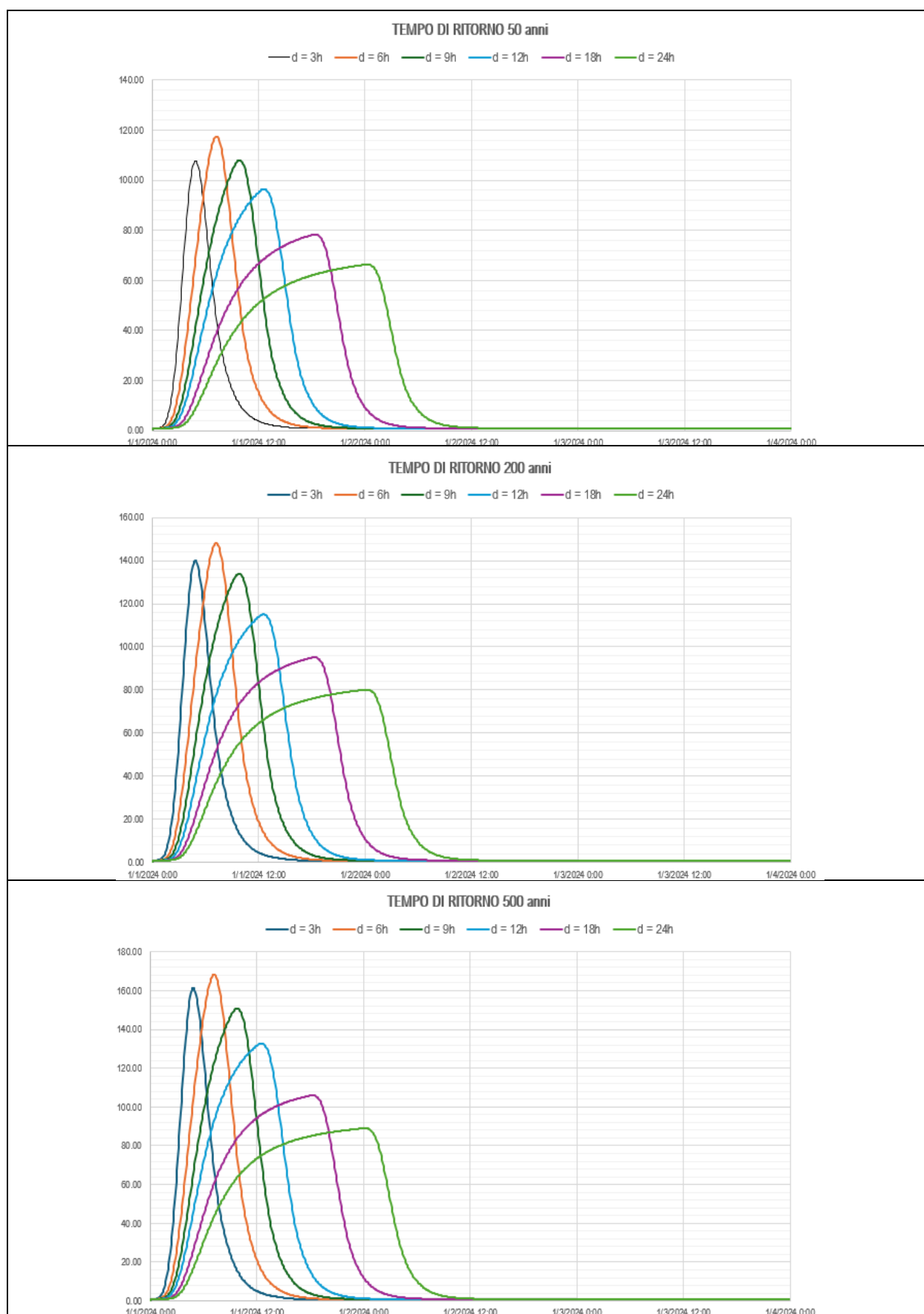


Fig. 15 Torrente Zena a Botteghino di Zocca: idrogrammi (m^3/s) di riferimento T50, T200 e T500

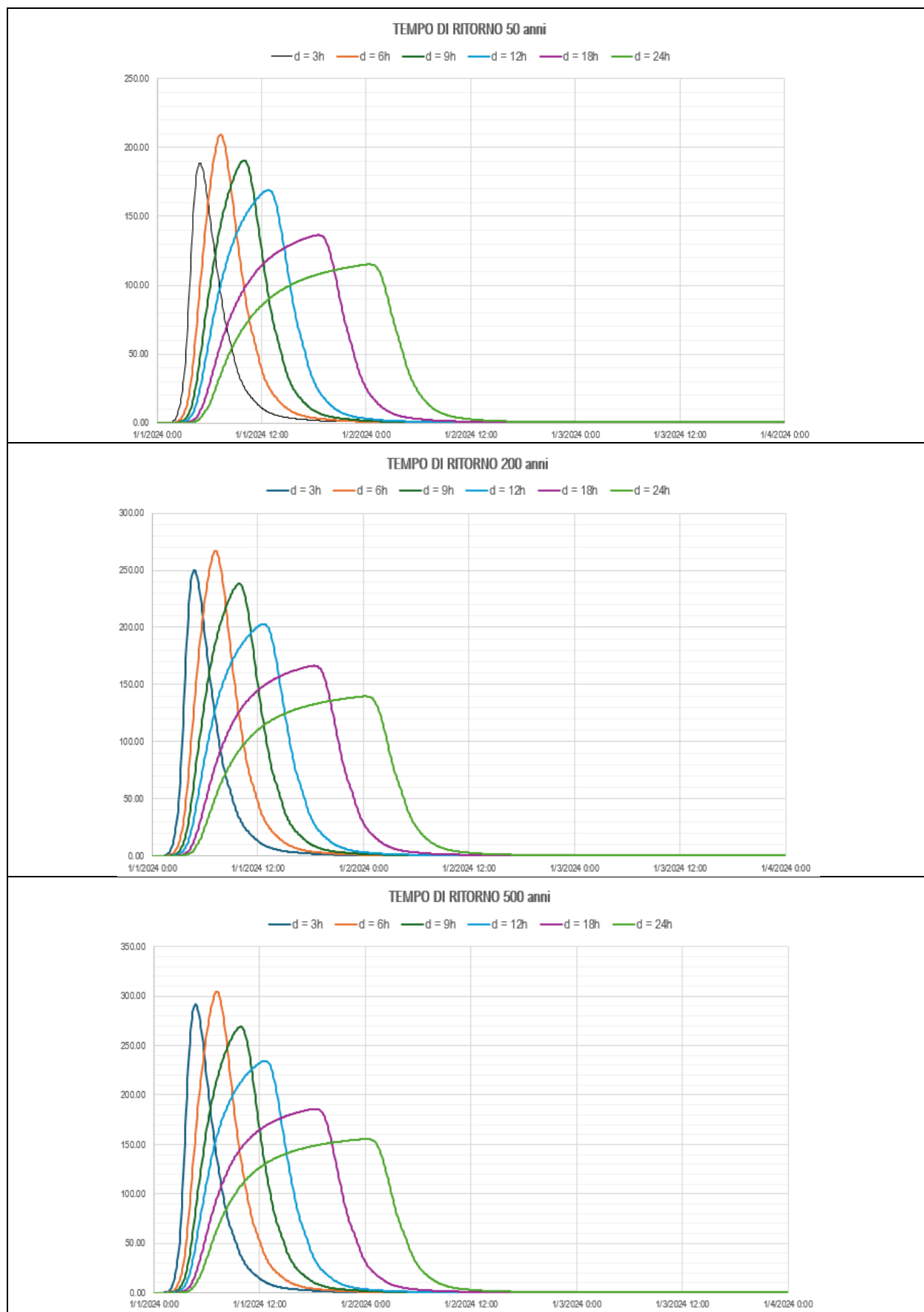


Fig. 16 Torrente Zena a confluenza Idice: idrogrammi (m^3/s) di riferimento T50, T200 e T500

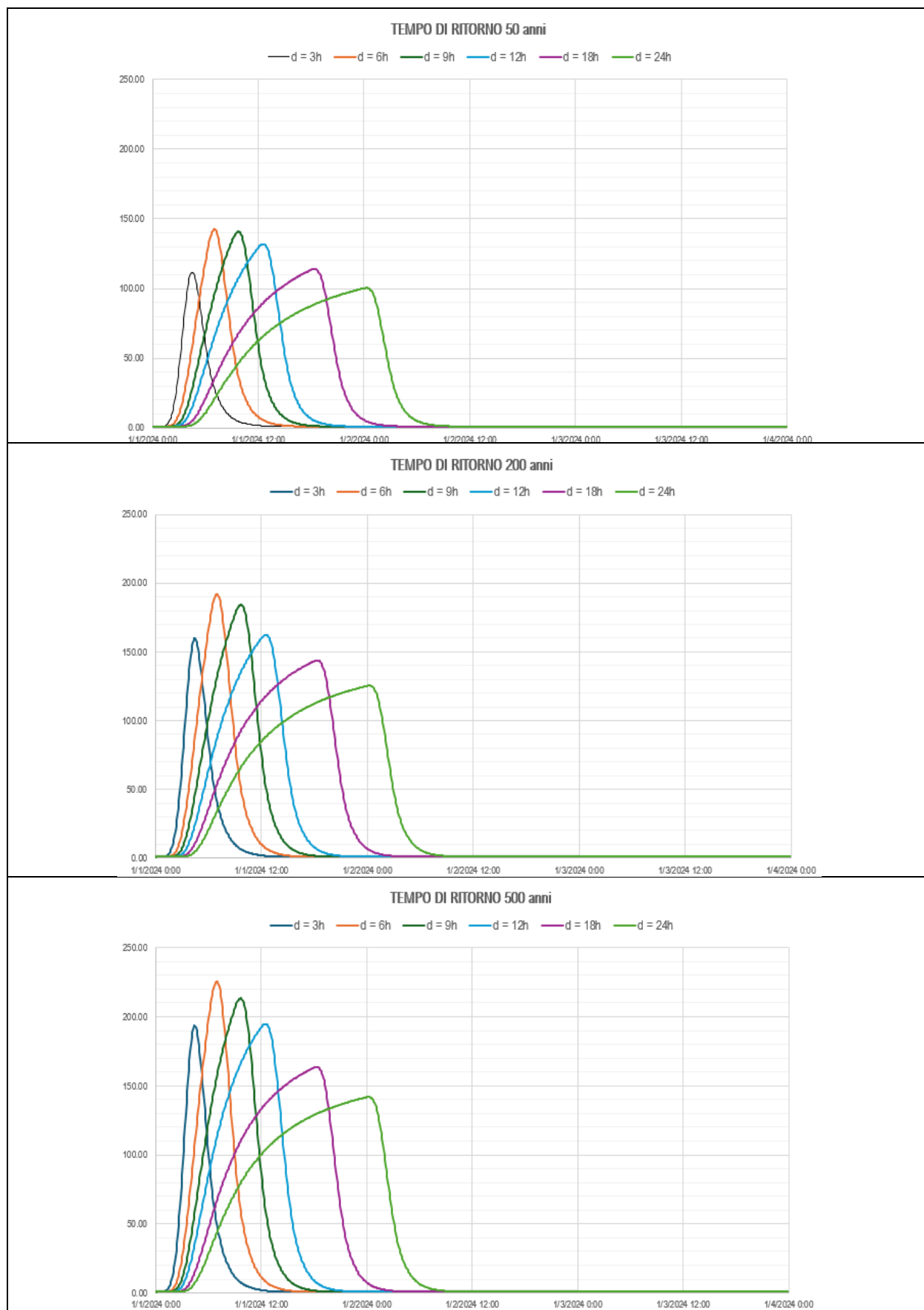


Fig. 17 Torrente Savena al ponte SP 59: idrogrammi (m^3/s) di riferimento T50, T200 e T500

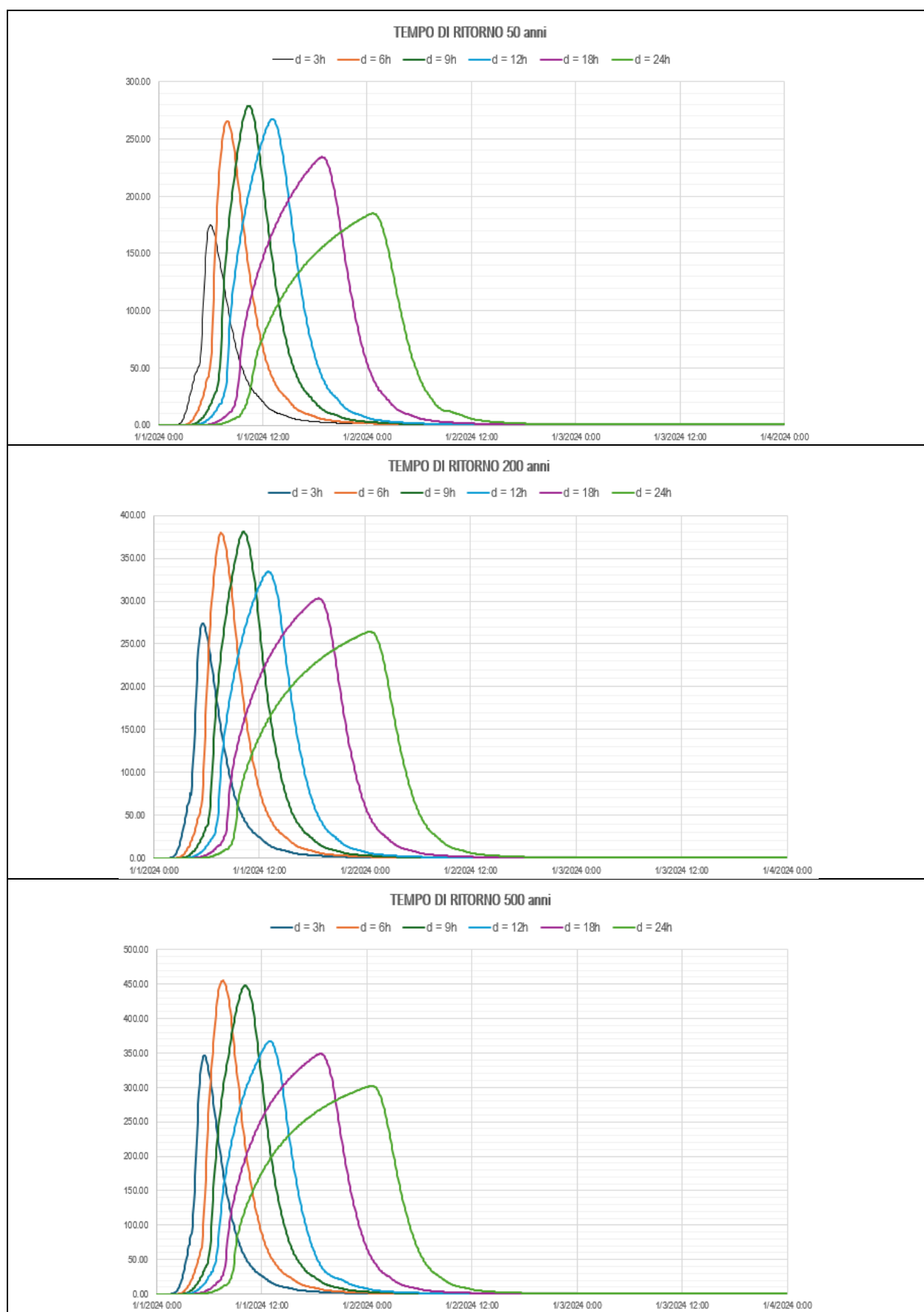


Fig. 18 Torrente Savena a confluenza Idice: idrogrammi (m^3/s) di riferimento T50, T200 e T500

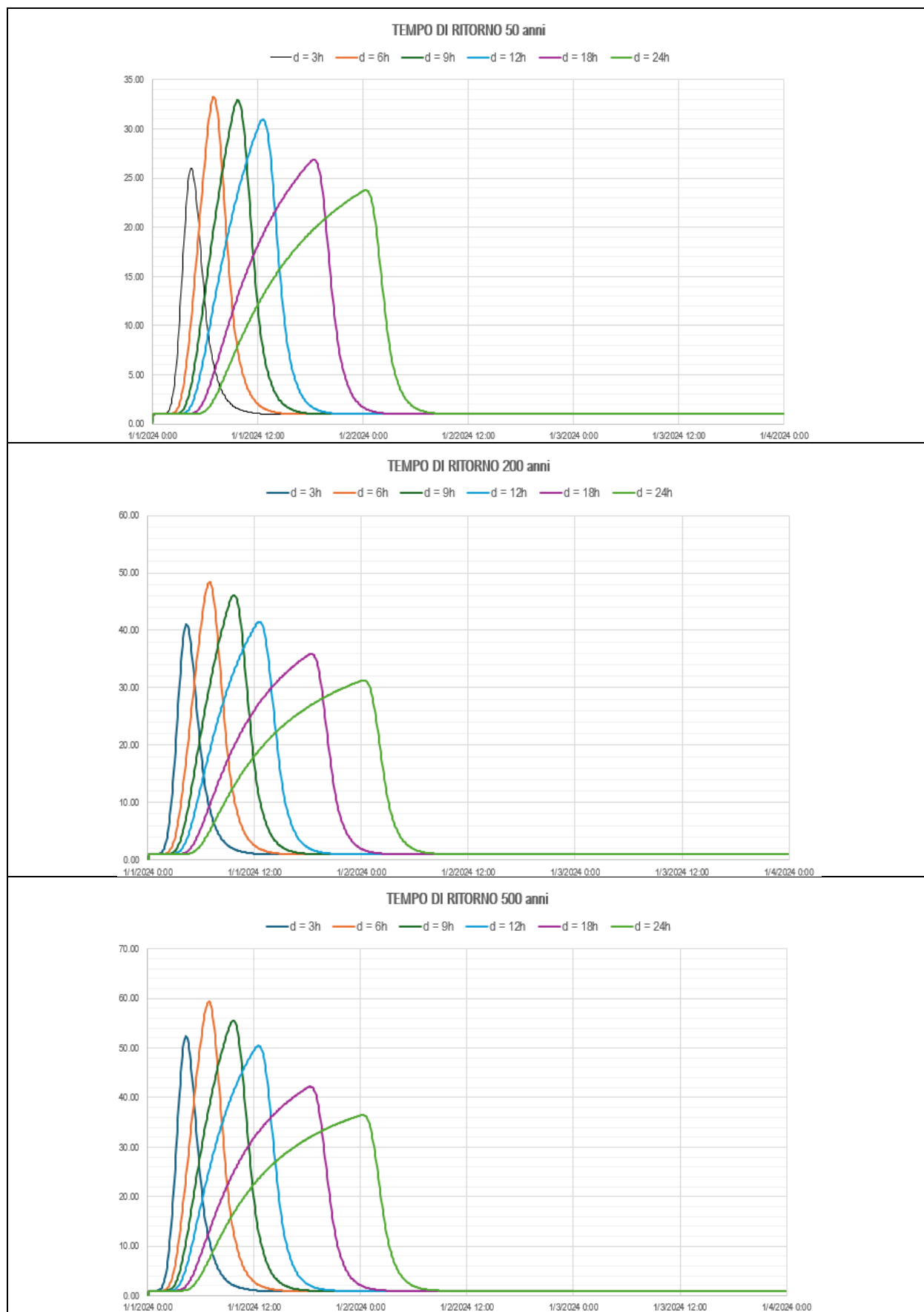


Fig. 19 Torrente Quaderna a Palesio: idrogrammi (m^3/s) di riferimento T50, T200 e T500

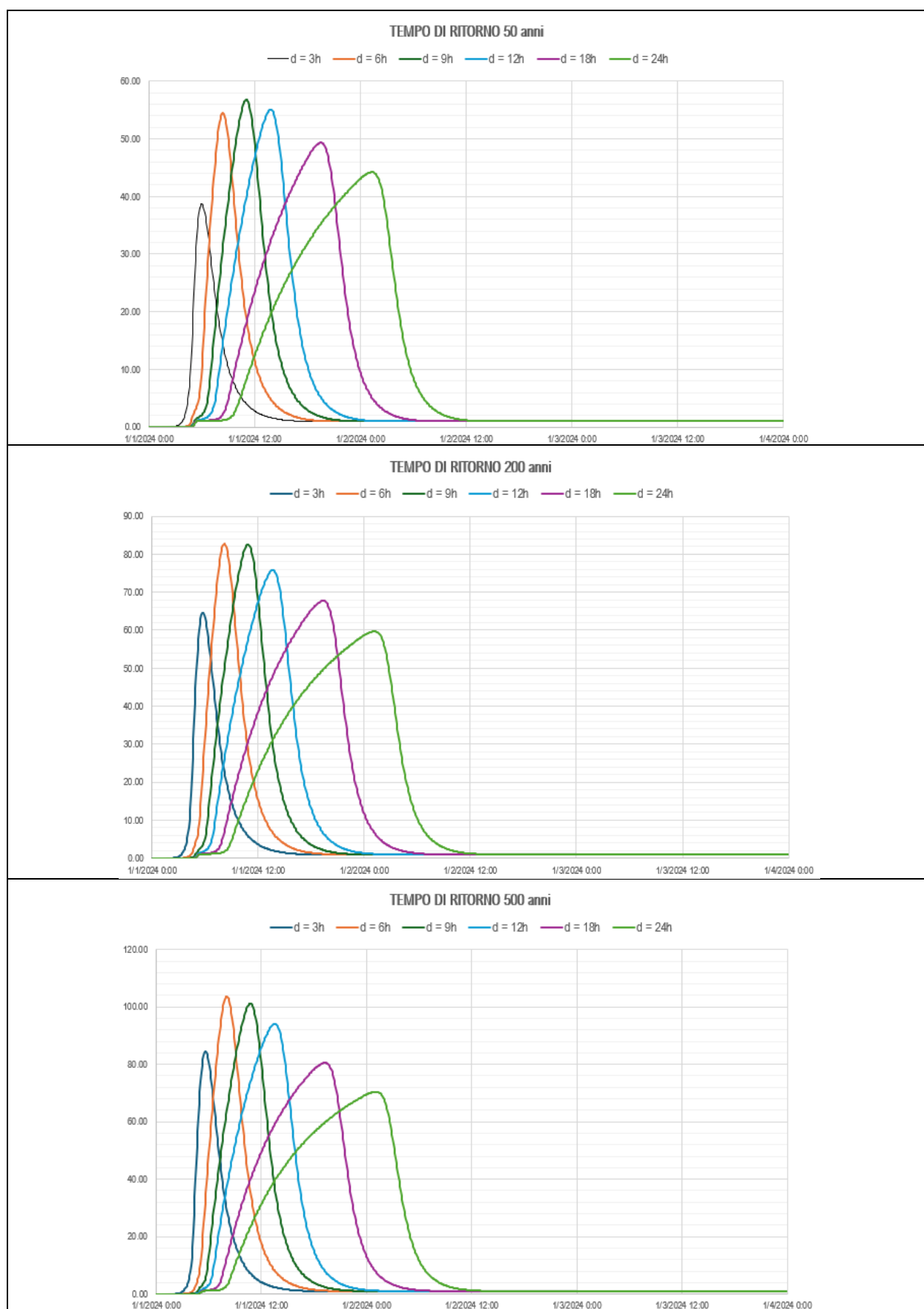


Fig. 20 Torrente Quaderna a confluenza Centonara: idrogrammi (m^3/s) di riferimento T50, T200 e T500

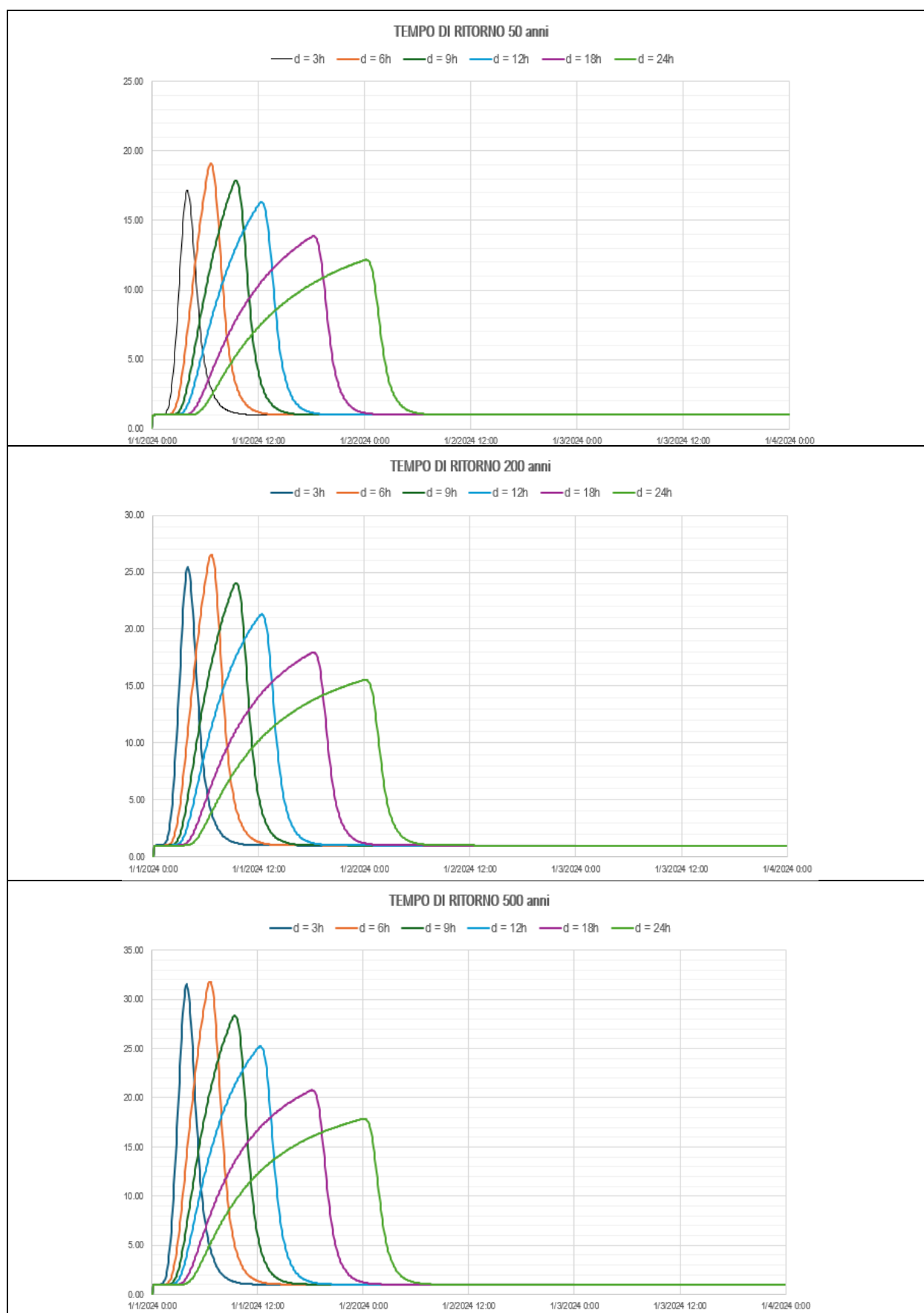


Fig. 21 Torrente Gaiana a Ponte via Conventino: idrogrammi (m^3/s) di riferimento T50, T200 e T500

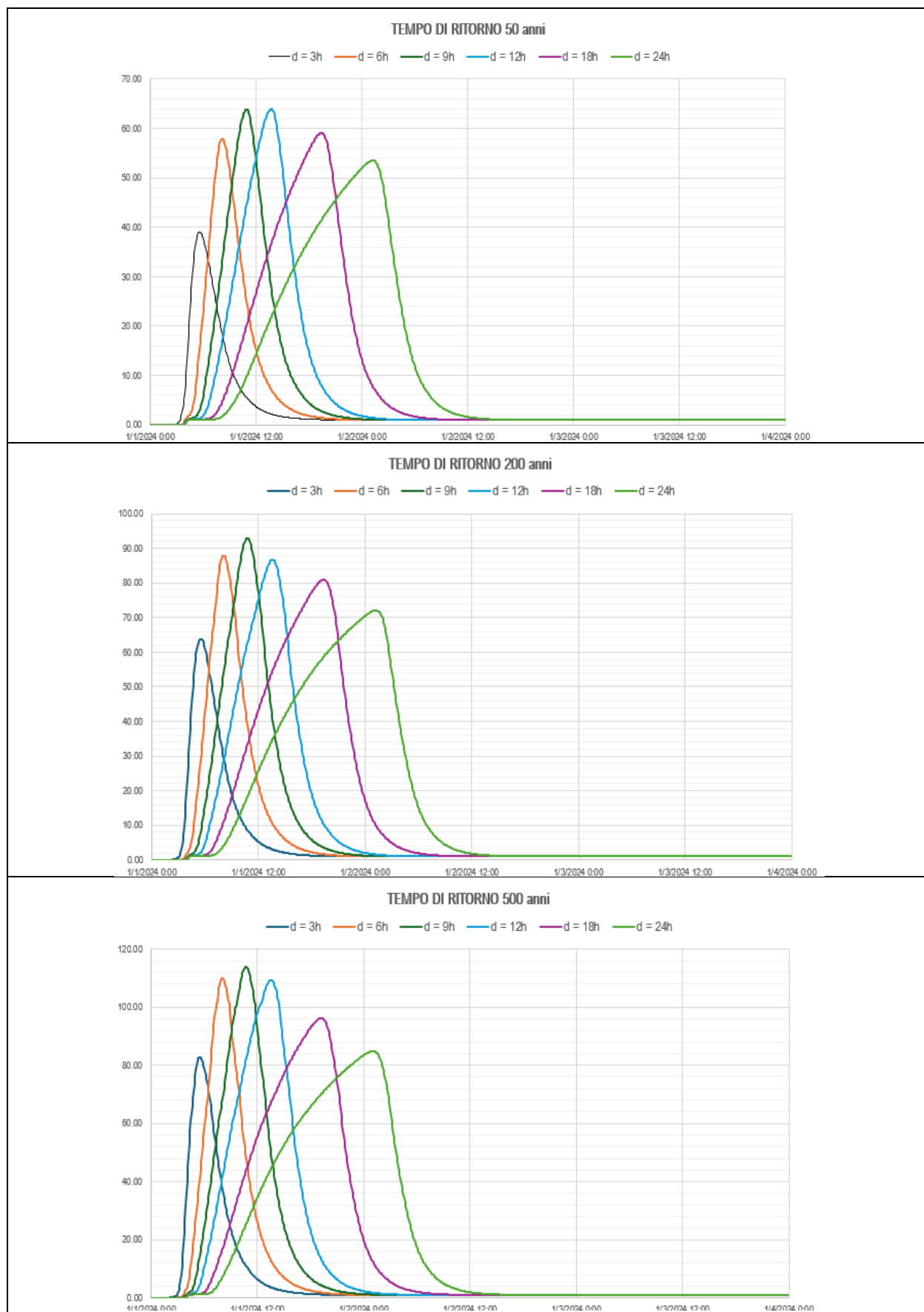


Fig. 22 Torrente Gaiana a confluenza Quaderna: idrogrammi (m^3/s) di riferimento T50, T200 e T500

Nell'ambito dell'analisi idrologica svolta 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 è proposto il confronto, nelle diverse sezioni di chiusura dei bacini di Idice, Zena, Savena, Quaderna e Gaiana, 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.

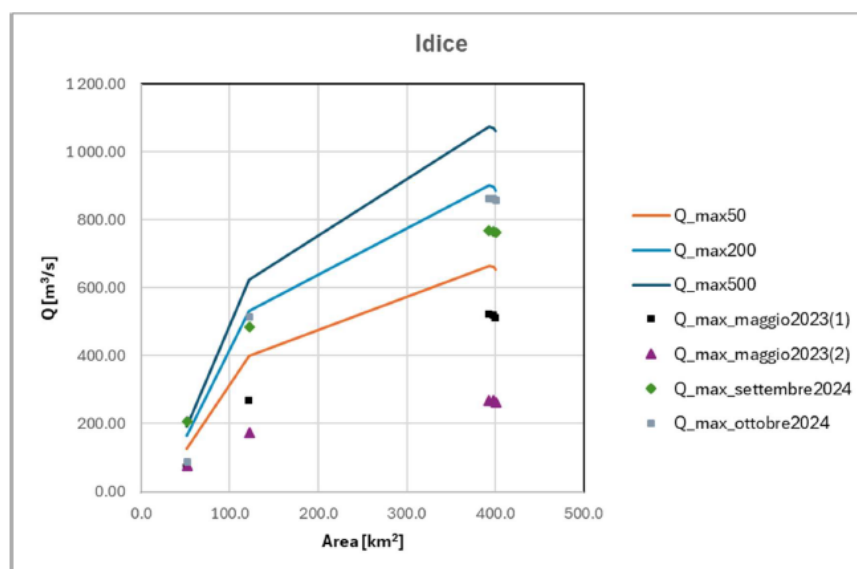


Fig. 23 Torrente Idice: confronto tra portate al colmo idrologiche, eventi reali e portate di riferimento

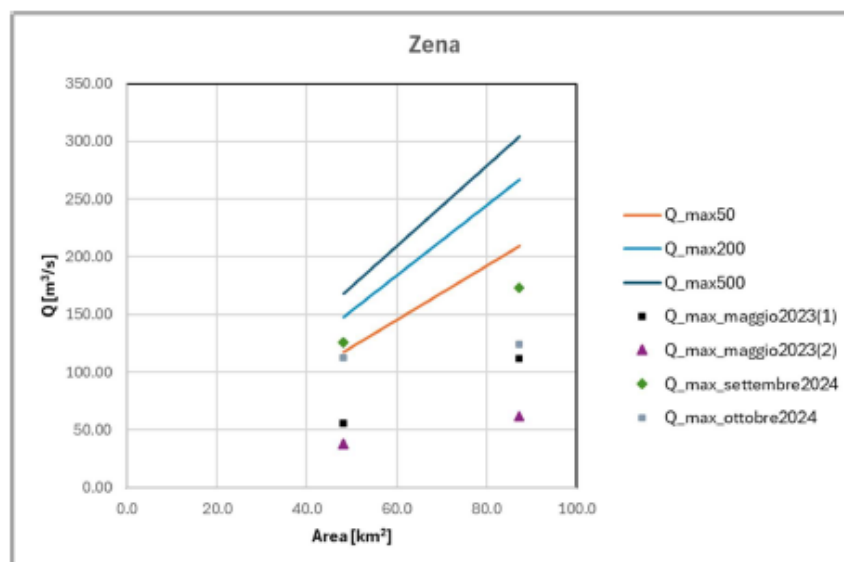


Fig. 24 Torrente Zena: confronto tra portate al colmo idrologiche, eventi reali e portate di riferimento

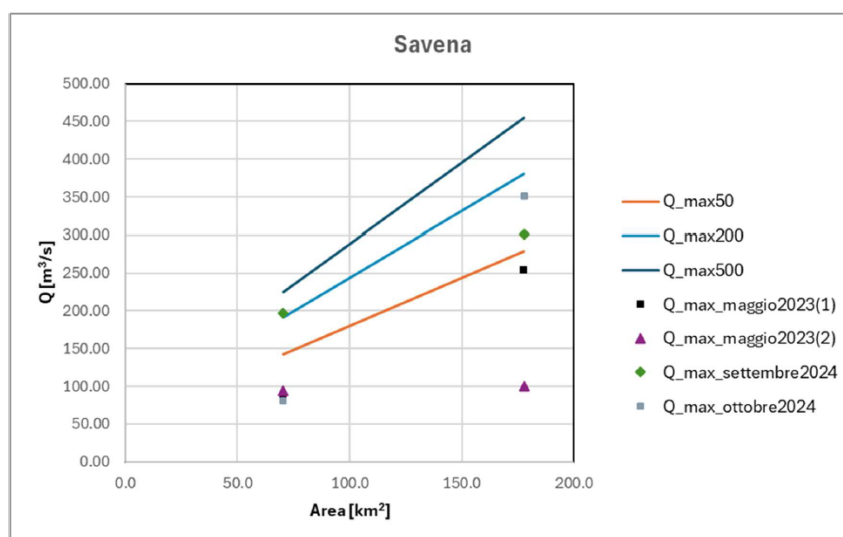


Fig. 25 Torrente Savena: confronto tra portate al colmo idrologiche, eventi reali e portate di riferimento

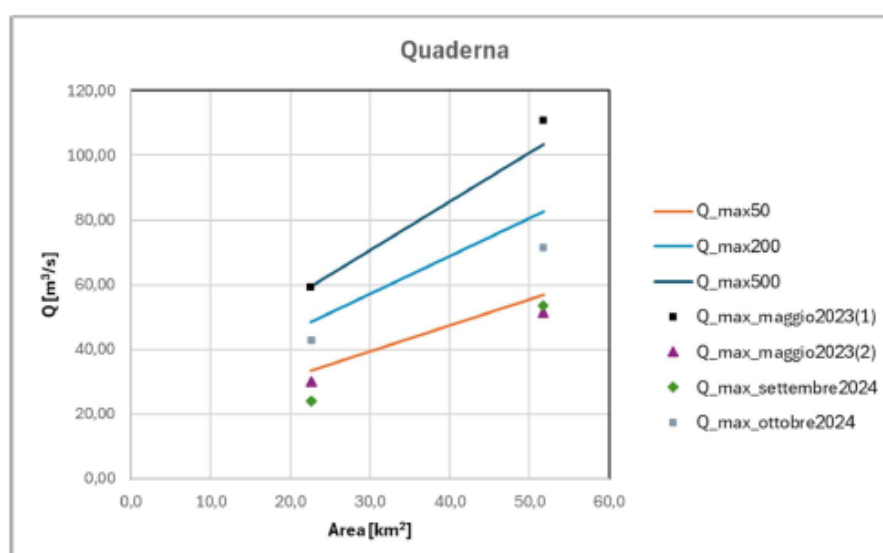


Fig. 26 Torrente Quaderna: confronto tra portate al colmo idrologiche, eventi reali e portate di riferimento

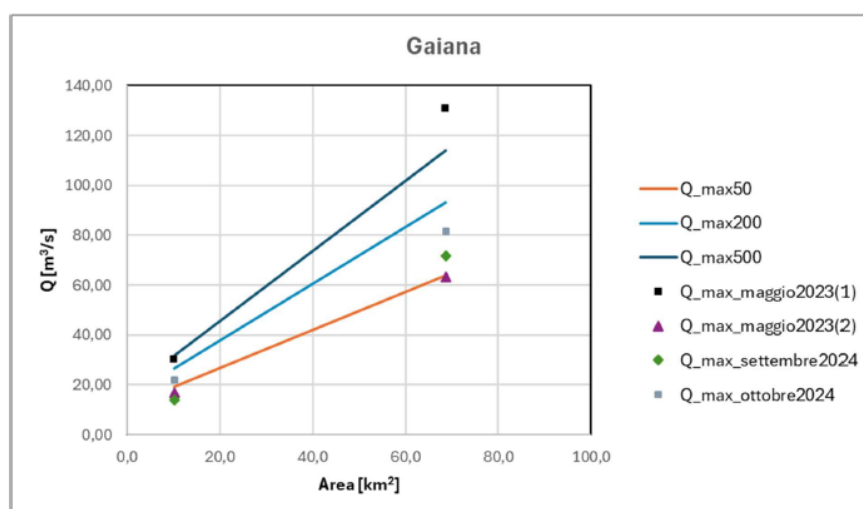


Fig. 27 Torrente Gaiana: confronto tra portate al colmo idrologiche, eventi reali e portate di riferimento

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 l'asta del Santerno, 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);
- 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.

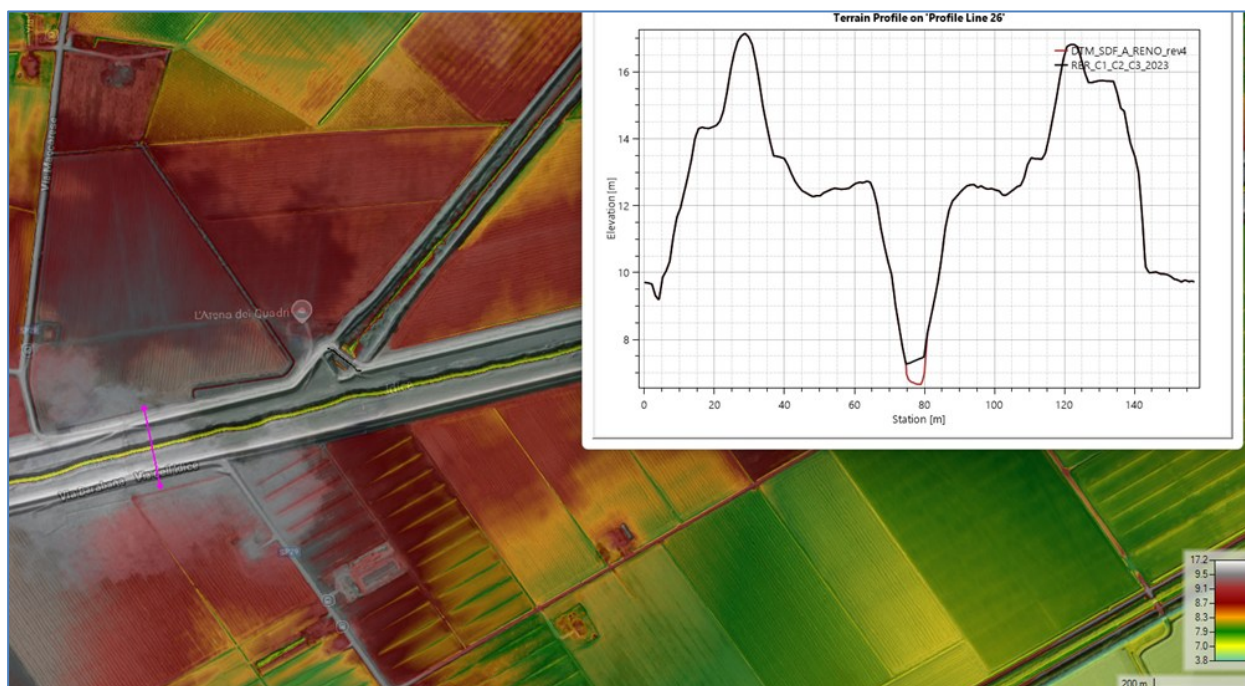


Fig. 28 – Batimetria del modello 2D a confronto con il DTM originale

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 i corsi d'acqua sono state implementate direttamente nella griglia di calcolo con l'apposita funzione modellistica SA/2D connection.

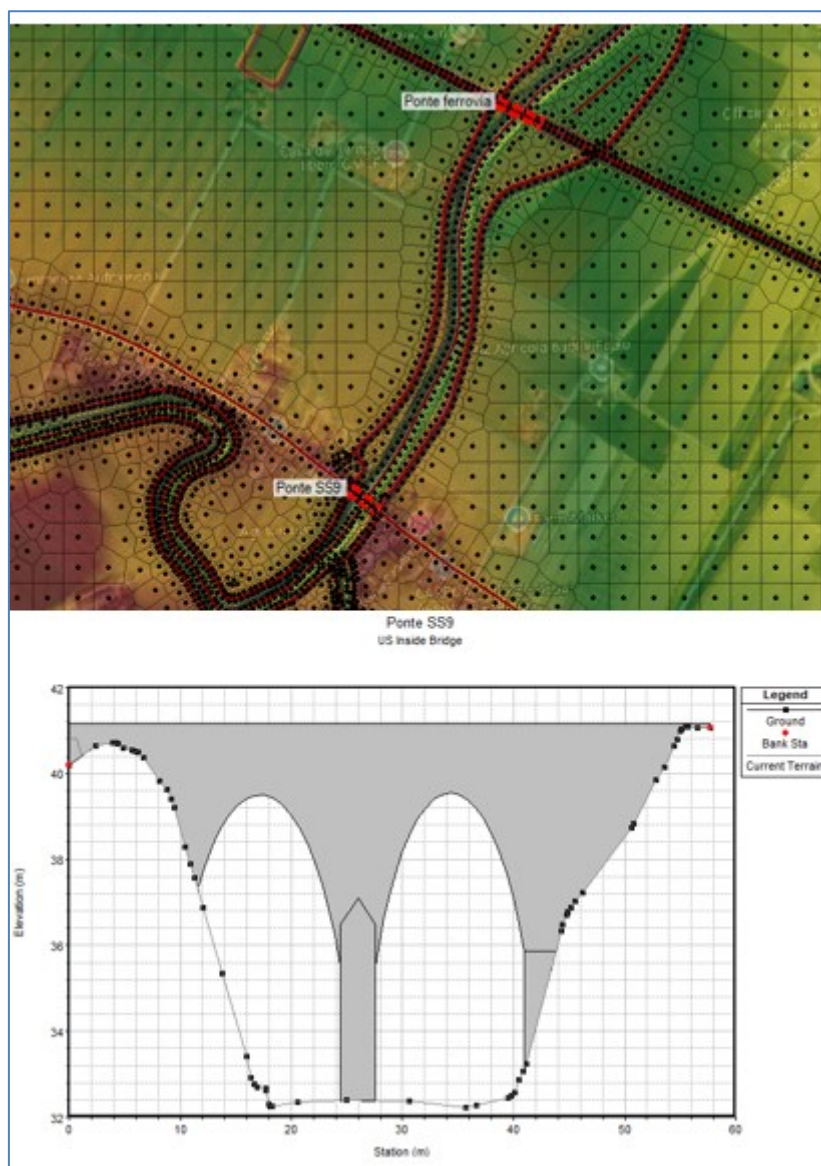


Fig. 29 Esempio geometria di un attraversamento

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 numero totale delle celle di calcolo adottate nel dominio 2D è di 751.298. 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 50X50 m; con l'inserimento delle breaklines di dettaglio, il dominio di calcolo è passato a celle anche 1x1 m 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.

Si osservi che Idice e affluenti sono stati schematizzati in un unico modello numerico.

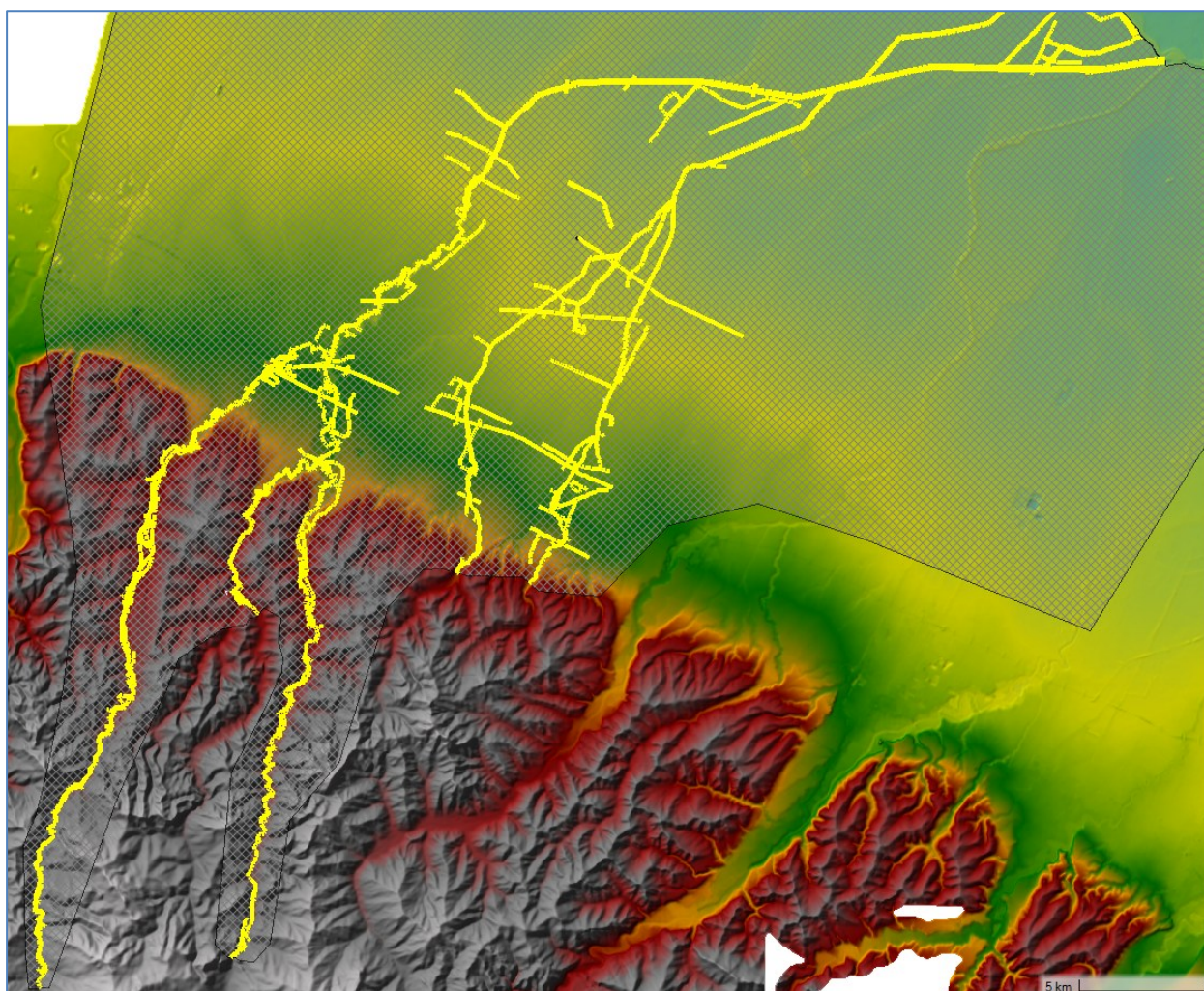


Fig. 30 Inquadramento planimetrico mesh di calcolo e breaklines

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 di pianura, in particolare:

- Idice: da inizio arginature presso Budrio (valle ponte della Rabuina) a confluenza Reno;
- Quaderna: da canale Prunaro a confluenza Idice;
- Gaiana: da ponte Cantagrillo a confluenza Gaiana.

Tali valori di portata rappresentano la portata limite attuale.

Le simulazioni sono state condotte nella configurazione ad argini insormontabili e a portata costante.

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 Le condizioni contorno

6.1.1 Portate

I valori di portata di riferimento sono stati definiti a partire dalla portata con tempo di ritorno 50 anni individuata nell'analisi idrologica; sono state simulate diverse portate incrementando e decrementando Q50 di un valore stimato a partire dal 30% (Q200-Q50).

Le portate simulate sono indicate in Tab. 6.

Tab. 6 Portate di moto permanente

Idice	Q (m ³ /s)	110	190	270	350	430	510	590	670
Quaderna monte Gaiana	Q (m ³ /s)	20	30	40	50	60	70	80	/
Quaderna valle Gaiana	Q (m ³ /s)	120	130	140	150	160	170	180	190
Gaiana	Q (m ³ /s)	15	25	35	45	55	65	75	85

6.1.2 Condizioni di valle

La condizione al contorno di valle: moto uniforme in corrispondenza della confluenza.

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. 7 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

Per verificare la sensibilità sul parametro, sono stati inoltre simulati due ulteriori scenari di scabrezza:

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

Tab. 8 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. 9 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 facendo riferimento alla rete idrometrica esistente e pertanto, in genere, sono definiti tra due attraversamenti dotati di sensori di misura dei livelli idrometrici.

La portata è valutata compatibile allorché il franco sia superiore o uguale 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. 10 Portata compatibile del fiume Idice – scenario scabrezza da uso del suolo

ID	Tratto	Q compatibile (m³/s)
1	INAIL-Riccardinaldrometro	510
2	Riccardinaldrometro-PonteMottaSP6	430
3	PonteMottaSP6-SantAntoniodrometro	270
4	SantAntoniodrometro-PonteCampotto	190
5	PonteCampotto-Reno	110

Si osservi che gli ultimi due tratti sono fortemente influenzati dalle condizioni al contorno.

Tab. 11 Portata compatibile del torrente Quaderna – scenario scabrezza da uso del suolo

ID	Tratto	Q compatibile (m³/s)
1	CanalePrunaro-ConfluenzaGaiana	50
2	ConfluenzaGaiana-Idice	120

Si osservi che i livelli del tratto 2 sono influenzati dalle condizioni al contorno.

Tab. 12 Portata compatibile del torrente Gaiana – scenario scabrezza da uso del suolo

ID	Tratto	Q compatibile (m³/s)
1	PonteCantagrillo-PonteSS253	25
2	PonteSS253-ConfluenzaQuaderna	15

Si osservi che i livelli del tratto 2 sono influenzati dalle condizioni al contorno.

7 Condizioni di pericolosità idraulica per eventi a differente frequenza probabile

Le analisi in moto vario hanno interessato i seguenti corsi d'acqua:

- Idice: da Bisano a confluenza Reno, per circa 71 km.
- Zena: da Botteghino di Zocca a confluenza Idice, per circa 11 km;
- Savena: dal ponte SP 59 per Monzuno a confluenza Idice, per circa 35 km;
- Quaderna: da Palesio a confluenza Idice, per circa 28 km; è stato inoltre analizzato il Gaiana, principale affluente del Quaderna, da monte via Emilia a confluenza Quaderna, per circa 18 km

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

7.1 Le condizioni contorno

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 e sinteticamente illustrati nel Capitolo 4.

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 al modello numerico sono stati definiti nel modo seguente:

- Idice:
 - a Bisano: contributo concentrato corrispondente agli idrogrammi alla sezione di chiusura posta in corrispondenza di Bisano;
 - tra Bisano e confluenza Zena: contributo distribuito corrispondente all'apporto dell'interbacino compreso tra la sezione di chiusura di Bisano e la sezione di chiusura posta subito a monte della confluenza con lo Zena;
 - tra confluenza Zena e confluenza Savena: contributo distribuito corrispondente all'apporto dell'interbacino compreso tra la sezione di chiusura posta subito a valle della confluenza con lo Zena e la sezione di chiusura posta subito a monte della confluenza con il Savena (solo contributo Idice);
 - tra confluenza Savena e Castenaso: contributo distribuito corrispondente all'apporto dell'interbacino compreso tra la sezione di chiusura posta subito a valle della confluenza con il Savena e la sezione di chiusura posta in corrispondenza di Castesano (solo contributo Idice);
 - tra Castenaso e ponte della Rabuina: contributo distribuito corrispondente all'apporto dell'interbacino compreso tra la sezione di chiusura posta in corrispondenza di Castesano e la sezione di chiusura posta in corrispondenza di Budrio (solo contributo Idice);
- Zena:
 - a Botteghino di Zocca: contributo concentrato corrispondente agli idrogrammi alla sezione di chiusura posta in corrispondenza di Botteghino di Zocca;
 - in corrispondenza della confluenza del rio Laurenzano presso Botteghino di Zocca: contributo sostanzialmente concentrato relativo all'apporto dell'intero interbacino compreso tra la sezione di chiusura posta in corrispondenza di Botteghino di Zocca e la sezione di chiusura posta in corrispondenza della confluenza in Idice.
- Savena:
 - al ponte SP59 per Monzuno: contributo concentrato corrispondente agli idrogrammi alla sezione di chiusura posta in corrispondenza del ponte SP59 per Monzuno;

- tra il ponte SP59 e confluenza Idice: contributo distribuito pari all’apporto dell’interbacino compreso tra la sezione di chiusura posta in corrispondenza del ponte SP59 per Monzuno e la sezione di chiusura posta in corrispondenza della confluenza in Idice;
- Quaderna:
 - a Palesio: contributo concentrato corrispondente agli idrogrammi alla sezione di chiusura posta in corrispondenza di Palesio;
 - tra Palesio e confluenza Rio Centonara presso Ponte Rizzoli: contributo distribuito pari all’apporto dell’interbacino compreso tra la sezione di chiusura posta in corrispondenza di Palesio e la sezione di chiusura posta in corrispondenza della confluenza Rio Centonara presso Ponte Rizzoli;
- Gaiana:
 - al ponte di via Conventino: contributo concentrato corrispondente agli idrogrammi alla sezione di chiusura posta in corrispondenza del ponte di via Conventino;
 - tra il ponte di via Conventino e l’abitato di Gaiana: contributo distribuito pari all’apporto della quota parte dell’interbacino compreso tra la sezione di chiusura posta in corrispondenza del ponte di via Conventino e la sezione di chiusura posta poco a valle dell’abitato di Gaiana (Ponte Cantagrillo), afferente al corso d’acqua;
 - in corrispondenza dell’abitato di Gaiana in destra: contributo concentrato corrispondente all’apporto della quota parte dell’interbacino compreso tra la sezione di chiusura posta in corrispondenza del ponte di via Conventino e la sezione di chiusura posta poco a valle dell’abitato di Gaiana (Ponte Cantagrillo), afferente al rio della Magione;
 - in corrispondenza dell’abitato di Gaiana in sinistra: contributo concentrato corrispondente all’apporto della quota parte dell’interbacino compreso tra la sezione di chiusura posta in corrispondenza del ponte di via Conventino e la sezione di chiusura posta poco a valle dell’abitato di Gaiana (Ponte Cantagrillo), afferente al rio Rosso.

7.1.2. Condizioni di valle

Come condizione al contorno di valle è stato imposto il livello di Reno pari a 9,44 m s.m.. Tale condizione è coerente con il preesistente PAI che indica 9,0 m s.m. alla confluenza. La condizione è stata individuata a partire dai livelli registrati all’idrometro di ponte Bastia (posto poco a valle confluenza Idice-Sillaro); in particolare, si è fatto riferimento alla soglia arancione pari a 10,70 m corrispondenti a un livello idrico di 9,44 m s.m..

Si osservi che negli eventi alluvionali recenti il livello di Reno misurato all’idrometro di Ponte Bastia è stato di 8,45 m (17 maggio 2023), 9,17 m (19 settembre 2024) e 10,91 m (20 ottobre 2024).

7.2 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. 7 desunte da letteratura.

7.3 Simulazioni e risultati ottenuti

Il modello numerico 2D allestito è stato utilizzato per definire le condizioni di pericolosità attuali rispetto ad eventi a gravosità crescente (tempo di ritorno associato pari a 50, 200 e 500 anni) nei tratti appenninici e collinari; nei tratti arginati di pianura la perimetrazione delle aree allagabili a diversa pericolosità è stata effettuata integrando i risultati dei modelli citati con gli scenari di rotta arginale, come illustrato in dettaglio nel paragrafo 7.5.

Preliminarmente a tali simulazioni sono state indagate le possibilità di calibrare il modello allestito rispetto agli eventi reali recenti (1-4 e 16-18 maggio 2023, settembre e ottobre 2024); 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 impedisce di fatto una taratura diretta del modello; calibrazione che sarebbe comunque stata possibile solo per gli eventi dove gli effetti al suolo non avessero completamente alterato la propagazione verso valle dell'onda. In particolare, lungo il reticolo in esame gli eventi citati hanno determinato nei tratti arginati di pianura numerose rotte, con conseguenti rilevanti esondazioni e tracimazioni.

Per i 4 eventi recenti citati, nell'ambito dell'analisi idrologica sono stati comunque ricostruiti gli idrogrammi di piena (potenziali) lungo le aste oggetto di studio a partire dalle precipitazioni misurate ARPAE.

Pur con tutti i limiti intrinseci nell'approccio proposto, gli idrogrammi così ricostruiti sono stati applicati ai modelli numerici idrodinamici allestiti; in particolare sono stati simulati gli eventi 2024. Tali simulazioni sono state eseguite con diversi valori di scabrezza da letteratura, al fine di indagare la possibilità di riprodurre nell'analisi i livelli e gli andamenti idrometrici misurati (fonte ARPAE). Tali analisi hanno mostrato come l'incertezza sulle portate in ingresso sia tale da non permettere valutazioni affidabili sulle scabrezze.

In tali condizioni, si è optato per un approccio cautelativo sulla scabrezza che prevede di utilizzare la perimetrazione di dettaglio delle forme di uso del suolo, alle quali sono stati associati i valori di scabrezza da letteratura riportati in Tab. 7.

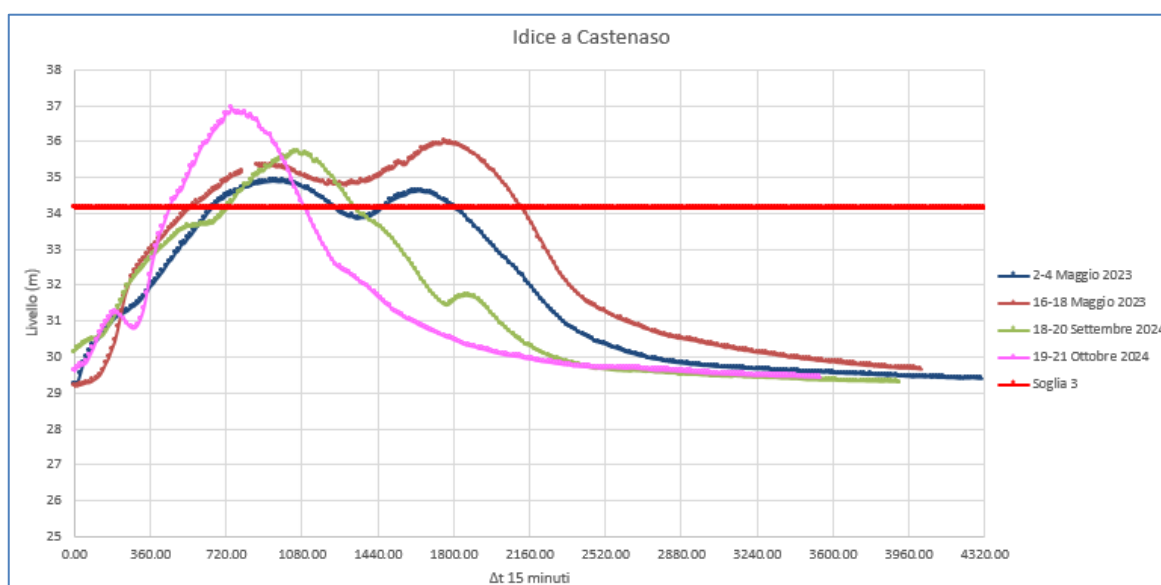


Fig. 31 Fiume Idice a Castenaso: livelli idrometrici ARPAE eventi 2023 e 2024

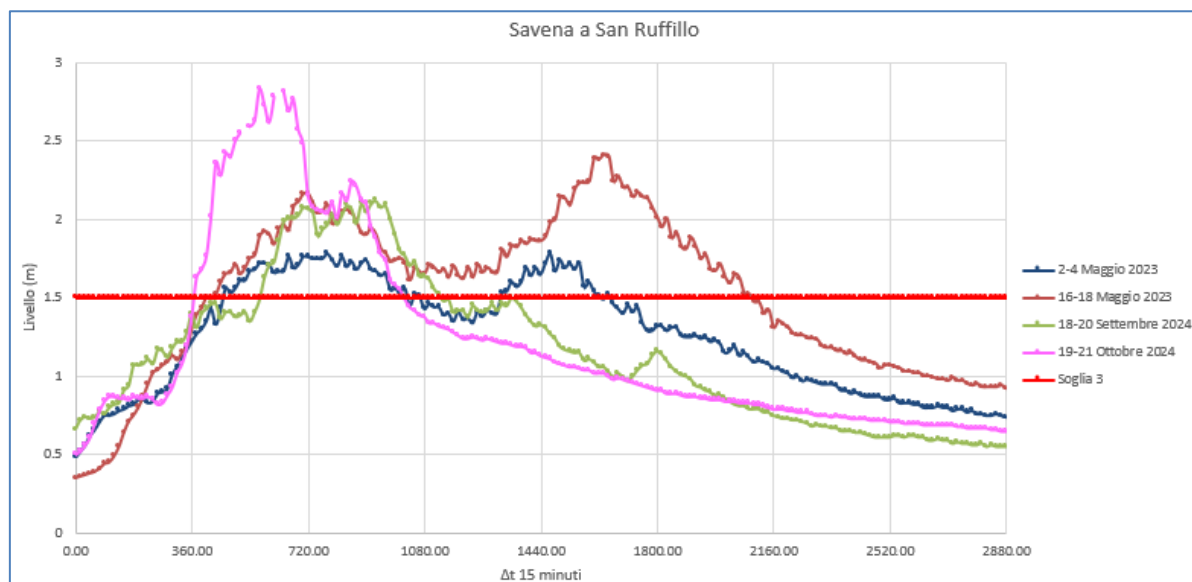


Fig. 32 Torrente Savena a San Ruffillo: livelli idrometrici ARPAE eventi 2023 e 2024

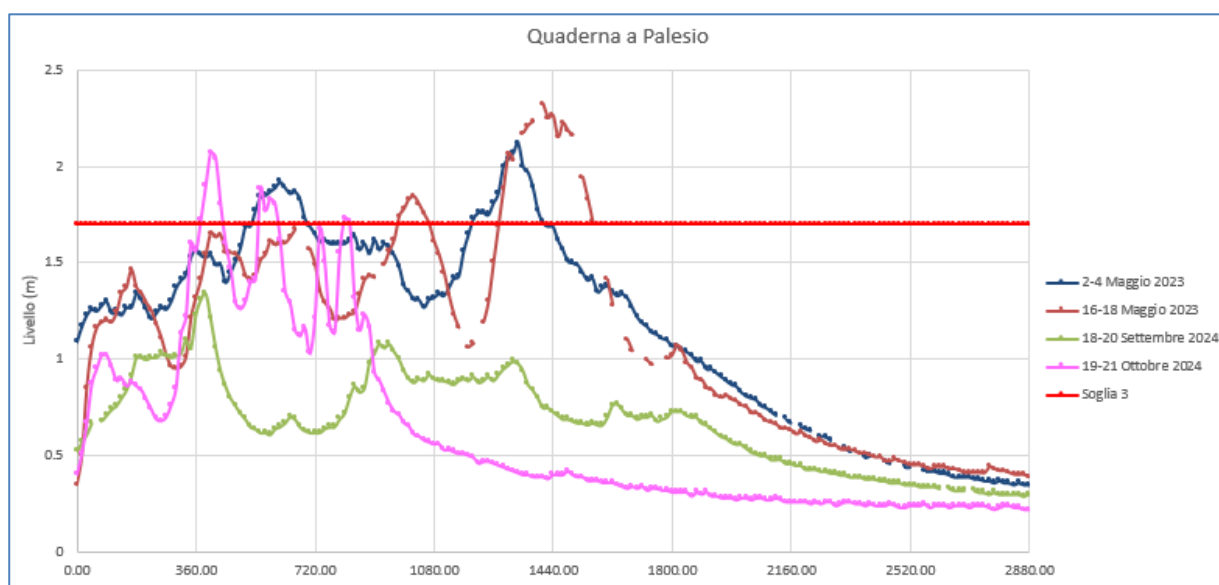


Fig. 33 Torrente Quaderna a Palesio: livelli idrometrici ARPAE eventi 2023 e 2024

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 preesistente PAI), aree inondabili per eventi con tempi di ritorno inferiori od uguali a 50 anni;
- evento T200: perimetrazione P2 PGRA 2021;

Le perimetrazioni disponibili delle aree coinvolte dagli eventi 2023 e 2024 interessano prevalentemente la pianura; in tali contesti le esondazioni sono state fortemente condizionate dalle rotte avvenute. Gli areali interessati sono stati comunque confrontati con le evidenze del modello numerico allorché nei medesimi tratti si riscontrino fenomeni di sormonto.

Nel seguito sono sinteticamente illustrate le evidenze delle analisi eseguite relativamente ai tre tempi di ritorno indagati.

Si osservi che nelle simulazioni dello stato di fatto in esame le chiaviche su Idice (Accursi, Brocchetti e Cardinala) di immissione nella cassa di colmata Idice sono state considerate chiuse (scenari di apertura

delle stesse saranno valutati nell'assetto di progetto del corso d'acqua) mentre Chiavica Idice in confluenza Reno è stata considerata aperta (coerentemente a quanto indicato dall'Ente competente).

7.3.1. Evento T50

7.3.1.1 Torrente Idice

Il tratto appenninico dell'Idice oggetto di studio si sviluppa per circa 24 km da Bisano a confluenza Zena; la pressione antropica è rilevante con diversi centri abitati prospicienti il corso d'acqua: il principale è il centro comunale di Monterenzio, ma si segnalano anche Savazza e Cà di Bazzone oltre alle frazioni di Noce e Mercatale.

Al transito dell'evento T50, le criticità principali si riscontrano proprio presso Monterenzio dove, in sinistra, il polo didattico e l'area sportiva, alla periferia sud del paese, e l'area cimiteriale a nord sono interessate dalle esondazioni.

Ulteriori criticità puntuali sono diffuse e coinvolgono insediamenti a ridosso delle sponde.

A confluenza Zena, l'ambito fluviale si amplia sensibilmente e le esondazioni sono significative sia monte che a valle del ponte di via Palazzetti, coinvolgendo areali interessati da attività estrattive. (cfr. Fig. 34). L'areale coinvolto è sensibilmente più ampio rispetto alla P3 PGRA 2021.

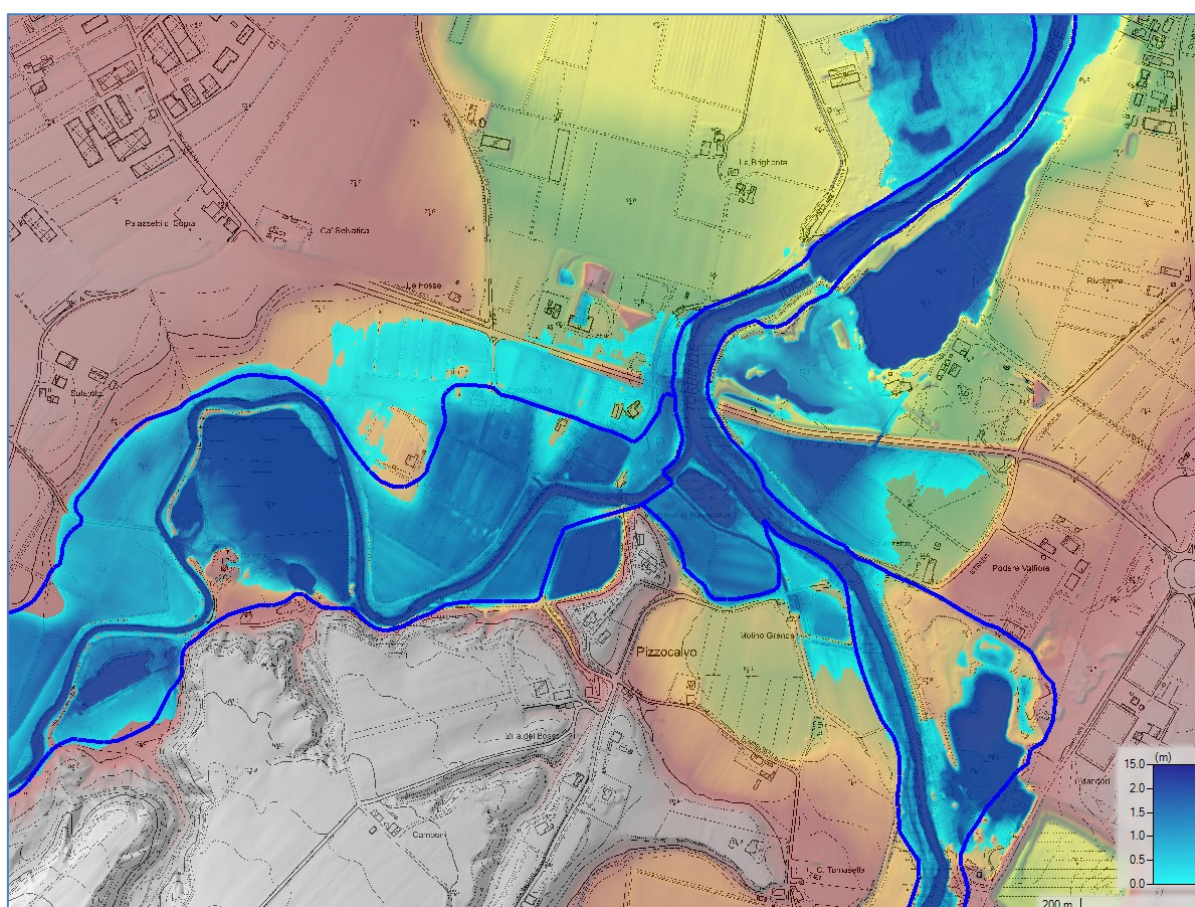


Fig. 34 Torrente Idice T50: massimi tiranti a confluenza Zena (in blu P3 PGRA 2021)

Il confronto, a valle confluenza Zena, tra idrogramma idrologico e idraulico evidenzia gli effetti rilevanti di laminazione per eventi di pioggia di breve durata (6 ore) che progressivamente diminuiscono al crescere dei volumi affluiti.

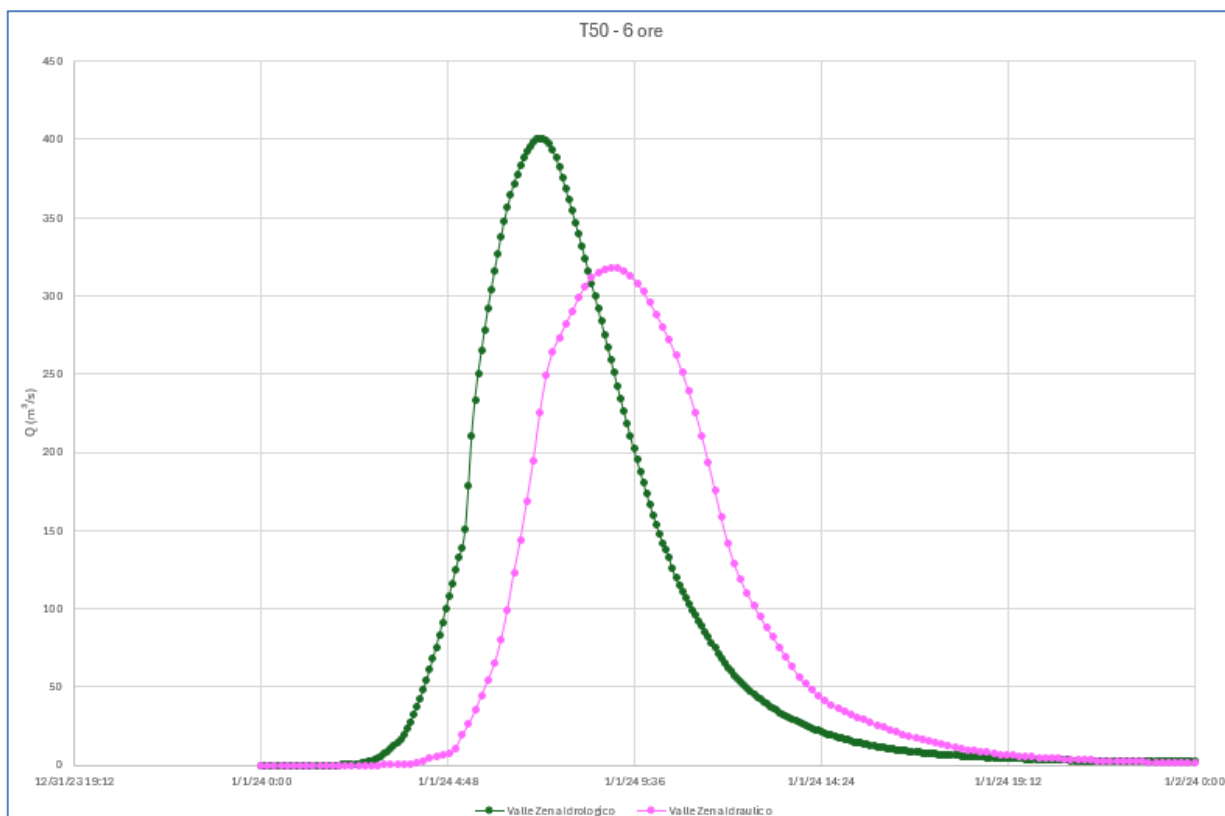


Fig. 35 Torrente Idice T50 6 ore: confronto delle portate da modello idrologico e idraulico a valle di confluenza Zena

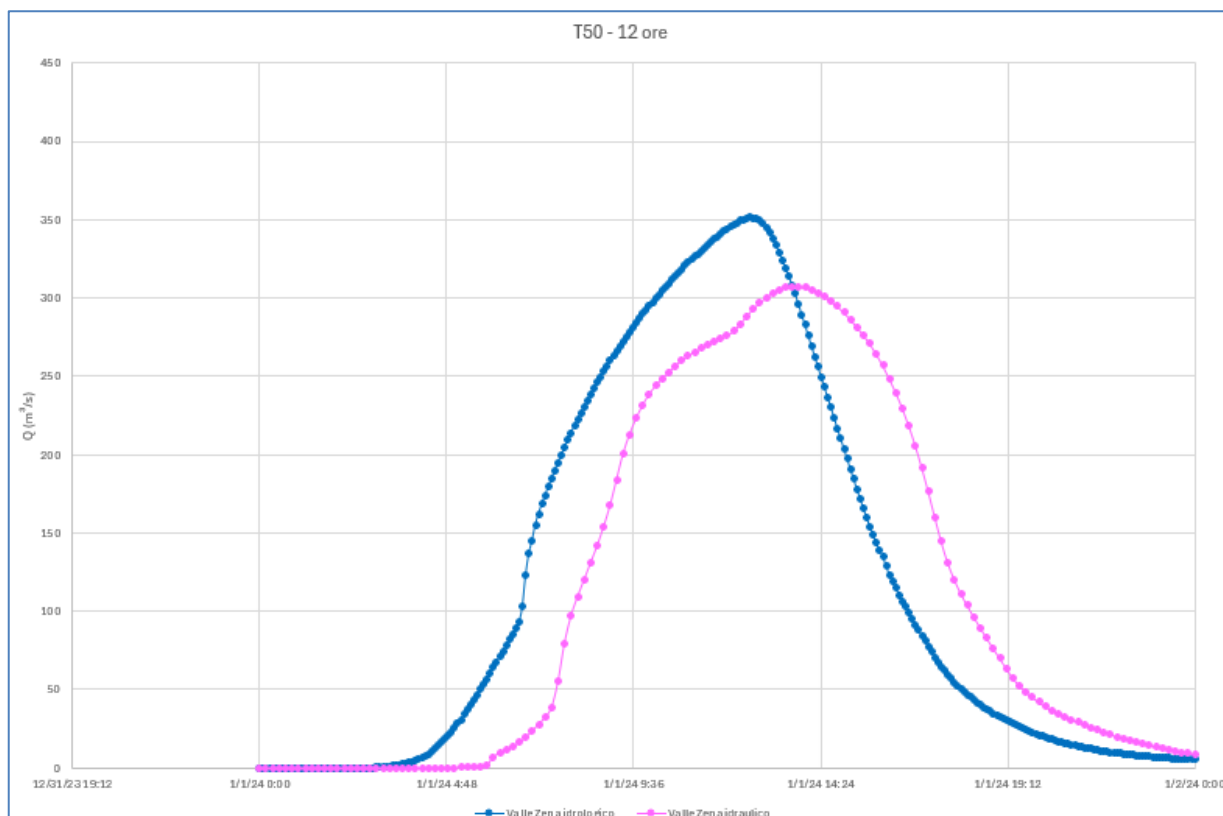


Fig. 36 Torrente Idice T50 12 ore: confronto delle portate da modello idrologico e idraulico a valle di confluenza Zena

Tra confluenze Zena e confluenza Savena, l'abitato di Idice in destra, a monte della via Emilia, è coinvolto dalle esondazioni. In questo tratto i piani golenali sono interessati da rilevanti attività estrattive, aree inondabili già per eventi frequenti; alcuni insediamenti isolati prospicienti il corso d'acqua possono essere coinvolti tra i quali il centro ricreativo in confluenza Savena.

In corrispondenza di Castenaso gli edifici prospicienti il corso d'acqua, sia a monte che a valle del ponte, sono interessati dalle esondazioni al transito dell'evento T50, come accaduto nei recenti eventi alluvionali (cfr. Fig. 37).



Fig. 37 Torrente Idice T50 9 ore: aree inondabili sovrapposte alla perimetrazione 16-18 maggio 2023 (in rosso)

Il confronto, a Castenaso, tra idrogramma idrologico e idraulico evidenzia gli effetti rilevanti di laminazione sia per l'evento di durata di pioggia 9 ore che 12 ore.

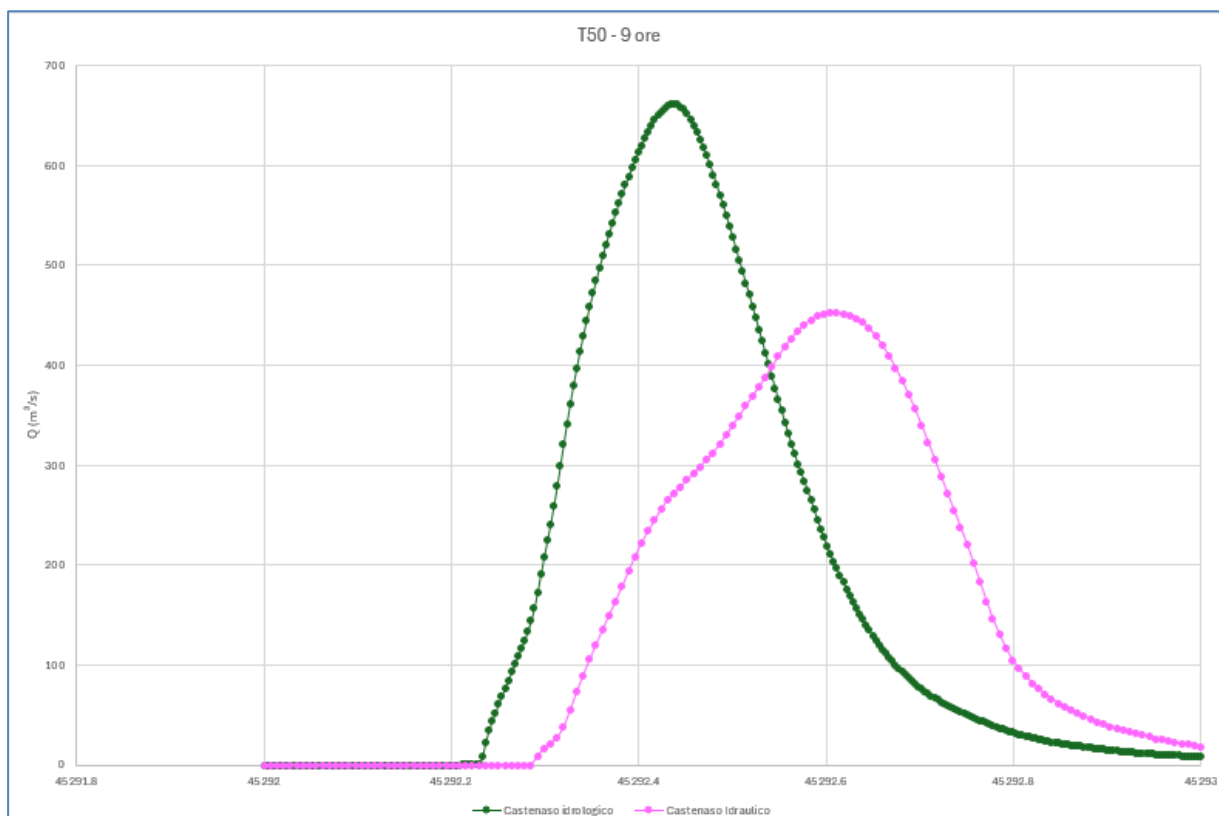


Fig. 38 Torrente Idice T50 9 ore: confronto tra portate da modello idrologico e idraulico a Castenaso

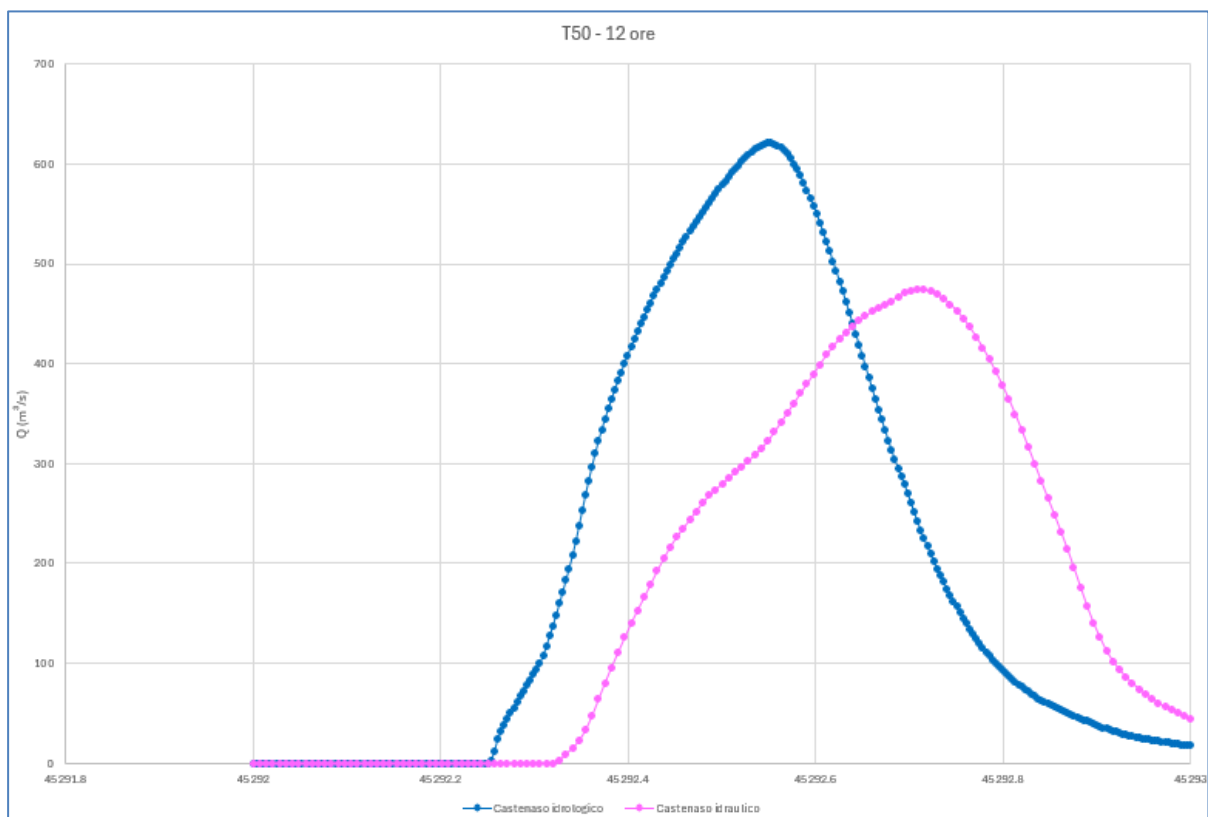


Fig. 39 Torrente Idice T50 12 ore: confronto tra portate da modello idrologico e idraulico a Castenaso

Tra Castenaso e il ponte della Rabuina, la porzione dell'abitato di Fiesso, compresa tra il corso d'acqua e la strada comunale, è interessata dalle esondazioni già per eventi frequenti.

Presso il ponte della Rabuina in sinistra i deflussi di piena raggiungono la pianura circostante coinvolgendo sia il centro INAIL che la viabilità.

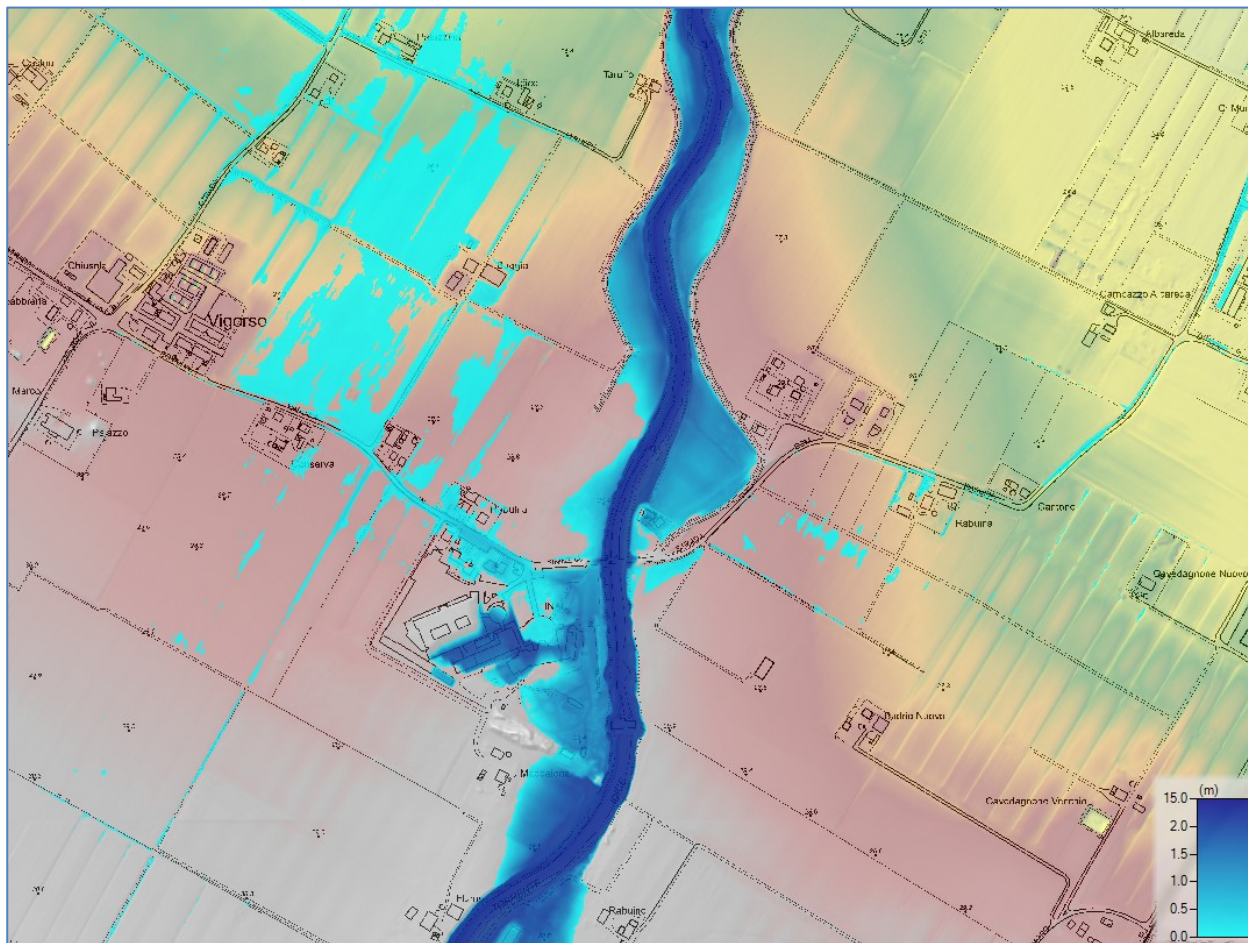


Fig. 40 Torrente Idice T50 12 ore: esondazioni presso il ponte della Rabuina

Il transito dell'evento T50 verso valle avviene senza determinare ulteriori esondazioni.

7.3.1.2 *Torrente Zena*

Le condizioni di pericolosità attuale della val Zena sono molto gravose; l'evento T50 determina il coinvolgimento massiccio degli abitati di Botteghino di Zocca e Farneto oltre al sormonto per lunghi tratti della SP36, viabilità principale di accesso alla valle, con l'interessamento degli insediamenti diffusi lungo il corpo idrico e la viabilità. Tale condizione è stata confermata dagli eventi recenti 2023 e 2024.

I deflussi di piena sono caratterizzati da una rilevante componente cinetica con fenomeni erosivi anche molto intensi possibili in tutto l'ambito in esame.

A Botteghino le esondazioni coinvolgono la SP 36 pressoché in tutto il tratto, interessando il centro dell'abitato e numerosi insediamenti posti tra corpo idrico e viabilità e tra viabilità e versante (cfr. Fig. 41).

Le porzioni interne dei meandri sono tutte interessate dall'evento coinvolgendo complessi residenziali e insediamenti puntuali.

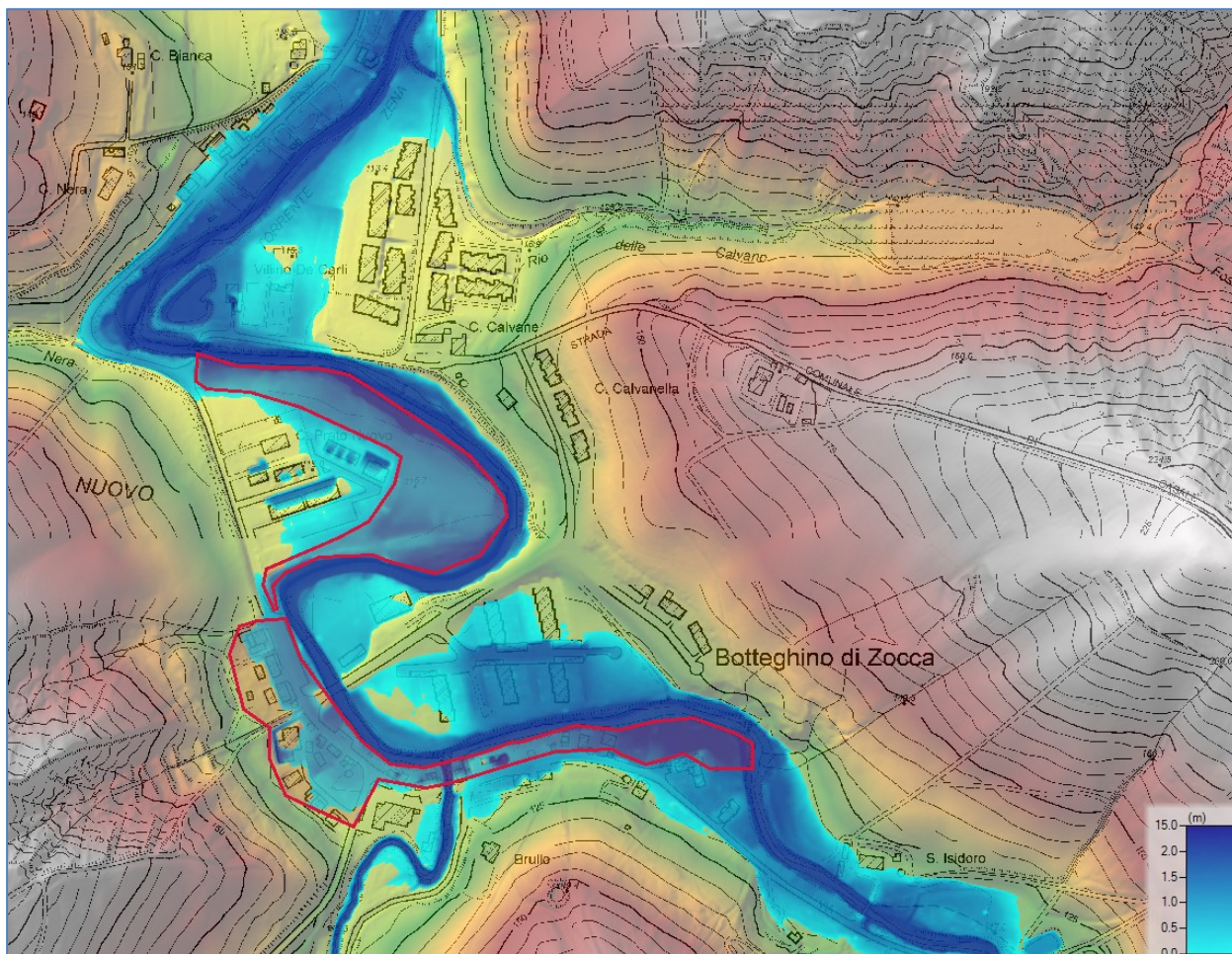


Fig. 41 Torrente Zena T50 6 ore: massimi tiranti idrici presso Botteghino di Zocca sovrapposte alla perimetrazione 16-18 maggio 2023 (in rosso)

Tra Botteghino e Farneto il corso d'acqua si sviluppa in una stretta definita da ripidi versanti; al transito dell'evento T50 i deflussi sono confinati dai rilievi ma interessano la viabilità principale esistente e alcuni insediamenti presenti.

A sud di Farneto, l'ambito fluviale tende nuovamente ad ampliarsi; le esondazioni sono contenute dai limiti morfologici coinvolgendo insediamenti e infrastrutture, come occorso nei recenti eventi alluvionali (cfr. Fig. 42).

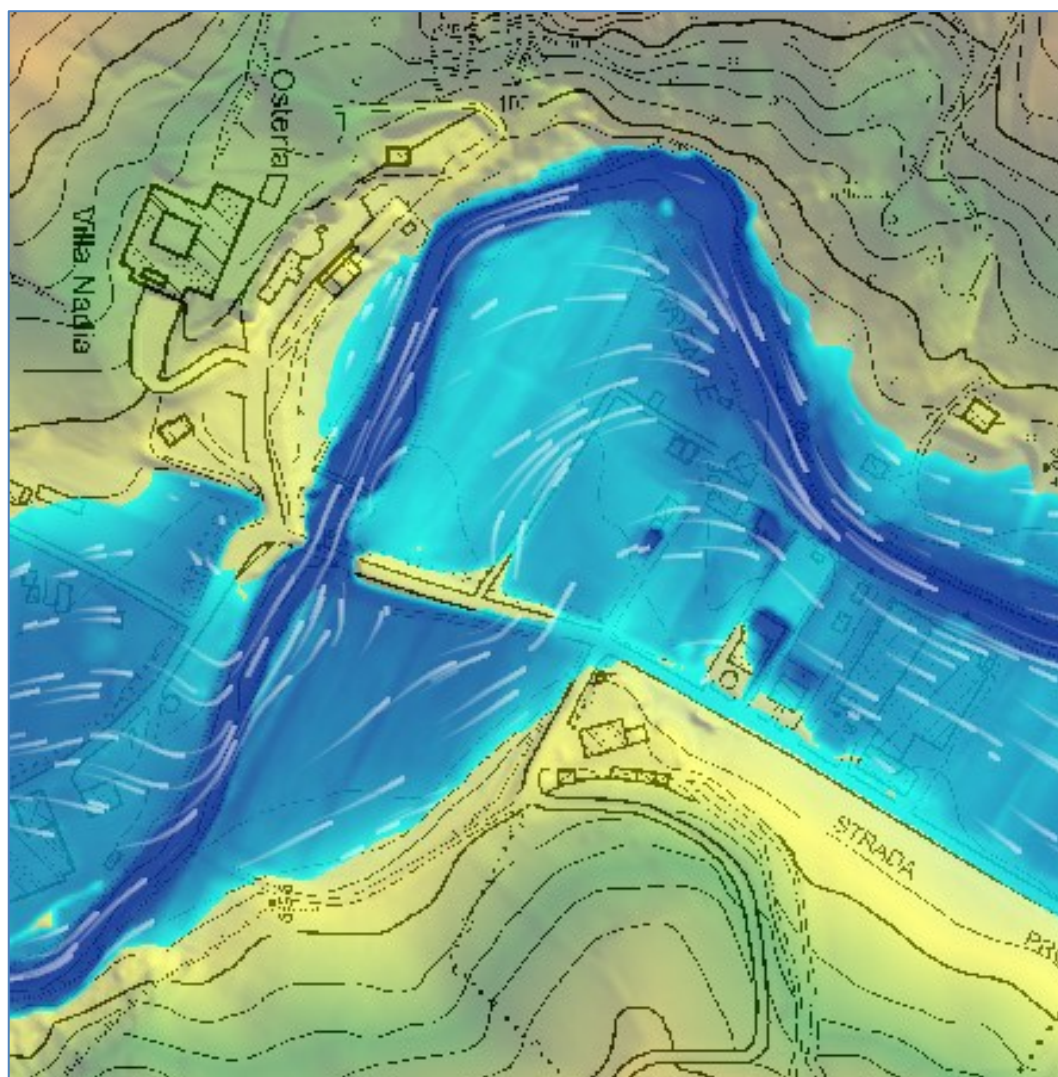


Fig. 42 Torrente Zena T50 6 ore: massimi tiranti in località Grotta del Farneto e vista area evento Ottobre 2024

Il centro abitato di Farneto è posto a ridosso di una netta doppia curva del corso d'acqua ed è pressoché completamente interessato dalle esondazioni, come confermato dai recenti eventi alluvionali (cfr. Fig. 43).

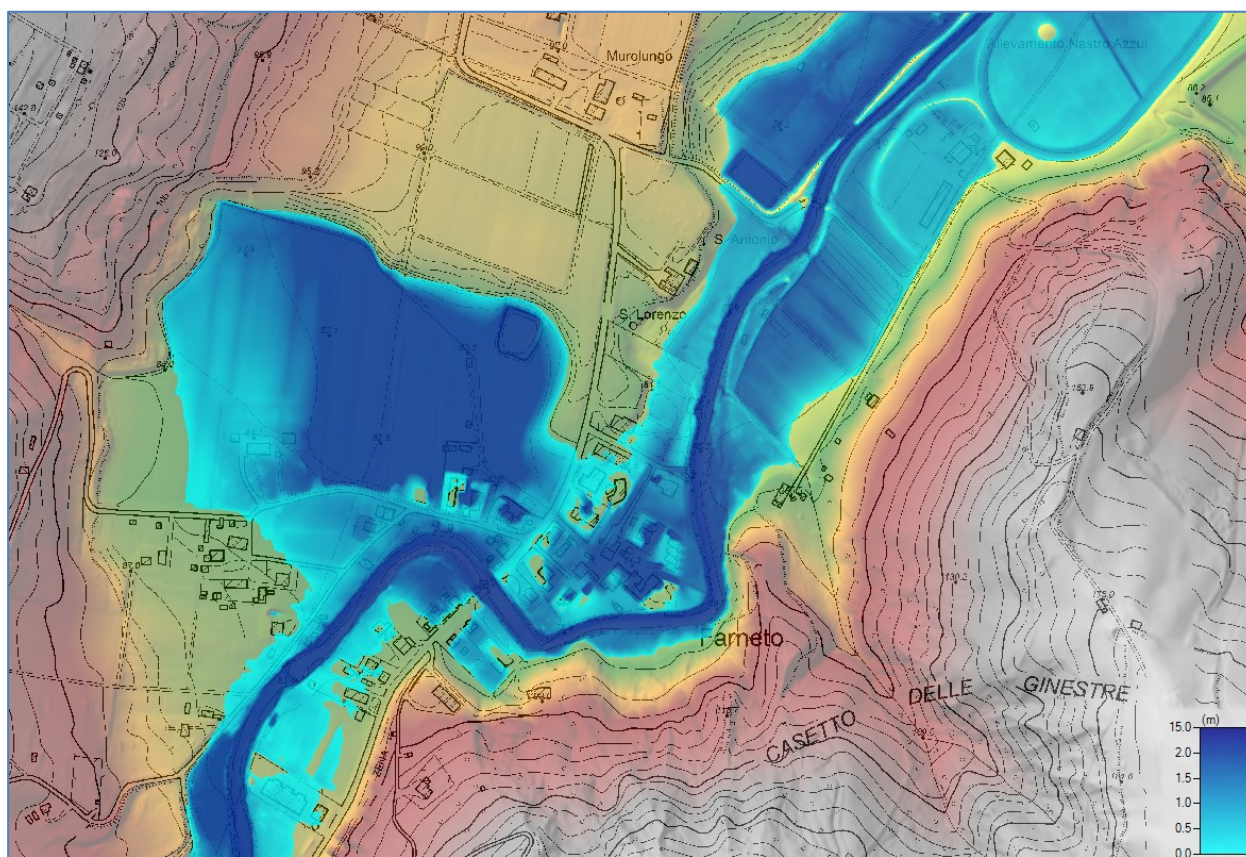


Fig. 43 Torrente Zena T50 6 ore: massimi tiranti idrici presso Farneto

Superato Farneto la pressione antropica diminuisce e i deflussi sono contenuti dai limiti morfologici: solo qualche insediamento isolato presso Fondo Zena è coinvolto.

7.3.1.3 *Torrente Savena*

La valle del Savena, fino a Pianoro, è caratterizzata da elevata naturalità e pressione antropica pressoché nulla; solo la viabilità di fondovalle si sviluppa con continuità in destra idraulica. La componente cinetica del moto caratterizza questo tratto appenninico e la viabilità potrebbe essere interessata da fenomeni erosivi laterali anche per eventi frequenti.

A Pianoro la vallata diviene più ampia e la sponda destra è caratterizzata da insediamenti pressoché continui fino alla periferia di Bologna (Pianoro, Pian della Macina, Sesto, Rastignano, San Ruffillo).

Il transito dell'evento T50 determina le seguenti criticità:

- a Pian della Macina, tra il ponte di via 1° Maggio e la traversa, il piano golenale destro è interessato dalle esondazioni che si propagano a campagna fino a coinvolgere buona parte dell'area industriale;
- in località Carteria di Sesto, l'ambito fluviale naturalmente si contrae e già per eventi frequenti sono interessate sia la viabilità in sinistra che alcuni edifici residenziali in destra (cfr. Fig. 44);
- in località Rastignano, in destra, tra il muro a monte della traversa e il ponte del Paleotto, il sistema difensivo in corso di potenziamento è strategico per il contenimento dei livelli (cfr. Fig. 44);
- in località San Ruffillo, a monte della traversa, il rilevato arginale esistente in destra è inadeguato al contenimento dei livelli con il coinvolgimento dell'abitato retrostante compreso tra Savena e SS65.

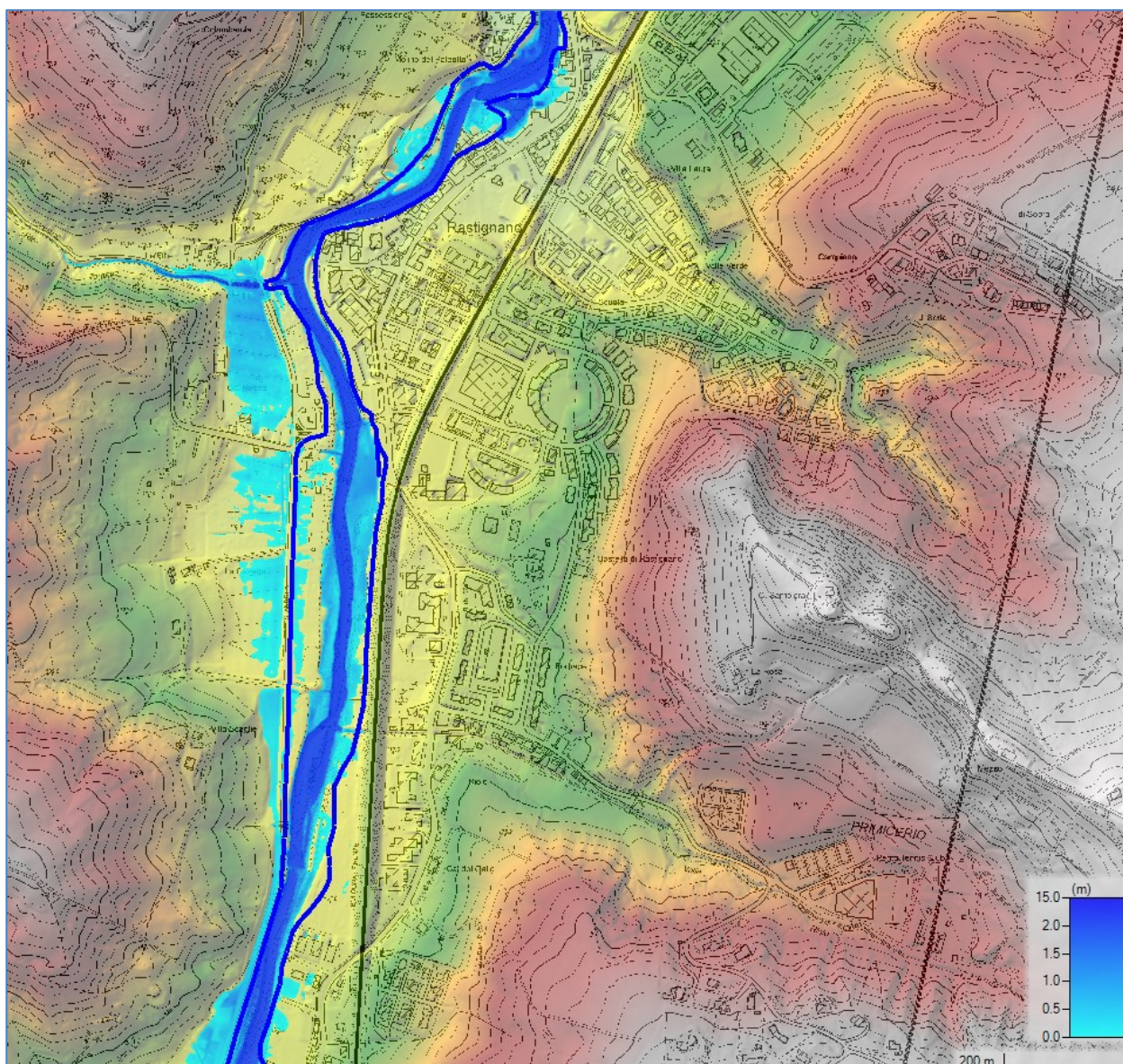


Fig. 44 Torrente Savena T50 9 ore: massimi tiranti idrici tra Carteria di Sesto e Rastignano (in **blu** P3 PGRA 2021)

Dalla traversa di San Ruffillo a foce Idice, il transito dell'evento T50 è generalmente confinato da limiti morfologici netti, tuttavia laddove la pressione antropica raggiunge le sponde si palesano alcune situazioni di pericolosità:

- tra il ponte pedonale di via Benassi e il ponte di via S. Ruffillo, le pertinenze e gli edifici prospicienti il corso d'acqua possono essere coinvolti;
- alcune abitazioni in destra, a monte dell'attraversamento della linea ferroviaria BO-AN sono interessate dalle esondazioni.

7.3.1.4 *Torrente Quaderna*

Il Quaderna, in corrispondenza dello sbocco in pianura, determina le prime criticità a monte della via Emilia, in località Osteria Grande, dove gli insediamenti a ridosso del corpo idrico sono inondabili già per eventi frequenti.

Tra la via Emilia e la A14, i deflussi dell'evento T50 interessano i piani golenali; le esondazioni in corrispondenza di Santa Maria della Quaderna diventano impattanti coinvolgendo in sinistra l'intera zona industriale (cfr. Fig. 45)

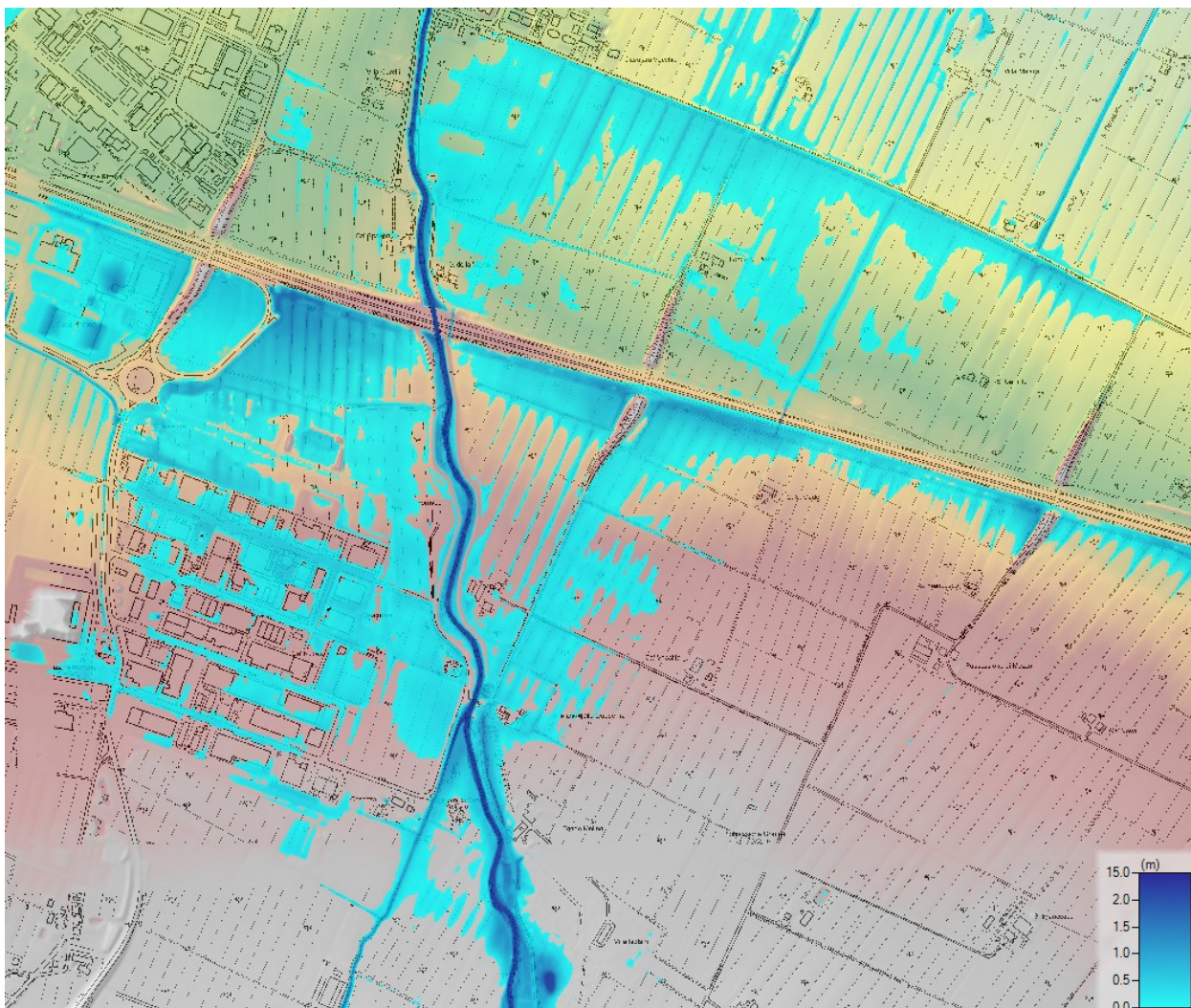


Fig. 45 Torrente Quaderna T50 9 ore: massimi tiranti idrici Santa Maria Quaderna

Anche a valle dell'A14, in località Ponte Rizzoli, in destra, le acque del Quaderna, come accaduto nei recenti eventi alluvionali, esondano in destra coinvolgendo, per l'evento T50, un ampio areale agricolo con numerose cascine comprese tra l'A14 e la SS253.

Da ponte Rizzoli verso valle il corso d'acqua è arginato con continuità, sebbene le opere classificate inizino all'interferenza con il canale Prunaro.

L'evento T50 non determina ulteriori criticità fino a confluenza Idice. Si osservi che eventi di maggior durata (12 o 18 ore) non determinano significativi incrementi delle aree inondabili ma palesano, in ragione dei maggiori volumi, un'ulteriore criticità in destra, a circa 3 km da confluenza Idice, dove i rilevati arginali sono sormontati presso la località Cascina Malvezza.

7.3.1.5 Torrente Gaiana

Il torrente Gaiana, principale affluente del Quaderna, scorre vincolato dalla morfologia fino alla via Emilia, superata la quale già l'interferenza della linea FFSS BO-AN determina a monte le prime esondazioni, ma è a valle, in località Le Due Colombare che le esondazioni si fanno più marcate in destra e sinistra.

Le principali criticità si riscontrano tuttavia a valle dell'A14, presso località Gaiana, dove il torrente riceve gli apporti del rio Rosso in sinistra e il rio Magione in destra: l'evento T50 determina esondazioni tanto in destra quanto in sinistra che si propagano nella campagna circostante.

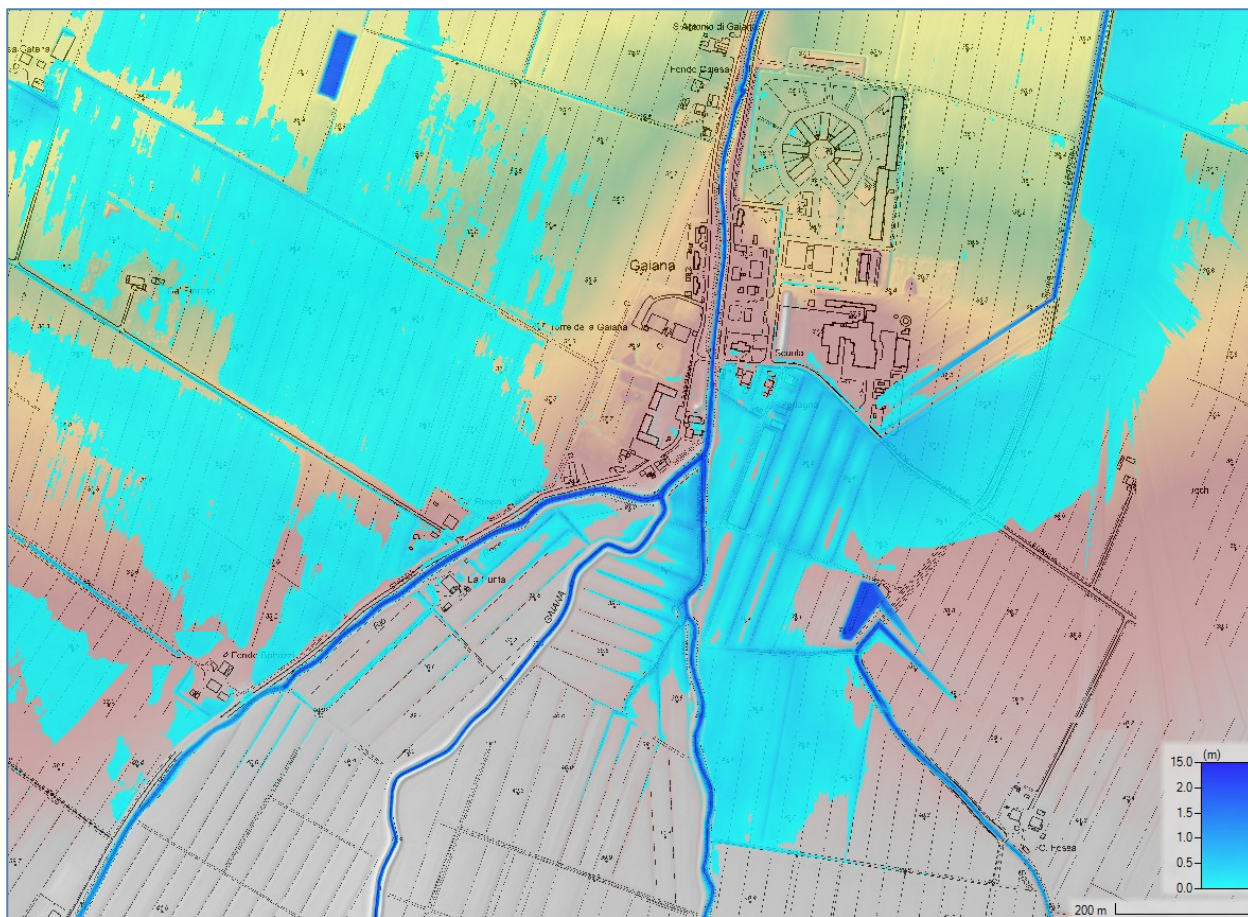


Fig. 46 Torrente Gaiana T50 9 ore: massimi tiranti idrici in località Gaiana

A valle dell'abitato di Gaiana il corso d'acqua è di fatto arginato, sebbene le opere classificate inizino al ponte di strada Cantagrillo. In questo tratto, fino a confluenza Quaderna, non si evidenziano ulteriori criticità.

7.3.2. Evento T200

7.3.2.1 Torrente Idice

Il transito dell'evento di riferimento acuisce le criticità riscontrate a Monterenzio dove anche l'areale in destra tra Idice e SP7 è interessato dalle esondazioni.

Procedendo verso valle emergono nuove criticità in particolare per i nuclei abitati tra Idice e SP7, che affianca in destra il corso d'acqua; si evidenzia il coinvolgimento delle frazioni di Rocca e San Chierico e di parte del centro di Mercatale.

Tra confluenza Zena e il ponte della Rabuina sono acuite le dinamiche già evidenti per la T50 presso i centri abitati di Idice, Castenaso e la frazione di Fiesso. Ma è tra Fiesso e il ponte della Rabuina si osservano fenomeni di esondazione molto più impattanti per l'evento T200 con propagazione della piena sui piani campagna sia in sinistra che in destra fino a interessare pienamente il centro di Budrio.

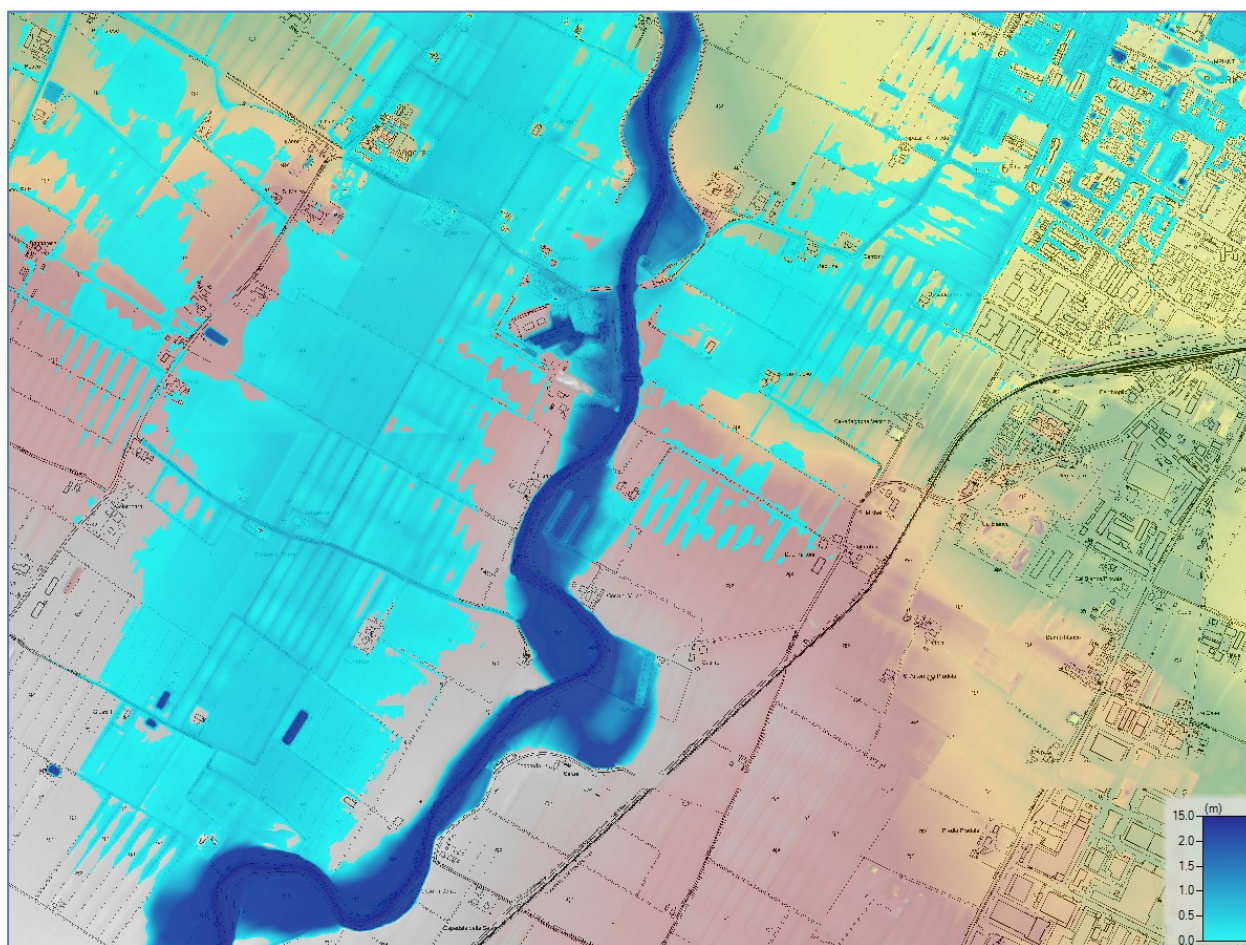


Fig. 47 Torrente Idice T200 9 ore: massimi tiranti idrici presso il ponte della Rabuina

L'evento T200 a Castenaso presenta laminazione significativa rispetto all'evento idrologico (cfr. Fig. 48 e Fig. 49).

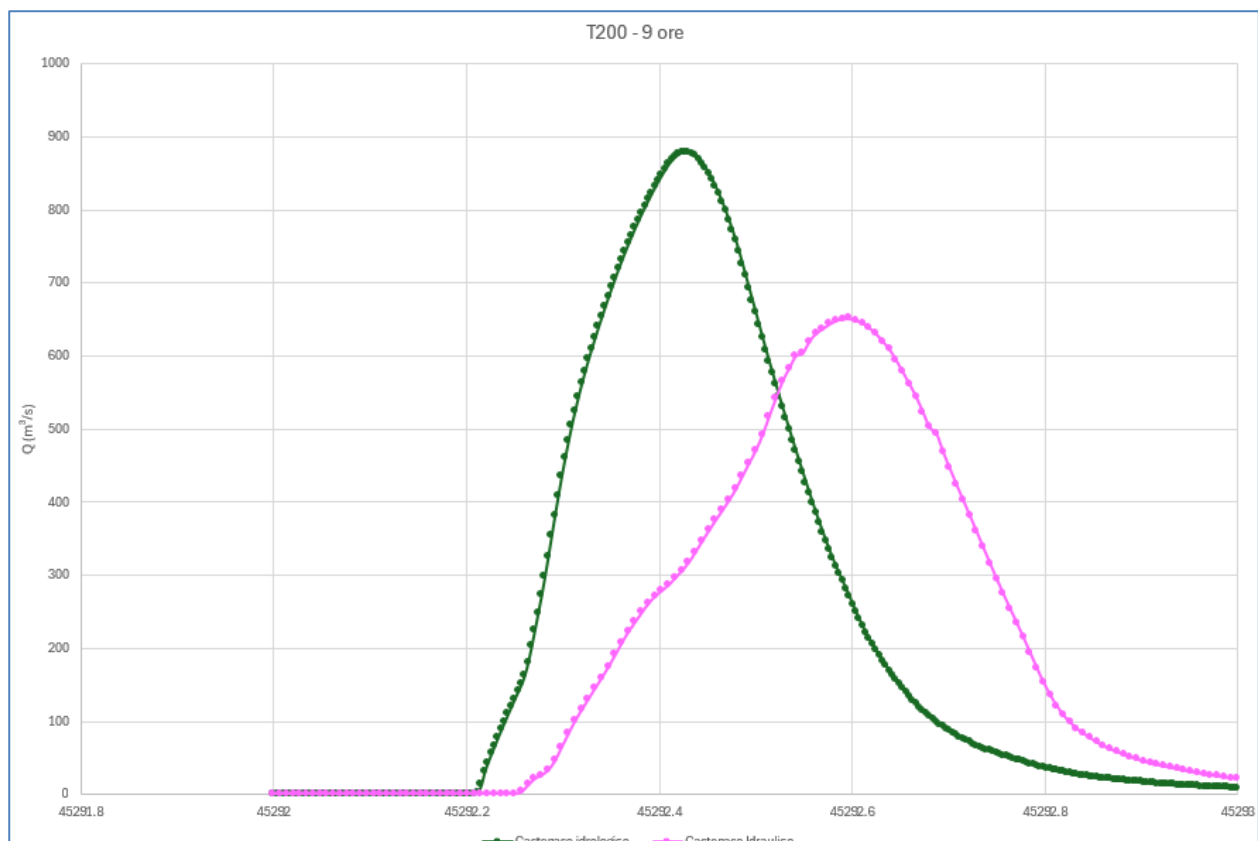


Fig. 48 Torrente Idice T200 9 ore: confronto delle portate da modello idrologico e idraulico a Castenaso

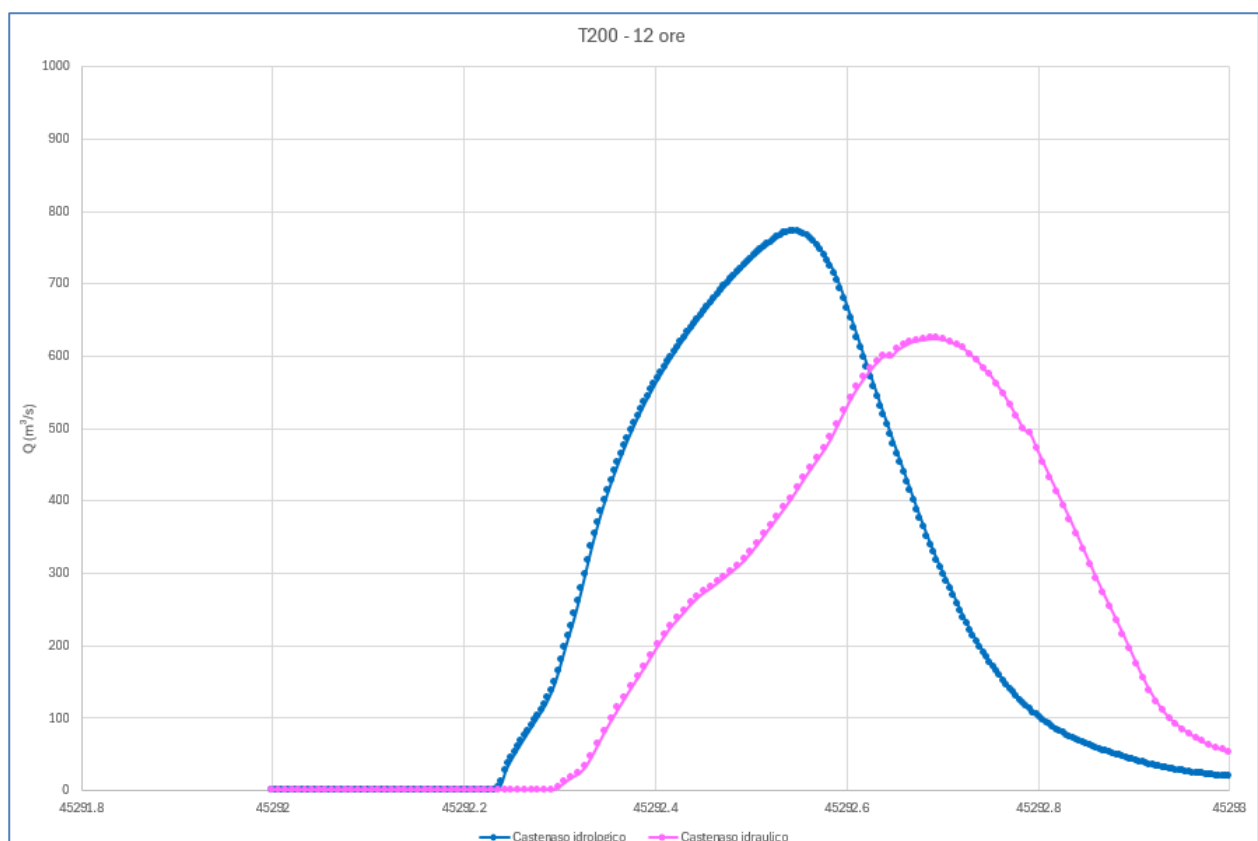


Fig. 49 Torrente Idice T200 12 ore: confronto delle portate da modello idrologico e idraulico a Castenaso

Lungo il sistema arginale di pianura il transito dell'evento T200, pur in generale ai limiti della capacità di ritenuta, determina esondazioni in tre tratti compresi tra la Motta e confluenza Quaderna: in destra presso la zona umida il Cantoncello, in sinistra poco a monte del ponte di via Boscosa e nuovamente in destra presso la punta della Barabana.

7.3.2.2 *Torrente Zena*

L'evento T50 sollecita già intensamente l'ambito fluviale fino ai limiti morfologici netti; il transito dell'evento di riferimento non altera gli areali impattati ma ne acuisce le sollecitazioni in termini di tiranti e sollecitazioni idrodinamiche.

7.3.2.3 *Torrente Savena*

Nel tratto tipicamente montano, fino a Pianoro, il transito anche di eventi severi non coinvolge aree insediate in ragione di una pressione antropica complessivamente modesta; fenomeni di instabilità planimetrica possono minacciare la viabilità di fondo valle, spesso a ridosso dell'alveo attivo in destra.

A Pianoro vecchio, in destra, l'areale insediato a monte della traversa può essere interessato dalle esondazioni al transito dell'evento di riferimento.

A Pian di Macina le dinamiche già evidenti al transito dell'evento T50 sono acuite: a monte e valle del ponte via l° Maggio in destra le acque del Savena raggiungono il piano golenale finendo per coinvolgere l'intera area industriale; anche in sinistra la viabilità e le aree retrostanti sono coinvolte a monte del ponte.

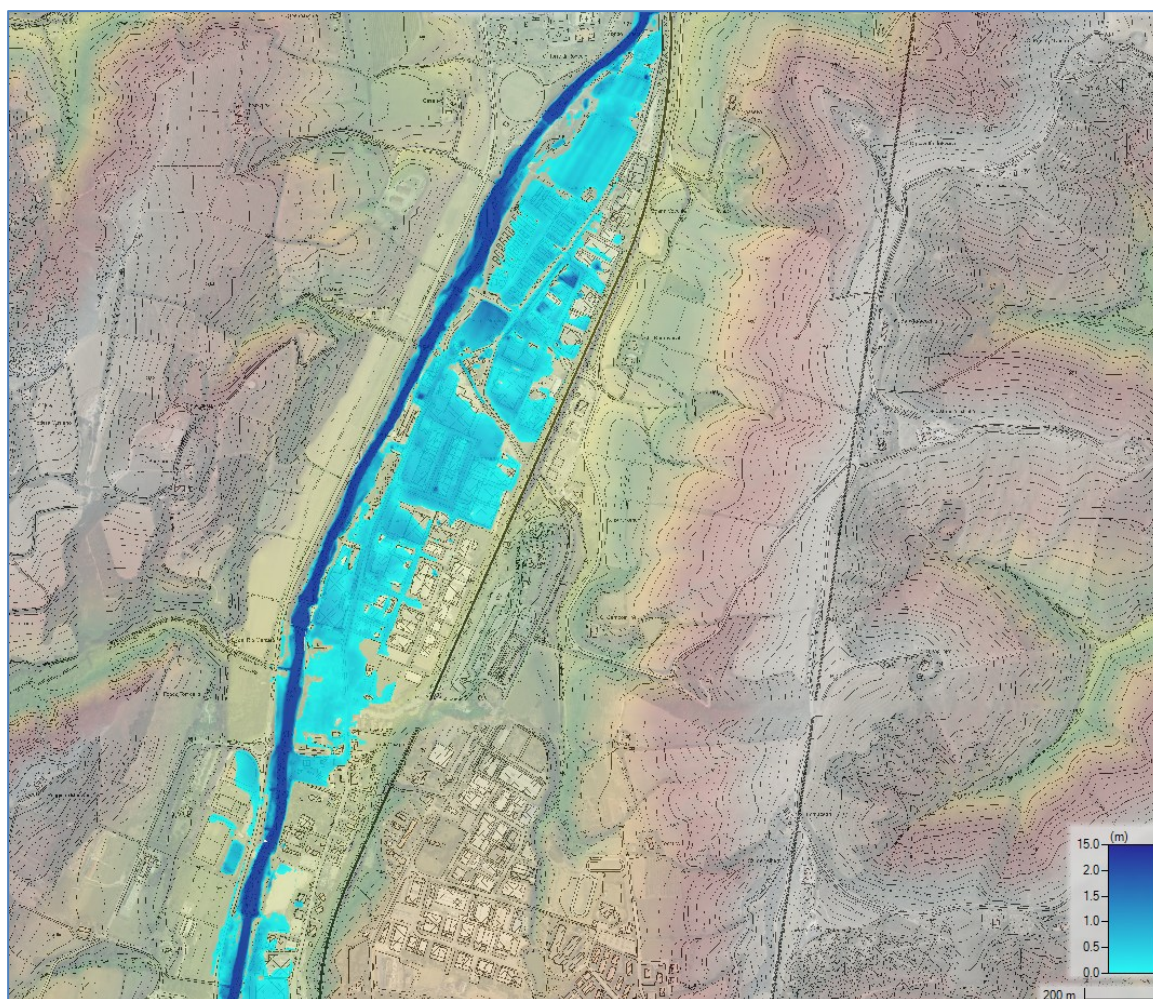


Fig. 50 Torrente Savena T200 9 ore: massimi tiranti idrici a Pian di Macina

Procedendo verso valle sono accentuate le criticità riscontrate già per eventi più frequenti presso Carteria di Sesto (con il coinvolgimento della viabilità in sinistra e degli areali retrostanti tra strada e versante) e Rastignano (a monte del ponte del Paleotto in destra).

A monte della traversa di San Ruffillo, in destra, il sistema difensivo esistente è inadeguato al contenimento dei livelli con il coinvolgimento rilevante della porzione di abitato tra corso d'acqua e strada della Futa.

A Ponticella sono acute, in destra, le criticità tra il ponte pedonale di via Benassi e il ponte di via S. Ruffillo; a monte dell'attraversamento della linea ferroviaria BO-AN e tra linea ferroviaria e A14 si osservano i maggiori impatti al transito dell'evento T200 con le esondazioni che raggiungono in piani golenali in destra finendo per coinvolgere gli svincoli nord e sud della tangenziale e tutti gli insediamenti presenti nell'areale (cfr Fig. 51).

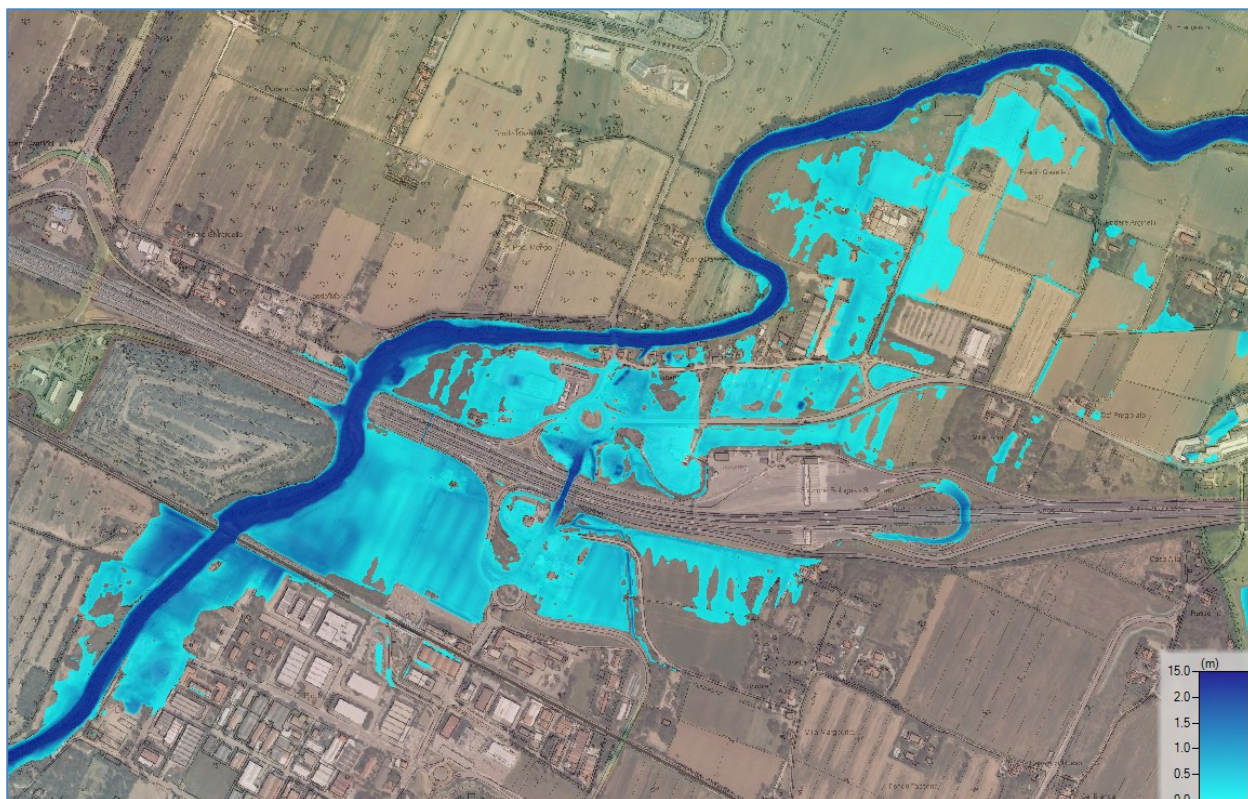


Fig. 51 Torrente Savena T200 9 ore: massimi tiranti idrici a confluenza Idice

7.3.2.4 Torrente Quaderna

Il transito dell'evento di riferimento T200 intensifica le criticità già evidenti per eventi più frequenti:

- a monte del ponte della via Emilia le abitazioni prospicienti il corso d'acqua, in sinistra in particolare, sono interessate da tiranti rilevanti;
- tra la via Emilia e Santa Maria della Quaderna il corso d'acqua coinvolge le fasce golenali ma la morfologia aiuta ancora a limitare le esondazioni;
- a Santa Maria della Quaderna, ricevuti gli apporti del rio Gorgara, le esondazioni, in particolare in sinistra, diventano marcate coinvolgendo l'intera area industriale a monte e a valle dell'asse autostradale;
- anche tra l'A14 e Ponte Rizzoli, in destra, le acque del Quaderna raggiungono il piano campagna circostante e, pur con tiranti modesti, impattano una significativa area, per lo più interessata da coltivi.

Ricevuto l'apporto del rio Marzano, in località La Fornace, il Quaderna procede verso valle arginato e per un lungo tratto, fino al CER, non palesa criticità in ragione delle esondazioni di monte. Negli ultimi 10 km,

eventi di pioggia di lunga durata (12-18 ore) evidenziano sormonti sia nel cuneo di confluenza Quaderna-Gaiana che più a valle in località Cascina Malvezza (analogamente all'evento T50) e presso la punta della Barabana, in confluenza Idice.

7.3.2.5 *Torrente Gaiana*

Il transito dell'evento T200 accentua le dinamiche già chiare nell'evento T50, in particolare:

- tra la linea ferroviaria e l'A14, in località *Le Due Colombare*, gli insediamenti prospicienti il corso d'acqua sono interessati dalle esondazioni sia in destra che in sinistra;
- in località Gaiana marcate esondazioni si evidenziano lungo entrambe le sponde, coinvolgendo areali estesi prevalentemente agricoli e con tiranti modesti.

7.3.3. Evento T500

7.3.3.1 Torrente Idice

Il tratto appenninico dell'Idice, da Bisano a confluenza Zena, presenta, complessivamente, dinamiche analoghe all'evento T200 in relazione agli areali coinvolti, con maggiori sollecitazioni in termini di tiranti e velocità. L'abitato di Monterenzio palesa criticità crescenti in destra tra corso d'acqua e versanti. Procedendo verso valle si acuiscono gli impatti nei centri di Idice e Castenaso; a monte del ponte della Rabuina le esondazioni sono accentuate dai maggiori volumi dell'evento, in particolare in sinistra, dove l'areale tra Minerbio, Baricella e Mezzolara è impattato in modo significativo. Lungo il tratto arginato si confermano analoghe dinamiche rispetto all'evento T200.

7.3.3.2 Torrente Zena

Eventi anche molto gravosi non modificano significativamente l'areale impattato già dalla T50 (cfr. Fig. 52 e Fig. 53), sebbene gli effetti su abitati e infrastrutture siano acuiti da tiranti maggiori e velocità più intense.

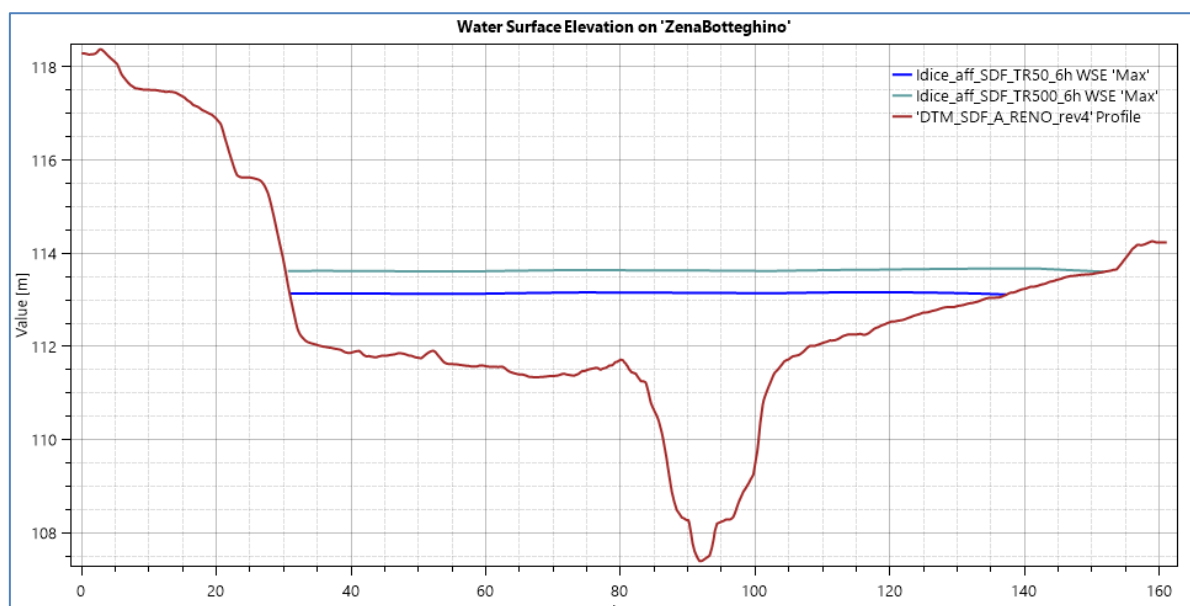


Fig. 52 Torrente Zena T50 e T500 6 ore: massimi tiranti in località Botteghino di Zocca

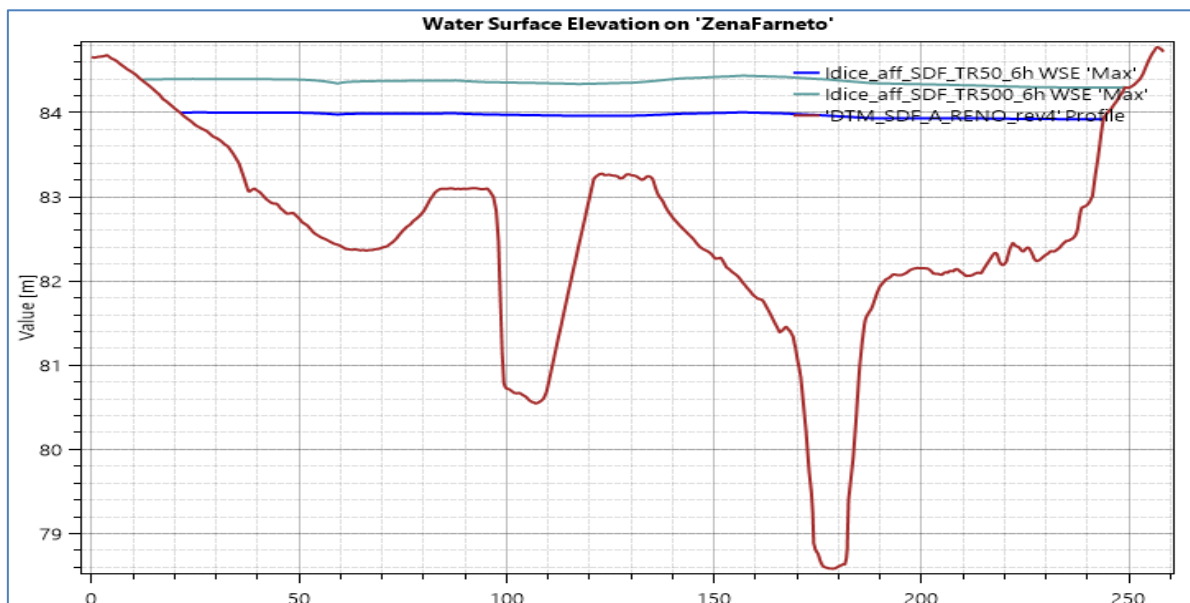


Fig. 53 Torrente Zena T50 e T500 6 ore: massimi tiranti in località Farneto

7.3.3.3 Torrente Savena

L'evento T500 accentua alcune delle dinamiche già chiare per l'evento T200, in particolare:

- a monte del ponte del Paleotto, in destra, i livelli raggiungono la SS65 della Futa coinvolgendo i diversi edifici presenti tra corso d'acqua e viabilità;
- tra il ponte della via Emilia e la A14 le esondazioni sono marcate in sinistra e ancor di più in destra, dove coinvolgono i quartieri prospicienti il corso d'acqua, gli svincoli sud e nord della tangenziale e l'intera frazione di Caselle.

7.3.3.4 Torrente Quaderna

Le dinamiche di esondazione del Quaderna e del suo affluente Gaiana sono analoghe all'evento T200; gli areali impattati sono acuiti dai maggiori volumi, in particolare in sinistra Quaderna tra Prunaro e la SS253 Bis e nel cuneo di confluenza tra i due corsi d'acqua.

7.4 Valutazioni dei franchi dei ponti rispetto alla piena di riferimento

Nel seguito sono illustrate, nelle condizioni attuali, 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. 13.

Si evidenzia che per i ponti ad arco, il franco è stato valutato rispetto alla quota minima sia della chiave che dell'appoggio dell'arco sulla pila. Questo non rappresenta quindi il valore di franco così come definito da normativa (distanza tra la quota idrometrica e la quota di intradosso del ponte sui 2/3 della luce).

Tab. 13 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
-----------	-------------------	--------------------	---------------------	----------------------	-------------

7.4.1. Torrente Idice

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

In questo ambito, da Bisano (Monterenzio) a Budrio (via Rabuina), si è fatto riferimento all'evento T200 anni ed in particolare all'involuppo 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 seguente Tab. 14.

7.4.1.2 Tratto arginato di pianura

Nel tratto arginato di pianura, da Budrio (Ponte del Dritto) a confluenza Reno, si è fatto riferimento, nella valutazione dei franchi idraulici, alle portate compatibili individuate per i singoli tratti omogenei definite in Tab. 10

I livelli idrici sono i massimi riscontrabili, per la portata compatibile del tratto specifico, nella sezione immediatamente a monte del ponte.

I franchi idraulici ottenuti sono riportati nella seguente Tab. 15.

Tab. 14 Torrente Idice da Bisano a Budrio (via Rabuina): attraversamenti e franchi idraulici T200

<i>ID</i>	<i>ID Ponte</i>	<i>Comune</i>	<i>H200 (m s.m.)</i>	<i>Tipologia ponte</i>	<i>H chiave (m s.m.)</i>	<i>H appoggio min (m s.m.)</i>	<i>FR chiave (m)</i>	<i>FR appoggio (m)</i>	<i>Note</i>
IDIN0005	SP7 via Idice (Campolungo)	Monterenzio	240.33	ad arco	246.25	243.17	5.92	2.84	
IDIN0006	via Campagne (Savazza)	Monterenzio	225.79	intradosso piano	226.93	226.93	1.14	1.14	
IDIN0007	Pedonale via Idice (La Stella)	Monterenzio	214.59	intradosso piano	214.21	214.21	-0.38	-0.38	Estradosso a 214.72 m s.m.
IDIN0008	via Olgnano	Monterenzio	206.94	intradosso piano	207.32	207.32	0.38	0.38	
IDIN0009	via Rocchetta	Monterenzio	201.35	intradosso piano	200.86	200.86	-0.49	-0.49	Estradosso a 202.09 m s.m.
IDIN0012	C. dei Sabatini-La Rocca	Monterenzio	189.42	intradosso piano	189.05	189.05	-0.37	-0.37	Estradosso a 190.97 m s.m.
IDIN0013	SP7 via Idice (Mulino)	Monterenzio	179.04	ad arco	185.19	181.8	6.15	2.76	
IDIN0014	via del Pino Ca di Bozzone	Monterenzio	170.73	intradosso piano	172.6	172.6	1.87	1.87	
IDIN0015	SP7 via Idice-Ca di Bozzone	Monterenzio	166.27	ad arco	170.9	168.75	4.63	2.48	
IDIN0016	via San Chierico	Monterenzio	152.54	intradosso inclinato	153.6	153.06	1.06	0.52	
IDIN0018	via del Grigio (Noce)	Ozzano dell'Emilia	133.44	intradosso inclinato	133.97	133.88	0.53	0.44	
IDIN0019	Pedonale (Osteriola)	Ozzano dell'Emilia	122.45	ad arco	124.36	123.95	1.91	1.50	
IDIN0020	via San Leo (Mercatale)	Ozzano dell'Emilia	116.41	intradosso piano	117.35	117.35	0.94	0.94	
IDIN0022	Pedonale Roncatello	San Lazzaro di Savena	84.83	intradosso inclinato	86.71	86.15	1.88	1.32	
IDIN0023	via Pedagna (Pizzocalvo)	San Lazzaro di Savena	67.63	intradosso inclinato	68.22	68.06	0.59	0.43	
IDIN0024	via Palazzetti (Pizzocalvo)	San Lazzaro di Savena	66.96	intradosso inclinato	69.85	68.96	2.89	2.00	
IDIN0025	SS9 via Emilia	San Lazzaro di Savena	57.7	ad arco	60.89	56.67	3.19	-1.03	
IDIN0026	FFSS Bologna-Otranto	San Lazzaro di Savena	52.64	ad arco	55.61	53.23	2.97	0.59	
IDIN0027	A14	San Lazzaro di Savena	44.23	intradosso inclinato	49.42	49.18	5.19	4.95	
IDIN0028	SP31 (Borgatella)	San Lazzaro di Savena	43.09	intradosso piano	44.07	44.07	0.98	0.98	
IDIN0029	SP253 (Castenaso)	Castenaso	38.24	intradosso piano	39.05	39.05	0.81	0.81	
IDIN0031	via P.C.S.Nasica	Castenaso	37.48	intradosso piano	37.37	37.37	-0.11	-0.11	Estradosso a 39.32 m s.m.
IDIN0033	Pedonale Castenaso2	Castenaso	36.8	intradosso piano	37.55	37.55	0.75	0.75	
IDIN0034	Pedonale Pedagna	Castenaso	34.93	intradosso inclinato	34.06	33.2	-0.87	-1.73	Estradosso a 34.03, sormontato
IDIN0035	via Rabuina	Budrio	29.18	ad arco	29.39	29.25	0.21	0.07	

Tab. 15 Torrente Idice da Budrio (Ponte del Dritto) a foce Reno: attraversamenti e franchi idraulici rispetto alla portata compatibile dei singoli tratti (scenario Ks uso suolo)

<i>ID</i>	<i>ID Ponte</i>	<i>Comune</i>	<i>Q comp. (m³/s)</i>	<i>H comp. (m s.m.)</i>	<i>Tipologia ponte</i>	<i>H chiave (m s.m.)</i>	<i>H appoggio min (m s.m.)</i>	<i>FR chiave (m)</i>	<i>FR appoggio (m)</i>	<i>Note</i>
IDIN0036	Ponte del Dritto	Budrio	510	26.77	intradosso piano	28.03	28.03	1.26	1.26	
IDIN0037	Ponte SP3 Trasversale di pianura	Budrio	510	25.31	ad arco	28.7	27.4	3.39	2.09	
IDIN0038	Ponte Via Pieve	Budrio	430	25.11	intradosso piano	25.51	25.51	0.40	0.40	
IDIN0039	Ponte dell'Ercolana FS (Mezzolara)	Budrio	430	21.08	intradosso piano	21.87	21.87	0.79	0.79	
IDIN0041	Ponte Via Boscosa (Molinella)	Molinella	270	17.25	intradosso piano	18.75	18.75	1.50	1.50	
IDIN0042	Ponte SP29 Via dell'Idice (S Antonio)	Medicina	270	15.34	ad arco	15.4	14.4	0.06	-0.94	
IDIN0043	Ponte SP38 Via Cardinala (Campotto)	Argenta	190	12.63	ad arco	13.8	12.9	1.17	0.27	

7.4.2. *Torrente Zena*

Nel tratto oggetto di studio, da Botteghino di Zocca a confluenza Idice, si è fatto riferimento all'evento T200 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 seguente Tab. 16.

Tab. 16 Torrente Zena da Botteghino di Zocca a confluenza Idice: attraversamenti e franchi idraulici T200

<i>ID</i>	<i>ID Ponte</i>	<i>Comune</i>	<i>H200 (m s.m.)</i>	<i>Tipologia ponte</i>	<i>H chiave (m s.m.)</i>	<i>H appoggio min (m s.m.)</i>	<i>FR chiave (m)</i>	<i>FR appoggio (m)</i>	<i>Note</i>
ZEIN0002	Botteghino di Zocca (S.Isidoro)	Pianoro	121.36	intradosso piano	119.96	119.96	-1.40	-1.40	Estradosso a 120.96, sormontato
ZEIN0003	Via Volontari del sangue	Pianoro	117.41	intradosso piano	117.17	117.17	-0.24	-0.24	
ZEIN0004	Pedonale (Parco delle Querce Botteghino di Zocca)1	Pianoro	116.89	intradosso piano	116.31	116.31	-0.58	-0.58	Estradosso a 116.46, sormontato
ZEIN0005	Pedonale (Parco delle Querce Botteghino di Zocca)2	Pianoro	116.19	intradosso piano	115	115	-1.19	-1.19	Estradosso a 115.83, sormontato
ZEIN0006	Via delle Calvane	Pianoro	114.95	intradosso piano	112.9	112.9	-2.05	-2.05	Estradosso a 113.90, sormontato
ZEIN0007	Pedonale (Botteghino di Zocca)	Pianoro	113.22	intradosso piano	111.16	111.16	-2.06	-2.06	Estradosso a 111.92, sormontato
ZEIN0008	SP36 (Botteghino Colonna)1	Pianoro	108.3	ad arco	105.94	105.34	-2.36	-2.96	Estradosso a 107.14, sormontato
ZEIN0009	SP36 (Botteghino Colonna)2	Pianoro	107.51	ad arco	105.13	104.53	-2.38	-2.98	Estradosso a 106.33, sormontato
ZEIN0010	Ca' Nuova di Zurla	Pianoro	104.14	intradosso piano	101.26	101.26	-2.88	-2.88	Estradosso a 102.36, sormontato
ZEIN0011	SP36 via Zena (Villa Nadia)	Pianoro	92.78	ad arco	93.28	91.43	0.50	-1.35	
ZEIN0012	Colombarola	Pianoro-San Lazzaro di Savena	89.68	intradosso inclinato	87.55	87.4	-2.13	-2.28	Estradosso a 88.79, sormontato
ZEIN0013	SP36 via Zena (Farneto)	San Lazzaro di Savena	84.11	ad arco	82.75	81.44	-1.36	-2.67	Estradosso a 83.74, sormontato
ZEIN0015	via Sant'Antonio	San Lazzaro di Savena	79.86	intradosso piano	79.2	79.2	-0.66	-0.66	Estradosso a 80.25 m s.m.
ZEIN0016	via Romanina (Zena di Sopra)	San Lazzaro di Savena	77.4	intradosso piano	76.11	76.11	-1.29	-1.29	Estradosso a 77.25, sormontato
ZEIN0017	via Fondè (Madonna di Pizzocalvo)	San Lazzaro di Savena	67.79	ad arco	67.42	65.97	-0.37	-1.82	Estradosso a 68.50 m s.m.

7.4.3. *Torrente Savena*

Nel tratto oggetto di studio, dal ponte sulla SP59 tra i comuni di Monzuno e Loiano fino a confluenza Idice, si è fatto riferimento all'evento T200 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 seguente Tab. 17.

Tab. 17 Torrente Savena dal Ponte sulla SP59 tra i comuni di Monzuno e Loiano fino a confluenza Idice: attraversamenti e franchi idraulici T200

ID	ID Ponte	Comune	H200 (m s.m.)	Tipologia ponte	H chiave (m s.m.)	H appoggio min (m s.m.)	FR chiave (m)	FR appoggio (m)	Note
SNIN0002	Ponte frantoio Italcave srl	Monzuno-Loiano	314.51	intradosso piano	315.9	315.9	1.39	1.39	
SNIN0005	Ponte per Brento	Pianoro	191.61	intradosso inclinato	195.86	194.96	4.25	3.35	
SNIN0006	via Pietro Nenni	Pianoro	168.86	intradosso piano	171.24	171.24	2.38	2.38	
SNIN0007	Pedonale	Pianoro	168.28	ad arco	172.4	170.7	4.12	2.42	
SNIN0008	FFSS Bologna-Firenze	Pianoro	164.53	ad arco	171.15	166.83	6.62	2.30	
SNIN0009	via del Savena	Pianoro	152.15	intradosso piano	157.57	157.57	5.42	5.42	
SNIN0010	Ciclo-pedonale	Pianoro	142.51	ad arco	145.27	142.87	2.76	0.36	
SNIN0011	via I Maggio	Pianoro	141.38	ad arco	143.32	140.29	1.94	-1.09	
SNIN0012	Ciclo-pedonale - Borgo nuovo Pianoro	Pianoro	128.85	intradosso piano	131.8	131.8	2.95	2.95	
SNIN0013	Ponte della Boaria	Pianoro	128.01	intradosso piano	129.24	129.24	1.23	1.23	
SNIN0014	Ponte per Camponuovo-Sesto	Pianoro	117.56	intradosso piano	118.27	118.27	0.71	0.71	
SNIN0015	Ciclo-pedonale-Sesto	Pianoro	111.89	ad arco	112.97	112.44	1.08	0.55	
SNIN0016	Ponte di Rastignano	Pianoro	102.95	intradosso inclinato	102.34	101.77	-0.61	-1.18	Estradosso a 103.24 m s.m.
SNIN0017	Bailey via Paleotto	Pianoro	96.66	intradosso inclinato	98.3	97.05	1.64	0.39	
SNIN0018	Ciclo-pedonale Rastignano	Pianoro	96.43	ad arco	96.95	93.5	0.52	-2.93	
SNIN0020	SS65	Bologna	83.78	ad arco	88.49	84.98	4.71	1.20	
SNIN0021	FFSS Bologna-Firenze	Bologna	81.15	ad arco	92	85.36	10.85	4.21	
SNIN0022	Ponte per Rastignano	Bologna	79.14	ad arco	87.28	86	8.14	6.86	
SNIN0023	FFSS AV Bologna-Firenze	Bologna	78.01	intradosso inclinato	81.08	80.06	3.07	2.05	
SNIN0035	Pedonale (presso via Benassi)	Bologna	74.54	intradosso piano	72.67	72.67	-1.87	-1.87	Estradosso a 72.91, sormontato
SNIN0024	via S.Ruffilio	Bologna	71.97	ad arco	73.57	70.8	1.60	-1.17	
SNIN0025	viale Lungo Savena1	Bologna	70.94	intradosso inclinato	72.12	72.02	1.18	1.08	
SNIN0026	viale Lungo Savena2	Bologna	67.9	intradosso piano	69.26	69.26	1.36	1.36	
SNIN0027	via Altura	Bologna	66	intradosso inclinato	71.19	68.98	5.19	2.98	
SNIN0028	Ciclo-pedonale via Giordani	Bologna	64.53	ad arco	66.38	65.45	1.85	0.92	
SNIN0029	SS9 via Emilia	Bologna	62.23	intradosso piano	62.6	62.6	0.37	0.37	
SNIN0030	FFSS Bologna-Rimini	Bologna	54.04	intradosso piano	55.87	55.87	1.83	1.83	
SNIN0031	Tangenziale di Bologna	Bologna	53.01	intradosso piano	53.25	53.25	0.24	0.24	
SNIN0034	via Caselle	San Lazzaro di Savena	49.92	intradosso piano	51.33	51.33	1.41	1.41	

7.4.4. Torrente Quaderna

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

In questo ambito, da Palesio fino al Ponte SP253 tra i comuni di Medicina e Budrio, si è fatto riferimento all'evento T200 anni ed in particolare all'involuppo 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 seguente Tab. 18.

7.4.4.2 Tratto arginato di pianura

Nel tratto arginato di pianura, dal Ponte SP 253 tra i comuni di Medicina e Budrio a confluenza Idice, si è fatto riferimento, nella valutazione dei franchi idraulici, alle portate compatibili individuate per i singoli tratti omogenei definite in Tab. 11.

I livelli idrici sono i massimi riscontrabili, per la portata compatibile del tratto specifico, nella sezione immediatamente a monte del ponte.

I franchi idraulici ottenuti sono riportati nella seguente Tab. 19.

Tab. 18 Torrente Quaderna da Palesio fino al Ponte SP 253 tra i comuni di Medicina e Budrio: attraversamenti e franchi idraulici T200

<i>ID</i>	<i>ID Ponte</i>	<i>Comune</i>	<i>H200 (m s.m.)</i>	<i>Tipologia ponte</i>	<i>H chiave (m s.m.)</i>	<i>H appoggio min (m s.m.)</i>	<i>FR chiave (m)</i>	<i>FR appoggio (m)</i>	<i>Note</i>
QUIN0003	Ponte SS9 Via Emilia	Castel San Pietro Terme	65.34	ad arco	65.08	62.54	-0.26	-2.80	Estradosso a 66.34 m s.m.
QUIN0004	Ponte via Stradello I Maggio	Ozzano dell'Emilia	57.77	intradosso piano	58.09	58.09	0.32	0.32	
QUIN0005	Ponte FFSS Bologna-Rimini	Ozzano dell'Emilia	56.34	intradosso piano	57.09	57.09	0.75	0.75	
QUIN0006	Ponte Via Bertella	Ozzano dell'Emilia	49.03	intradosso piano	48.13	48.13	-0.90	-0.90	Estradosso a 49.51 m s.m.
QUIN0007	Ponte A14	Ozzano dell'Emilia	45.63	intradosso piano	46.3	46.3	0.67	0.67	
QUIN0008	Ponte SP31	Ozzano dell'Emilia	42.58	intradosso piano	42.78	42.78	0.20	0.20	
QUIN0009	Ponte SP48	Ozzano dell'Emilia	37.17	ad arco	38.35	36.84	1.18	-0.33	
QUIN0010	Ponte a Pedagna	Budrio-Ozzano dell'Emilia	34.13	intradosso piano	35.18	35.18	1.05	1.05	
QUIN0011	Ponte SP253	Budrio-Medicina	28.49	intradosso piano	30.25	30.25	1.76	1.76	

Tab. 19 Torrente Quaderna dal Ponte SP253 tra i comuni di Medicina e Budrio a confluenza Idice: attraversamenti e franchi idraulici rispetto alla portata compatibile dei singoli tratti (scenario Ks uso suolo)

<i>ID</i>	<i>ID Ponte</i>	<i>Comune</i>	<i>Q comp. (m³/s)</i>	<i>H comp. (m s.m.)</i>	<i>Tipologia ponte</i>	<i>H chiave (m s.m.)</i>	<i>H appoggio min (m s.m.)</i>	<i>FR chiave (m)</i>	<i>FR appoggio (m)</i>	<i>Note</i>
QUIN0012	Ponte SP3	Medicina	50	23.57	intradosso piano	23.63	23.63	0.06	0.06	
QUIN0017	Passerella Pedonale	Medicina	50	18.31	intradosso piano	19.7	19.7	1.39	1.39	
QUIN0013	Ponte del Massarolo	Medicina	120	19.57	intradosso piano	19.04	19.04	-0.53	-0.53	Estradosso a 20.60 m s.m.
QUIN0014	Ponticello Via Conserva	Molinella-Medicina	120	17.46	intradosso piano	20.17	20.17	2.71	2.71	
QUIN0018	Passerella Pedonale	Medicina	120	16	intradosso piano	16.8	16.8	0.80	0.80	

7.4.5. Torrente Gaiana

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

In questo ambito, da Loc. Molinetto al ponte di via Cantagrillo, si è fatto riferimento all'evento T200 anni ed in particolare all'involuppo 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 seguente Tab. 20.

7.4.5.2 Tratto arginato di pianura

Nel tratto arginato di pianura, dal ponte di via Cantagrillo a confluenza Quaderna, si è fatto riferimento, nella valutazione dei franchi idraulici, alle portate compatibili individuate per i singoli tratti omogenei definite in Tab. 12.

I livelli idrici sono i massimi riscontrabili, per la portata compatibile del tratto specifico, nella sezione immediatamente a monte del ponte.

I franchi idraulici ottenuti sono riportati nella seguente Tab. 21.

Tab. 20 Torrente Gaiana da Loc. Molinetto al ponte di via Cantagrillo: attraversamenti e franchi idraulici T200

<i>ID</i>	<i>ID Ponte</i>	<i>Comune</i>	<i>H200 (m s.m.)</i>	<i>Tipologia ponte</i>	<i>H chiave (m s.m.)</i>	<i>H appoggio min (m s.m.)</i>	<i>FR chiave (m)</i>	<i>FR appoggio (m)</i>	<i>Note</i>
GHIN0001	Ponte Via Conventino	Castel San Pietro Terme	70.8	ad arco	82.35	82.16	11.55	11.36	
GHIN0002	Ponte (Coccapane)	Castel San Pietro Terme	62.47	intradosso inclinato	69.55	69.46	7.08	6.99	
GHIN0003	Ponte SS9 Via Emilia (Ponte del Diavolo)	Castel San Pietro Terme	60.41	ad arco	65.88	64.32	5.47	3.91	
GHIN0004	Ponte (Lombarda)	Castel San Pietro Terme	57.11	intradosso piano	59.69	59.69	2.58	2.58	
GHIN0005	Ponte via Emilia (Braiola di Sopra)	Castel San Pietro Terme	55.64	intradosso piano	55.58	55.58	-0.06	-0.06	Estradosso a 56.73 m s.m.
GHIN0006	Ponte FFSS Bologna-Otranto	Castel San Pietro Terme	53.06	ad arco	55.75	54.21	2.69	1.15	
GHIN0007	Ponte (San Biagio)	Castel San Pietro Terme	53.06	intradosso piano	51.22	51.22	-1.84	-1.84	Estradosso a 51.47, sormontato
GHIN0008	Ponte (Le due colombari)	Castel San Pietro Terme	47.6	intradosso piano	46.59	46.59	-1.01	-1.01	Estradosso a 47.37, sormontato
GHIN0009	Ponte (Le due colombari)	Castel San Pietro Terme	47.11	intradosso piano	46.59	46.59	-0.52	-0.52	Estradosso a 47.14 m s.m.
GHIN0010	Ponte A14	Castel San Pietro Terme	44.55	intradosso inclinato	43.57	43.08	-0.98	-1.47	Estradosso a 44.06 m s.m.
GHIN0011	Ponte (San Lorenzo)	Castel San Pietro Terme	43.97	intradosso piano	44.9	44.9	0.93	0.93	
GHIN0012	Ponte (Gaiana)	Castel San Pietro Terme	37.61	intradosso piano	38.25	38.25	0.64	0.64	
GHIN0013	Ponte Str. Comunale Cantagrillo	Medicina	31.75	intradosso inclinato	32.53	32.27	0.78	0.52	

Tab. 21 Torrente Gaiana dal ponte di via Cantagrillo a confluenza Quaderna: attraversamenti e franchi idraulici rispetto alla portata compatibile dei singoli tratti (scenario Ks uso suolo)

<i>ID</i>	<i>ID Ponte</i>	<i>Comune</i>	<i>Q comp. (m³/s)</i>	<i>H comp. (m s.m.)</i>	<i>Tipologia ponte</i>	<i>H chiave (m s.m.)</i>	<i>H appoggio min (m s.m.)</i>	<i>FR chiave (m)</i>	<i>FR appoggio (m)</i>	<i>Note</i>
GHIN0014	Ponte SP253 Via San Vitale Ovest	Medicina	25	25.46	intradosso piano	25.65	25.65	0.19	0.19	
GHIN0015	Ponte S Maria Maddalena	Medicina	25	24.46	intradosso piano	24.17	24.17	-0.29	-0.29	Estradosso a 25.68 m s.m.
GHIN0016	Ponte SP3 (Refrigeria di Sopra)	Medicina	25	23.68	ad arco	23.46	20.77	-0.22	-2.91	Estradosso a 24.26 m s.m.

7.5 Scenari di rotta arginale

Il modello numerico allestito è stato applicato anche nell'approfondire scenari di rotta arginale; la localizzazione delle rotte è stata definita in funzione dei seguenti criteri:

- punti di sormonto evento T50: 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 T200: 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 di ogni singola breccia è stata valutata in modo tale da ottenere un allagamento il più possibile uniforme e cautelativo del comparto, 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), prediligendo il posizionamento delle brecce 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.

Tab. 22 Localizzazione dei punti di rotta arginale simulati

ID Rotta	Corso d'acqua	Località	Comune	Criterio individuazione	Sponda
01	Gaiana	S. Ignazio	Medicina	Abitati – Villa Fontana	DX
02	Gaiana	Bianchina	Medicina	Rotta Maggio23	SX
03	Quaderna	Zona industriale. Fossatone	Medicina	Area industriale	DX
04	Quaderna	La Guardata	Budrio	Abitati	SX
05	Quaderna	Ca' Rossa Grande	Medicina	Abitati	DX
06	Quaderna	Selva Malvezzi	Molinella	Abitato-Selva Malvezzi	SX
07	Quaderna	Tenuta Viola	Molinella	Rotta Maggio23	SX
08	Quaderna	La Storta	Medicina	Sormonto T50 – Rotta Maggio23	DX
09	Idice	Rabuina	Budrio	Abitato-Budrio	DX
10	Idice	Vigorso	Budrio	Abitati	SX
11	Idice	Chiaviche del Cavedone	Budrio	Abitato-Mezzolara	SX
12	Idice	Fontazza	Molinella	Rotta Maggio23	SX
13	Idice	La Motta	Budrio	Sormonto T200-Rotta Maggio23	DX
14	Idice	Barabana	Molinella	Sormonto T200	SX
15	Idice	Punta della Barabana	Molinella	Sormonto T200	DX
16	Idice	Barabana	Molinella	Omogeneità allagamento	SX
17	Idice	La Tamarozza	Medicina	Omogeneità allagamento	SX
18	Idice	Podere Punta Mazza	Medicina	Omogeneità allagamento	DX
19	Idice	Chiavica Cardinala	Argenta	Omogeneità allagamento	SX
20	Idice	Campotto	Argenta	Omogeneità allagamento	DX

Per ogni punto di rotta sono stati simulati gli eventi T50, T200 e T500 per la durata di pioggia 18 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 inderodabili, 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.

8.1 L'assetto del torrente Idice e dei suoi affluenti

8.1.1. Torrente Idice

L'asta del torrente Idice, oggetto di delimitazione delle Fasce Fluviali e interessata dalla definizione delle linee di assetto, è compresa tra Casella e confluenza Reno, per circa 57 km. L'ambito in esame può essere suddiviso nei seguenti tratti:

- tra Casella e confluenza Zena (circa 10 km), l'Idice si sviluppa in un ambiente tipicamente appenninico dove la pressione antropica è complessivamente modesta e le dinamiche fluviali sono generalmente vincolate dai versanti;
- tra confluenza Zena e Castenaso (circa 10 km), l'Idice riceve gli apporti del Savena e l'ambito fluviale, ancora nettamente inciso rispetto ai terrazzi alti circostanti, palesa significative attività estrattive, in parte ancora in corso;
- da Castenaso al ponte della Rabuina (6 km), il contesto morfologico muta, l'Idice raggiunge la pianura e disegna una serie di meandri;
- a partire dal ponte della Rabuina, presso Budrio, l'Idice è arginato in modo continuo (argini seconda categoria) fino a confluenza Reno, circa 31 km.

8.1.1.1 Tratto tra confluenza Zena e Castenaso

In corrispondenza del centro di Idice, in destra, è prevista la realizzazione di un nuovo sistema arginale a difesa dell'abitato.

Nel tratto sono inoltre localizzati due interventi strutturali per la laminazione delle piene; in particolare:

- tra gli attraversamenti della via Emilia e della FFSS BO-AN, in sinistra, è prevista la realizzazione di una cassa di laminazione fuori linea, priva di opere di regolazione in alveo e attuata con ribassamenti del piano golenale. Il volume utile è stimato in $1.500.000 \text{ m}^3$ - $2.000.000 \text{ m}^3$; Il sistema di opere dovrà essere dimensionato per garantire a valle una portata al colmo dell'ordine di $270 \text{ m}^3/\text{s}$ al transito dell'evento di riferimento;
- a valle della confluenza del torrente Savena, in destra, è prevista la realizzazione di due casse di laminazione fuori linea, prive di opere di regolazione e attuate senza ribassamenti del piano campagna attuale. Il volume utile delle due opere è dell'ordine di 320.000 m^3 e 370.000 m^3 . Il sistema dovrà essere dimensionato per garantire a valle una portata di $535 \text{ m}^3/\text{s}$ al transito dell'evento di riferimento. Si osservi che tale portata obiettivo tiene già in considerazione la laminazione attuata dall'opera di monte.

8.1.1.2 Tratto tra Castenaso e il ponte della Rabuina

In corrispondenza di Castenaso sono previsti i seguenti interventi per il contenimento dei livelli idrici:

- in destra, al limite dell'edificato, lungo via Molino fino al ponte di via Nasica;
- in sinistra, a valle del ponte di via Nasica, inizialmente in fregio all'alveo a piene rive per poi arretrarsi lungo via Marconi.

Si prevede inoltre la realizzazione di un nuovo argine a difesa della porzione più depressa dell'abitato di Fiesso; l'arginatura si sviluppa lungo via Pedagna per poi arretrarsi dal corso d'acqua ai margini dell'edificato e raccordarsi con il rilevato di via Caduti per la libertà.

In corrispondenza del ponte della Rabuina si prevede di estendere il sistema arginato esistente verso monte sia in destra che in sinistra, in arretramento rispetto all'alveo dell'Idice, a difesa del centro di Budrio e dell'abitato di Vigorso.

8.1.1.3 Tratto arginato classificato di pianura

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

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

ID	Tratto	Q compatibile (m³/s)
1	INAIL-Riccardinaldrometro	510
2	Riccardinaldrometro-PonteMottaSP6	430
3	PonteMottaSP6-SantAntoniodrometro	270
4	SantAntoniodrometro-PonteCampotto	190
5	PonteCampotto-Reno	110

La portata limite di progetto del tratto arginato del fiume Idice è riportata in Tab. 24.

Tab. 24 Portata limite attuale e di progetto del tratto arginato del fiume Idice

ID	Tratto	Q limite attuale (m³/s)	Q limite progetto (m³/s)
1	INAIL-Riccardinaldrometro	510	510
2	Riccardinaldrometro-PonteMottaSP6	430	430
3	PonteMottaSP6-SantAntoniodrometro	270	430
4	SantAntoniodrometro-PonteCampotto	190	250
5	PonteCampotto-Reno	110	150

Si osservi che l'incremento della capacità di portata di progetto tra Ponte Motta e foce Reno è in parte determinata dall'aver fatto riferimento, nello scenario di assetto, ad analisi in moto vario e in parte dalle manovre di apertura delle chiaviche Accursi e Brocchetti, definite, in particolare, nel modo seguente:

- apertura completa Accursi al raggiungimento di una portata pari a 250 m³/s in Idice (livello prossimo a 14,50 m s.m.);
- apertura completa Brocchetti al raggiungimento di portata una portata pari a 200 m³/s in Idice (livello prossimo a 11,00 m s.m.).

Il sistema di alimentazione della cassa di colmata Idice (chiaviche Accursi, Brocchetti e Cardinala) è strategico sia mantenuto in efficienza.

All'inizio del tratto 2, il transito di portate superiori a quella limite di progetto sarà gestito attraverso la realizzazione, in destra, di un'area di esondazione controllata. L'areale massimo interessabile è limitato a sud da via Ponti, segue l'argine dello scolo Centonara per poi piegare lungo via Rondanina, costeggiare l'abitato di Selva Malvezzi e chiudere sull'argine destro di Quaderna, per circa 1400 ha complessivi. Il tratto arginale, dove sarà prevista la tracimazione controllata, dovrà essere adeguato affinché il sormonto non determini il crollo del rilevato. Le aree da destinare ad allagamento dovranno essere opportunamente confinate, in particolare sul fronte sud-ovest, così da proteggere il territorio esterno; le massime altezze dei confinamenti saranno inferiori a 2 m e dovranno essere realizzati in modo che un eventuale sormonto non induca il crollo del presidio. Eventuali insediamenti posti all'interno dell'area stessa saranno anch'essi protetti con misure locali. All'interno dell'areale potranno essere studiati sistemi di contenimento che permettano l'interessamento dell'ambito in modo progressivo e al contempo aiutino a trattenere quota parte dei volumi esondati.

8.1.2. Torrente Zena

L'asta del torrente Zena, oggetto di delimitazione delle Fasce Fluviali e interessata dalla definizione delle linee di assetto, è compresa tra Botteghino di Zocca e confluenza Idice, per circa 11 km.

Le condizioni di pericolosità attuali della val Zena sono molto gravose; già per eventi frequenti si riscontra il coinvolgimento massiccio degli abitati di Botteghino e Farneto oltre al sormonto per lunghi tratti della SP36, viabilità principale di accesso alla valle, con l'interessamento degli insediamenti diffusi tra il corpo idrico e la viabilità. Tale condizione è stata confermata dagli eventi recenti 2023 e 2024.

Le caratteristiche orografiche della vallata, molto stretta, acuiscono le criticità in corso d'evento con le acque spesso confinate dai versanti e una fitta rete di tributari che determinano un considerevole apporto di trasporto solido.

Per questo motivo, il limite della fascia B è stato generalmente posto in corrispondenza del limite morfologico della valle, anche al fine di tutelare l'uso del suolo.

In corrispondenza degli insediamenti residenziali e/o produttivi maggiormente significativi (in particolare presso i centri di Botteghino e Farneto), sono possibili interventi pubblici di mitigazione locale del rischio per gli scenari di piena maggiormente frequenti, in ragione della consistenza degli elementi esposti presenti e nel rispetto del principio di non trasferire il rischio nelle aree adiacenti e in quelle più a valle. Tale possibilità dovrà comunque essere valutata anche in relazione a misure di delocalizzazione, che sono generalmente da favorire e privilegiare.

8.1.3. Torrente Savena

L'asta del torrente Savena, oggetto di delimitazione delle Fasce Fluviali e interessata dalla definizione delle linee di assetto, è compresa tra la confluenza con il Rio Colombara (Pianoro) e confluenza in Idice, per circa 22 km complessivi.

Tra Pianoro e San Ruffillo, 15 km, il Savena si sviluppa verso nord in un fondovalle relativamente ampio caratterizzato da una pressione antropica molto elevata, in particolare in destra dove, di fatto senza soluzione di continuità, si incontrano i centri di Pianoro, Pian di Macina, Sesto, Rastignano e San Ruffillo.

Superata la traversa di San Ruffillo, il Savena piega verso nord-est in un contesto ancora fortemente antropizzato tra la periferia est della città di Bologna e l'abitato di San Lazzaro; risolte le interferenze con via Emilia, linea ferroviaria BO-AN e autostrada A14 confluisce in Idice in località Borgatella.

Nel tratto tra Pianoro e San Ruffillo sono previsti una serie di interventi funzionali al contenimento dei livelli idrici, a tutela dei centri abitati e industriali posti in sponda destra; in particolare:

- tra le due briglie a monte del ponte di Pian di Macina, ai limiti dell'area industriale;
- in corrispondenza del centro di Pian di Macina, in adiacenza all'edificato;
- a Rastignano al fine di adeguare il sistema difensivo esistente presso via del Pero;
- a Rastignano, nel tratto tra la briglia e il ponte del Paleotto, a completamento/potenziamento delle opere in corso di esecuzione;
- a monte della traversa di San Ruffillo.

Tra San Ruffillo e confluenza Idice, sono previsti una serie di interventi di contenimento dei livelli a difesa dell'abitato di San Lazzaro e del concentrico insediato presso il casello dell'A14; in particolare;

- a San Lazzaro lungo via Minarini, ai limiti dell'edificato;
- a San Lazzaro lungo via Speranza e via Cà Ricchi, ai limiti dell'edificato,
- tra l'attraversamento della linea FFSS BO-AN e l'attraversamento dell'A14 lungo edificato esistente e lo svincolo autostradale;
- tra l'attraversamento dell'A14 e il ponte di via Caselle, ai margini dell'edificato esistente.

8.1.4. Torrente Quaderna

L'asta del torrente Quaderna, oggetto di delimitazione delle Fasce Fluviali e interessata dalla definizione delle linee di assetto, è compresa tra il ponte della via Emilia (SS9), presso Osteria Grande, e confluenza Idice (24 km). L'ambito in esame può essere suddiviso nei seguenti tratti:

- tra la via Emilia e Ponte Rizzoli, circa 4 km, il Quaderna, inizialmente ancora minimamente confinato dalle ultime pendici collinari, raggiunge la pianura, a monte dell'A14;
- dalla confluenza del rio Centonara, poco a valle di Ponte Rizzoli, il Quaderna è arginato con continuità lungo entrambe le sponde (le opere idrauliche classificate, tuttavia, iniziano più a valle, all'interferenza con il canale Prunaro) e si sviluppa in pianura in direzione nord-est fino a confluenza Idice.

A monte dell'A14, in sinistra, a tutela dell'area industriale di Osteria Nuova, è prevista la realizzazione di un sistema difensivo per il contenimento dei livelli idrici, che si sviluppa lungo il rio Gorgara prima e il Quaderna poi, fino al rilevato dell'A14.

Tra l'A14 e il ponte della SP31 si prevede la realizzazione di una cassa di laminazione, fuori linea, priva di opere di regolazione in alveo e ribassamenti dei piani golenali. L'attuazione dell'opera deve prevedere il potenziamento delle vie di deflusso di attraversamento del rilevato autostradale, congiuntamente alla difesa a monte dell'infrastruttura nel tratto più depresso. Il volume utile è stimato in 1.500.000 m³

Nel cuneo di confluenza tra Quaderna e Gaiana, a nord del C.E.R., sfruttando i rilevati arginali esistenti, si prevede la realizzazione di una cassa di laminazione, priva di opere in alveo, mantenendo le quote attuali del piano campagna e alimentabile da entrambi i corsi d'acqua.

La portata limite attuale del tratto arginato di pianura del Quaderna è confermata dalle linee di assetto (cfr. Tab. 25).

Tab. 25 Portata limite attuale e di progetto del tratto arginato del torrente Quaderna

ID	Tratto	Q limite attuale (m ³ /s)	Q limite progetto (m ³ /s)
1	CanalePrunaro-ConfluenzaGaiana	50	50
2	ConfluenzaGaiana-Idice	120	120

8.1.5. Torrente Gaiana

L'asta del torrente Gaiana, oggetto di delimitazione delle Fasce Fluviali e interessata dalla definizione delle linee di assetto, è compresa tra il ponte della via Emilia SS9 e confluenza Quaderna, per circa 16 km complessivi.

Nel primo tratto, tra la via Emilia e la linea ferroviaria BO-AN, le pendici degli ultimi rilievi collinari limitano ancora le esondazioni del torrente che poi raggiunge la pianura in corrispondenza dell'A14.

Il Gaiana, ricevuti gli apporti del rio Rosso e del rio Magione, a monte dell'abitato di Gaiana, si sviluppa in direzione nord, sub-rettilineo, fino a confluenza Quaderna. Il Gaiana è arginato da opere di seconda categoria dal ponte Cantagrillo.

A difesa del centro di Gaiana e del concentrico circostante, si prevede il potenziamento del sistema difensivo per il contenimento dei livelli idrici in destra (lungo via Legnana) e sinistra (lungo via Bastiana) a monte del ponte di Gaiana.

Tra Gaiana e il ponte Cantagrillo è previsto un intervento di risezionamento dell'alveo funzionale a adeguare la capacità di portata a 40 m³/s.

La portata limite di progetto del tratto arginato del torrente Gaiana è definita in 40 m³/s (cfr. Tab. 26).

A tal fine, per il tratto compreso tra il ponte Cantagrillo e il C.E.R, si prevede il risezionamento del corso d'acqua e l'adeguamento in quota e sagoma del sistema arginale esistente, consolidando strutturalmente le arginature.

Tab. 26 Portata limite attuale e di progetto del tratto arginato del torrente Gaiana

ID	Tratto	Q limite attuale (m ³ /s)	Q limite progetto (m ³ /s)
1	PonteCantagrillo-PonteSS253	25	40
2	PonteSS253-ConfluenzaQuaderna	15	40

8.2 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 (T200 anni), il complesso delle sistemazioni proposte è stato sollecitato dall'evento T200, durata di pioggia 18 ore, ottenuto nello scenario idrologico che contempla gli effetti del cambiamento climatico.

Nel seguito vengono sinteticamente illustrate le evidenze di tali analisi per ogni corso d'acqua.

8.2.1. Torrente Idice

In Tab. 27 si riporta il confronto tra le portate idrologiche di riferimento del torrente Idice e quelle ottenute nelle analisi idrologiche stimando gli effetti del cambiamento climatico per l'evento T200.

Tab. 27 Portate di piena per il torrente Idice

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	Idice	10	Bisano	51,6	125	165	190	220
Reno	Idice	35	valle confl. Zena	209,5	400	530	625	710
Reno	Idice	40	valle confl. Savena	392,6	665	900	1075	1215
Reno	Idice	44	Castenaso	397,7	660	895	1070	1215
Reno	Idice	50	Ponte Rabuina	400,5	655	885	1060	1210

Si osservi che l'incremento della portata al colmo a Castenaso è dell'ordine del 36%.

In termini di volumi, a Castenaso, l'evento T200, durata di pioggia 18 ore, palesa, nello scenario che contempla gli effetti del cambiamento climatico, un incremento del 32%.

Nel tratto collinare, a monte della confluenza dello Zena, il transito dell'evento citato non determina variazioni significative delle aree inondabili.

Le casse di laminazione di Idice e Madonna di Castenaso esauriscono la propria capacità di laminazione, veicolando verso valle portate che determinano il coinvolgimento degli areali più depressi dell'abitato di Castenaso, con incrementi locali dei livelli di 130-150 cm.

In corrispondenza della difesa dell'abitato di Fiesso, l'incremento dei livelli è dell'ordine di 80-90 cm.

Procedendo verso valle, l'Idice coinvolge pienamente i piani golenali in destra e sinistra a monte della Rabuina ma se in destra l'incremento dei livelli è dell'ordine di 60 cm in sinistra è superiore al metro finendo per coinvolgere gli areali retrostanti fino al C.E.R. Appare quindi necessario che le opere arginali siano progettate e realizzate per evitare il collasso in caso di sormonto, in particolare in corrispondenza di Vigorso.

Le portate in ingresso al sistema arginale superano la portata limite e sollecitano al limite della capacità di ritenuta il sistema fino allo scolmatore presso Ponte della Motta che alimenta l'area di laminazione controllata, a valle del quale la piena procede a Reno in analogia all'evento di riferimento.

In linea generale, è necessario che le opere arginali siano progettate e realizzate per evitare il collasso in caso di sormonto.

8.2.2. Torrente Zena

In Tab. 28 si riporta il confronto tra le portate idrologiche di riferimento del torrente Zena e quelle ottenute nelle analisi idrologiche stimando gli effetti del cambiamento climatico per l'evento T200

Tab. 28 Portate di piena per il torrente Zena

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	Zena	28	Botteghino di Zocca	48,1	120	150	170	190
Reno	Zena	39	confluenza Idice	87,3	210	265	305	340

Si osservi che l'incremento della portata al colmo a confluenza Idice è dell'ordine del 28%.

In termini di volumi, a confluenza Idice, l'evento T200, durata di pioggia 18 ore, palesa, nello scenario che contempla gli effetti del cambiamento climatico, un incremento del 26%.

L'evento in esame non determina significative variazioni in termini di aree inondate; l'intero fondovalle è coinvolto già da eventi frequenti. Presso i centri di Botteghino e Farneto si riscontrano incrementi dei tiranti idrici dell'ordine di 30 cm.

8.2.3. Torrente Savena

In Tab. 29 si riporta il confronto tra le portate idrologiche di riferimento del torrente Savena e quelle ottenute nelle analisi idrologiche stimando gli effetti del cambiamento climatico per l'evento T200.

Tab. 29 Portate di piena per il torrente Savena

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	Savena	18	Ponte SP59	70,3	145	190	225	255
Reno	Savena	53	confluenza Idice	177,7	280	380	455	520

Si osservi che l'incremento della portata al colmo a confluenza Idice è dell'ordine del 37%.

In termini di volumi, a confluenza Idice, l'evento T200, durata di pioggia 18 ore, palesa, nello scenario che contempla gli effetti del cambiamento climatico, un incremento del 34%.

Il transito dell'evento citato nel tratto collinare montano acuisce alcune criticità già evidenti nell'evento di riferimento; in particolare le esondazioni in sinistra tra Sesto e Rastignano. L'incremento dei livelli idrici nei tratti oggetto di intervento è dell'ordine di 30-50 cm a Pian di Macina, 50-70 cm a Rastignano, 50 cm a San Ruffillo.

Nel tratto tra San Ruffillo e confluenza Idice, l'incremento dei livelli idrici è compreso tra 40 e 60 cm e si riscontrano nuove esondazioni in sinistra e in destra tra via Emilia e linea ferroviaria FFSS BO-AN. Anche i piani golenali a valle dell'A14 possono essere coinvolti raggiungendo il centro di Villanova.

In linea generale, è necessario che le opere arginali siano progettate e realizzate per evitare il collasso in caso di sormonto.

8.2.4. Torrente Quaderna

In Tab. 30 si riporta il confronto tra le portate idrologiche di riferimento del torrente Quaderna e quelle ottenute nelle analisi idrologiche stimando gli effetti del cambiamento climatico per l'evento T200.

Tab. 30 Portate di piena per il torrente Quaderna

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	Quaderna	10	Palesio	22,6	35	50	60	65
Reno	Quaderna	19	confl. Centonara	51,7	55	85	105	120

Si osservi che l'incremento idrologico del colmo alla confluenza del rio Centonara è dell'ordine del 40%.

In termini di volumi, a confluenza Centonara, l'evento T200, durata di pioggia 18 ore, palesa, nello scenario che contempla gli effetti del cambiamento climatico, un incremento del 38%.

Presso gli interventi previsti a difesa dell'area industriale di Osteria Grande, gli incrementi dei tiranti idrici sono dell'ordine di 20- 30 cm.

In corrispondenza della cassa di laminazione di Ponte Rizzoli l'incremento dei livelli idrici è dell'ordine di 70 cm.

Da Ponte Rizzoli a Idice l'evento sollecita intensamente il sistema difensivo ma non si rilevano ulteriori criticità rilevanti.

In linea generale, è necessario che le opere arginali siano progettate e realizzate per evitare il collasso in caso di sormonto.

8.2.5. Torrente Gaiana

In Tab. 31 si riporta il confronto tra le portate idrologiche di riferimento del torrente Gaiana e quelle ottenute nelle analisi idrologiche stimando gli effetti del cambiamento climatico per l'evento T200.

Tab. 31 Portate di piena per il torrente Gaiana

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	Gaiana	8	Ponte v. Conventino	10,1	20	25	30	35
Reno	Gaiana	18	Ponte Cantagrillo	68,6	65	95	115	130

Si osservi che l'incremento idrologico del colmo al ponte Cantagrillo è dell'ordine del 37%.

In termini di volumi, al ponte Cantagrillo, l'evento T200, durata di pioggia 18 ore, palesa, nello scenario che contempla gli effetti del cambiamento climatico, un incremento del 39%.

In corrispondenza degli interventi di contenimento dei livelli previsti a monte di Gaiana, l'incremento dei livelli idrici è dell'ordine di 30-50 cm; la maggiori portate veicolate verso valle determinano possibili esondazioni tra Gaiana e ponte Cantagrillo mentre a valle non si riscontrano ulteriori significative criticità.

In linea generale, è comunque necessario che le opere arginali siano progettate e realizzate per evitare il collasso in caso di sormonto.

8.3 Quadro degli interventi

Nel seguito vengono sintetizzati, per corso d'acqua, il complesso degli interventi previsti.

È opportuno evidenziare che per l'intero reticolo idrografico in esame 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;
- 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.

8.3.1. Torrente Idice

In Tab. 32 sono riassunte le localizzazioni e le tipologie di intervento rappresentati dai limiti B di progetto individuati lungo il torrente Idice

Tab. 32 Idice - Localizzazione e modalità attuative dei limiti B di progetto

N.	Comune	Progressiva (km)	Sponda	Localizzazione	Tipologia intervento
1	San Lazzaro Savena	35-36	DX	Abitato Idice	Contenimento livelli idrici
2	San Lazzaro Savena	36-37	SX	Tra SS9 e FFSS BO-AN	Cassa di laminazione
3	Castenaso	41	DX	Madonna di Castenaso	Cassa di laminazione
4	Castenaso	42	DX	Madonna di Castenaso	Cassa di laminazione
5	Castenaso	43-44	DX	Abitato Castenaso	Contenimento livelli idrici
6	Castenaso	43-44	SX	Abitato Castenaso	Contenimento livelli idrici
7	Castenaso	44-46	SX	Abitato Fiesso	Contenimento livelli idrici
8	Budrio	49-50	DX	Abitato Budrio	Contenimento livelli idrici
9	Budrio	49-50	SX	Abitato Vigorso	Contenimento livelli idrici
10	Budrio-Molinella	59-67	DX	Ponte Motta	Area esondazione controllata

8.3.2. Torrente Zena

In corrispondenza degli insediamenti residenziali e/o produttivi maggiormente significativi (in particolare presso i centri di Botteghino e Farneto), sono possibili interventi pubblici di mitigazione locale del rischio per gli scenari di piena maggiormente frequenti, in ragione della consistenza degli elementi esposti presenti e nel rispetto del principio di non trasferire il rischio nelle aree adiacenti e in quelle più a valle. Tale possibilità dovrà comunque essere valutata anche in relazione a misure di delocalizzazione, che sono generalmente da favorire e privilegiare

8.3.3. Torrente Savena

In Tab. 33 sono riassunte le localizzazioni e le tipologie di intervento rappresentati dai limiti B di progetto individuati lungo il torrente Savena.

Tab. 33 Torrente Savena - Localizzazione e modalità attuative dei limiti B di progetto

N.	Comune	Progressiva (km)	Sponda	Localizzazione	Tipologia intervento
1	Pianoro	36-37	DX	Abitato Pian di Macina	Contenimento livelli idrici
2	Pianoro	37 -38	DX	Abitato Pian di Macina	Contenimento livelli idrici
3	Pianoro	42-43	DX	Abitato Rastignano	Contenimento livelli idrici
4	Pianoro	43-44	DX	Abitato Rastignano	Contenimento livelli idrici
5	Bologna	44-45	DX	Abitato San Ruffillo	Contenimento livelli idrici
6	San Lazzaro Savena	49-50	DX	San Lazzaro – Via Minarini	Contenimento livelli idrici
7	San Lazzaro Savena	50	DX	San Lazzaro – Via Speranza	Contenimento livelli idrici
8	San Lazzaro Savena	50-51	DX	Tra FFSS BO-AN e A14	Contenimento livelli idrici
9	San Lazzaro Savena	51	DX	Casello A14 – Via Caselle	Contenimento livelli idrici

8.3.4. Torrente Quaderna

In Tab. 34 sono riassunte le localizzazioni e le tipologie di intervento rappresentati dai limiti B di progetto individuati lungo il torrente Quaderna.

Tab. 34 Torrente Quaderna - Localizzazione e modalità attuative dei limiti B di progetto

N.	Comune	Progressiva (km)	Sponda	Localizzazione	Tipologia intervento
1	Ozzano dell'Emilia	15-17	SX	Area industriale Quaderna	Contenimento livelli idrici
2	Ozzano dell'Emilia	17-18	SX-DX	Ponte Rizzoli	Cassa di laminazione
3	Medicina	28-30	DX	Confluenza Gaiana	Cassa di laminazione

8.3.5. Torrente Gaiana

In Tab. 35 sono riassunte le localizzazioni e le tipologie di intervento rappresentati dai limiti B di progetto individuati lungo il torrente Gaiana.

Tab. 35 Torrente Gaiana - Localizzazione e modalità attuative dei limiti B di progetto

N.	Comune	Progressiva (km)	Sponda	Localizzazione	Tipologia intervento
1	Castel San Pietro Terme	14-16	SX	Abitato di Gaiana	Contenimento livelli idrici
2	Castel San Pietro Terme	14-16	DX	Abitato di Gaiana	Contenimento livelli idrici

Il quadro degli interventi previsti è completato dalle seguenti opere:

- risezionamento dell'alveo nel tratto compreso tra Gaiana e il ponte Cantagrillo;
- interventi di risezionamento dell'alveo e adeguamento del sistema arginale alla portata limite di progetto in destra e sinistra tra il ponte Cantagrillo e il C.E.R..

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

8.4.1. *Torrente Idice*

In Tab. 36 sono riportate le valutazioni sui franchi idraulici degli attraversamenti presenti tra Bisano e Budrio all'altezza del ponte di via Rabuina per l'evento T200 nella configurazione definita dalle linee di assetto.

In Tab. 37 sono riportate le valutazioni sui franchi idraulici degli attraversamenti presenti nel tratto arginato di pianura rispetto alla portata limite di progetto.

Si evidenzia che per i ponti ad arco, il franco è stato valutato rispetto alla quota sia della chiave che dell'appoggio dell'arco sulla pila. Questo non rappresenta quindi il valore di franco così come definito da normativa (distanza tra la quota idrometrica e la quota di intradosso del ponte sui 2/3 della luce).

Gli attraversamenti di Monterezeno (IDIN0007, IDIN0009, IDIN0012) e il ponte Pedonale Pedagna a Castenaso (IDIN0034) rimangono critici sia nelle linee di assetto quanto nello stato di fatto.

Palesa criticità rilevanti anche il ponte di via Rabuina a Budrio (IDIN0035).

Nel tratto arginato di pianura palesano criticità i ponti di via Boscosa e Sant'Antonio (IDIN0041 e IDIN0042).

Tab. 36 Torrente Idice da Bisano a Budrio (via Rabuina): attraversamenti e franchi idraulici T200 rispetto alle linee di assetto

<i>ID</i>	<i>ID Ponte</i>	<i>Comune</i>	<i>H200 (m s.m.)</i>	<i>Tipologia ponte</i>	<i>H chiave (m s.m.)</i>	<i>H appoggio min (m s.m.)</i>	<i>FR chiave (m)</i>	<i>FR appoggio (m)</i>	<i>Note</i>
IDIN0005	SP7 via Idice (Campolungo)	Monterenzio	240.33	ad arco	246.25	243.17	5.92	2.84	
IDIN0006	via Campagne (Savazza)	Monterenzio	225.79	intradosso piano	226.93	226.93	1.14	1.14	
IDIN0007	Pedonale via Idice (La Stella)	Monterenzio	214.59	intradosso piano	214.21	214.21	-0.38	-0.38	Estradosso a 214.72 m s.m.
IDIN0008	via Olgnano	Monterenzio	206.94	intradosso piano	207.32	207.32	0.38	0.38	
IDIN0009	via Rocchetta	Monterenzio	201.35	intradosso piano	200.86	200.86	-0.49	-0.49	Estradosso a 202.09 m s.m.
IDIN0012	C. dei Sabatini-La Rocca	Monterenzio	189.42	intradosso piano	189.05	189.05	-0.37	-0.37	Estradosso a 190.97 m s.m.
IDIN0013	SP7 via Idice (Mulino)	Monterenzio	179.04	ad arco	185.19	181.8	6.15	2.76	
IDIN0014	via del Pino Ca di Bozzone	Monterenzio	170.73	intradosso piano	172.6	172.6	1.87	1.87	
IDIN0015	SP7 via Idice-Ca di Bozzone	Monterenzio	166.27	ad arco	170.9	168.75	4.63	2.48	
IDIN0016	via San Chierico	Monterenzio	152.54	intradosso inclinato	153.6	153.06	1.06	0.52	
IDIN0018	via del Grigio (Noce)	Ozzano dell'Emilia	133.44	intradosso inclinato	133.97	133.88	0.53	0.44	
IDIN0019	Pedonale (Osteriola)	Ozzano dell'Emilia	122.45	ad arco	124.36	123.95	1.91	1.50	
IDIN0020	via San Leo (Mercatale)	Ozzano dell'Emilia	116.41	intradosso piano	117.35	117.35	0.94	0.94	
IDIN0022	Pedonale Roncatello	San Lazzaro di Savena	84.83	intradosso inclinato	86.71	86.15	1.88	1.32	
IDIN0023	via Pedagna (Pizzocalvo)	San Lazzaro di Savena	67.63	intradosso inclinato	68.22	68.06	0.59	0.43	
IDIN0024	via Palazzetti (Pizzocalvo)	San Lazzaro di Savena	66.92	intradosso inclinato	69.85	68.96	2.93	2.04	
IDIN0025	SS9 via Emilia	San Lazzaro di Savena	57.7	ad arco	60.89	56.67	3.19	-1.03	
IDIN0026	FFSS Bologna-Otranto	San Lazzaro di Savena	52.36	ad arco	55.61	53.23	3.25	0.87	
IDIN0027	A14	San Lazzaro di Savena	43.5	intradosso inclinato	49.42	49.18	5.92	5.68	
IDIN0028	SP31 (Borgatella)	San Lazzaro di Savena	42.7	intradosso piano	44.07	44.07	1.37	1.37	
IDIN0029	SP253 (Castenaso)	Castenaso	37.48	intradosso piano	39.05	39.05	1.57	1.57	
IDIN0031	via P.C.S.Nasica	Castenaso	36.71	intradosso piano	37.37	37.37	0.66	0.66	
IDIN0033	Pedonale Castenaso2	Castenaso	36.33	intradosso piano	37.55	37.55	1.22	1.22	
IDIN0034	Pedonale Pedagna	Castenaso	34.55	intradosso inclinato	34.06	33.2	-0.49	-1.35	Estradosso a 34.03, sormontato
IDIN0035	via Rabuina	Budrio	29.08	ad arco	29.39	29.25	0.31	0.17	

Tab. 37 Torrente Idice da Budrio (Ponte del Dritto) a foce Reno: attraversamenti e franchi idraulici rispetto alla portata limite di progetto (scenario Ks uso suolo)

<i>ID</i>	<i>ID Ponte</i>	<i>Comune</i>	<i>Q limite (m³/s)</i>	<i>H limite (m s.m.)</i>	<i>Tipologia ponte</i>	<i>H chiave (m s.m.)</i>	<i>H appoggio min (m s.m.)</i>	<i>FR chiave (m)</i>	<i>FR appoggio (m)</i>	<i>Note</i>
IDIN0036	Ponte del Dritto (Budrio)	Budrio	510	26.77	intradosso piano	28.03	28.03	1.26	1.26	
IDIN0037	Ponte SP3 Trasversale di pianura	Budrio	510	25.31	ad arco	28.7	27.4	3.39	2.09	
IDIN0038	Ponte Via Pieve (Budrio)	Budrio	430	25.11	intradosso piano	25.51	25.51	0.40	0.40	
IDIN0039	Ponte dell'Ercolana FS (Mezzolara)	Budrio	430	21.08	intradosso piano	21.87	21.87	0.79	0.79	
IDIN0041	Ponte Via Boscosa (Molinella)	Molinella	430	18.98	intradosso piano	18.75	18.75	-0.23	-0.23	
IDIN0042	Ponte SP29 Via dell'Idice (S Antonio)	Medicina	430	18	ad arco	15.4	14.4	-2.60	-3.60	
IDIN0043	Ponte SP38 Via Cardinala (Campotto)	Argenta	190	12.63	ad arco	13.8	12.9	1.17	0.27	

8.4.2. *Torrente Zena*

Le linee di assetto non alterano la propagazione delle portate verso valle.

Le criticità idrauliche degli attraversamenti sono le medesime rispetto allo stato di fatto (Tab. 16).

Tutti gli attraversamenti sono fortemente critici rispetto al transito dell'evento di riferimento.

8.4.3. *Torrente Savena*

In Tab. 38 sono riportate le valutazioni sui franchi idraulici degli attraversamenti presenti tra il Ponte sulla SP59 tra i comuni di Monzuno e Loiano fino a confluenza Idice per l'evento T200 nella configurazione definita dalle linee di assetto.

Si evidenzia che per i ponti ad arco, il franco è stato valutato rispetto alla quota sia della chiave che dell'appoggio dell'arco sulla pila. Questo non rappresenta quindi il valore di franco così come definito da normativa (distanza tra la quota idrometrica e la quota di intradosso del ponte sui 2/3 della luce).

Gli attraversamenti della SS9 su via Emilia (SNIN0029) e della tangenziale di Bologna (SNIN0031) aumentano le criticità nelle linee di assetto rispetto allo stato di fatto. Ciò è dovuto agli interventi di monte atti non a laminare l'onda di piena ma a contenere i livelli in alveo al fine di non inondare le aree edificate limitrofe al corso d'acqua.

Palesa criticità rilevanti allo stato di fatto e non vengono interessati dagli interventi di assetto anche il ponte di Rastignano a Castenaso (SNIN0016) e il ponte pedonale di via Benassi nel comune di Bologna (SNIN0035).

Tab. 38 Torrente Savena dal Ponte sulla SP59 tra i comuni di Monzuno e Loiano fino a confluenza Idice: attraversamenti e franchi idraulici T200 rispetto alle linee di assetto

ID	ID Ponte	Comune	H200 (m s.m.)	Tipologia ponte	H chiave (m s.m.)	H appoggio min (m s.m.)	FR chiave (m)	FR appoggio (m)	Note
SNIN0002	Ponte frantoio Italcave srl	Monzuno-Loiano	314.51	intradosso piano	315.9	315.9	1.39	1.39	
SNIN0005	Ponte per Brento	Pianoro	191.61	intradosso inclinato	195.86	194.96	4.25	3.35	
SNIN0006	via Pietro Nenni	Pianoro	168.86	intradosso piano	171.24	171.24	2.38	2.38	
SNIN0007	Pedonale	Pianoro	168.28	ad arco	172.4	170.7	4.12	2.42	
SNIN0008	FFSS Bologna-Firenze	Pianoro	164.53	ad arco	171.15	166.83	6.62	2.30	
SNIN0009	via del Savena	Pianoro	152.15	intradosso piano	157.57	157.57	5.42	5.42	
SNIN0010	Ciclo-pedonale	Pianoro	142.51	ad arco	145.27	142.87	2.76	0.36	
SNIN0011	via I Maggio	Pianoro	141.38	ad arco	143.32	140.29	1.94	-1.09	
SNIN0012	Ciclo-pedonale - Borgo nuovo Pianoro	Pianoro	128.85	intradosso piano	131.8	131.8	2.95	2.95	
SNIN0013	Ponte della Boaria	Pianoro	128.01	intradosso piano	129.24	129.24	1.23	1.23	
SNIN0014	Ponte per Camponuovo-Sesto	Pianoro	117.56	intradosso piano	118.27	118.27	0.71	0.71	
SNIN0015	Ciclo-pedonale-Sesto	Pianoro	111.89	ad arco	112.97	112.44	1.08	0.55	
SNIN0016	Ponte di Rastignano	Pianoro	103	intradosso inclinato	102.34	101.77	-0.66	-1.23	Estradosso a 103.24 m s.m.
SNIN0017	Bailey via Paleotto	Pianoro	96.7	intradosso inclinato	98.3	97.05	1.60	0.35	
SNIN0018	Ciclo-pedonale Rastignano	Pianoro	96.5	ad arco	96.95	93.5	0.45	-3.00	
SNIN0020	SS65	Bologna	83.9	ad arco	88.49	84.98	4.59	1.08	
SNIN0021	FFSS Bologna-Firenze	Bologna	81.23	ad arco	92	85.36	10.77	4.13	
SNIN0022	Ponte per Rastignano	Bologna	79.17	ad arco	87.28	86	8.11	6.83	
SNIN0023	FFSS AV Bologna-Firenze	Bologna	78.13	intradosso inclinato	81.08	80.06	2.95	1.93	
SNIN0035	Pedonale (presso via Benassi)	Bologna	74.67	intradosso piano	72.67	72.67	-2.00	-2.00	Estradosso a 72.91, sormontato
SNIN0024	via S.Ruffilio	Bologna	72	ad arco	73.57	70.8	1.57	-1.20	
SNIN0025	viale Lungo Savena1	Bologna	71.05	intradosso inclinato	72.12	72.02	1.07	0.97	
SNIN0026	viale Lungo Savena2	Bologna	67.98	intradosso piano	69.26	69.26	1.28	1.28	
SNIN0027	via Altura	Bologna	66.02	intradosso inclinato	71.19	68.98	5.17	2.96	
SNIN0028	Ciclo-pedonale via Giordani	Bologna	64.72	ad arco	66.38	65.45	1.66	0.73	
SNIN0029	SS9 via Emilia	Bologna	62.7	intradosso piano	62.6	62.6	-0.10	-0.10	Estradosso a 64.54 m s.m.
SNIN0030	FFSS Bologna-Rimini	Bologna	54.3	intradosso piano	55.87	55.87	1.57	1.57	
SNIN0031	Tangenziale di Bologna	Bologna	53.5	intradosso piano	53.25	53.25	-0.25	-0.25	Estradosso a 55.50 m s.m.
SNIN0034	via Caselle	San Lazzaro di Savena	50.1	intradosso piano	51.33	51.33	1.23	1.23	

8.4.4. *Torrente Quaderna*

In Tab. 39 sono riportate le valutazioni sui franchi idraulici degli attraversamenti presenti tra Palesio fino al Ponte SP253 tra i comuni di Medicina e Budrio per l'evento T200 nella configurazione definita dalle linee di assetto.

In Tab. 40 sono riportate le valutazioni sui franchi idraulici degli attraversamenti presenti nel tratto arginato di pianura rispetto alla portata limite di progetto.

Si evidenzia che per i ponti ad arco, il franco è stato valutato rispetto alla quota sia della chiave che dell'appoggio dell'arco sulla pila. Questo non rappresenta quindi il valore di franco così come definito da normativa (distanza tra la quota idrometrica e la quota di intradosso del ponte sui 2/3 della luce).

Il ponte della via Emilia, gli attraversamenti di via Bertella, SP31 e SP253 sono fortemente critici.

Tab. 39 Torrente Quaderna da Palesio fino al Ponte SP253 tra i comuni di Medicina e Budrio: attraversamenti e franchi idraulici T200 rispetto alle linee di assetto

<i>ID</i>	<i>ID Ponte</i>	<i>Comune</i>	<i>H200 (m s.m.)</i>	<i>Tipologia ponte</i>	<i>H chiave (m s.m.)</i>	<i>H appoggio min (m s.m.)</i>	<i>FR chiave (m)</i>	<i>FR appoggio (m)</i>	<i>Note</i>
QUIN0003	Ponte SS9 Via Emilia	Castel San Pietro Terme	65.34	ad arco	65.08	62.54	-0.26	-2.80	Estradosso a 66.34 m s.m.
QUIN0004	Ponte via Stradello I Maggio	Ozzano dell'Emilia	57.77	intradosso piano	58.09	58.09	0.32	0.32	
QUIN0005	Ponte FFSS Bologna-Rimini	Ozzano dell'Emilia	56.34	intradosso piano	57.09	57.09	0.75	0.75	
QUIN0006	Ponte Via Bertella	Ozzano dell'Emilia	49.47	intradosso piano	48.13	48.13	-1.34	-1.34	Estradosso a 49.51 m s.m.
QUIN0007	Ponte A14	Ozzano dell'Emilia	45.75	intradosso piano	46.3	46.3	0.55	0.55	
QUIN0008	Ponte SP31	Ozzano dell'Emilia	42.87	intradosso piano	42.78	42.78	-0.09	-0.09	Estradosso a 43.80 m s.m.
QUIN0009	Ponte SP48	Ozzano dell'Emilia	37.17	ad arco	38.35	36.84	1.18	-0.33	
QUIN0010	Ponte a Pedagna	Budrio-Ozzano dell'Emilia	34.13	intradosso piano	35.18	35.18	1.05	1.05	
QUIN0011	Ponte SP253	Budrio-Medicina	28.49	intradosso piano	30.25	30.25	1.76	1.76	

Tab. 40 Torrente Quaderna dal Ponte SP253 tra i comuni di Medicina e Budrio a confluenza Idice: attraversamenti e franchi idraulici rispetto alla portata limite di progetto (scenario Ks uso suolo)

<i>ID</i>	<i>ID Ponte</i>	<i>Comune</i>	<i>Q limite (m³/s)</i>	<i>H limite (m s.m.)</i>	<i>Tipologia ponte</i>	<i>H chiave (m s.m.)</i>	<i>H appoggio min (m s.m.)</i>	<i>FR chiave (m)</i>	<i>FR appoggio (m)</i>	<i>Note</i>
QUIN0012	Ponte SP3	Medicina	50	23.57	intradosso piano	23.63	23.63	0.06	0.06	
QUIN0017	Passerella Pedonale	Medicina	50	18.31	intradosso piano	19.7	19.7	1.39	1.39	
QUIN0013	Ponte del Massarolo	Medicina	120	19.57	intradosso piano	19.04	19.04	-0.53	-0.53	Estradosso a 20.60 m s.m.
QUIN0014	Ponticello Via Conserva	Molinella-Medicina	120	17.46	intradosso piano	20.17	20.17	2.71	2.71	
QUIN0018	Passerella Pedonale	Medicina	120	16	intradosso piano	16.8	16.8	0.80	0.80	

8.4.5. *Torrente Gaiana*

In Tab. 41 sono riportate le valutazioni sui franchi idraulici degli attraversamenti presenti tra Loc. Molinetto al ponte di via Cantagrillo per l'evento T200 nella configurazione definita dalle linee di assetto.

In Tab. 42 sono riportate le valutazioni sui franchi idraulici degli attraversamenti presenti nel tratto arginato di pianura rispetto alla portata limite di progetto.

Si evidenzia che per i ponti ad arco, il franco è stato valutato rispetto alla quota sia della chiave che dell'appoggio dell'arco sulla pila. Questo non rappresenta quindi il valore di franco così come definito da normativa (distanza tra la quota idrometrica e la quota di intradosso del ponte sui 2/3 della luce).

Gli attraversamenti della via Emilia (GHIN0005) e i ponti GHIN0007- GHIN0008- GHIN0009- GHIN0010 sono fortemente critici rispetto alle linee di assetto, così come tutti i ponti presenti nel tratto arginato classificato.

Tab. 41 Torrente Gaiana da Loc. Molinetto al ponte di via Cantagrillo: attraversamenti e franchi idraulici T200 rispetto alle linee di assetto

<i>ID</i>	<i>ID Ponte</i>	<i>Comune</i>	<i>H200 (m s.m.)</i>	<i>Tipologia ponte</i>	<i>H chiave (m s.m.)</i>	<i>H appoggio min (m s.m.)</i>	<i>FR chiave (m)</i>	<i>FR appoggio (m)</i>	<i>Note</i>
GHIN0001	Ponte Via Conventino	Castel San Pietro Terme	70.8	ad arco	82.35	82.16	11.55	11.36	
GHIN0002	Ponte (Coccapane)	Castel San Pietro Terme	62.47	intradosso inclinato	69.55	69.46	7.08	6.99	
GHIN0003	Ponte SS9 Via Emilia (Ponte del Diavolo)	Castel San Pietro Terme	60.41	ad arco	65.88	64.32	5.47	3.91	
GHIN0004	Ponte (Lombarda)	Castel San Pietro Terme	57.11	intradosso piano	59.69	59.69	2.58	2.58	
GHIN0005	Ponte via Emilia (Braiola di Sopra)	Castel San Pietro Terme	55.64	intradosso piano	55.58	55.58	-0.06	-0.06	Estradosso a 56.73 m s.m.
GHIN0006	Ponte FFSS Bologna-Otranto	Castel San Pietro Terme	53.06	ad arco	55.75	54.21	2.69	1.15	
GHIN0007	Ponte (San Biagio)	Castel San Pietro Terme	53.06	intradosso piano	51.22	51.22	-1.84	-1.84	Estradosso a 51.47, sormontato
GHIN0008	Ponte (Le due colombari)	Castel San Pietro Terme	47.6	intradosso piano	46.59	46.59	-1.01	-1.01	Estradosso a 47.37, sormontato
GHIN0009	Ponte (Le due colombari)	Castel San Pietro Terme	47.11	intradosso piano	46.59	46.59	-0.52	-0.52	Estradosso a 47.14 m s.m.
GHIN0010	Ponte A14	Castel San Pietro Terme	44.55	intradosso inclinato	43.57	43.08	-0.98	-1.47	Estradosso a 44.06 m s.m.
GHIN0011	Ponte (San Lorenzo)	Castel San Pietro Terme	43.97	intradosso piano	44.9	44.9	0.93	0.93	
GHIN0012	Ponte (Gaiana)	Castel San Pietro Terme	39	intradosso piano	38.25	38.25	-0.75	-0.75	
GHIN0013	Ponte Str. Comunale Cantagrillo	Medicina	32.14	intradosso inclinato	32.53	32.27	0.39	0.13	

Tab. 42 Torrente Gaiana dal ponte di via Cantagrillo a confluenza Quaderna: attraversamenti e franchi idraulici rispetto alla portata limite di progetto (scenario Ks uso suolo)

<i>ID</i>	<i>ID Ponte</i>	<i>Comune</i>	<i>Q limite (m³/s)</i>	<i>H limite (m s.m.)</i>	<i>Tipologia ponte</i>	<i>H chiave (m s.m.)</i>	<i>H appoggio min (m s.m.)</i>	<i>FR chiave (m)</i>	<i>FR appoggio (m)</i>	<i>Note</i>
GHIN0014	Ponte SP253 Via San Vitale Ovest	Medicina	35	25.76	intradosso piano	25.65	25.65	-0.11	-0.11	Estradosso a 28.50 m s.m.
GHIN0015	Ponte S Maria Maddalena	Medicina	35	24.97	intradosso piano	24.17	24.17	-0.80	-0.80	Estradosso a 25.68 m s.m.
GHIN0016	Ponte SP3 (Refrigeria di Sopra)	Medicina	35	24.19	ad arco	23.46	20.77	-0.73	-3.42	Estradosso a 24.26 m s.m.

9 Portate di piena di riferimento

9.1 Torrente Idice

Nelle condizioni attuali, in Tab. 43 sono riportate le portate di piena al colmo di riferimento nelle sezioni di chiusura a monte del tratto arginato classificato. 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). È inoltre stata inserita un'ulteriore sezione all'inizio del tratto oggetto di delimitazione delle Fasce Fluviali presso San Chierico, per la quale sono disponibili le sole portate ottenute da modellazione idraulica.

Tab. 43 Torrente Idice stato attuale– Portate di riferimento a monte del tratto arginato classificato

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)
Idice	10	Bisano	51,6	125	165	190	-	-	-
Idice	23	San Chierico	/	-	-	-	150	200	235
Idice	35	valle confl. Zena	209,5	400	530	625	325	405	465
Idice	40	valle confl. Savena	392,6	665	900	1075	510	710	835
Idice	44	Castenaso	397,7	660	895	1070	475	650	740
Idice	50	Ponte Rabuina	400,5	655	885	1060	455	520	530

Nella tabella seguente si riportano i valori al colmo dell'onda di piena idraulica per il tempo di ritorno 200 anni e durata di pioggia 18 ore, nell'ipotesi di realizzazione delle linee di intervento proposte nel Capitolo 8, in alcune sezioni del corso d'acqua a monte del tratto arginato.

Tab. 44 Torrente Idice linee di assetto – Portate di riferimento a monte del tratto arginato classificato (T200 durata di pioggia 18 ore)

Corso d'acqua	Progr (km)	Sezione	Sup. (km ²)	T200 (m ³ /s)
Idice	40	valle confl. Savena	392,6	550
Idice	44	Castenaso	397,7	535
Idice	50	Ponte Rabuina	400,5	500

Per il tratto arginato classificato del fiume Idice, nella tabella seguente sono infine riportate la portata limite nello stato attuale (pur con franchi limitati, riferimento a scenari in moto permanente) e nello stato definito dalle linee di assetto (scenari in moto vario).

Tab. 45 Portata limite attuale e di progetto del tratto arginato del torrente Idice

ID	Tratto	Q limite attuale (m ³ /s)	Q limite progetto (m ³ /s)
1	INAIL_Riccardinaldrometro	510	510
2	Riccardinaldrometro_PonteMottaSP6	430	430
3	PonteMottaSP6_SantAntonioldrometro	270	430
4	SantAntonioldrometro_PonteCampotto	190	250
5	PonteCampotto_Reno	110	150

Si osservi che l'incremento della capacità di portata di progetto tra Ponte Motta e foce Reno è in parte determinata dall'aver fatto riferimento, nello scenario di assetto, ad analisi in moto vario e in parte dalle manovre di apertura delle chiaviche Accursi e Brocchetti, definite, in particolare, nel modo seguente:

- apertura completa Accursi al raggiungimento di una portata pari a 250 m³/s in Idice (livello prossimo a 14,50 m s.m.);
- apertura completa Brocchetti al raggiungimento di portata una portata pari a 200 m³/s in Idice (livello prossimo a 11,00 m s.m.).

9.2 Torrente Zena

In Tab. 46 sono riportate le portate di piena al colmo di riferimento all'inizio del tratto oggetto di indagine e a confluenza Idice. 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. 46 Torrente Zena – Portate di riferimento

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)
Zena	28	Botteghino di Zocca	48,1	120	150	170	-	-	-
Zena	39	confluenza Idice	87,3	210	265	305	210	265	305

9.3 Torrente Savena

In Tab. 47 sono riportate le portate di piena al colmo di riferimento all'inizio del tratto oggetto di indagine e a confluenza Idice. 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). È inoltre stata inserita un'ulteriore sezione all'inizio del tratto oggetto di delimitazione delle Fasce Fluviali presso l'abitato di Zula, per la quale sono disponibili le sole portate ottenute da modellazione idraulica.

Tab. 47 Torrente Savena – Portate di riferimento

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)
Savena	18	Ponte SP59	70,3	145	190	225	-	-	-
Savena	31	Zula	/	-	-	-	185	250	295
Savena	53	confluenza Idice	177,7	280	380	455	235	280	340

9.4 Torrente Quaderna

In Tab. 48 Tab. 46 sono riportate le portate di piena al colmo di riferimento a monte del tratto arginato classificato. 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). È inoltre stata inserita un'ulteriore sezione all'inizio del tratto oggetto di delimitazione delle Fasce Fluviali presso Osteria Grande, per la quale sono disponibili le sole portate ottenute da modellazione idraulica.

Tab. 48 Torrente Quaderna – Portate di riferimento a monte del tratto arginato classificato

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)
Quaderna	10	Palesio	22,6	35	50	60	-	-	-
Quaderna	14	Osteria Grande	/	-	-	-	45	60	75
Quaderna	19	confl. Centonara	51,7	55	85	105	20	25	30

Nella tabella seguente si riporta il valore al colmo dell'onda di piena idraulica per il tempo di ritorno 200 anni e durata di pioggia 18 ore, nell'ipotesi di realizzazione delle linee di intervento proposte nel capitolo 7, nella sezione alla confluenza del rio Centonara, a monte del tratto arginato classificato.

Tab. 49 Torrente Quaderna linee di assetto – Portate di riferimento a monte del tratto arginato classificato (T200, durata pioggia 18 ore)

Corso d'acqua	Progr (km)	Sezione	Sup. (km ²)	T200 (m ³ /s)
Quaderna	19	confl. Centonara	51,7	25

Per il tratto arginato classificato del torrente Quaderna, 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. 50 Portata limite attuale e di progetto del tratto arginato del torrente Quaderna

ID	Tratto	Q limite attuale (m ³ /s)	Q limite progetto (m ³ /s)
1	CanalePrunaro-ConfluenzaGaiana	50	50
2	ConfluenzaGaiana-Idice	120	120

9.5 Torrente Gaiana

In Tab. 51 sono riportate le portate di piena al colmo di riferimento a monte del tratto arginato classificato. 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). È inoltre stata inserita un'ulteriore sezione all'inizio del tratto oggetto di delimitazione delle Fasce Fluviali, presso il ponte della S.S.9, per la quale sono disponibili le sole portate ottenute da modellazione idraulica.

Tab. 51 Torrente Gaiana – Portate di riferimento a monte del tratto arginato classificato

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)
Gaiana	8	Ponte v. Conventino	10,1	20	25	30	-	-	-
Gaiana	16	Ponte SS9 via Emilia	/	-	-	-	20	25	30
Gaiana	18	Ponte Cantagrillo	68,6	65	95	115	20	20	20

Per il tratto arginato classificato del torrente Gaiana, 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. 52 Portata limite attuale e di progetto del tratto arginato del torrente Gaiana

ID	Tratto	Q limite attuale (m ³ /s)	Q limite progetto (m ³ /s)
1	PonteCantagrillo_PonteSS253	25	40
2	PonteSS253_ConfluenzaQuaderna	15	40