

Rapporto degli eventi meteorologici di piena e di frana del 17-19 settembre 2024



A cura di:

Rosanna Foraci, Federico Grazzini, Margherita Aguzzi -

Servizio Sala Operativa e Centro Funzionale

Anna Fornasiero - Staff Modellistica Meteorologica Numerica e Radarmeteorologia

Silvia Unguendoli - Unità Previsioni numeriche marino-costiere

Enrica Zenoni - Servizio Idrologia e Idrografia regionale e distretto Po

Valentina Pavan, Gabriele Antolini - Unità Climatologia e previsioni di lungo termine

Marco Pizziolo, Luisa Perini - Area geologia, suoli e sismica Regione Emilia-Romagna

BOLOGNA, 02/12/2024

Riassunto

Dal 17 al 19 settembre 2024 la stazionarietà del ciclone Boris sulla regione Emilia-Romagna, le anomalie record della temperatura del mar Mediterraneo e l'elevato flusso di vapor d'acqua trasportato dalle correnti di scirocco, hanno determinato lo sviluppo di temporali e rovesci molto intensi lungo la fascia collinare centro-orientale, con accumuli sul Bolognese, Ravennate e Forlivese equivalenti a 3-4 volte la pioggia media di settembre, e tempi di ritorno stimati puntualmente superiori anche a 200 anni.

Piene moderate si sono registrate sui fiumi Secchia, Panaro, Samoggia, Reno, Ronco e Savio, che sono transitate nei tratti vallivi occupando le aree golenali ma contenute all'interno degli argini, senza creare particolari criticità sui territori attraversati. Su Idice, Sillaro, Santerno, Senio, Lamone e Montone le più intense precipitazioni hanno invece generato piene prossime o superiori ai franchi arginali, ed anche ai massimi storici, registrati nei recenti eventi di maggio 2023.

Sui corsi d'acqua dall'Idice al Montone i rapidi innalzamenti dei livelli idrometrici nei tratti montani hanno causato intensi fenomeni di ruscellamento, erosione delle sponde, trasporto solido e localizzate esondazioni, soprattutto nei rii e torrenti minori, a carico di edifici e della viabilità. Gli elevati colmi di piena raggiunti nei tratti vallivi hanno causato diffuse tracimazioni e rotture arginali, con conseguenti allagamenti e ingenti danni ad edifici, attività produttive, viabilità, che hanno reso necessarie evacuazioni sia in fase preventiva che in corso di evento. La significativa mareggiata ha prodotto limitati impatti sulla costa ravennate e cesenate, ma ha registrato ingenti accumuli di materiale trasportato dalle piene dei fiumi.

Dal punto di vista degli effetti idrogeologici e idraulici sul territorio, nonostante l'evento di settembre abbia avuto sui bacini dall'Idice al Montone una magnitudo maggiore degli eventi di maggio 2023 dal punto di vista dell'intensità delle precipitazioni e dei livelli al colmo di piena raggiunti, l'estensione dei territori allagati nell'evento in esame, sia in Appennino che in pianura è stata di gran lunga inferiore.

La previsione anticipata dell'evento, con l'emissione dell'allerta rossa da parte del Centro Funzionale ARPAE-SIMC e dell'Agenzia di Protezione Civile, ha consentito di mettere in campo il livello più alto di mobilitazione, con numerose evacuazioni, sia preventive che in corso di evento, ed azioni di contrasto all'emergenza.

In copertina: Tracimazione del fiume Lamone a Bagnacavallo, in prossimità dell'abitato di Traversara (fonte Il Manifesto)

INDICE

1. Evoluzione meteorologica a grande scala	4
2. Analisi meteorologica in Emilia-Romagna	8
2.1. Evoluzione alla mesoscala sul territorio regionale	8
2.2. Analisi delle precipitazioni intense	11
2.3. Analisi delle precipitazioni cumulate sul territorio regionale	13
3. Gli eventi di piena sul territorio regionale	18
3.1. La piena del torrente Idice del suo affluente Savena	20
3.2. La piena del torrente Sillaro	24
3.3. La piena del fiume Santerno	27
3.4. La piena del torrente Senio	30
3.5. La piena del fiume Lamone e del suo affluente Marzeno	33
3.6. La piena del fiume Montone e del suo affluente Rabbi	37
3.7. Gli effetti sul territorio regionale generati dalle piene	41
4. Gli effetti idrogeologici sul territorio regionale	44
5. Le mareggiate e i relativi effetti sulla costa regionale	50
5.1. Caratteristiche marino-costiere dell'evento	50
5.2. Monitoraggio degli eventi di mareggiata tramite camERa, il sistema di video monitoraggio dell'Emilia-Romagna	52
5.3. Censimento degli impatti a scala regionale.....	54
6. L'attività di previsione e monitoraggio del Centro Funzionale	55
7. Confronto tra le piene di settembre 2024 e le recenti piene di maggio 2023	58
ALLEGATO 1	63

1. Evoluzione meteorologica a grande scala

I fenomeni meteorologici occorsi sulla regione Emilia-Romagna dal 17 al 19 settembre 2024 possono essere ricondotti agli effetti del ciclone Boris, identificato l'11 settembre sul Golfo di Genova dal sistema ufficiale di nomina dei cicloni mediterranei di EUMETNET. Il ciclone si è poi spostato, secondo una traiettoria tipica dei cicloni denominati Vb-cyclones (Messmer et al., 2015), verso nord-est, interessando dapprima il nord Italia e poi l'est Europa, dove ha generato piogge record e conseguenti gravi alluvioni in Polonia sud-occidentale, nella Repubblica Ceca, Slovacchia e Austria tra il 13 e il 16 settembre. Come riportato nel [bollettino mensile](#) dei servizi climatici di Copernicus, queste aree hanno visto cadere l'equivalente della pioggia di tre mesi in 4 giorni.

Successivamente il ciclone Boris è tornato verso il Mediterraneo con un movimento retrogrado, andando a posizionarsi a ovest della Corsica a partire dal 17 settembre (Figura 1). In questa posizione il ciclone ha attivato intensi flussi di scirocco nei bassi strati lungo l'Adriatico, convergenti sulla Romagna con flussi di bora alla superficie. La convergenza ha permesso lo sviluppo di temporali e rovesci molto intensi lungo una linea estesa dal mare a largo di Rimini fino ai rilievi romagnoli (Figura 2). La rottura dell'onda sinottica in quota, all'origine del movimento retrogrado del ciclone, ha portato al suo isolamento dal flusso principale (cut-off) e alla sua conseguente stazionarietà fino al 19 settembre, quando finalmente il ciclone ha iniziato a dissiparsi muovendosi verso sud.

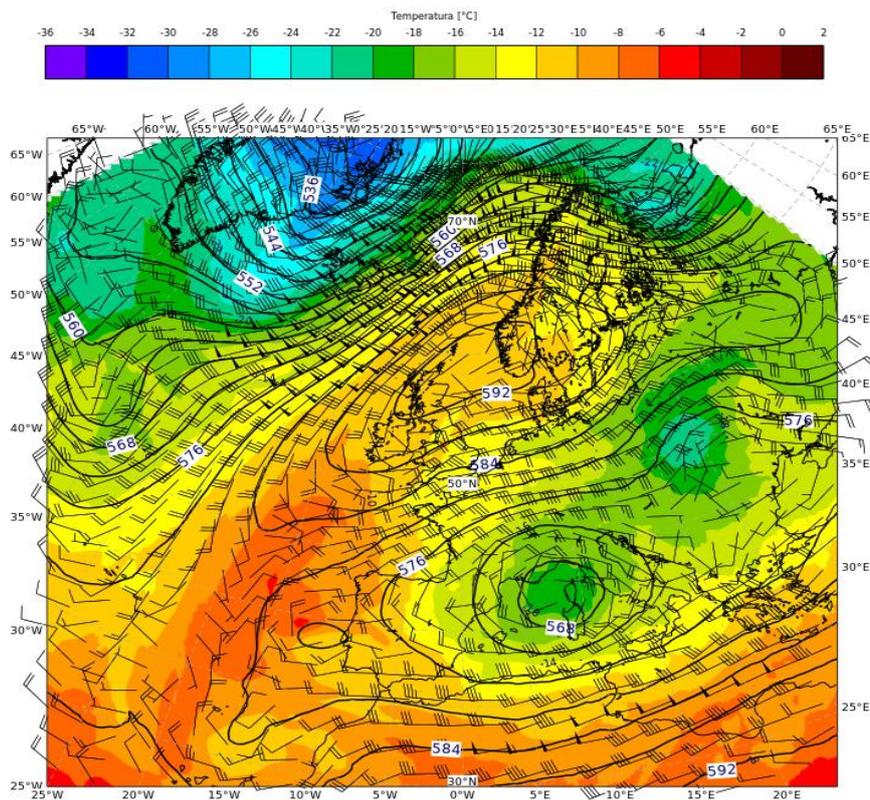


Figura 1: Mappa del geopotenziale alla superficie isobarica 500 hPa e vento e temperatura di 850 hPa, relativa al 18/09/2024 ore 12 UTC, in concomitanza dell'inizio della fase più intensa delle precipitazioni sul territorio della regione Emilia-Romagna.

La stazionarietà del ciclone, le anomalie record della temperatura del mar Mediterraneo dei giorni precedenti e l'elevato flusso di vapor d'acqua trasportato dalle correnti di scirocco (molto più alto del normale), sono elementi che hanno giocato un ruolo importante nel determinare intensità e accumulo totale delle precipitazioni estreme osservate in Romagna, che in termini di anomalia

mensile sono risultate essere paragonabili o addirittura superiori a quelle generate pochi giorni prima da Boris sull'est Europa. Nella zona di maggiore accumulo in Romagna è caduto l'equivalente di 4 mesi della pioggia media di settembre, mentre su un'ampia fascia che va da Rimini fino alle colline modenesi l'equivalente della pioggia media da 2 a 3 mesi (Figura 3).

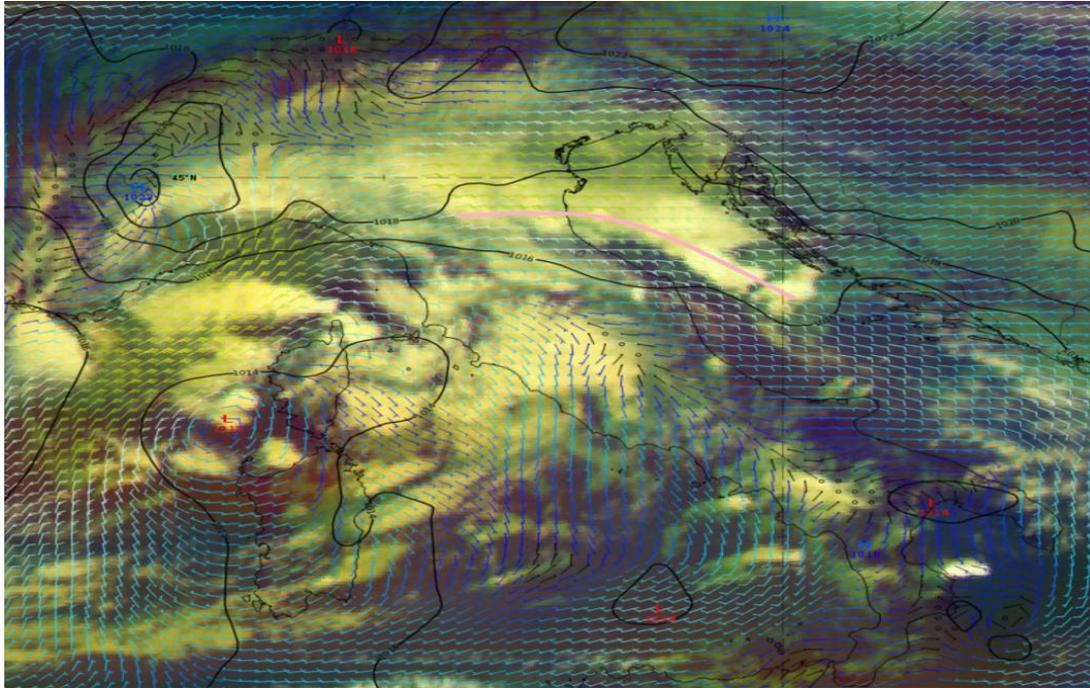


Figura 2: Immagine dal satellite Meteosat, composit RGB del 18/09/2024 ore 12 UTC, con sovrapposto pressione al suolo, barbe del vento a 950 hPa. Il ciclone al suolo si trova a ovest della Corsica. Evidenziata in rosa la linea di convergenza lungo la quale si sono sviluppate le celle temporalesche che sono andate poi ad impattare sulla Romagna. (Fonte: ePort Eumetrain)

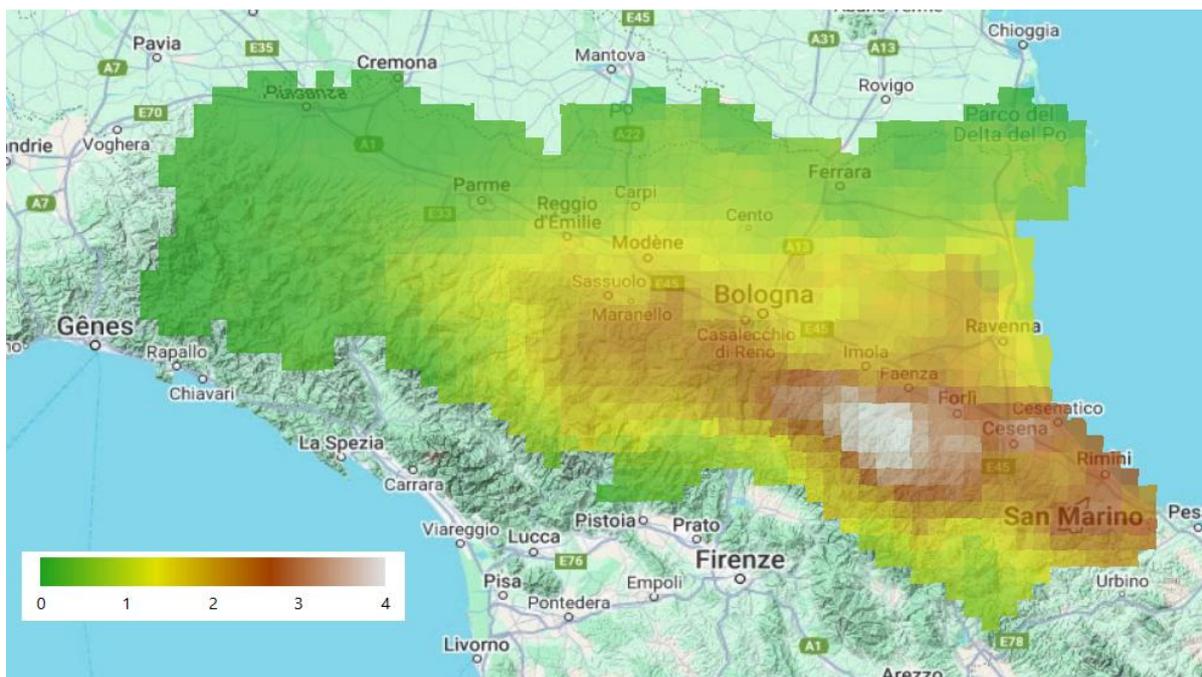


Figura 3: Equivalente della precipitazione mensile del mese di settembre (1991-2020) caduta sull'Emilia-Romagna fra il 17 e 19 settembre 2024. Fonte Eraclito, elaborazione Fausto Tomei

Le altissime temperature superficiali del mare hanno favorito l'intensificazione dei fenomeni nell'autunno 2024 tramite un aumento dell'instabilità termodinamica (vedi la significativa attività convettiva sul mare Adriatico), favorendo una maggiore evaporazione dal mare. In particolare la temperatura media mensile del Mar Mediterraneo nel 2024 è stata sempre prossima ai valori record della serie (1961-2023) e comunque superiore a due deviazioni standard, ad eccezione del solo mese di giugno (Figura 4), caratterizzato dal passaggio di molte perturbazioni e quindi da un raffreddamento dovuto al rimescolamento degli strati superficiali.

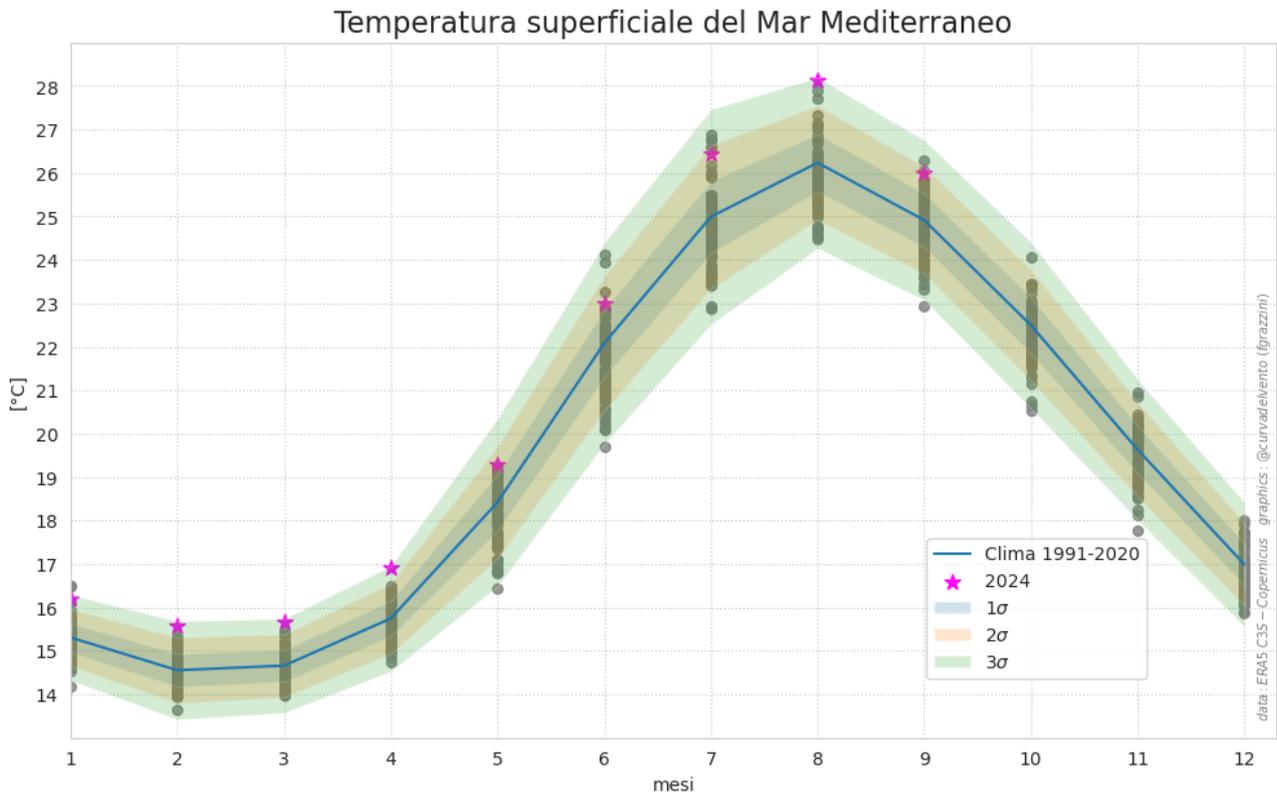


Figura 4: Temperatura media mensile del mare Mediterraneo. I pallini grigi mostrano la media nei rispettivi mesi dal 1961 al 2023. La linea continua blu la media mensile calcolata sul periodo recente fra il 1990-2021. Le fasce colorate 1,2,3 la deviazione standard rispetto al valore medio mensile recente. La stella mostra il valore medio mensile del 2024. Fonte dati ECMWF ERA5 C3S

In agosto la temperatura superficiale del mare ha raggiunto il massimo storico, con una anomalia pari a tre deviazioni standard rispetto al periodo recente. I valori puntuali di anomalia si sono mantenuti elevatissimi fino alla data di formazione di Boris, con zone del Mediterraneo superiori ai 3.5°C di anomalia, come il Tirreno, lo Ionio e l'Adriatico (Figura 5).

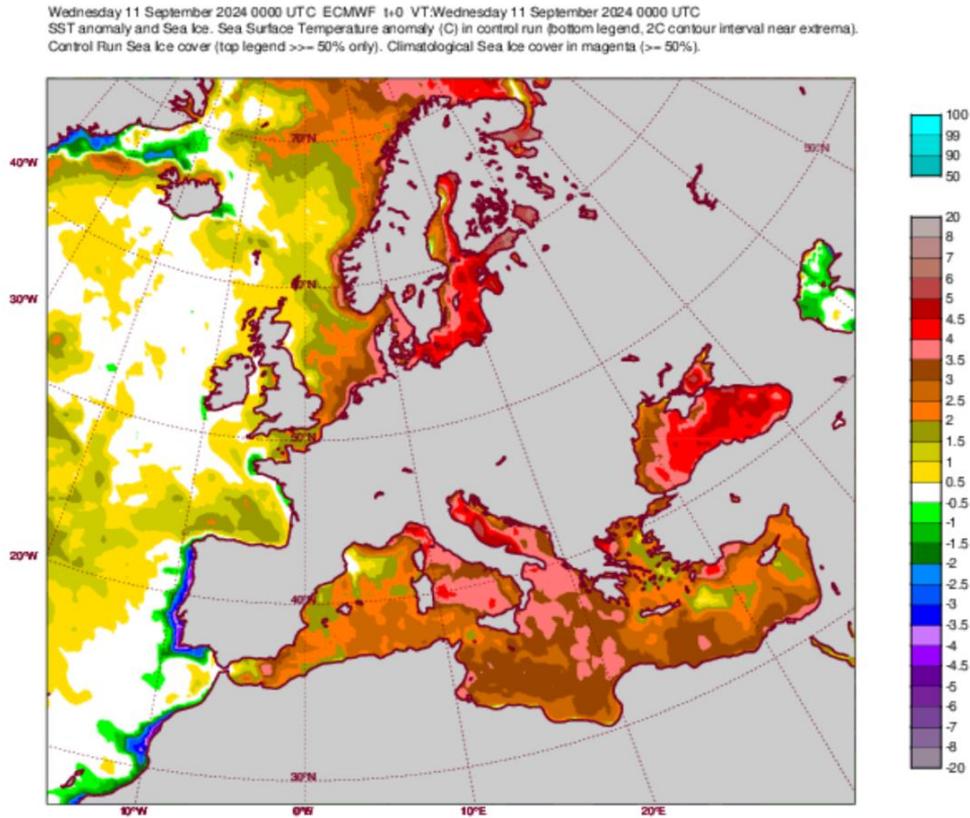


Figura 5: Anomalia della temperatura superficiale del Mar Mediterraneo rispetto alla climatologia recente del 11/09/2024, data di ciclogenesi di Boris. Il colore rosa presente in maniera sul Tirreno, Ionio e Adriatico delimita zone con oltre 3.5°C di anomalia positiva. Una estesa zona sull'Adriatico centrale e settentrionale mostra anomalie superiori ai +4.5 °C. Fonte ECMWF web site

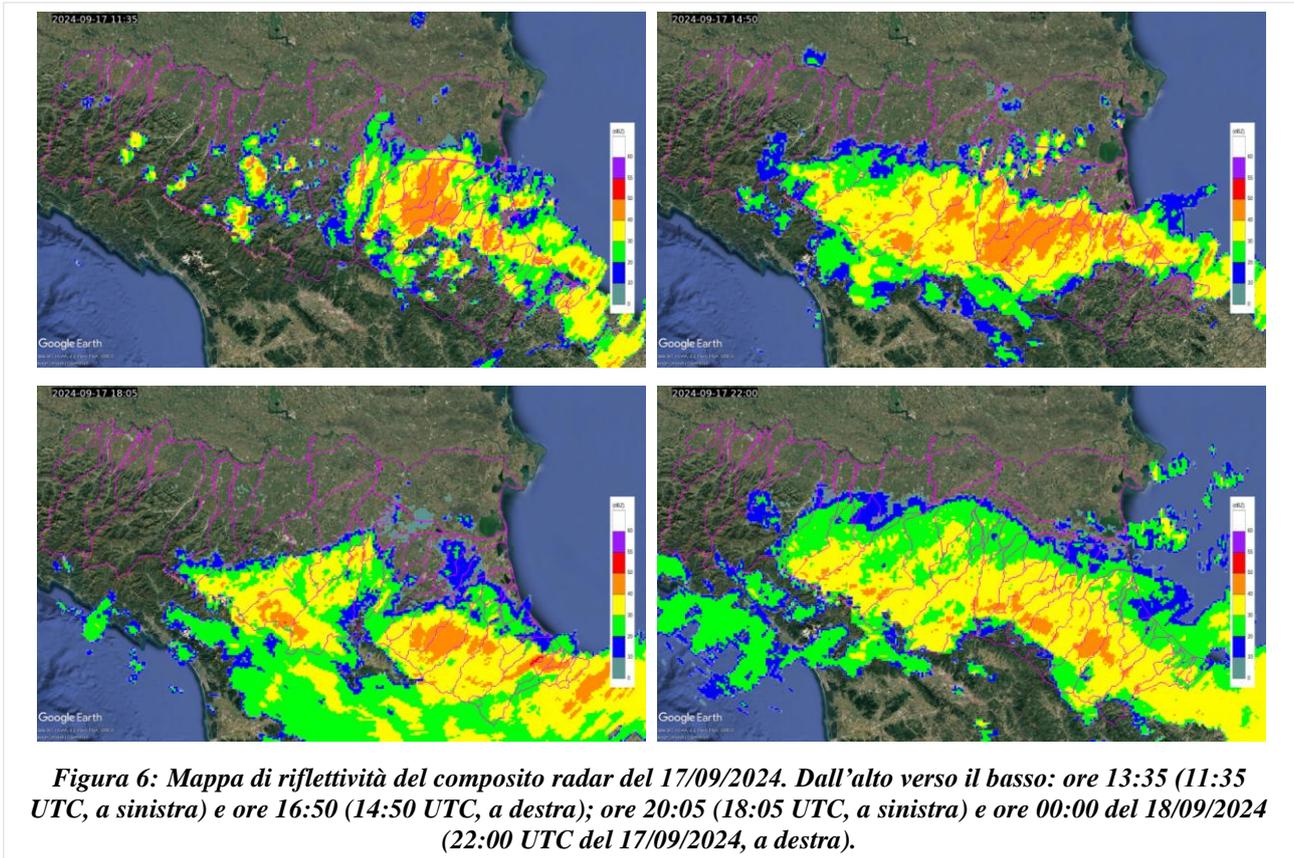
L'evoluzione meteorologica che ha generato questo evento ricorda quella del primo evento di maggio 2023. Anche in quel caso il Mediterraneo mostrava anomalie di temperatura positive e da un recente studio (Dorrington et al. 2024) risulta che nel maggio 2023 le precipitazioni furono intensificate da un extra contributo di umidità contenuto nel flusso di correnti orientali associate al ciclone. Rispetto alle correnti che affluiscono verso un ciclone mediterraneo, la componente orientale è quella più povera di umidità perché proveniente dalle zone continentali, con una ridotta interazione con la superficie marina.

Anche nell'evento di settembre 2024 si nota un forte contributo di umidità associato a correnti sud-orientali, superiore al normale. E' molto probabile che questo extra contributo sia in relazione con l'alta persistenza di alte temperature sul Mediterraneo, anche attraverso l'effetto mediato di altri eventi precedenti con il non trascurabile contributo anche da zone continentali. La pioggia scaricata da Boris 4-5 giorni prima sull'est Europa potrebbe essere evaporata e aver contribuito ad arricchire ulteriormente di vapore le correnti di bora convergenti verso il ciclone.

2. Analisi meteorologica in Emilia-Romagna

2.1. Evoluzione alla mesoscala sul territorio regionale

Le prime precipitazioni sul settore centro-orientale della regione si manifestano a metà mattina del 17 settembre, con intensità anche moderate-forti (colore arancione nelle mappe). In serata nel Riminese si hanno precipitazioni anche a carattere convettivo (Figura 6 in basso a sinistra).



Nelle prime ore del 18 settembre i fenomeni, spinti da flussi sud-orientali, si estendono anche al settore centro-occidentale della regione, sebbene l'area maggiormente interessata resterà l'Appenninico centro-orientale, mentre l'area di pianura è interessata da piogge deboli-moderate.

A partire dal pomeriggio si assiste ad una progressiva intensificazione dei fenomeni su tutto l'Appennino centro-orientale, sono inoltre presenti precipitazioni a carattere convettivo, in particolare in serata, quando si assiste alla formazione di una linea di temporali nella fascia collinare centro-orientale, visibili in Figura 7 ed anche nella mappa delle fulminazioni in Figura 8.

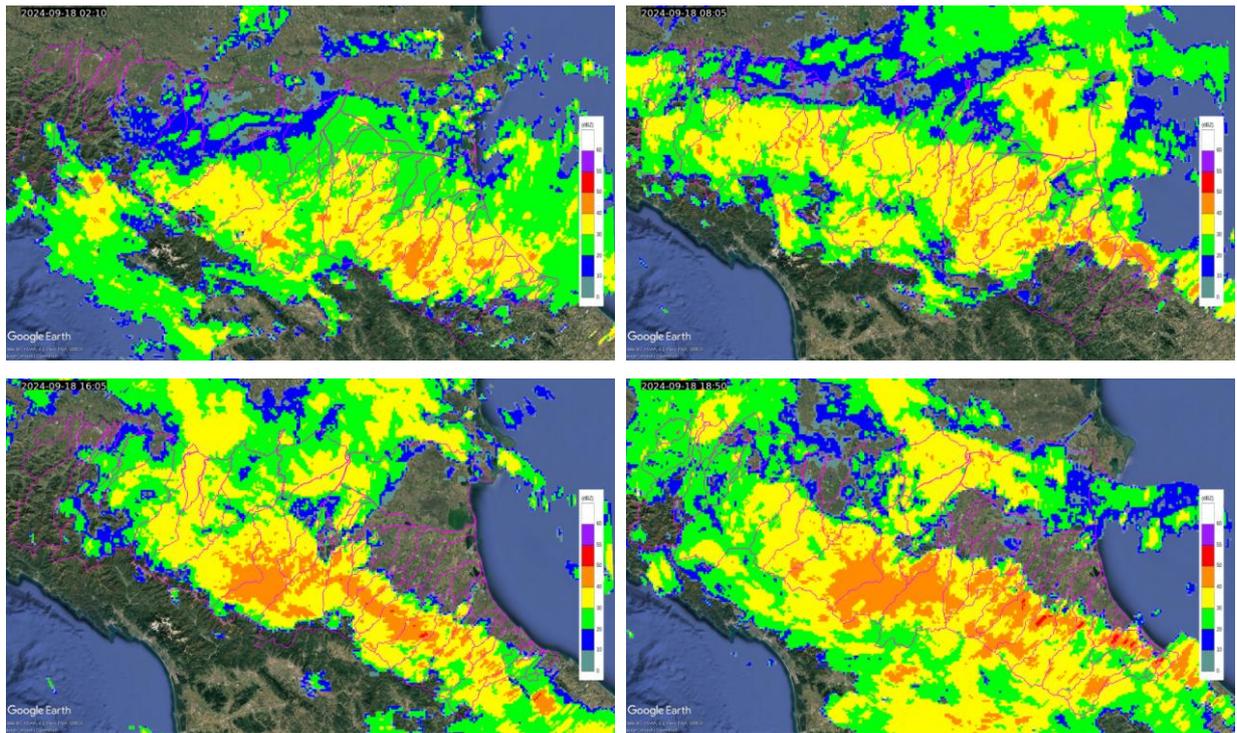


Figura 7: Mappa di riflettività del composito radar del 18/09/2024. Dall'alto verso il basso: ore 04:10 (02:10 UTC, a sinistra) e ore 10:05 (08:05 UTC, a destra); ore 18:05 (16:05 UTC, a sinistra) e ore 20:50 (18:50, a destra).

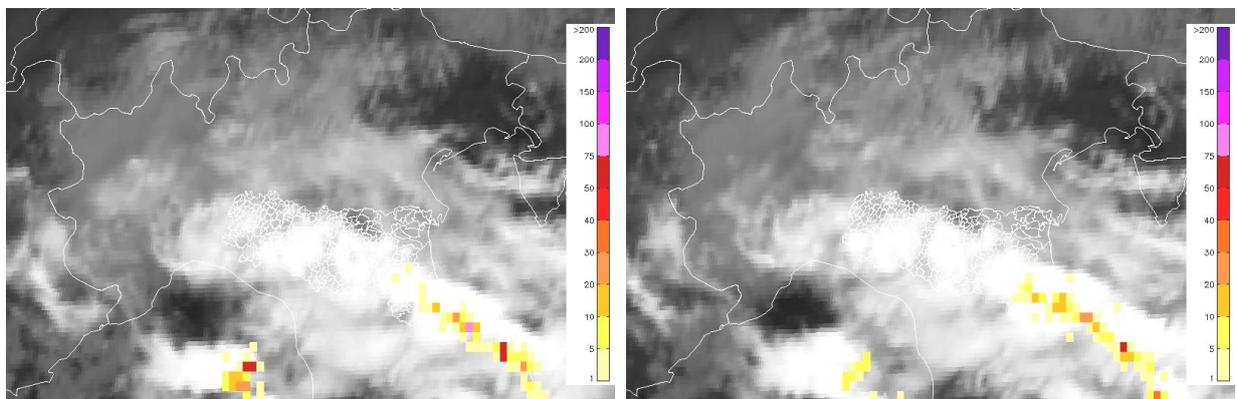


Figura 8: Mappa di densità di fulminazioni da rete LAMPINET dell' Aeronautica Militare sovrapposta al canale IR da satellite Meteosat-10 alle 20:00 (18:00 UTC) e alle 20:50 (18:50 UTC).

Nella giornata del 19 settembre i fenomeni, estesi su tutto il settore centro-orientale, perdurano per l'intera mattinata, esaurendosi intorno alle 13:00. Tra le 13:00 e le 15:00 si assiste al passaggio di fenomeni convettivi dal Ferrarese all'Appennino modenese, con un temporale intenso che interessa la pianura centro settentrionale (Figura 9 e Figura 10).

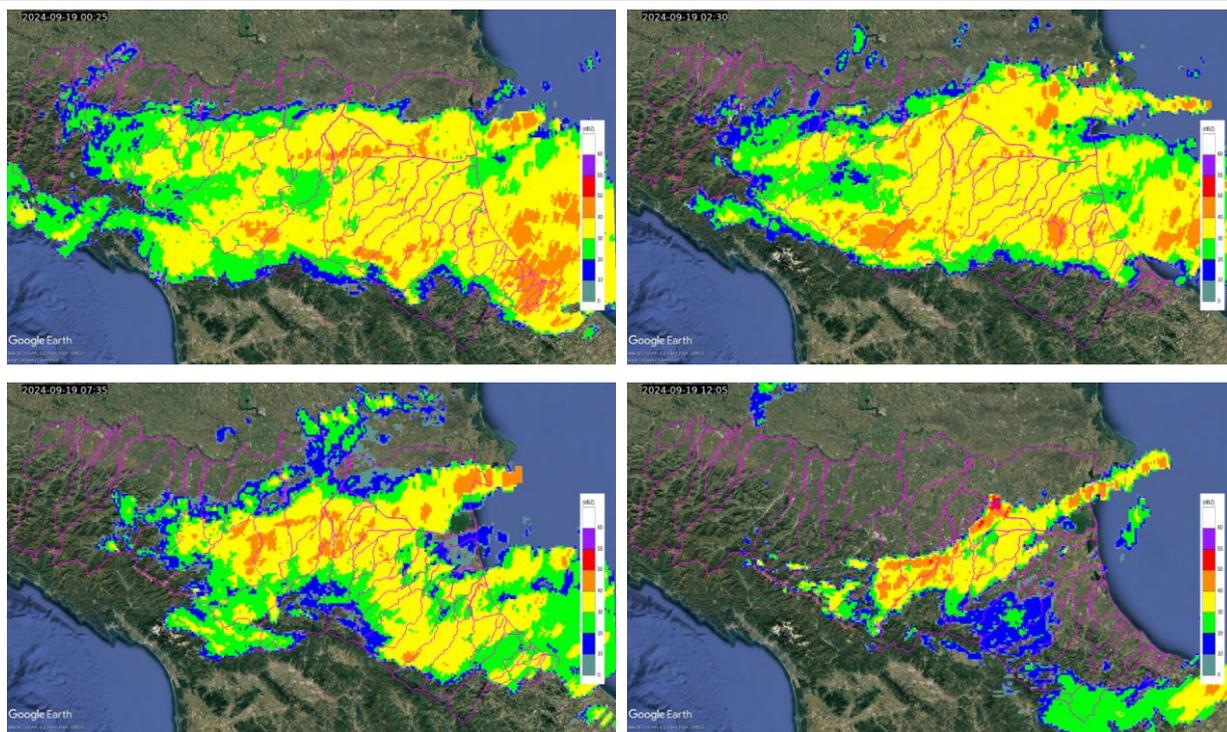


Figura 9: Mappa di riflettività del composito radar del 19/09/2024. Dall'alto verso il basso: ore 02:25 (00:25 UTC, a sinistra) e ore 04:30 (02:30 UTC, a destra); ore 09:35 (07:35 UTC, a sinistra) e ore 14:05 (12:05 UTC, a destra).

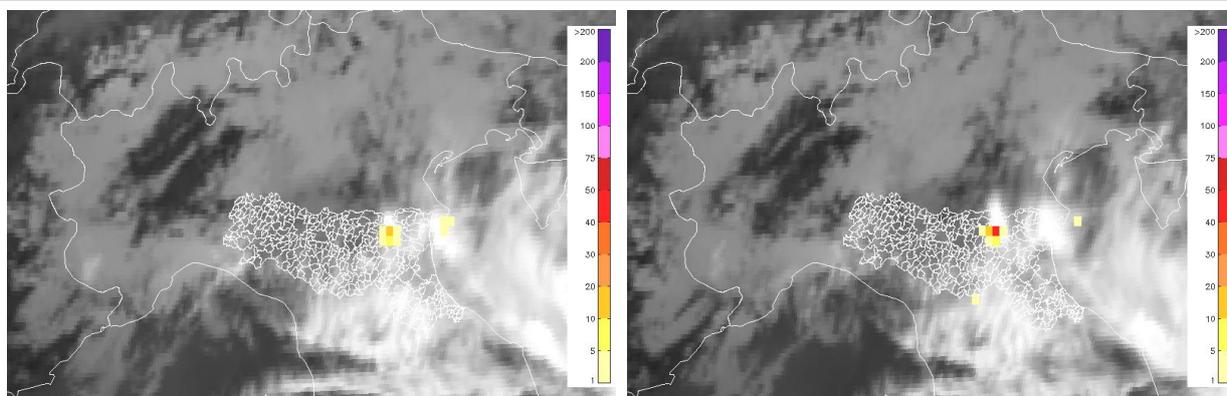


Figura 10: Mappa di densità di fulminazioni da rete LAMPINET dell' Aeronautica Militare sovrapposta al canale IR da satellite Meteosat-10 alle 14:00 (12:00 UTC) e alle 14:30 (12:30 UTC del 19/09/2024).

2.2. Analisi delle precipitazioni intense

Le precipitazioni registrate in 15 minuti durante l'evento indicano intensità elevate in alcune stazioni della Romagna, dovute anche al contributo di fenomeni convettivi innestati nella pioggia stratiforme, nel Riminese la mattina del 18, nel Ravennate e Forlivese la sera dello stesso giorno (Tabella 1).

Tabella 1: Precipitazioni cumulate sui 15 minuti registrate sul territorio regionale dal 17 al 19 settembre 2024 nelle stazioni che hanno rilevato valori superiori o uguali a 15 mm. Dati validati.

Data e Ora	Preci (mm)	STAZIONE	COMUNE	PROV	BACINO
17/09/2024 20:00	17,2	Mulazzano	Coriano	RN	Marano
18/09/2024 06:45	17,2	Ponte Uso	Sogliano Al Rubicone	FC	Uso
18/09/2024 10:30	15,2	Rimini Ausa	Rimini	RN	Marecchia
18/09/2024 10:30	21,6	Rimini urbana	Rimini	RN	Marecchia
18/09/2024 12:00	17,6	Voltre	Civitella Di Romagna	FC	Ronco
18/09/2024 18:15	15,4	S. Cassiano Sul Lamone	Brisighella	RA	Lamone
18/09/2024 19:30	17	Brisighella	Brisighella	RA	Lamone
18/09/2024 20:45	19,8	Camate	Meldola	FC	Ronco

L'intensità delle piogge è evidenziata anche dalle cumulate sull'ora, che in molte stazioni della regione hanno superato i 30 mm, sia la sera del 17 settembre e la mattina del 18 sul Riminese ma soprattutto nel Ravennate e Forlivese nel pomeriggio-sera del 18 settembre (Tabella 2 e Tabella 3).

Tabella 2: Precipitazioni cumulate sull'ora registrate sul territorio regionale il 17 settembre 2024 nelle stazioni che hanno rilevato valori superiori o uguali a 30 mm (dati validati)

Data e Ora	Preci (mm)	STAZIONE	COMUNE	PROV	BACINO
17/09/2024 20:30	38,4	Mulazzano	Coriano	RN	Marano
17/09/2024 20:30	30,4	Monte Colombo	Montescudo Monte Colombo	RN	Melo
17/09/2024 21:00	37,8	S. Marino	-	-	Marecchia

Da segnalare il superamento per tre ore consecutive della soglia dei 30 mm/ora nella stazione di S. Cassiano sul Lamone (RA) tra le 17:15 e le 19:15 del 18 settembre, con un picco massimo di 51,8 mm alle 18:15, e i due superamenti consecutivi della suddetta soglia nella stazioni di Rimini Ausa (RN) alle 10:00 e alle 11:00 dello stesso giorno. Notevole anche il valore di 44,6 mm/ora registrato dalla stazione di Rimini Urbana alle 10:45 (Tabella 3).

Tabella 3: Precipitazioni cumulate sull'ora registrate sul territorio regionale il 18 settembre 2024 nelle stazioni che hanno rilevato valori superiori o uguali a 30 mm (dati validati)

Data e Ora	Preci (mm)	STAZIONE	COMUNE	PROV	BACINO
18/09/2024 13:30	31,4	Brisighella	Brisighella	RA	Lamone
18/09/2024 17:00	32,5	Tredozio	Tredozio	FC	Lamone
18/09/2024 17:15	36,6	S. Cassiano Sul Lamone	Brisighella	RA	Lamone
18/09/2024 18:15	51,8	S. Cassiano Sul Lamone	Brisighella	RA	Lamone
18/09/2024 19:00	32,2	Tredozio	Tredozio	FC	Lamone
18/09/2024 19:15	30,6	S. Cassiano Sul Lamone	Brisighella	RA	Lamone
18/09/2024 19:15	30,4	Trebbio	Modigliana	FC	Lamone
18/09/2024 20:00	36	Brisighella	Brisighella	RA	Lamone
18/09/2024 10:00	30,2	Rimini Ausa	Rimini	RN	Marecchia
18/09/2024 11:00	34	Rimini Ausa	Rimini	RN	Marecchia
18/09/2024 17:45	37,3	S. Zeno	Galeata	FC	Montone
18/09/2024 19:15	37	Modigliana Arpa	Modigliana	FC	Montone
18/09/2024 10:45	44,6	Rimini Urbana	Rimini	RN	Pianura tra Marecchia e Marano
18/09/2024 11:30	37,8	Martorano	Cesena	FC	Pianura tra Savio e Rubicone
18/09/2024 07:30	31,4	Voltre	Civitella Di Romagna	FC	Ronco
18/09/2024 11:45	30,6	Forli' Urbana	Forli'	FC	Ronco
18/09/2024 16:15	32,6	Lastra	Bagno Di Romagna	FC	Ronco
18/09/2024 21:15	34,4	Caminante	Meldola	FC	Ronco
18/09/2024 04:30	36	S. Paola	Roncofreddo	FC	Rubicone
18/09/2024 14:00	33,2	Borgo Tossignano	Borgo Tossignano	BO	Santerno
18/09/2024 13:15	35,2	Rontana	Brisighella	RA	Senio
18/09/2024 15:15	30,8	Casola Valsenio	Casola Valsenio	RA	Senio
18/09/2024 19:30	32,2	Rontana	Brisighella	RA	Senio
18/09/2024 19:45	34,2	Casola Valsenio	Casola Valsenio	RA	Senio
18/09/2024 19:45	35,2	Monte Albano	Casola Valsenio	RA	Senio

I quantitativi cumulati sulle tre ore hanno superato i 70 mm in cinque stazioni localizzate soprattutto su Ravennate e Forlivese sui bacini di Lamone e Montone, fatta eccezione per la stazione di Casoni di Romagna, localizzata in comune di Monterenzio (BO) sul bacino dell'Idice (Tabella 4).

Tabella 4: Precipitazioni cumulate su tre ore registrate sul territorio regionale il 18 settembre 2024, nelle stazioni che hanno rilevato valori superiori o uguali a 70 mm (dati validati)

Data e Ora	Preci (mm)	STAZIONE	COMUNE	PROV	BACINO
18/09/2024 18:00	71,2	Casoni Di Romagna	Monterenzio	BO	Idice
18/09/2024 19:00	120	S. Cassiano Sul Lamone	Brisighella	RA	Lamone
18/09/2024 19:00	80,7	Tredozio	Tredozio	FC	Lamone
18/09/2024 20:00	74,8	Modigliana Arpa	Modigliana	FC	Montone
18/09/2024 22:00	71,4	Brisighella	Brisighella	RA	Lamone

L'analisi statistica sulle piogge di massima intensità ad 1, 3, 6, 12 e 24 ore, condotta puntualmente sui pluviometri con dati aggiornati al 2023, ha evidenziato come le piogge cadute durante l'evento del 17-19 settembre 2024, in particolare nella zona montana e collinare di Idice, Sillaro, Santerno, Senio, Lamone e Montone, siano state particolarmente severe per le durate che vanno da 6 a 24 ore.

I tempi di ritorno stimati risultano prossimi a 100 anni per la stazione di Piancaldoli (Sillaro) con pioggia osservata di 97,6 mm/6 ore e per la stazione di **Castrocaro (Montone)** con pioggia osservata di 160,3 mm/24 ore. **Tempi di ritorno anche superiori a 200 anni sono stati stimati** invece per la stazione di **Casoni di Romagna (Idice)** con piogge osservate di 117,8 mm/6 ore, 168,6 mm/12 ore e 239,2 mm/24 ore, per la stazione di **Piancaldoli (Sillaro)** con piogge osservate pari a 139,2 mm/12 ore e 202,8 mm/24 ore, **Casola Valsenio (Senio)** con piogge osservate pari a 114,4 mm/6 ore, 192,6 mm/12 ore e 252,6 mm/24 ore, e **San Cassiano (Lamone)** con piogge osservate pari a 166,4 mm/6 ore, 223,8 mm/12 ore e 288,2 mm/24 ore.

2.3. Analisi delle precipitazioni cumulate sul territorio regionale

L'evento in esame nel suo complesso, dalla mattina del 17 alla mattina del 19 settembre, è stato caratterizzato da quantitativi di precipitazione diffusamente superiori ai 100 mm dal Modenese al Ravennate, come è possibile osservare nella Figura 11, che illustra le cumulate di precipitazione sui bacini della regione Emilia-Romagna, con l'indicazione dei valori numerici registrati dai singoli pluviometri, riportati anche nella Tabella 5.

Le province più colpite sono state Bologna, Ravenna, Forlì-Cesena e Rimini, con picchi di 360 mm registrati a S. Cassiano sul Lamone (RA), 334,8 mm a Modigliana Arpa (FC), 326,8 mm a Casola Valsenio (RA) e 323,8 mm a Brisighella (RA).

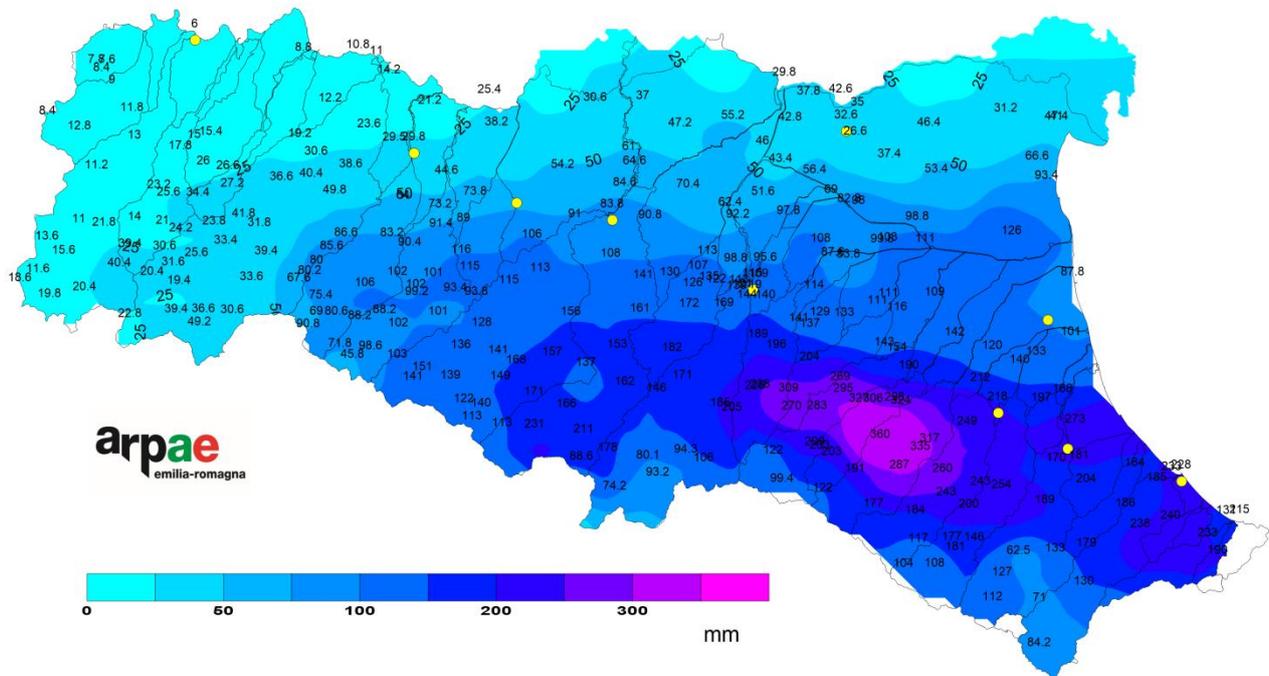


Figura 11: Precipitazione cumulata dell'evento sui bacini della regione Emilia-Romagna in tre giorni, dal 17 al 19 settembre 2024, con indicazione dei valori puntuali (dataset ERG5 validato).

Tabella 5: Precipitazioni cumulate dell'evento dal 17 al 19 settembre 2024 maggiori di 180 mm (dati validati)

PREC (mm)	STAZIONE	COMUNE	PROV	BACINO
360	S. Cassiano Sul Lamone	Brisighella	RA	Lamone
334,8	Modigliana Arpa	Modigliana	FC	Montone
326,8	Casola Valsenio	Casola Valsenio	RA	Senio
323,8	Brisighella	Brisighella	RA	Lamone
316,8	Trebbio	Modigliana	FC	Lamone
308,8	Casoni Di Romagna	Monterenzio	BO	Idice
305,8	Monte Albano	Casola Valsenio	RA	Senio
298	Rontana	Brisighella	RA	Senio
295	Le Taverne	Fontanelice	BO	Santerno
286,5	Tredozio	Tredozio	FC	Lamone
283,2	Castel Del Rio	Castel Del Rio	BO	Santerno
272,8	Martorano	Cesena	FC	Pianura Fra Savio E Rubicone
269,8	Piancaldoli	Firenzuola	FI	Sillaro
269,2	Borgo Tossignano	Borgo Tossignano	BO	Santerno
260,4	Monte Grosso	Rocca San Casciano	FC	Montone
254,4	Voltre	Civitella Di Romagna	FC	Ronco
249	Castrocaro	Castrocaro Terme E Terra Del Sole	FC	Montone
243,2	S. Zeno	Galeata	FC	Montone
242,8	Cusercoli	Civitella Di Romagna	FC	Ronco
239,6	Mulazzano	Coriano	RN	Marano
237,8	S. Marino	-	-	Marecchia
237,6	Loiano Renana	Loiano	BO	Idice
234,5	Monte Colombo	Montescudo - Monte Colombo	RN	Melo
233,2	Rimini Ausa	Rimini	RN	Marecchia
232,8	Morciano	San Giovanni In Marignano	RN	Tavollo
231	Doccia Di Fiumalbo	Fiumalbo	MO	Panaro
227,8	Rimini Urbana	Rimini	RN	Pianura Fra Marecchia E Marano
226	Loiano	Loiano	BO	Idice
218,2	Forli' Urbana	Forli'	FC	Ronco
215	Cattolica	Cattolica	RN	Tavollo
212	Ponte Braldo	Forli'	FC	Montone
211,4	Lago Pratignano	Fanano	MO	Panaro
209	Monte Faggiola	Palazzuolo Sul Senio	FI	Senio
207	Ponte Uso	Sogiano Al Rubicone	FC	Uso
204,6	Madonna Dei Fornelli	San Benedetto Val Di Sambro	BO	Reno
204,2	S. Clemente	Castel San Pietro Terme	BO	Sillaro
204	S. Paola	Roncofreddo	FC	Rubicone
203,4	Palazzuolo Sul Senio	Palazzuolo Sul Senio	FI	Senio
202,6	Bibbiana	Palazzuolo Sul Senio	FI	Senio
200,2	Civitella	Civitella Di Romagna	FC	Ronco
197,4	S. Maria Nova	Bertinoro	FC	Bevano
196,4	Monte Ceresa	Pianoro	BO	Idice
191	Marradi	Marradi	FI	Lamone
190,4	Tebano	Castel Bolognese	RA	Senio
190,1	Saludecio	Saludecio	RN	Ventena
188,8	Monte Iottone	Mercato Saraceno	FC	Savio
188,6	Pianoro	Pianoro	BO	Idice
186,4	Ponte Verucchio	Verucchio	RN	Marecchia
185,4	Invaso	San Benedetto Val Di Sambro	BO	Reno
185	Vergiano	Rimini	RN	Marecchia
184	Sant'arcangelo Di Romagna	Sant'Arcangelo Di Romagna	RN	Uso
183,7	Premilcuore	Premilcuore	FC	Montone
182,2	Ca' Bortolani	Valsamoggia	BO	Reno
181	Lastra	Bagno Di Romagna	FC	Ronco
180,6	Carpineta	Cesena	FC	Rubicone

Nella giornata del 17 settembre sono state registrate cumulate tra i 70 ed i 120 mm/24 ore sulla costa e sulla pianura Riminese e Forlivese, tra i 50 ed i 60 mm/24 ore su Ravennate e Bolognese, come è possibile osservare nella Tabella 6.

Tabella 6: Precipitazioni cumulate in 24 ore il 17 settembre 2024 nelle stazioni pluviometriche che hanno rilevato valori superiori o uguali a 50 mm (dati validati)

PREC (mm)	NOME STAZIONE	COMUNE	PROV	BACINO
117,6	Mulazzano	Coriano	RN	Marano
114,6	Morciano	San Giovanni In Marignano	RN	Tavollo
111,5	Monte Colombo	Montescudo - Monte Colombo	RN	Melo
102,4	S. Marino	-	-	Marecchia
97	Martorano	Cesena	FC	Pianura tra Savio e Rubicone
87,2	Doccia di Fiumalbo	Fiumalbo	MO	Panaro
85,2	Rimini urbana	Rimini	RN	Pianura tra Marecchia e Marano
78,8	Cattolica	Cattolica	RN	Tavollo
75,6	Rimini Ausa	Rimini	RN	Marecchia
72,6	Saludecio	Saludecio	RN	Ventena
70	S. Maria Nova	Bertinoro	FC	Bevano
69,4	Ponte Braldo	Forli'	FC	Montone
66,6	Santarcangelo di Romagna	Sant'Arcangelo Di Romagna	RN	Uso
63,4	Lago Pratignano	Fanano	MO	Panaro
63,4	Modigliana Arpa	Modigliana	FC	Montone
63,4	Forli' urbana	Forli'	FC	Ronco
63,2	Vergiano	Rimini	RN	Marecchia
63,1	Novafeltria	Novafeltria	RN	Marecchia
62	Brisighella	Brisighella	RA	Lamone
61,3	Castrocaro	Castrocaro Terme	FC	Montone
60,6	Casoni di Romagna	Monterenzio	BO	Idice
60,2	Trebbio	Modigliana	FC	Lamone
59,6	Casola Valsenio	Casola Valsenio	RA	Senio
58,8	Borgo Tossignano	Borgo Tossignano	BO	Santerno
58,6	Monte Albano	Casola Valsenio	RA	Senio
58,4	S. Cassiano sul Lamone	Brisighella	RA	Lamone
58,2	Le Taverne	Fontanelice	BO	Santerno
56,4	Palazzuolo sul Senio	Palazzuolo Sul Senio	FI	Senio
56,2	Bibbiana	Palazzuolo Sul Senio	FI	Senio
56	Piancaldoli	Firenzuola	FI	Sillaro
55,6	Castel del Rio	Castel Del Rio	BO	Santerno
54,8	Monte Grosso	Rocca San Casciano	FC	Montone
54,8	Monte Cerignone	Monte Cerignone	PU	Conca
54,6	Rontana	Brisighella	RA	Senio
54,6	Pennabilli	Pennabilli	RN	Marecchia
54	Pratacci	Portico E San Benedetto	FC	Montone
53,8	Monte Faggiola	Palazzuolo Sul Senio	FI	Senio
53,8	Tredozio	Tredozio	FC	Lamone
53,8	Carpineta	Cesena	FC	Rubicone
52,8	Madonna dei Fornelli	San Benedetto Val Di Sambro	BO	Reno
52,6	Monte Iottone	Mercato Saraceno	FC	Savio
52	Ponte Verucchio	Verucchio	RN	Marecchia
51,7	Ponte Uso	Sogliano Al Rubicone	FC	Uso
51,2	Matellica	Ravenna	RA	Savio
51	Maiano	Sant'Agata Feltria	RN	Savio
50,1	S. Zeno	Galeata	FC	Montone
50	Civitella	Civitella Di Romagna	FC	Ronco

Tabella 7: Precipitazioni cumulate sulle 24 ore registrate sul territorio regionale il 18 settembre 2024 nelle stazioni pluviometriche che hanno rilevato valori superiori a 120 mm (dati validati)

PREC (mm)	NOME STAZIONE	COMUNE	PROV	BACINO
285,6	S. Cassiano sul Lamone	Brisighella	RA	Lamone
248	Modigliana Arpa	Modigliana	FC	Montone
246	Casola Valsenio	Casola Valsenio	RA	Senio
234,2	Brisighella	Brisighella	RA	Lamone
233	Trebbio	Modigliana	FC	Lamone
225,2	Monte Albano	Casola Valsenio	RA	Senio
221,4	Rontana	Brisighella	RA	Senio
219,8	Casoni di Romagna	Monterenzio	BO	Idice
218	Le Taverne	Fontanelice	BO	Santerno
212,7	Tredozio	Tredozio	FC	Lamone
207	Castel del Rio	Castel Del Rio	BO	Santerno
194,8	Piancaldoli	Firenzuola	FI	Sillaro
194,4	Monte Grosso	Rocca San Casciano	FC	Montone
192,6	Voltre	Civitella Di Romagna	FC	Ronco
186,8	Borgo Tossignano	Borgo Tossignano	BO	Santerno
186,2	Cusercoli	Civitella Di Romagna	FC	Ronco
184,2	Caminate	Meldola	FC	Ronco
182,5	S. Zeno	Galeata	FC	Montone
175,2	Loiano Renana	Loiano	BO	Idice
160,2	Loiano	Loiano	BO	Idice
159,9	Castrocaro	Castrocaro Terme E Terra Del Sole	FC	Montone
148	S. Clemente	Castel San Pietro Terme	BO	Sillaro
141,2	Martorano	Cesena	FC	Pianura Fra Savio E Rubicone
139,2	Lastra	Bagno Di Romagna	FC	Ronco
139	Monte Faggiola	Palazuolo Sul Senio	FI	Senio
138,8	Civitella	Civitella Di Romagna	FC	Ronco
138,5	Ponte Uso	Sogliano Al Rubicone	FC	Uso
135	Monte San Pietro	Monte San Pietro	BO	Samoggia
135	S. Paola	Roncofreddo	FC	Rubicone
132,6	Bibbiana	Palazuolo Sul Senio	FI	Senio
131,2	Pianoro	Pianoro	BO	Idice
130,8	Ca' Bortolani	Valsamoggia	BO	Reno
130,8	Palazuolo sul Senio	Palazuolo Sul Senio	FI	Senio
128,4	Monte Ceresa	Pianoro	BO	Idice
128,2	Guiglia	Guiglia	MO	Panaro
127,8	Madonna dei Fornelli	San Benedetto Val Di Sambro	BO	Reno
126,3	Premilcuore	Premilcuore	FC	Montone
126	Capaccio	Bagno Di Romagna	FC	Ronco
125,8	Marradi	Marradi	FI	Lamone
125,2	Lago Pratignano	Fanano	MO	Panaro
125,2	Forli' urbana	Forli'	FC	Ronco
125	Rimini Ausa	Rimini	RN	Marecchia
124,8	Serramazzoni	Serramazzoni	MO	Panaro
124,6	Monte Iottone	Mercato Saraceno	FC	Savio
122,6	Vergato	Vergato	BO	Reno
121,2	Rullato	Civitella Di Romagna	FC	Savio
121	Invaso	San Benedetto Val Di Sambro	BO	Reno
120,2	Tebano	Castel Bolognese	RA	Senio
117,6	Sasso Marconi Arpa	Sasso Marconi	BO	Reno
117,4	Doccia di Fiumalbo	Fiumalbo	MO	Panaro
116,4	Monteacuto delle Alpi	Lizzano In Belvedere	BO	Reno
116,4	Ponte Samone	Pavullo Nel Frignano	MO	Panaro
115,4	Montefiorino	Montefiorino	MO	Secchia
114,8	Montese	Montese	MO	Panaro
113,4	Polinago	Polinago	MO	Secchia
112,2	Sestola	Sestola	MO	Panaro
111,8	Vignola	Vignola	MO	Panaro
110,4	S. Marino	-	-	Marecchia

Le precipitazioni più abbondanti dell'evento si sono registrate nella giornata del 18 settembre, con cumulate superiori ai 200 mm/24 ore sulla maggior parte delle stazioni pluviometriche dei bacini di Senio e Lamone nel Ravennate, tra i 130 e i 180 mm/24 ore sui bacini di Idice, Sillaro e Santerno nel Bolognese e Montone nel Forlivese (vedi Tabella 7).

Nella giornata del 19 settembre le precipitazioni più abbondanti, tra i 40 ed i 70 mm/24 ore, si sono registrate nella zona di pianura del Bolognese e Ravennate, fino al Ferrarese (vedi Tabella 8).

Tabella 8: Precipitazioni cumulate sulle 24 ore registrate sul territorio regionale il 19 settembre 2024 nelle stazioni pluviometriche che hanno rilevato valori superiori o uguali a 40 mm (dati validati)

PREC (mm)	NOME STAZIONE	COMUNE	PROV	BACINO
71,8	Alberino	Molinella	BO	Pianura Reno
70	Bassarone cassa	Argenta	FE	Pianura Reno
64,5	UMANA	Argenta	FE	Pianura Fra Po E Reno
58,4	Guagnino	Comacchio	FE	Pianura Fra Po E Reno
54,2	Saletto	Bentivoglio	BO	Navile - Savena Abbandonato
52,6	S. Pietro Capofiume	Molinella	BO	Pianura Reno
50,8	S. Antonio Renana	Medicina	BO	Pianura Reno
49,6	Lavezzola	Argenta	FE	Pianura Reno
47,4	Travallino	Baricella	BO	Pianura Reno
47,2	S. Giuseppe	Comacchio	FE	Pianura Fra Po E Reno
46,4	S. Antonio Arpa	Medicina	BO	Pianura Reno
45,8	Mezzolara	Budrio	BO	Pianura Reno
45	S. Pietro in Vincoli	Ravenna	RA	Pianura Reno
42,7	Fosso Ghiaia	Ravenna	RA	Pianura Fra Fiumi Uniti E Bevano
42,6	Padulle Sala Bolognese	Sala Bolognese	BO	Pianura Reno
40,1	Coccolia	Ravenna	RA	Ronco
40,1	Marina di Ravenna	Ravenna	RA	Pianura Fra Lamone E Fiumi Uniti

3. Gli eventi di piena sul territorio regionale

I corsi d'acqua interessati dalle piene più significative sono stati i torrenti Idice, Sillaro, Santerno e Senio, affluenti di destra del fiume Reno, ed i fiumi romagnoli Lamone e Montone.

Nella Figura 12 è illustrata la collocazione geografica dei suddetti bacini sul territorio regionale, con la relativa ubicazione degli strumenti idrometrici e pluviometrici in telemisura della rete di monitoraggio RIRER (Rete Integrata Regione Emilia-Romagna), i cui dati sono stati utilizzati nel presente rapporto.

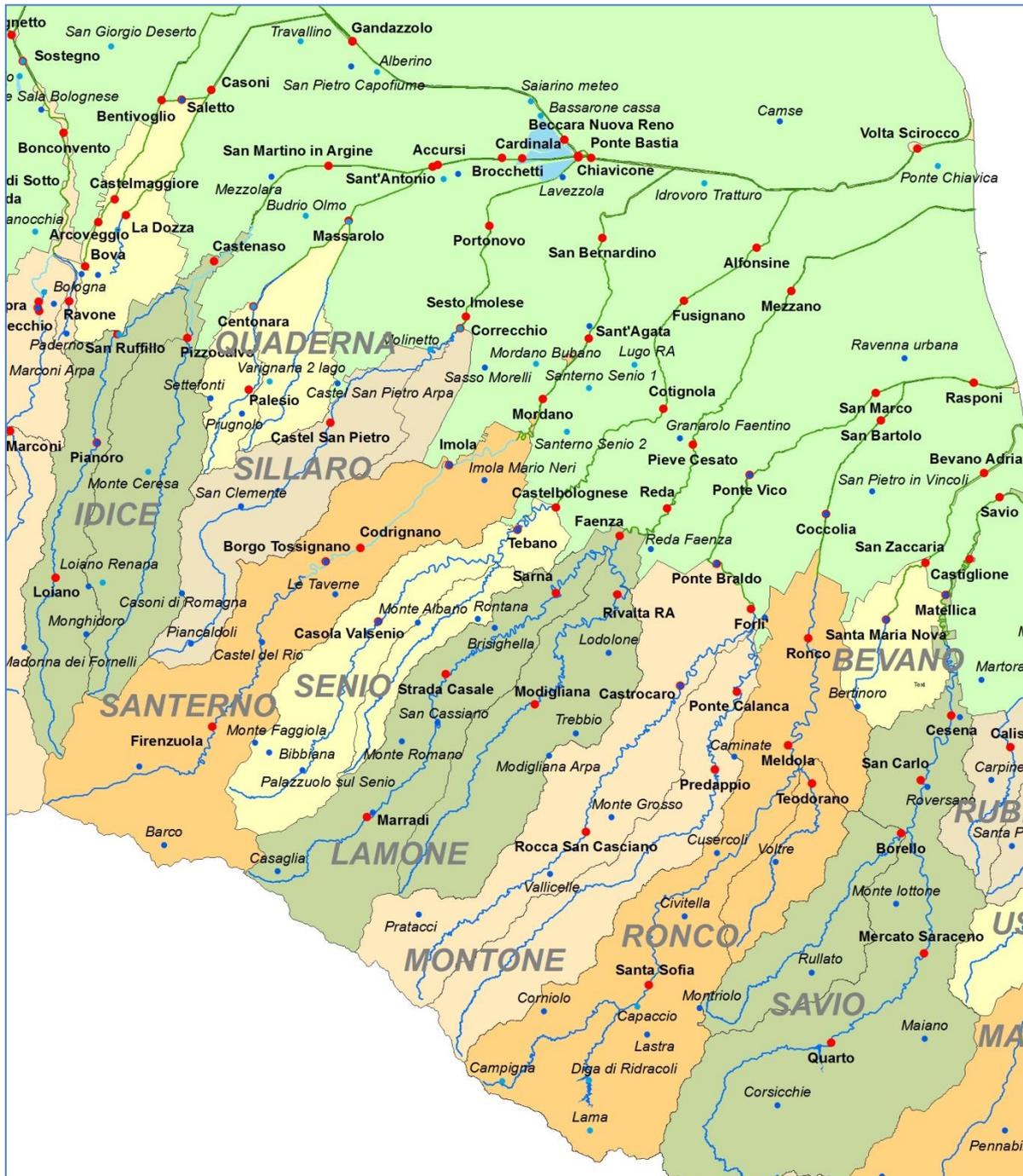


Figura 12: Bacini idrografici e relativi corsi d'acqua interessati dalle piene dal 18 al 19 settembre, con l'ubicazione delle stazioni pluviometriche (in blu) e idrometriche (in rosso) e l'indicazione dei tratti arginati (in verde).

L'evento di precipitazione che ha generato le piene è occorso al termine di un periodo mediamente piovoso sulla regione Emilia-Romagna. Le piogge iniziate con intensità deboli la mattina del 17 settembre, hanno inoltre contribuito alla progressiva saturazione dei suoli, rendendo la più intensa precipitazione del 18 settembre immediatamente efficace ai fini della formazione delle piene, con elevati coefficienti di deflusso.

Come è possibile osservare nella Figura 13, che illustra la precipitazione cumulata nelle 48 ore centrali dell'evento, spazializzata sui bacini tramite aggiustamento radar, le piogge hanno interessato tutti i bacini del settore centro-orientale della regione, con cumulate mediamente superiori ai 100 mm, localmente superiori ai 150 mm dal Secchia al Marecchia. Le precipitazioni più intense ed abbondanti si sono registrate sui bacini collinari dall'Idice al Montone, tutti caratterizzati da tempi di corrivazione prossimi alle 12 ore, con cumulate di pioggia mediamente superiore ai 150 mm, superiori a 300 mm sulla porzione collinare dei bacini di Senio e Lamone.

Pienu moderate, con livelli al colmo superiori alle soglie 2, occupazione delle aree golenali ed interessamento degli argini, si sono registrate su Secchia, Panaro, Samoggia, Reno, Ronco, Savio, transitando nei tratti vallivi senza creare particolari problemi sui territori attraversati, fino a tutta la giornata del 20 settembre. Su Idice, Sillaro, Santerno, Senio, Lamone e Montone le più intense precipitazioni hanno invece generato piene superiori alle soglie 3 e ai massimi storici, registrati nei recenti eventi di maggio 2023.

Nei successivi paragrafi verranno analizzate le precipitazioni e la formazione delle piene più significative sui singoli corsi d'acqua sopra citati, dall'Idice al Montone, attraverso l'analisi dei dati pluviometrici e idrometrici registrati durante l'evento.

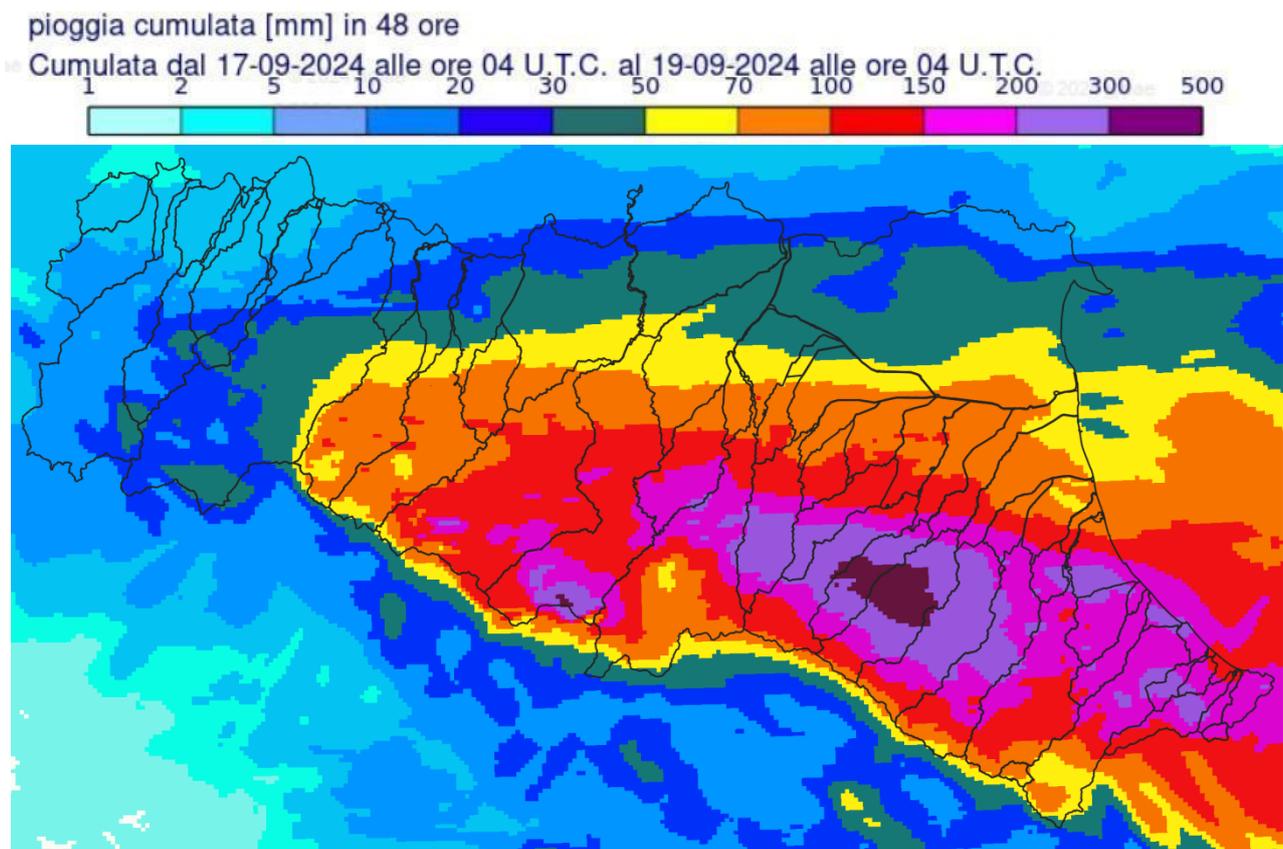


Figura 13: Mappa della precipitazione cumulata sui bacini della regione Emilia-Romagna nelle 48 ore centrali dell'evento, dalle ore 6:00 del 17 alle ore 6:00 del 19 settembre 2024, ottenuta dai dati pluviometrici spazializzati con l'aggiustamento radar.

3.1. La piena del torrente Idice del suo affluente Savena

Le precipitazioni sul bacino dell'Idice sono iniziate deboli la mattina del 17 settembre, raggiungendo senza sostanziali interruzioni le massime intensità nel pomeriggio del 18, per poi attenuarsi progressivamente il 19 settembre (vedi Figura 14).

Le massime intensità e cumulate si sono osservate sulla porzione collinare del bacino dell'Idice e del Savena (vedi Figura 13). In particolare nelle stazioni di Casoni di Romagna e Loiano, dove le piogge massime di durata 24 e 48 ore hanno superato i massimi delle serie storiche, con lunghezze prossime ai 100 anni, registrati nell'evento del 2-3 maggio 2023 (vedi Tabella 9). Precipitazioni di intensità inferiore, ma comunque persistenti e con cumulate significative si sono osservate nella zona di crinale e nella porzione pedecollinare del bacino.

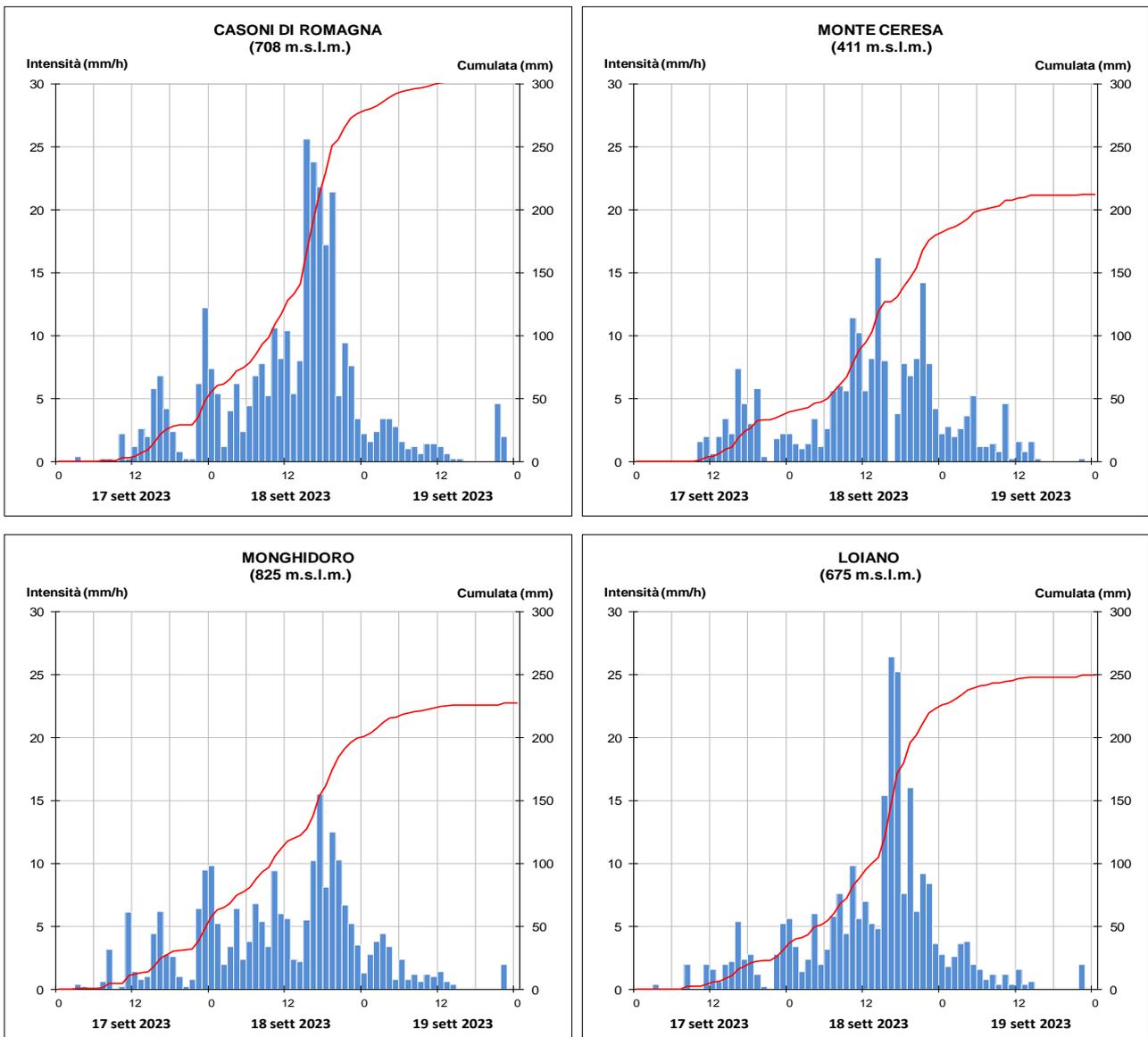


Figura 14: Andamento delle precipitazioni orarie e cumulate più significative dell'evento registrate dai pluviometri del bacino dell'Idice (in alto) e del suo affluente Savena (in basso) (ora solare - dati validati)

Tabella 9: Piogge intense di massima intensità per le diverse durate sul bacino del torrente Idice e del suo affluente Savena nell'evento dal 17 al 20 settembre 2024, a confronto con i massimi storici di 1 e 2 gg consecutivi (in grassetto i valori che hanno superato i massimi)

STAZIONE	QUOTA m.s.l.m.	PIOGGE INTENSE						max più giorni consecutivi al 16/09/24			Inizio serie registrazioni
		1h	3h	6h	12h	24h	48h	1 gg	2 gg	Data max	
Idice											
Monghidoro	825	17,1	38,1	64,1	94,4	159,7	218,4	173,2	245,4	12 giugno 1994	1920
Loiano	675	26,8	67,0	97,4	140,2	194,0	242,4	176,5	176,5	31 dicembre 1950	1919
Pianoro	174	16,2	32,2	58,0	88,8	136,6	182,6	131,4	188,0	2-3 maggio 2023	1919
S. Ruffillo	92	20,4	28,8	39,2	50,0	89,6	138,0	103,0	174,6	2-3 maggio 2023	2003
Savena											
Casoni di Romagna	708	27,6	71,6	117,8	168,6	239,2	296,6	152,8	211,4	2-3 maggio 2023	1933
Monte Ceresa	411	19,0	34,2	62,2	100,8	151,0	205,8	290,0	290,0	9 ottobre 2004	2001

Innalzamenti progressivi dei livelli idrometrici si sono osservati alla chiusura dei bacini montani di Idice e Savena già tra il 17 ed il 18 settembre, che hanno raggiunto colmi superiori alle soglie 3 nella sera del 18, subito dopo gli impulsi di pioggia di maggiore intensità (vedi Figura 15).

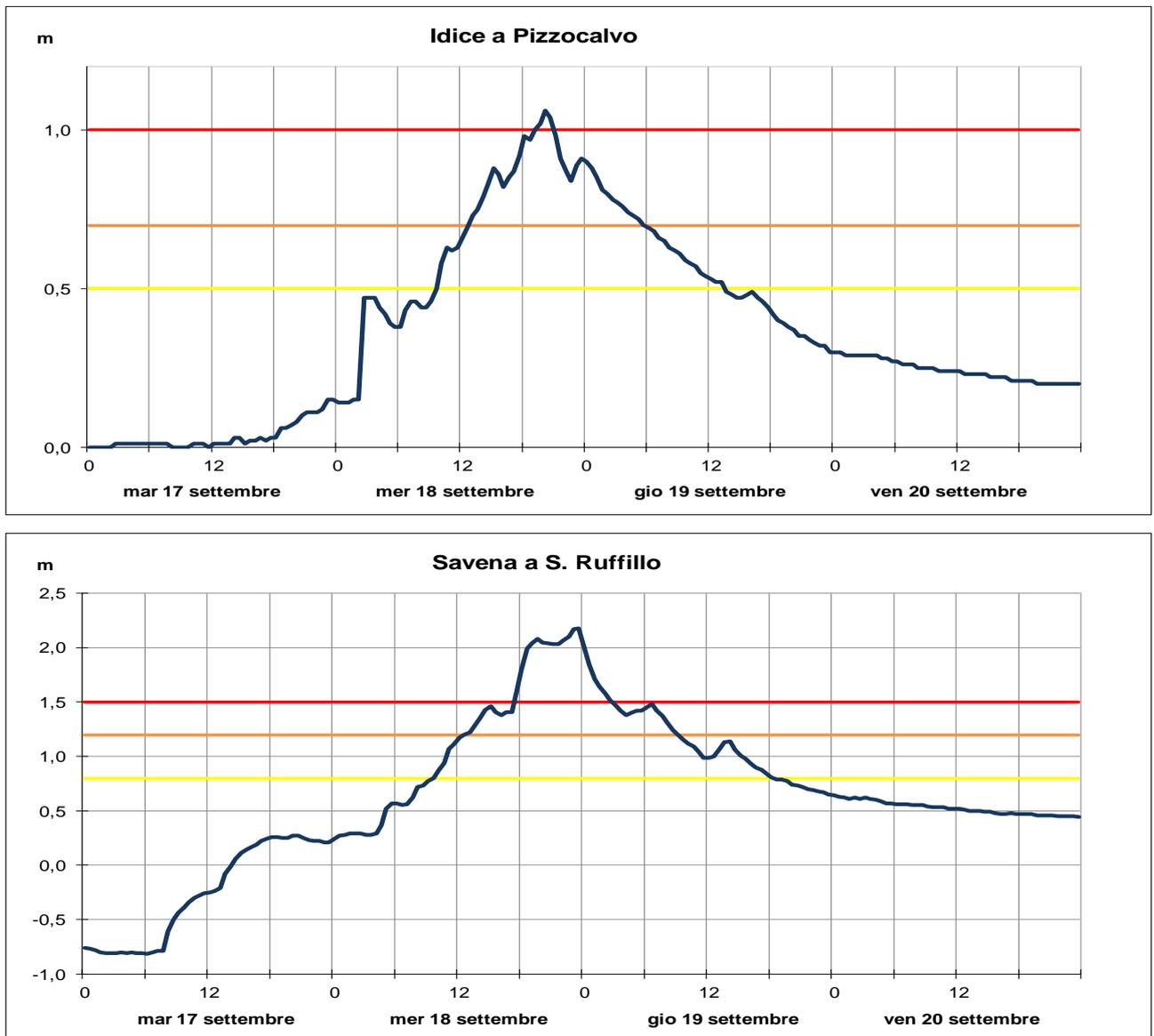


Figura 15: Andamento dei livelli idrometrici nelle sezioni di chiusura dei bacini montani dell'Idice e del suo affluente Savena (ora solare - dati validati).

Localizzate esondazioni del Savena a S. Lazzaro, dell'Idice alla Noce e del torrente Zena a Botteghino di Zocca e Farneto (vedi § 3.7), hanno causato perdite di volume ben visibili dall'andamento al colmo dei due idrogrammi di piena di Figura 15.

A valle della confluenza le due onde di piena quasi in fase di Idice e Savena si sono sommate nella sezione di **Castenaso, dove è stato registrato un colmo di piena di 12,57 m s.z.i. alle ore 00:30 del 19 settembre, 2° caso della serie storica, inferiore di 27 cm al massimo storico del 17 maggio 2023.** La portata al colmo di piena stimata sull'Idice a Castenaso è di circa 460 mc/sec.

Nel tratto arginato a valle la piena ha sormontato la soglia di sfioro controllato presente in destra idraulica, tenuta ad un livello più basso dell'argine a servizio dei lavori di ripristino nella zona della rotta di maggio 2023. Il prolungato sormonto ha aperto una nuova rotta subito a valle della suddetta soglia, dalla quale è fuoriuscito un elevato volume d'acqua, ben visibile dalla rapida decrescita dell'idrogramma di piena nella sezione di S. Antonio (vedi Figura 16). Anche sul torrente Quaderna, che confluisce in Idice in destra a monte di S. Antonio, anche a fronte di una piena non particolarmente elevata, si è registrata una rotta in sinistra idraulica che ha contribuito all'allagamento della zona tra Budrio e Selva Malvezzi (vedi § 3.7).

Nella Tabella 10 sono riportate le massime altezze registrate nelle stazioni teleidrometriche dell'Idice e dei suoi affluenti Savena, Quaderna e Gaiana, durante la piena del 18-19 settembre, con l'indicazione dei tempi di propagazione dei colmi e delle perdite di volume per rotte ed esondazioni.

Tabella 10: Punte massime registrate nella piena di Idice e dei suoi affluenti Savena, Quaderna e Gaiana il 18-19 settembre 2024. In arancio i livelli superiori alle soglie 2, in rosso quelli superiori alle soglie 3 (ora solare - dati validati).

Torrente SAVENA vivo								
Denominazione del SENSORE	Distanze		SOGLIE DI RIFERIMENTO			Punta max registrata		Note
	parziali	progres.	soqlia 1	soqlia 2	soqlia 3	H idr.ca	qior.	
origine	0,0	0,0						
LOIANO	15,0	15,0	1,00	1,50	2,00	1,64	18/09/2024 20:30	
PIANORO	15,0	30,0	0,80	1,00	1,40	1,56	18/09/2024 21:45	
S. RUFFILLO	9,9	39,9	0,80	1,20	1,50	2,18	19/09/2024 00:30	esondazioni a monte
sbocco in Idice	7,8	47,7						
Torrente QUADERNA								
Denominazione del SENSORE	Distanze		SOGLIE DI RIFERIMENTO			Punta max registrata		Note
	parziali	progres.	soqlia 1	soqlia 2	soqlia 1	H idr.ca	qior. Ora	
origine	0,0	0,0						
PALESIO	7,7	7,7	0,90	1,30	1,70	1,33	18/09/2024 14:00	
confluenza Fossatone	16,3	24,0						
confluenza Gaiana	3,2	27,2						
sbocco in Idice	8,2	35,4						
Torrente GAIANA								
Denominazione del SENSORE	Distanze		SOGLIE DI RIFERIMENTO			Punta max registrata		Note
	parziali	progres.	soqlia 1	soqlia 2	soqlia 3	H idr.ca	qior. Ora	
origine	0,0	0,0						
MASSAROLO	20,9	20,9	18,00	19,30	20,00	19,85	19/09/2024 10:00	rotta a valle
sbocco in Quaderna	0,1	21,0						
Torrente IDICE								
Denominazione del SENSORE	Distanze		SOGLIE DI RIFERIMENTO			Punta max registrata		Note
	parziali	progres.	soqlia 1	soqlia 2	soqlia 3	H idr.ca	qior. Ora	
origine	0,0	0,0						
PIZZOCALVO	34,0	34,0	0,50	0,70	1,00	1,06	18/09/2024 21:00	esondazioni a monte
confluenza Savena	4,6	38,6						
CASTENASO	3,6	42,2	8,00	9,20	11,00	12,57	19/09/2024 00:30	
confluenza Quaderna	22,8	65,0						
S. ANTONIO	0,6	65,6	10,50	12,20	13,70	14,14	19/09/2024 05:00	rotta a monte
sbocco in Reno	0,8	78,9						

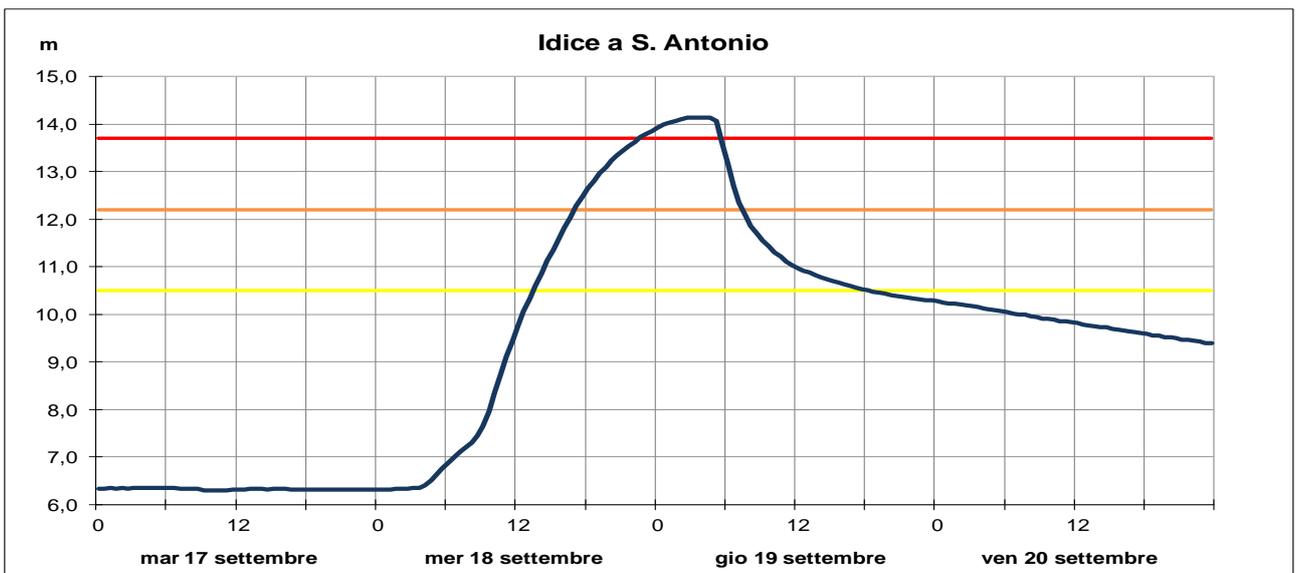
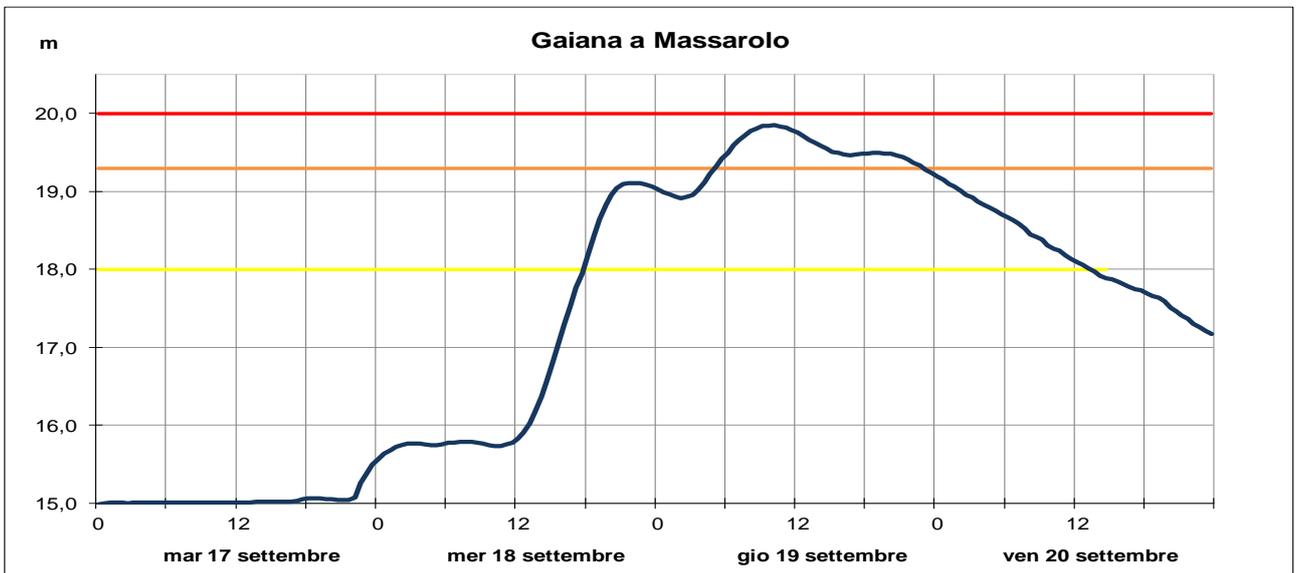
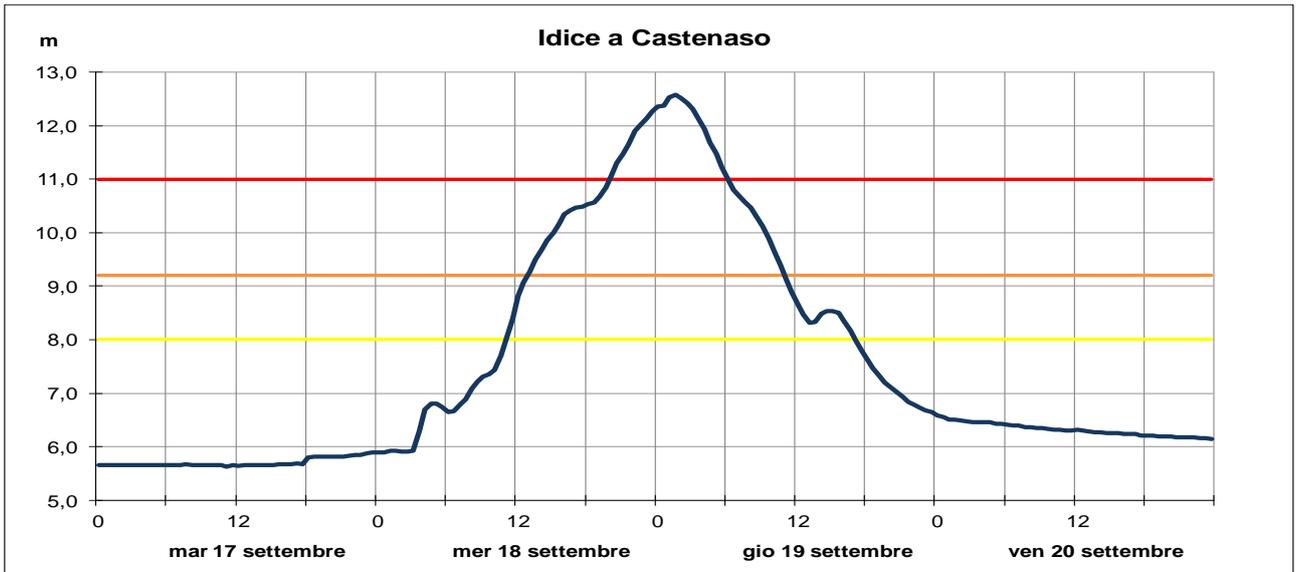


Figura 16: Andamento dei livelli idrometrici nelle sezioni più significative del tratto vallivo di Idice e del suo affluente Gaiana (ora solare - dati validati).

3.2. La piena del torrente Sillaro

Sul bacino del torrente Sillaro le precipitazioni dal 17 al 19 settembre hanno fatto registrare le massime intensità e cumulate nella porzione più alta del bacino, con valori complessivi tra 200 e 270 mm, mentre cumulate leggermente inferiori si sono osservate nella parte pedecollinare del bacino (vedi Figura 13).

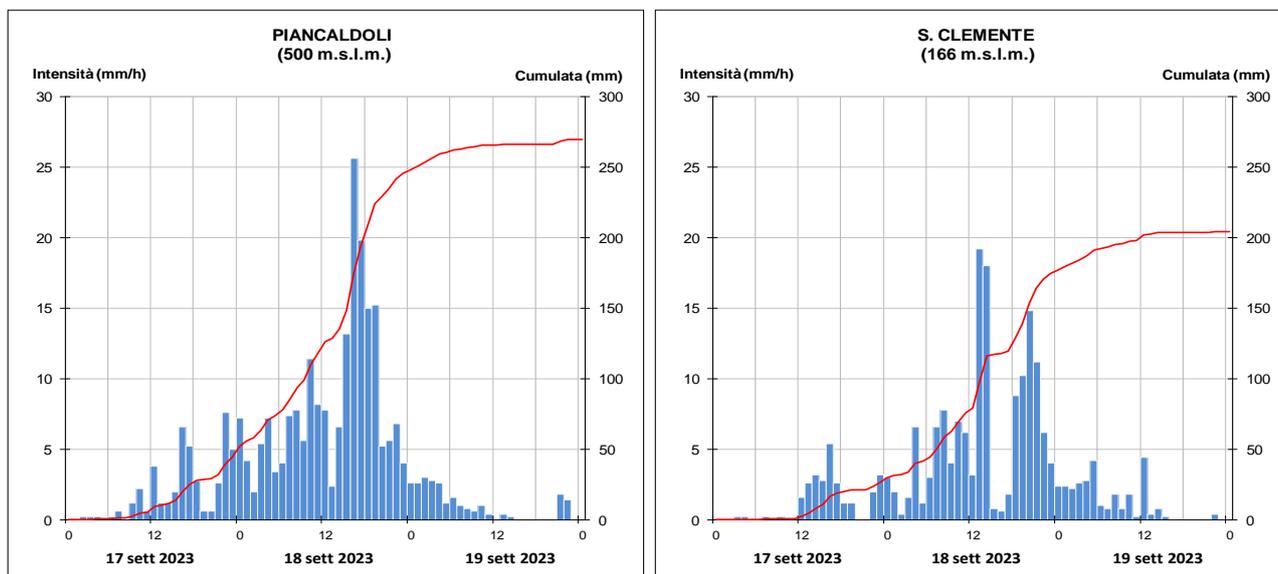


Figura 17: Andamento delle precipitazioni orarie e cumulate più significative dell'evento registrate dai pluviometri del bacino del Sillaro (ora solare - dati validati).

Le piogge persistenti, iniziate nel pomeriggio del 17 settembre, hanno raggiunto intensità prossime o superiori ai 20 mm/ora la sera del 18, esaurendosi nel pomeriggio del 19 (vedi Figura 17). **Le piogge di massima intensità di durata 24 e 48 ore hanno superato i massimi delle serie storiche**, registrati a Piancaldoli dal 1921 e a S. Clemente dal 1962, **osservati nel recente evento del 2-3 maggio 2023** (vedi Tabella 11).

Tabella 11: Piogge intense di massima intensità per le diverse durate sul bacino del torrente Sillaro nell'evento dal 17 al 20 settembre 2024, a confronto con i massimi storici di 1 e 2 gg consecutivi (in grassetto i valori che hanno superato i massimi)

STAZIONE	QUOTA	PIOGGE INTENSE						max più giorni consecutivi al 16/09/24			Inizio serie registrazioni
		1h	3h	6h	12h	24h	48h	1 gg	2 gg	Data max	
Sillaro	m.s.l.m.	27	61,4	97,6	139,2	202,8	262,4	147,0	201,2	2-3 maggio 2023	1921
Piancaldoli	500	27	61,4	97,6	139,2	202,8	262,4	147,0	201,2	2-3 maggio 2023	1921
S. Clemente	166	24,6	40,6	58	103,4	150,8	199,8	145,4	199,4	2-3 maggio 2023	1962

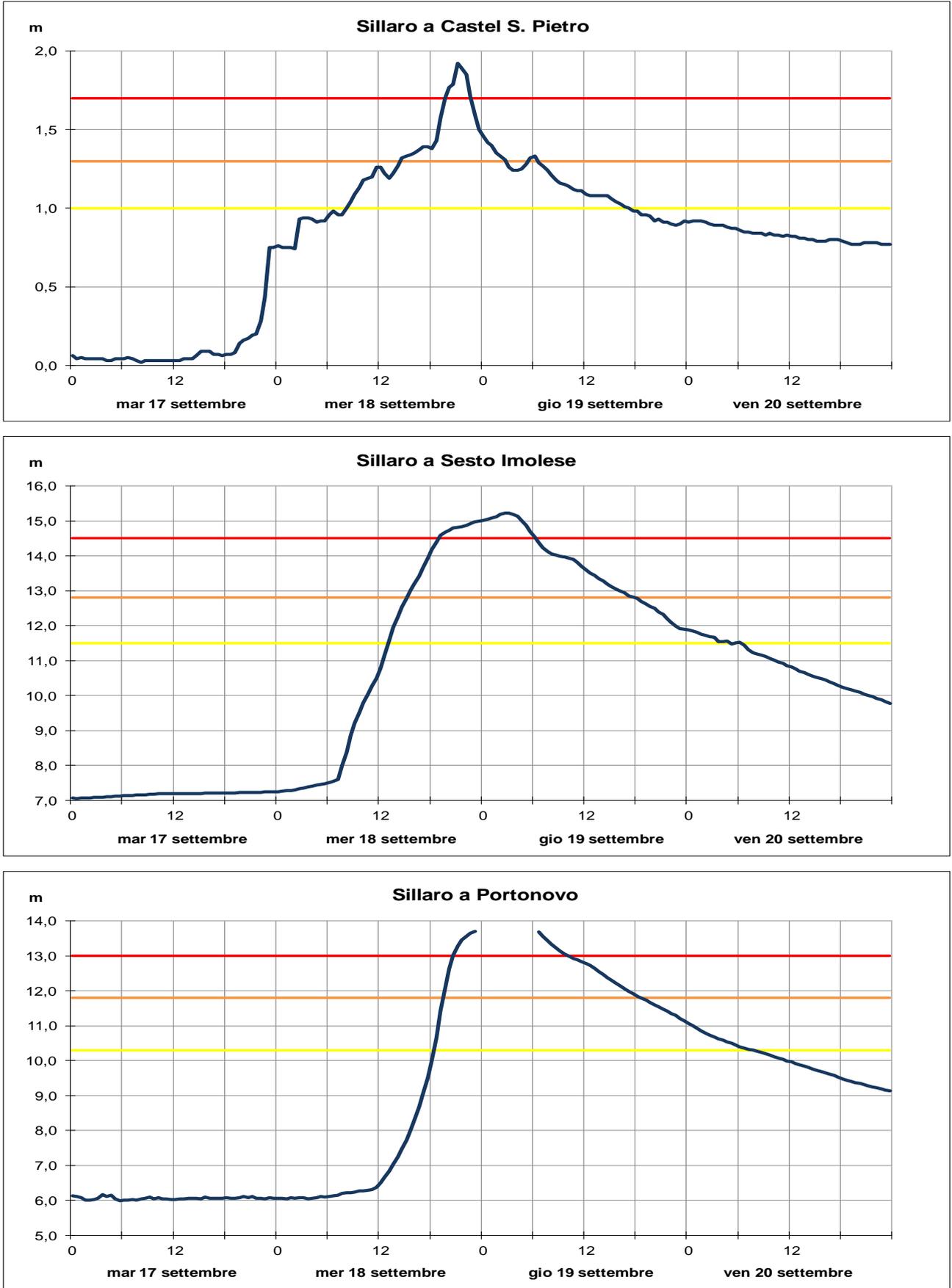


Figura 18: Andamento dei livelli idrometrici nelle sezioni più significative del Sillaro (ora solare - dati validati).

I livelli idrometrici nella sezione di **Castel S. Pietro** si sono progressivamente innalzati nella giornata del 17 settembre, per poi registrare un rapido innalzamento in corrispondenza dello scroscio di pioggia di maggiore intensità, raggiungendo il **livello massimo di 1,91 m s.z.i. alle 21:15 del 18 settembre, 2° caso della serie storica, dopo il massimo di 2,26 m registrato il 23 giugno del 1981**. La portata al colmo di piena stimata sul Sillaro a Castel S. Pietro è di circa 200 mc/sec.

La piena si è poi rapidamente propagata verso valle con livelli massimi dovunque superiori alle soglie 3 e prossimi ai franchi arginali: localizzati sormonti con allagamenti delle zone limitrofe si sono verificati a monte di Sesto Imolese (vedi § 3.7), ed un'ulteriore fuoriuscita di acqua si è avuta più a valle, da una tracimazione sull'argine destro, in prossimità della sezione di Portonovo. Le perdite di volume della piena dovute a sormonti e rotte sono ben visibili dall'andamento degli idrogrammi registrati sia a Sesto Imolese che a Portonovo in prossimità dei colmi (vedi Figura 18). Nonostante le suddette perdite di volume, si osserva che **nella sezione di Portonovo non è stato possibile rilevare il colmo di piena, perché superiore al massimo livello misurabile dallo strumento, comunque superiore al massimo storico registrato dal 1981**.

Nella Tabella 12 sono riportate le massime altezze registrate nelle stazioni teleidrometriche del torrente Sillaro durante la piena del 18-19 settembre, con l'indicazione dei tempi di propagazione dei colmi, delle perdite di volume per rotte ed esondazioni e dei massimi storici rilevati.

Tabella 12: Punte massime registrate nella piena del Sillaro il 18-19 settembre 2024. In rosso i livelli superiori alle soglie 3 (ora solare - dati validati).

Torrente SILLARO								
Denominazione del SENSORE	Distanze		SOGLIE DI RIFERIMENTO			Punta max registrata		Note
	parziali	progres.	soqlia 1	soqlia 2	soqlia 3	H idr.ca	qior. Ora	
origine	0,0	0,0						
CASTEL S. PIETRO	31,7	31,7	1,00	1,30	1,70	1,91	18/09/2024 21:15	
CORRECCHIO	15,7	47,4	20,00	21,00	22,80	26,66	19/09/2024 02:30	
SESTO IMOLESE	1,1	48,5	11,50	12,80	14,50	15,22	19/09/2024 03:00	tracimazioni a monte
PORTONOVO	9,2	57,7	10,30	11,80	13,00	>13,7	19/09/2024 mattina	strumento in finestra di misura/ max dal 1981
CHIAVICA BASTIA	10,8	68,5	8,70	11,00	12,70	2,00	19/09/2024 00:30	
sbocco in Reno	0,8	69,3						

3.3. La piena del fiume Santerno

Le precipitazioni più intense ed abbondanti dell'evento hanno interessato la porzione collinare del bacino del Santerno, con cumulate totali prossime ai 300 mm ed intensità superiori ai 25 mm/ora, mentre sul crinale appenninico e nel settore pedecollinare del bacino si sono registrate piogge inferiori, seppur persistenti, prossime ai 100 -150 mm (vedi Figura 13).

Le piogge nelle stazioni pluviometriche più significative sono iniziate il 17 settembre si sono progressivamente intensificate nel pomeriggio-sera del 18, esaurendosi nella mattina del 19 (vedi Figura 19). **A Le Taverne, Castel del Rio e Borgo Tossignano le precipitazioni di massima intensità di durata 24 e 48 ore hanno superato i massimi storici registrati nei recenti eventi del 2-3 e del 16-17 maggio 2023** (vedi Tabella 13).

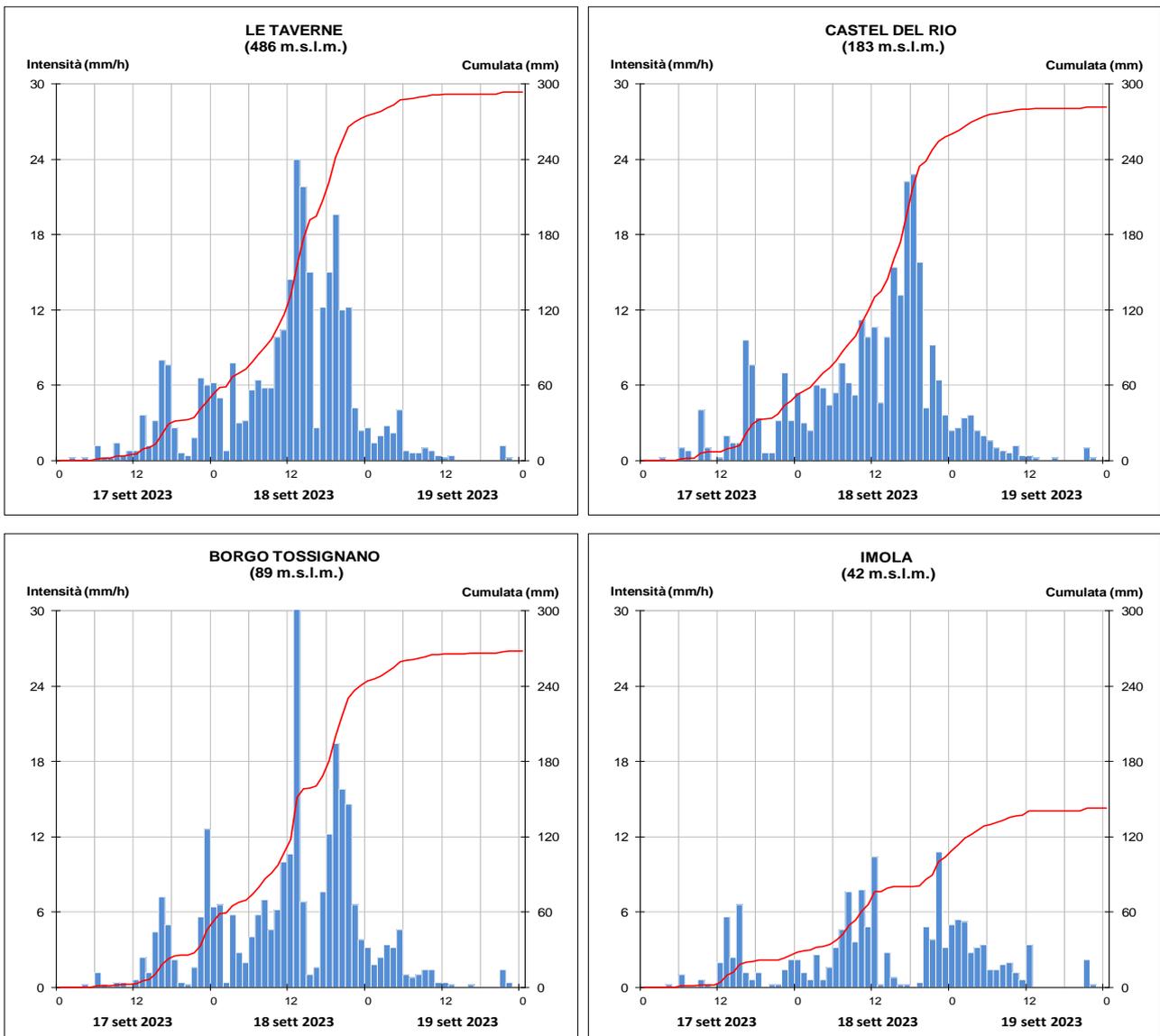


Figura 19: Andamento delle precipitazioni orarie e cumulate più significative dell'evento registrate dai pluviometri del bacino del Santerno (ora solare - dati validati)

Tabella 13: Piogge intense di massima intensità per le diverse durate sul bacino del torrente Santerno nell'evento dal 17 al 20 settembre 2024, a confronto con i massimi storici di 1 e 2 gg consecutivi (in grassetto i valori che hanno superato i massimi)

STAZIONE	QUOTA m.s.l.m.	PIOGGE INTENSE						max più giorni consecutivi al 16/09/24			Inizio serie registrazioni
		1h	3h	6h	12h	24h	48h	1 gg	2 gg	Data max	
Santerno	720	7,4	19,6	32,2	48,4	61,6	97,2	212,0	213,4	18 febbraio 2016	1924
Barco	476	7,8	19,4	34,6	60,2	77,8	119,2	219,0	219,2	18 febbraio 2016	1920
Firenzuola	486	29,4	67,6	98,6	169,0	231,2	287,4	150,2	274,4	2-3 maggio 2023	2002
Le Taverne	183	25,4	63,6	100,4	148,8	211,0	275,4	172,6	272,0	16-17 maggio 2023	1920
Castel del Rio	98	33,2	54,6	77,6	140,4	205,2	263,0	160,6	230,2	2-3 maggio 2023	1992
Borgo Tossignano	42	11,4	23,0	38,8	50,4	94,2	137,8	192,0	219,3	16-17 settembre 1928	1919
Imola											

Poiché le precipitazioni più intense ed abbondanti hanno interessato solo una porzione del bacino, la piena che si è sviluppata sul corso d'acqua ha raggiunto livelli generalmente superiori alle soglie 2 nel tratto montano, con una portata al colmo stimata ad Imola di circa 340 mc/sec.

A valle della Via Emilia, l'effetto di laminazione esercitato dall'allagamento delle zone di espansione controllata tra Imola e Mordano, ha abbassato i colmi in ingresso nel tratto arginato, dove la piena si è rapidamente propagata con livelli prossimi o superiori alle sole soglie 2, superiori alle soglie 3 solo nella sezione terminale di S. Bernardino, dove il deflusso è stato rallentato dal transito contemporaneo della piena di Reno (vedi Figura 20). La piena è transitata senza creare particolari criticità nei territori attraversati, seppur con occupazione delle aree golenali ed interessamento dei corpi arginali.

Nella

Tabella 14 sono riportate le massime altezze registrate nelle stazioni teleidrometriche del torrente Santerno durante la piena del 18-19 settembre, con l'indicazione dei tempi di propagazione dei colmi.

Tabella 14: Punte massime registrate nella piena del Santerno il 18-19 settembre 2024. In arancio i livelli superiori alle soglie 2, in rosso quelli superiori alle soglie 3 (ora solare - dati validati).

Torrente SANTERNO								
Denominazione del SENSORE	Distanze		SOGLIE DI RIFERIMENTO			Punta max registrata		Note
	parziali	progres.	soqlia 1	soqlia 2	soqlia 3	H idr.ca	qior.Ora	
origine	0,0	0,0						
Firenzuola idro	17,0	17,0	1,5	3,5	5,5	2,25	19/09/2024 03:45	
Borgo Tossignano	22,0	39,0	1,50	2,00	2,80	2,21	18/09/2024 19:30	
CODRIGNANO	9,5	48,5	0,80	1,20	1,60	1,36	18/09/2024 19:30	
IMOLA	8,5	57,0	2,00	2,70	3,70	3,20	18/09/2024 21:30	
MORDANO	19,0	76,0	10,00	12,00	14,00	11,89	19/09/2024 01:00	
SANTAGATA	6,5	82,5	10,00	12,00	14,00	13,51	19/09/2024 03:30	
S. BERNARDINO	9,7	92,2	9,00	10,70	12,20	12,60	19/09/2024 05:00	deflusso rallentato dalla piena di Reno
sbocco in Reno	10,5	102,7						

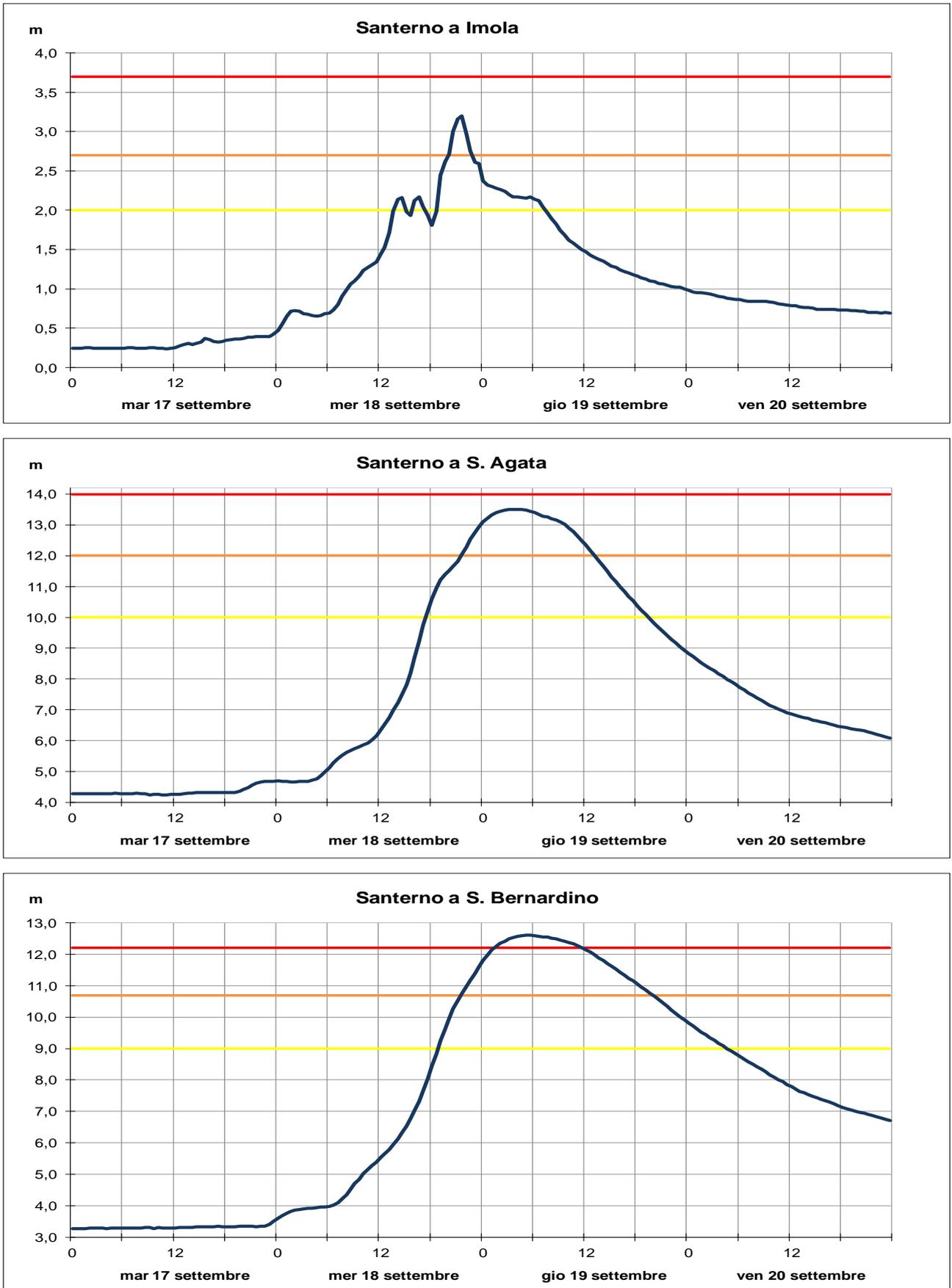


Figura 20: Andamento dei livelli idrometrici nelle sezioni più significative del Santerno (ora solare - dati validati).

3.4. La piena del torrente Senio

Sul bacino del torrente Senio le precipitazioni dal 17 al 19 settembre sono state tra le più intense e persistenti del territorio regionale, con cumulate superiori ai 200 mm complessivi, localmente superiori ai 300 mm (vedi Figura 13), ed intensità prossime o superiori al 30 mm/ora.

L'andamento della precipitazione oraria e cumulata in Figura 21 mostra anche per le stazioni pluviometriche del Senio piogge deboli nella giornata del 17, ed un'intensificazione con due impulsi successivi nel pomeriggio e nella sera del 18 settembre. **Le piogge di massima intensità di durata 24 e 48 ore hanno superato i massimi delle serie storiche registrati nei recenti eventi di maggio 2023** a Monte Albano, Tebano, Casola Valsenio e Rontana, in queste due ultime stazioni con serie storiche prossime o superiori ai 100 anni (vedi Tabella 15).

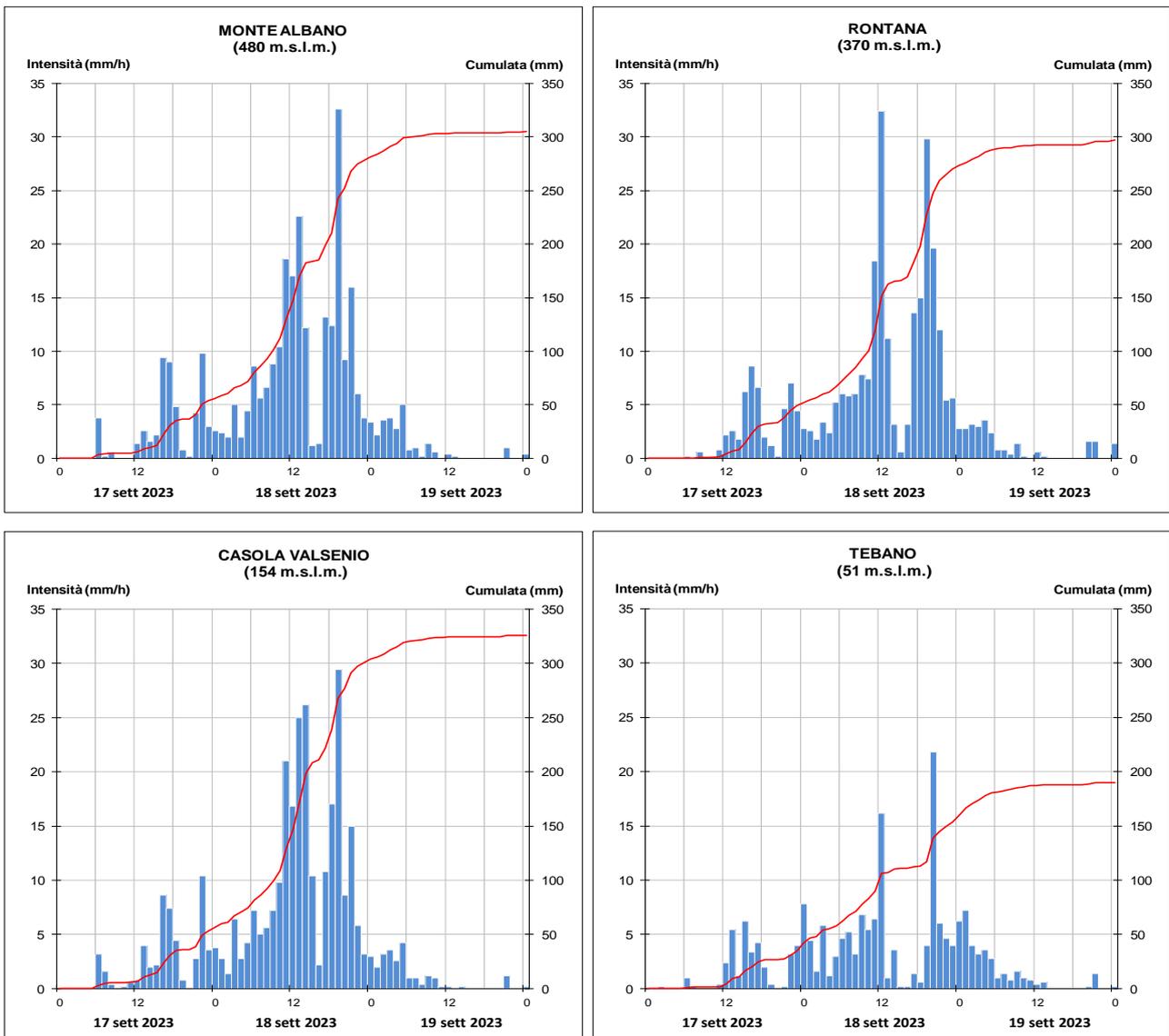


Figura 21: Andamento delle precipitazioni orarie e cumulate più significative dell'evento registrate dai pluviometri del bacino del Senio (ora solare - dati validati)

Tabella 15: Piogge intense di massima intensità per le diverse durate sul bacino del torrente Senio nell'evento dal 17 al 20 settembre 2024, a confronto con i massimi storici di 1 e 2 gg consecutivi (in grassetto i valori che hanno superato i massimi)

STAZIONE	QUOTA m.s.l.m.	PIOGGE INTENSE						max più giorni al 16/09/24			Inizio serie registrazioni
		1h	3h	6h	12h	24h	48h	1 gg	2 gg	Data max	
Monte Faggiola	929	26,8	42,4	60,0	89,6	140,4	201,4	182,0	237,4	16-17 maggio 2023	2002
Bibbiana	858	26,8	41,6	58,6	91,6	134,8	197,4	178,4	212,8	4 novembre 1966	1960
Palazzuolo sul Senio	500	24,8	38,6	56,0	89,6	134,2	197,0	155,4	200,0	16-17 maggio 2023	1989
Monte Albano	480	35,2	62,0	89,6	168,4	229,4	299,2	219,8	261,0	16-17 maggio 2023	2002
Rontana	370	35,2	70,8	95,8	168,2	223,6	290,8	142,2	191,8	2-3 maggio 2023	1945
Casola Valsenio	154	34,2	71,4	114,4	192,6	252,6	319,8	193,6	242,8	16-17 maggio 2023	1920
Tebano	51	21,8	34,0	50,2	68,6	123,0	185,4	114,4	130,4	16-17 maggio 2023	1999

Rapidi innalzamenti dei livelli idrometrici si sono osservati nelle sezioni montane del Senio nel pomeriggio del 18 settembre, con due colmi sovrapposti in corrispondenza dei due picchi di intensità di pioggia, ben visibili negli idrogrammi di piena in Figura 22.

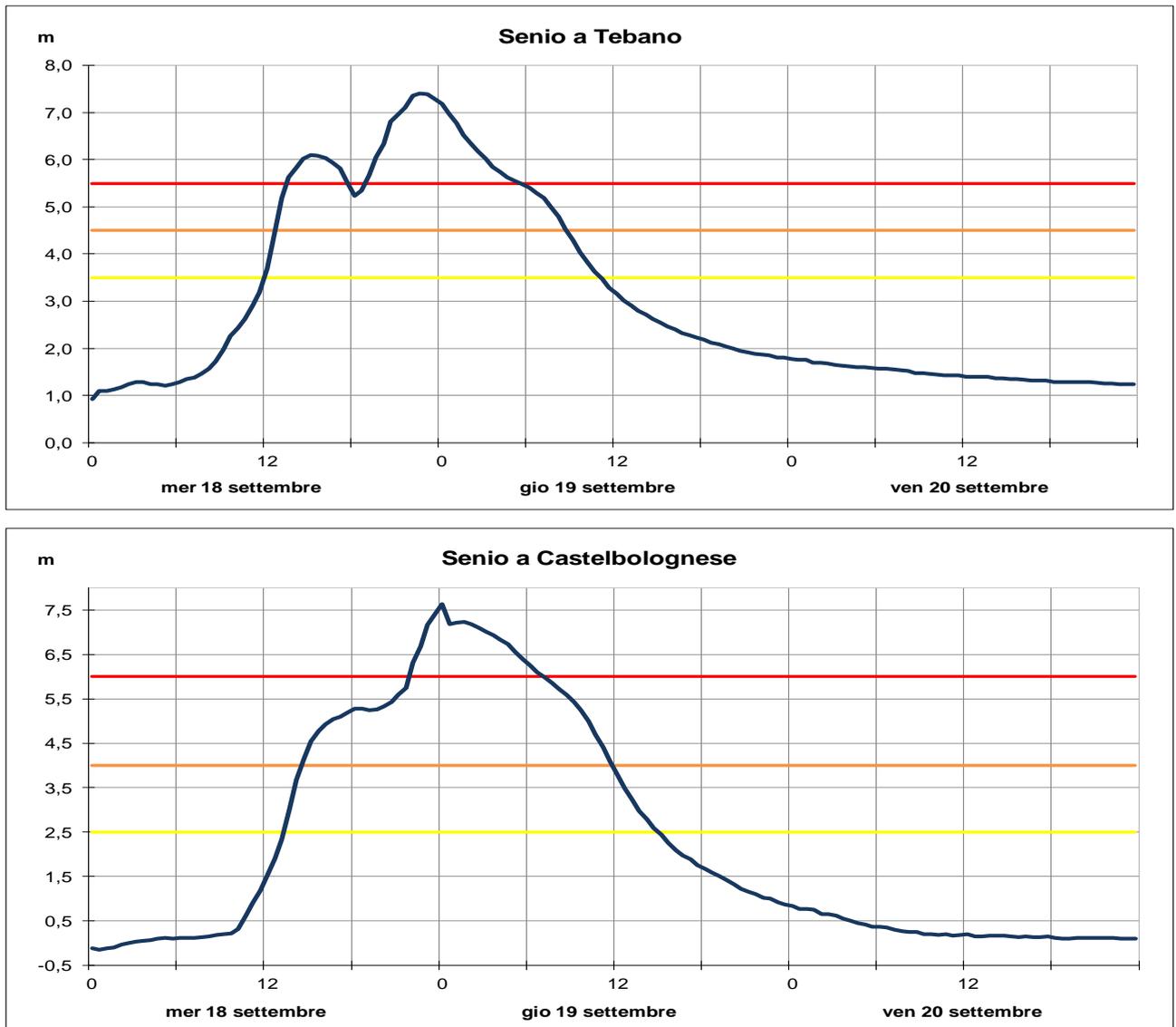


Figura 22: Andamento dei livelli idrometrici nelle sezioni più significative del tratto non arginato del torrente Senio (ora solare - dati validati).

A Tebano, nonostante alcune perdite di volume dovute ad esondazioni a monte, la piena ha raggiunto un colmo di 7,41 m s.z.i. alle 22:30, 2° caso della serie storica, dopo il massimo di 7,91 m registrato il 16 maggio 2023. La portata al colmo di piena stimata sul Senio a Tebano è di circa 250 mc/sec. **A Castelbolognese, dove si sono verificate ulteriori esondazioni, rilevabili nell'andamento dei livelli in corrispondenza del colmo, la piena ha raggiunto un livello di 7,64 m s.z.i. alle 00:00 del 19 settembre, massimo storico dal 1981, superiore di 54 cm al massimo precedentemente registrato nella recente piena del 17 maggio 2023.**

Nel tratto arginato la piena ha sormontato l'argine in più punti intorno a Cotignola, cui è seguita un'importante rotta in sinistra, ben evidente dalla rapida decrescita dei livelli idrometrici nella stessa sezione di Cotignola nella mattina del 19 settembre (vedi Figura 23). Nonostante le ulteriori perdite di volume della piena, occorse nel tratto vallivo (vedi § 3.7), **i livelli al colmo raggiunti nelle sezioni di Fusignano e Alfonsine sono stati i massimi della serie storica dal 1981, superiori ai massimi registrati nella piena del 17 maggio 2023.**

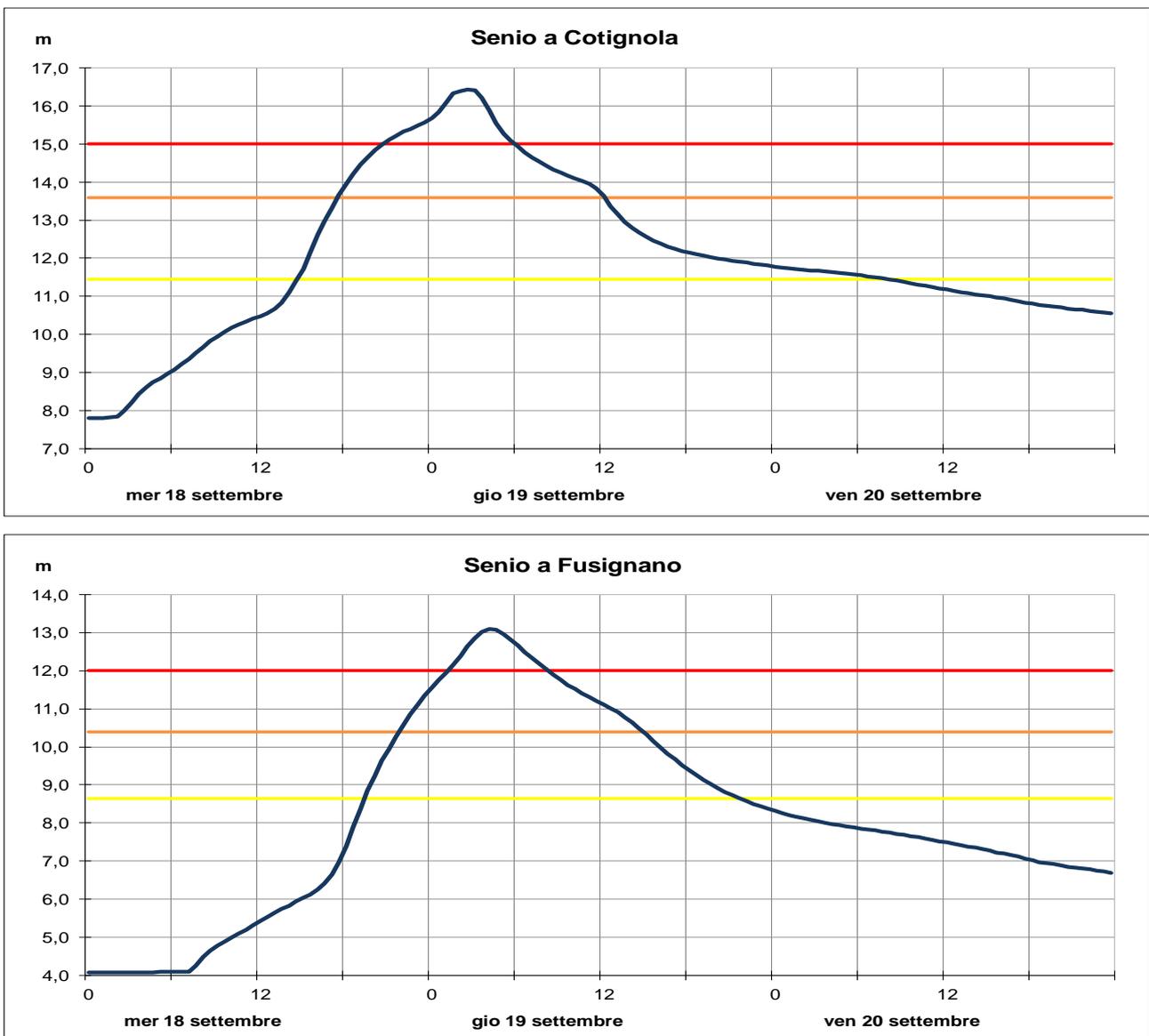


Figura 23: Andamento dei livelli idrometrici nelle sezioni più significative del Senio (ora solare - dati validati).

Nella Tabella 16 sono riportate le massime altezze registrate nelle stazioni teleidrometriche del torrente Senio durante la piena del 18-19 settembre, con l'indicazione dei tempi di propagazione dei colmi, delle perdite di volume per rotte ed esondazioni e dei massimi storici rilevati.

Tabella 16: Punte massime registrate nella piena di Senio il 18-19 settembre 2024. In rosso i livelli superiori alle soglie 3 (ora solare - dati validati).

Torrente SENIO								
Denominazione del SENSORE	Distanze		SOGLIE DI RIFERIMENTO			Punta max registrata		Note
	parziali	progres.	soqlia 1	soqlia 2	soqlia 3	H idr.ca	qior. Ora	
origine	0,0	0,0						
CASOLA VALSENO	22,4	22,4	-0,30	0,30	1,00	1,25	18/09/2024 18:30	
TEBANO	23,5	45,9	3,50	4,50	5,50	7,41	18/09/2024 22:30	
CASTELBOLOGNESE	8,1	54,0	2,50	4,00	6,00	7,64	19/09/2024 00:00	esondazioni a monte/max dal 1981
COTIGNOLA	16,4	70,4	11,45	13,60	15,00	16,43	19/09/2024 02:45	tracimazioni a monte e a valle
FUSIGNANO	10,4	80,8	8,65	10,40	12,00	13,09	19/09/2024 04:00	max dal 1981
ALFONSINE	7,8	88,6	10,20	10,20	12,20	13,08	19/09/2024 05:30	max dal 1981
sbocco in Reno	6,4	95,0						

3.5. La piena del fiume Lamone e del suo affluente Marzeno

Sul bacino del Lamone e del suo affluente Marzeno dal 17 al 19 settembre si sono registrate le precipitazioni più intense ed elevate dell'intero territorio regionale, con cumulate mediamente superiori ai 200 mm, superiori ai 300 mm su un'ampia porzione del settore collinare del bacino (vedi Figura 13).

Dall'andamento delle precipitazioni orarie e cumulate illustrato in Figura 24 è possibile osservare piogge persistenti seppure di debole intensità per tutta la giornata del 17 settembre, con una progressiva intensificazione nel pomeriggio del 18, ed uno o più impulsi che **hanno raggiunto i valori massimi di 51,8 mm/ora e 120 mm/3 ore a S. Cassiano e 45,8 mm/ora e 95,8 mm/3 ore a Monte Romano**. Precipitazioni intense e persistenti, superiori ai 30 mm/ora e ai 70 mm/3 ore si sono registrate anche sulle stazioni del bacino del Marzeno.

Tabella 17: Piogge intense di massima intensità per le diverse durate sul bacino del fiume Lamone e del suo affluente Marzeno nell'evento dal 17 al 20 settembre 2024, a confronto con i massimi storici di 1 e 2 gg consecutivi (in grassetto i valori che hanno superato i massimi)

STAZIONE	QUOTA	PIOGGE INTENSE						max più giorni al 16/09/23			Inizio serie registrazioni
		1h	3h	6h	12h	24h	48h	1 gg	2 gg	Data max	
Lamone	m.s.l.m.										
Casaglia	750	9,0	21,6	34,2	51,0	73,0	117,0	175,4	175,4	30-31 ottobre 1948	1947
Monte Romano	705	45,8	95,8	135,2	167,4	184,6	194	191,2	228,4	16-17 maggio 2023	1994
Marradi	350	12,8	22,4	39,8	76,2	128,4	181,4	138,0	159,0	3-4 novembre 1966	1945
S.Cassiano	226	51,8	120,0	166,4	223,8	288,2	351,2	199,4	246,0	16-17 maggio 2023	1945
Brisighella	185	36,0	75,4	100,6	172,4	236,8	312,8	163	203,6	16-17 maggio 2023	2007
Marzeno	m.s.l.m.										
Trebbio	570	30,4	71,6	105,8	153,8	233,6	301,6	222,4	249,0	16-17 maggio 2023	1994
Tredozio	330	32,5	80,7	114,5	147,1	214,9	273,3	169,1	202,0	16-17 maggio 2023	1945

Le piogge di massima intensità di durata 24 e 48 ore hanno superato i massimi delle serie storiche registrati nei recenti eventi di maggio 2023 nelle stazioni pluviometriche collinari di S. Cassiano e Brisighella, sul Lamone, ed in entrambe le stazioni di Trebbio e Tredozio sul Marzeno (vedi Tabella 17).

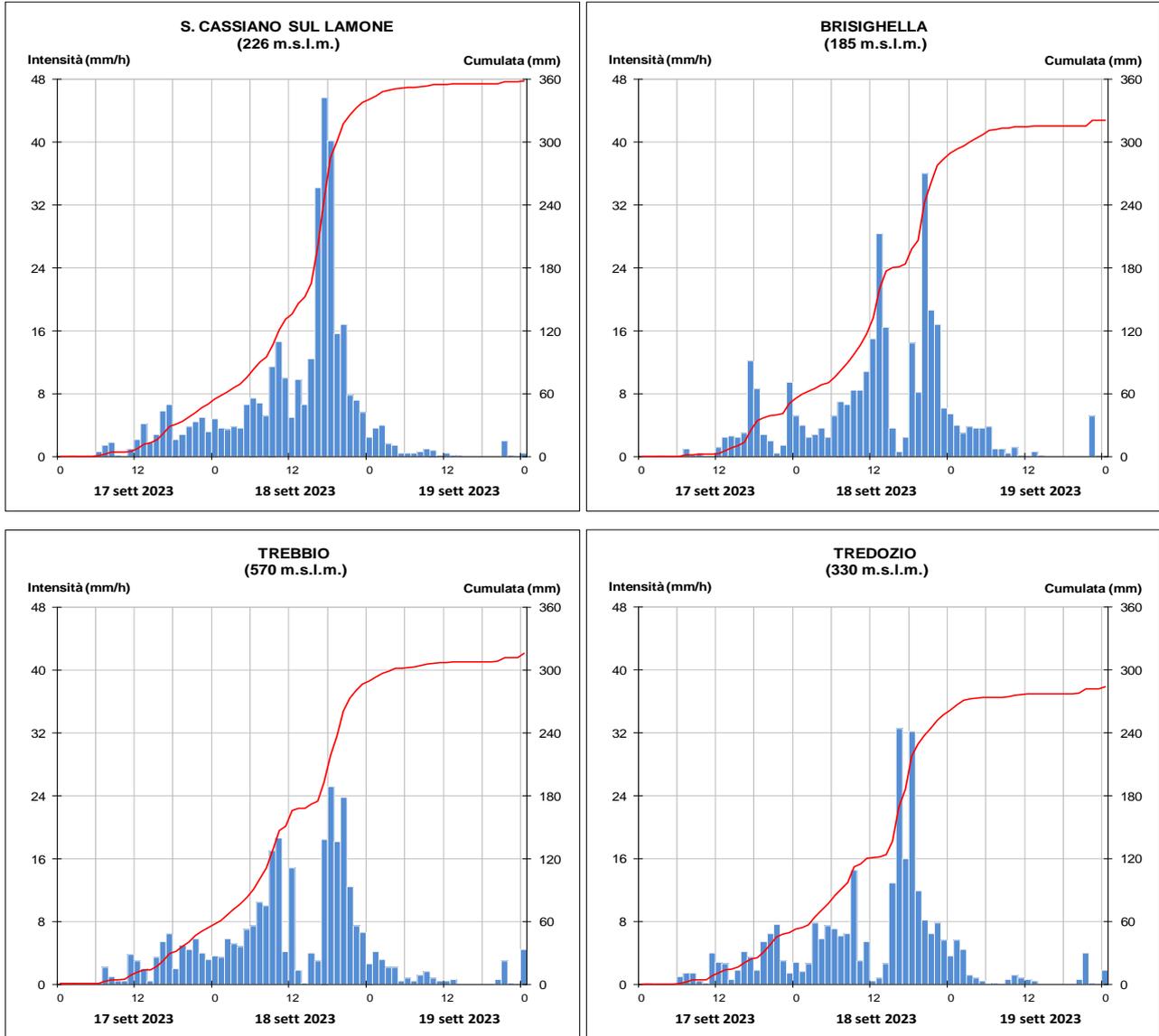


Figura 24: Andamento delle precipitazioni orarie e cumulate più significative dell'evento registrate dai pluviometri del bacino del Lamone (in alto) e del suo affluente Marzeno (in basso) (ora solare - dati validati)

Rapidi innalzamenti dei livelli idrometrici si sono registrati alla chiusura dei bacini montani del Lamone e soprattutto del suo affluente Marzeno, dove si sono susseguiti due colmi di piena in corrispondenza dei due impulsi di pioggia di maggiore intensità (vedi Figura 25).

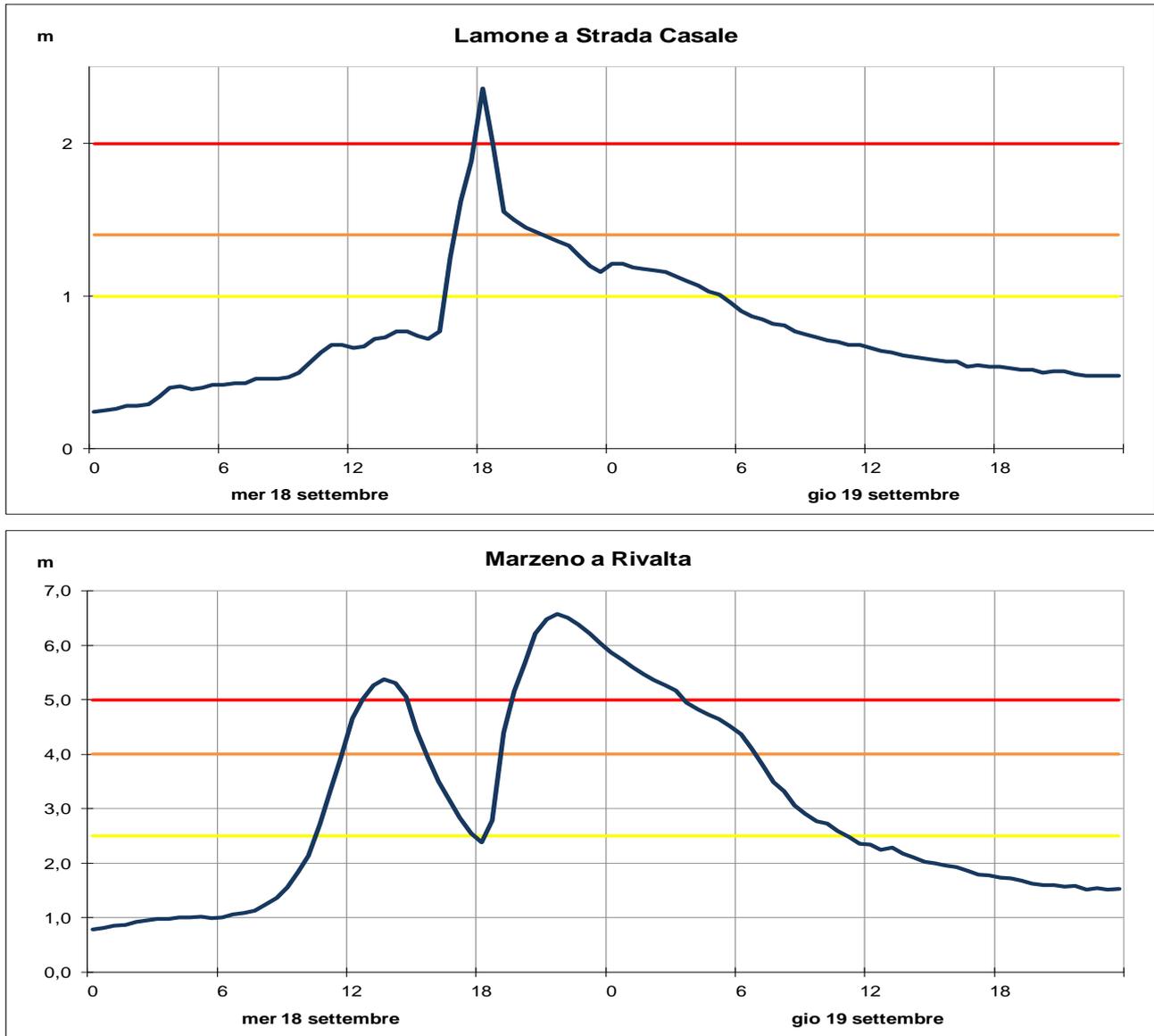


Figura 25: Andamento dei livelli idrometrici nelle sezioni di chiusura del bacino del fiume Lamone e del suo affluente Marzeno (ora solare - dati validati).

Nel tratto arginato i due colmi di piena si sono progressivamente sovrapposti (vedi Figura 26), facendo raggiungere a Pieve Cesato un livello al colmo di **11,30 m s.z.i. alle 3:00 del 19 settembre**, superiore al massimo precedentemente registrato nella recente piena del 17 maggio 2023, superiore di oltre 3 m alla soglia 3.

Gli elevati livelli raggiunti dalla piena nel tratto vallivo hanno causato numerosi sormonti arginali nel comune di Bagnacavallo in località Boncellino, e più a valle in località Traversara, dove a seguito della prolungata tracimazione, intorno alle ore 11 si è aperta un'importante rotta nell'argine sinistro (vedi § 3.7). La perdita di volume causata dalla rotta è ben visibile nell'idrogramma di piena registrato nella sezione di Mezzano, dove i livelli hanno comunque raggiunto **8,64 m s.z.i. alle 9:30 del 19 settembre**, massimo storico dal 2001, prima di decrescere rapidamente, di oltre 4 m in meno di 6 ore (vedi Figura 26).

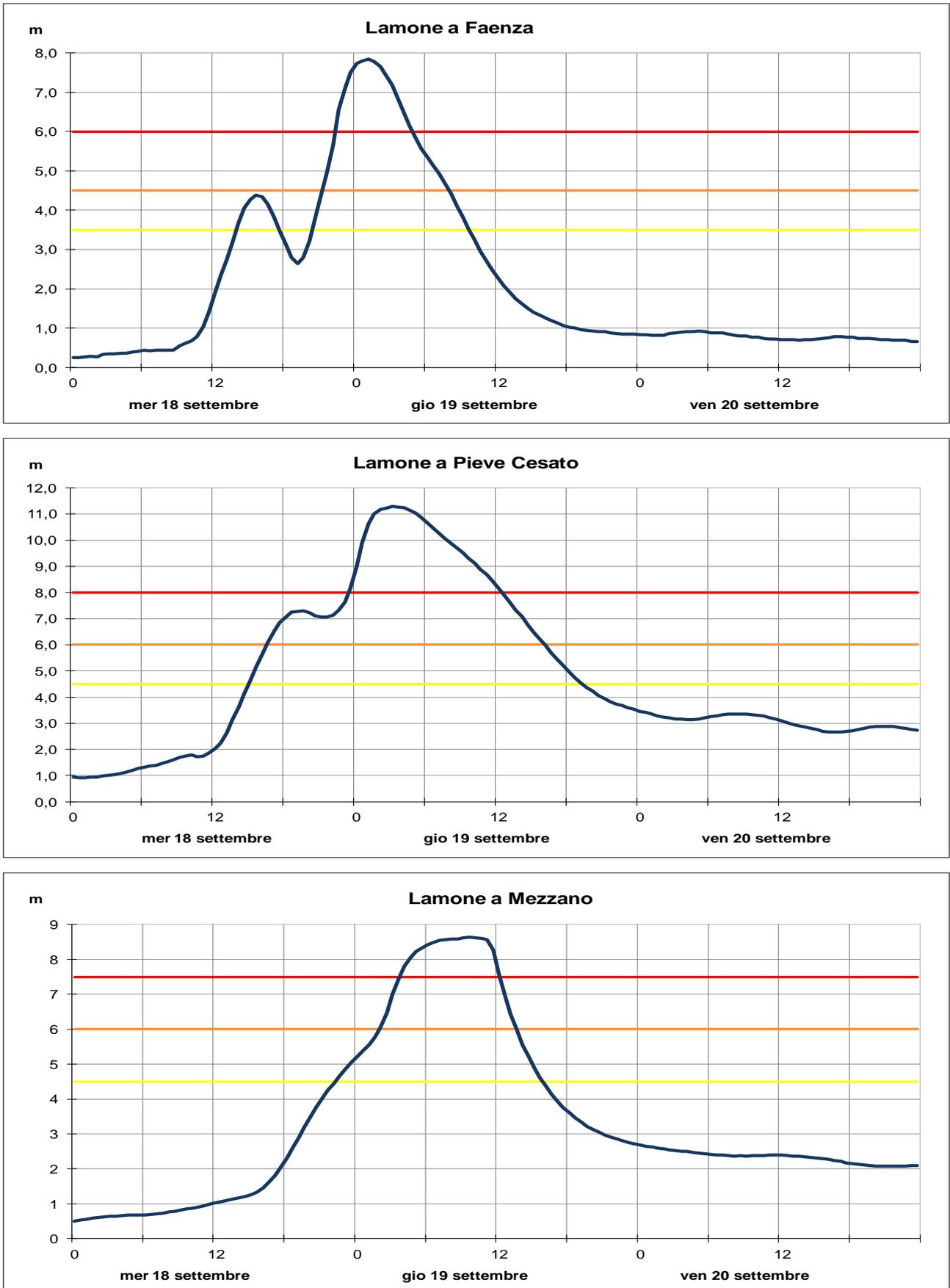


Figura 26: Andamento dei livelli idrometrici nelle sezioni più significative del tratto vallivo del fiume Lamone (ora solare - dati validati).

Nella Tabella 18 sono riportate le massime altezze registrate nelle stazioni teleidrometriche del fiume Lamone e del suo affluente Marzeno durante la piena del 18-19 settembre, con l'indicazione dei tempi di propagazione dei colmi, delle perdite di volume per rotte ed esondazioni e dei massimi storici rilevati.

Tabella 18: Punte massime registrate nella piena del fiume Lamone e del suo affluente Marzeno il 18-19 settembre 2024. In arancio i livelli superiori alle soglie 2, in rosso quelli superiori alle soglie 3 (ora solare - dati validati).

Fiume LAMONE								
Denominazione del SENSORE	Distanze		SOGLIE DI RIFERIMENTO			Punta max registrata		Note
	parziali	progres.	soqlia 1	soqlia 2	soqlia 3	H idr.ca	giorno e ora	
origine	0,0	0,0						
MARRADI	15,1	15,1	1,00	1,40	2,00	1,00	18/09/2024 23:30	max=2° punta
STRADA CASALE	18,8	33,8	1,00	1,40	2,00	2,36	18/09/2024 18:00	
SARNA	20,1	54,5	2,00	3,00	4,50	>4,01	18/09/2024 sera	strumento in finestra di misura
confluenza Marzeno	12,7	67,2						
FAENZA	1,6	68,8	3,50	4,50	6,00	7,84	19/09/2024 01:00	max=2° punta
REDA	7,7	76,5	5,00	7,00	9,00	11,37	19/09/2024 01:30	max=2° punta
PIEVE CESATO	4,2	80,7	4,50	6,00	8,00	11,30	19/09/2024 03:00	max dal 2001
MEZZANO	20,6	101,5	4,50	6,00	7,50	8,64	19/09/2024 09:30	rotta a monte/max dal 2001
sbocco in mare	18,7	120,2						

Torrente MARZENO								
Denominazione del SENSORE	Distanze		SOGLIE DI RIFERIMENTO			Punta max registrata		Note
	parziali	progres.	soqlia 1	soqlia 2	soqlia 3	H idr.ca	giorno e ora	
origine	0,0	0,0						
MODIGLIANA	21,1	21,1	0,70	1,00	2,00	>2,40	18/09/2024 pom	strumento in finestra di misura
RIVALTA	24,9	46,0	2,50	4,00	5,00	6,57	18/09/2024 21:30	max=2° punta/max dal 2001
sbocco in Lamone	7,6	53,5						

3.6. La piena del fiume Montone e del suo affluente Rabbi

Le precipitazioni sul bacino del Montone e del suo affluente Rabbi hanno interessato buona parte del bacino montano, con cumulate superiori ai 200 mm, fra i 100 e i 150 mm nella zona di crinale (vedi Figura 13).

Le piogge sono iniziate con debole intensità il 17 settembre, per intensificarsi nella giornata del 18 con due impulsi successivi di intensità prossime ai 20 mm/ora (vedi Figura 27); in particolare nella stazione di Modigliana Arpa, localizzata sul crinale tra Montone e Marzeno, si sono registrate intensità massime dell'evento, di 37 mm/ora e 79 mm/3 ore. **A Monte Grosso, Castrocaro e S. Zeno le precipitazioni di massima intensità di durata 24 e 48 ore hanno superato i massimi storici registrati nei recenti eventi del 16-17 maggio 2023** (vedi Tabella 19).

Tabella 19: Piogge intense di massima intensità per le diverse durate sul bacino del fiume Montone e del suo affluente Rabbi nell'evento dal 17 al 20 settembre 2024, a confronto con i massimi storici di 1 e 2 gg consecutivi (in grassetto i valori che hanno superato i massimi)

STAZIONE	QUOTA	PIOGGE INTENSE						max più giorni al 16/09/24			Inizio serie registrazioni
		1h	3h	6h	12h	24h	48h	1 gg	2 gg	Data max	
Montone	m.s.l.m.										
Pratacci	750	11,6	23,0	37,8	67,8	110,2	165,8	213,0	214,6	18 febbraio 2016	1947
Monte Grosso	670	29,2	54,4	74,2	115,4	195,6	254,6	182,0	211,8	16-17 maggio 2023	1994
Modigliana Arpa	556	37,0	79,0	108,4	168,2	248,8	318,2	261,0	261,0	27-28 febbraio 2015	1948
Castrocaro	66	25,7	60,3	80,9	104,9	160,5	238,8	184,4	202,8	16-17 maggio 2023	1945
Rabbi	m.s.l.m.										
Premilcuore	427	12,0	25,3	46,0	75,5	128,3	177,3	141,2	177,5	16-17 maggio 2023	1945
S. Zeno	280	37,3	61,8	84,0	111,8	183,9	236,8	145,3	175,7	16-17 maggio 2023	1945

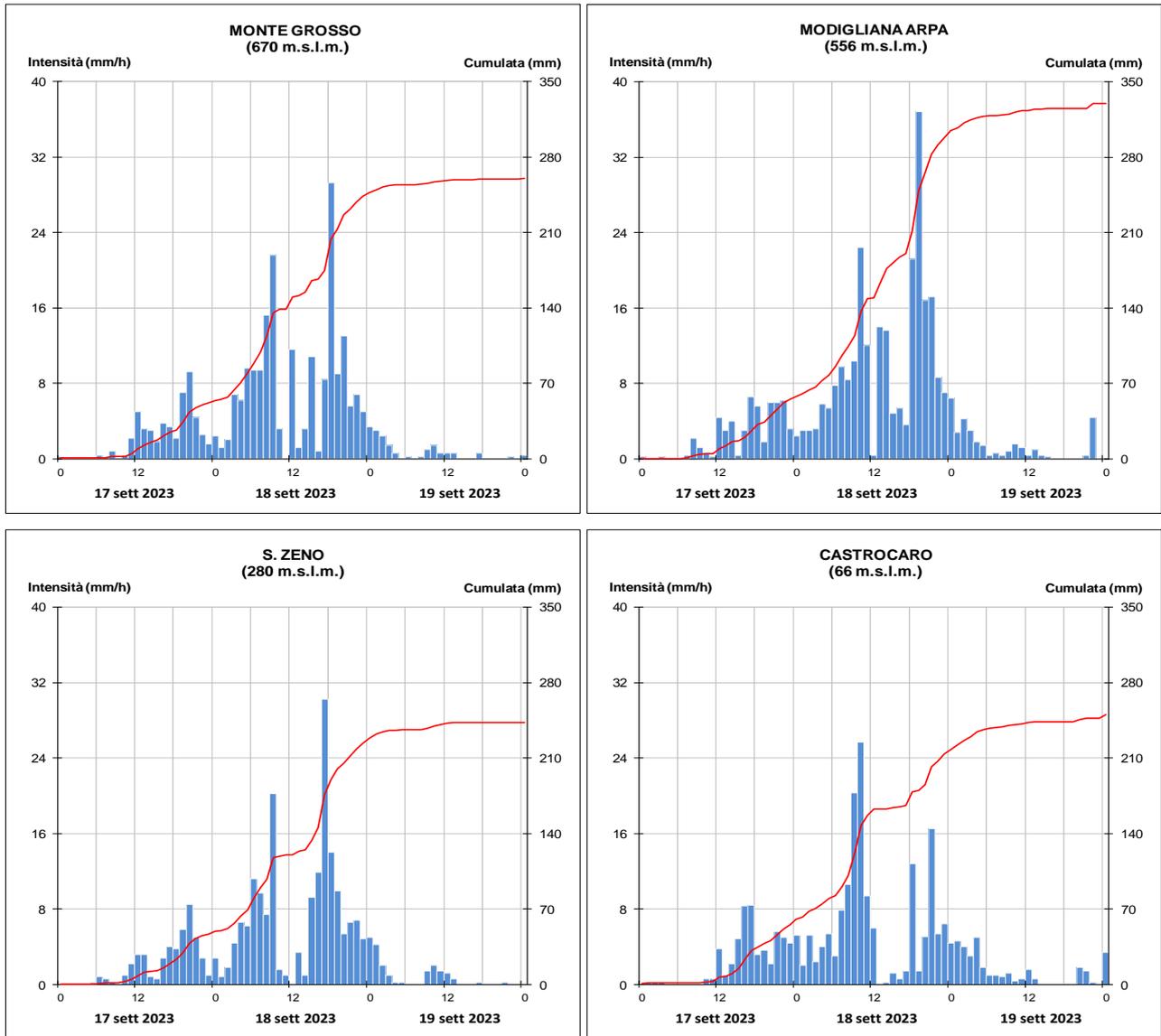


Figura 27: Andamento delle precipitazioni orarie e cumulate più significative dell'evento registrate dai pluviometri del bacino del Montone e del suo affluente Rabbi (ora solare - dati validati)

Le deboli precipitazioni iniziali dell'evento hanno generato modesti incrementi dei livelli nei corsi d'acqua, sui quali le più intense precipitazioni del 18 settembre hanno prodotto rapidi innalzamenti dei livelli idrometrici, che nelle sezioni di chiusura dei bacini montani di Montone e Rabbi hanno raggiunto colmi superiori alle soglie 2 la stessa sera del 18 (vedi Figura 29).

Alcune localizzate esondazioni si sono verificate già nei tratti montani, sul Rabbi a monte di Ponte Calanca e in vari punti intorno a Castrocaro.

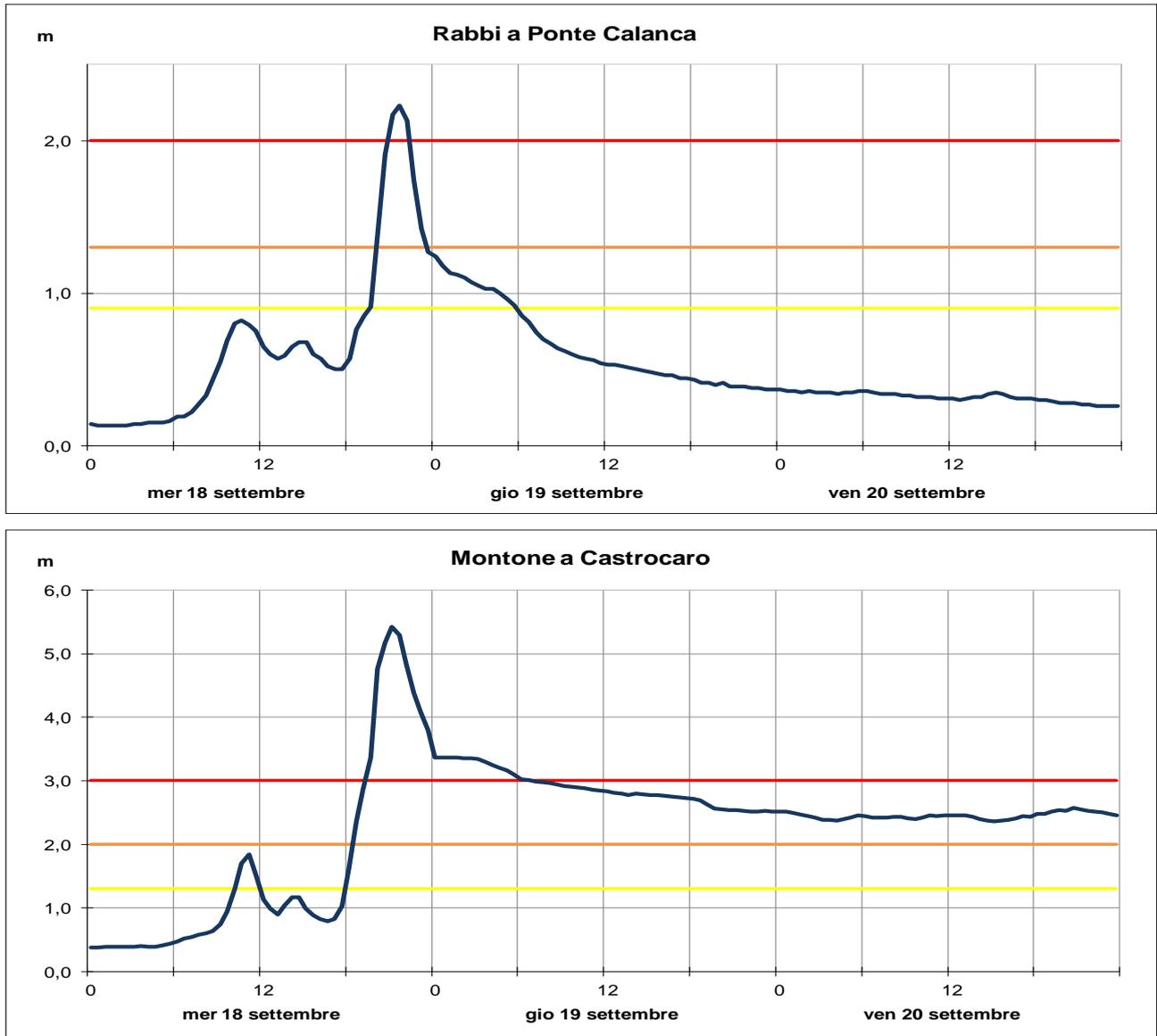


Figura 28: Andamento dei livelli idrometrici nelle sezioni di chiusura dei bacini montani del Montone e del suo affluente Rabbi (ora solare - dati validati).

Le due onde di piena di Montone e Rabbi, in fase tra loro, si sono sommate alla confluenza facendo registrare nella sezione di Forlì un livello al colmo di **8,61 m s.z.i. all'1:00 del 19 settembre, massimo della serie storica dal 2001, superiore al massimo registrato nella recente piena del 17 maggio 2013**. Numerose tracimazioni e conseguenti rotture arginali si sono verificate tra le sezioni di Forlì e Ponte Baldo, con allagamenti nelle zone circostanti (vedi § 3.7).

Nonostante le perdite di volume, ben visibili negli idrogrammi di piena illustrati in Figura 29, anche a Ponte Baldo la piena ha superato i massimi livelli storici registrati nella piena di maggio.

Nella Tabella 20 sono riportate le massime altezze registrate nelle stazioni teleidrometriche del fiume Montone e del suo affluente Rabbi durante la piena del 18-19 settembre, con l'indicazione dei tempi di propagazione dei colmi, delle perdite di volume per rotte ed esondazioni e dei massimi storici rilevati.

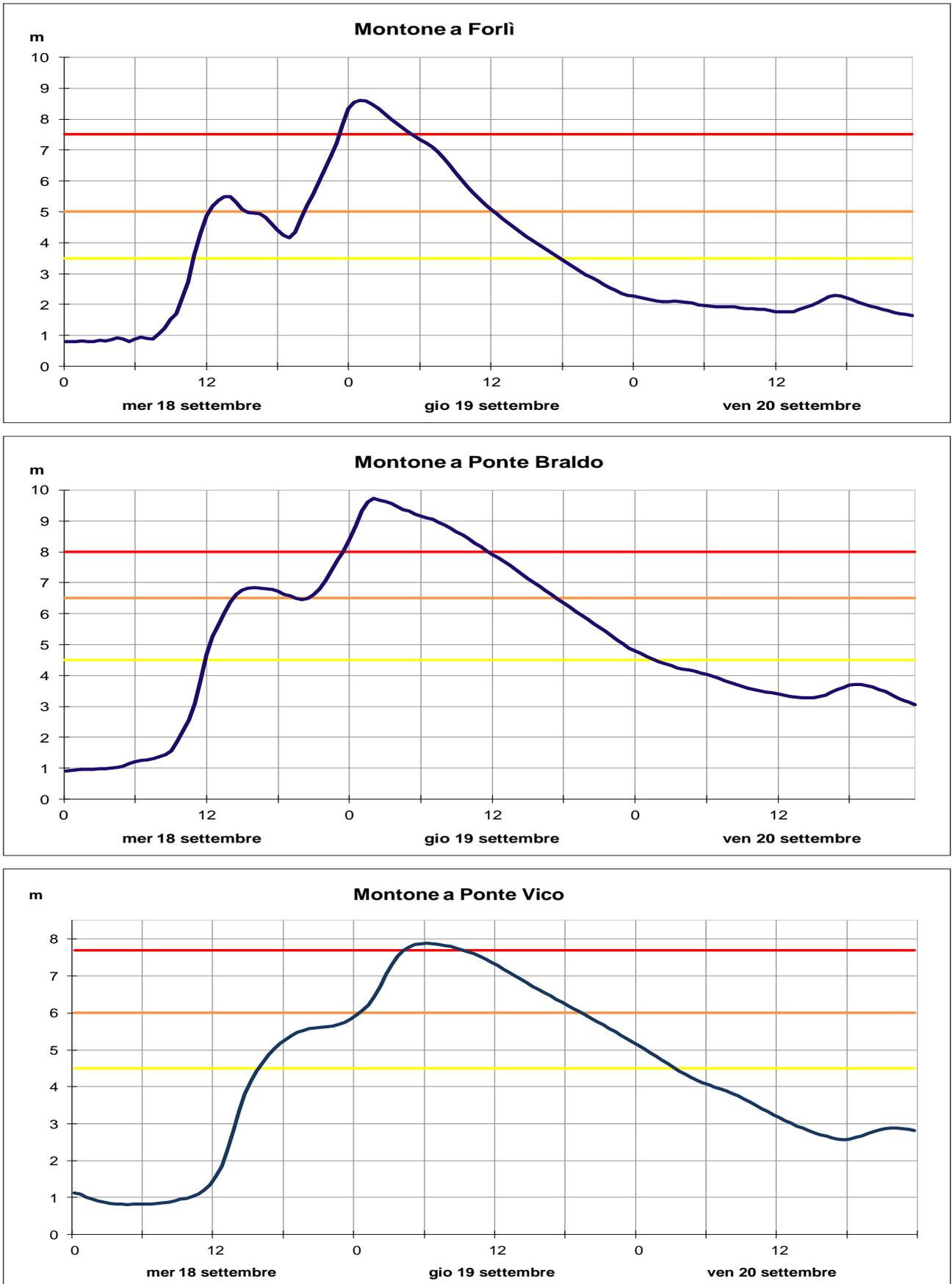


Figura 29: Andamento dei livelli idrometrici nelle sezioni più significative del tratto vallivo del fiume Montone (ora solare - dati validati).

Tabella 20: Punte massime registrate nella piena del Montone e del suo affluente Rabbi il 18-19 settembre 2024. In arancio i livelli superiori alle soglie 2, in rosso quelli superiori alle soglie 3 (ora solare - dati validati).

Fiume MONTONE								
Denominazione del SENSORE	Distanze		SOGLIE DI RIFERIMENTO			Punta max registrata		Note
	parziali	progres.	soqlia 1	soqlia 2	soqlia 3	H idr.ca	giorno e ora	
origine	0,0	0,0						
ROCCA.S.CASCIANO	28,7	28,7	0,50	0,80	1,20	1,03	18/09/2024 18:00	
CASTROCARO	22,7	51,4	1,30	2,00	3,00	5,42	18/09/2024 21:00	
confluenza Rabbi	12,4	63,7						
FORLI'	1,9	65,6	3,50	5,00	7,50	8,61	19/09/2024 01:00	rotta a valle/max dal 2001
P.BRALDO	6,1	71,7	4,50	6,50	8,00	9,73	19/09/2024 02:00	rotta a monte/max dal 2001
P.VICO	9,7	81,4	4,50	6,00	7,70	7,89	19/09/2024 06:00	
S.MARCO	13,9	95,4	-	3,80	4,20	3,06	19/09/2024 09:00	manovrato
confluenza Ronco	2,7	98,1						
RASPONI	5,9	104,0	-	3,00	4,00	3,11	19/09/2024 11:00	manovrato
sbocco in mare	3,8	107,8						

Fiume RABBI								
Denominazione del SENSORE	Distanze		SOGLIE DI RIFERIMENTO			Punta max registrata		Note
	parziali	progres.	soqlia 1	soqlia 2	soqlia 3	H idr.ca	giorno e ora	
origine	0,0	0,0						
SAN ZENO	17,0	17,0	1,20	1,60	2,20	1,23	18/09/2024 17:30	
P.CALANCA	30,6	47,6	0,90	1,30	2,00	2,23	18/09/2024 21:30	
sbocco in Montone	10,3	57,9						

3.7. Gli effetti sul territorio regionale generati dalle piene

Gli eventi di precipitazione ed i conseguenti fenomeni di piena occorsi tra il 17 ed il 20 settembre hanno avuto forti impatti sui territori del settore centro-orientale della regione Emilia-Romagna: il Bolognese, il Ravennate e il Forlivese.

I rapidi innalzamenti dei livelli idrometrici nei corsi d'acqua montani hanno generato intensi fenomeni di erosione delle sponde, trasporto solido ed esondazione, mentre gli elevati colmi di piena raggiunti nei tratti vallivi hanno causato diffuse tracimazioni e rotture arginali, con conseguenti allagamenti e ingenti danni ad edifici, attività produttive, viabilità, che hanno reso necessarie evacuazioni sia in fase preventiva che in corso di evento.

Nel Bolognese è stata predisposta l'ordinanza di evacuazione preventiva e di trasferimento delle persone ai piani più alti degli edifici in numerose zone a rischio allagamento collocate nei pressi dei torrenti Idice, Quaderna, Savena, Zena, Sillaro, Santerno. I comuni interessati dalle ordinanze sono stati: Pianoro, Loiano, Fontanelice, Molinella, Monterenzio, Imola, Castel Maggiore, Castel San Pietro Terme, Medicina, Budrio e Castenaso.

Sono state segnalate localizzate esondazioni lungo il Rio Paglia, nel comune di Grizzana Morandi, e sul torrente Samoggia a Bazzano. Nei tratti non arginati il torrente Savena è esondato a San Lazzaro in Via Benassi, dove è stata necessaria l'evacuazione di circa 40 persone, il torrente Zena è esondato in località Farneto e a Pianoro in località Botteghino di Zocca, mentre l'Idice è fuoriuscito in Via del Fiume in località Idice, e più a monte in località Noce ad Ozzano Emilia.

Nel tratto di pianura, l'Idice ha rotto l'argine destro a Budrio, in prossimità della finestra di sfioro controllato realizzata con i lavori di ripristino della rotta del Ponte della Motta del maggio 2023, allagando le campagne limitrofe tra Budrio e Molinella, dove erano state preventivamente evacuate circa 80 persone a Selva Malvezzi. Sempre a Molinella, la rotta in destra Quaderna ha causato allagamenti in località Fiorentina, tra Massarolo e Conserva.

Lungo il torrente Sillaro si sono verificati sormonti arginali a Castel Guelfo e a Sesto Imolese, con localizzati allagamenti delle zone limitrofe, oltre che una rotta sull'argine destro, nel comune di

Medicina, circa 700 m a valle di Via Merlo, dove nel maggio 2023 si era verificata un'importante rotta arginale successivamente ripristinata.

Lungo il tratto non arginato del torrente Senio si sono verificate esondazioni a Riolo Terme, con danni ad un ponte metallico; più a valle il corso d'acqua è esondato a monte dell'abitato di Tebano, allagando alcune zone di espansione controllata. A Castelbolognese si sono registrate localizzate esondazioni, sebbene fosse stata vietata preventivamente la viabilità sulle strade limitrofe al corso d'acqua ed è stato raccomandato alla popolazione di salire ai piani alti delle abitazioni ed evitare gli scantinati e gli spostamenti in strada.

Nel tratto vallivo del Senio si sono registrati numerosi sormonti arginali ed una rottura per tracimazione a Cotignola, dove era stata predisposta l'evacuazione preventiva di abitazioni e strutture produttive collocate nei pressi del torrente. L'acqua fuoriuscita dalla rotta ha allagato l'autostrada A14 dir. Ravenna e le zone circostanti fino a Lugo, dove è stato evacuato il pronto soccorso con spostamento di oltre 100 pazienti. Più a valle, nel comune di Alfonsine, localizzati allagamenti sono stati causati dalla formazione di un fontanazzo nell'argine, che ha reso necessaria anche qui l'evacuazione della popolazione.



Figura 30: Rotta del fiume Idice a Selva Malvezzi tra Budrio e Molinella (a sinistra – fonte: Vigili del Fuoco) e rotta del fiume Senio a Cotignola (a destra – fonte canale Telegram MeteoRoby)

Sul bacino montano del Lamone a Modigliana, dove si sono registrate tra le più intense ed abbondanti piogge dell'evento, il torrente Tramazzo affluente in destra del torrente Marzeno, ha allagato il paese. A Faenza è stata predisposta l'evacuazione dei piani bassi delle case della zona di via Cimatti, prossima alla confluenza tra Lamone e Marzeno, e costruito in emergenza un muro di blocchi di cemento che purtroppo non ha impedito l'allagamento del quartiere di Borgo Durbecco da parte del torrente Marzeno, esondato in destra in Via San Martino.

Il fiume Lamone è tracimato in vari punti nel comune di Bagnacavallo, in località Boncellino, dove nel maggio 2023 si era verificata un'importante rotta arginale, causando diffusi fenomeni di erosione dell'argine recentemente ripristinato, sia nella parte interna che in quella esterna. Più a valle, e in prossimità dell'abitato di Traversara, il sormonto dell'argine sinistro per più di sei ore consecutive ha causato un'importante rotta, con l'improvvisa inondazione del centro abitato, dove l'acqua ha raggiunto alcuni metri sopra il piano di campagna distruggendo le abitazioni che si trovavano sotto l'argine (Figura 31). Tutti gli abitanti di Traversara, cui preventivamente era stato chiesto di salire ai piani alti, sono stati evacuati, insieme ad alcune aziende agricole e abitazioni nelle frazioni di Villanova di Bagnacavallo e Glorie di Mezzano, in sinistra Lamone.

Anche lungo il fiume Montone si sono verificate esondazioni nel tratto montano, che hanno richiesto la chiusura di ponti e strade a Castrocaro Terme. Nel tratto vallivo si sono verificati allagamenti per rigurgito dei sistemi fognari e sormonti arginali del fiume Montone nel centro

abitato di Forlì, dove la popolazione era stata fatta salire preventivamente ai piani alti delle case. Più a valle il fiume ha rotto l'argine sinistro a Villanova, allagando le aziende agricole circostanti, che sono state evacuate insieme agli abitanti della zona.



Figura 31: Piena del torrente Tramazzo a Modigliana (a sinistra – fonte: Il Piccolo Faenza) e abitazione distrutta dalla rotta arginale del Lamone a Traversara, comune di Bagnacavallo (foto Arpae, 9 ottobre 2024).

La Figura 32 mostra la localizzazione delle principali criticità idrauliche sopra descritte, censite dall’Agenzia regionale per la sicurezza territoriale e la protezione civile, insieme all’immagine satellitare delle aree allagate nella pianura bolognese, ravennate e forlivese.

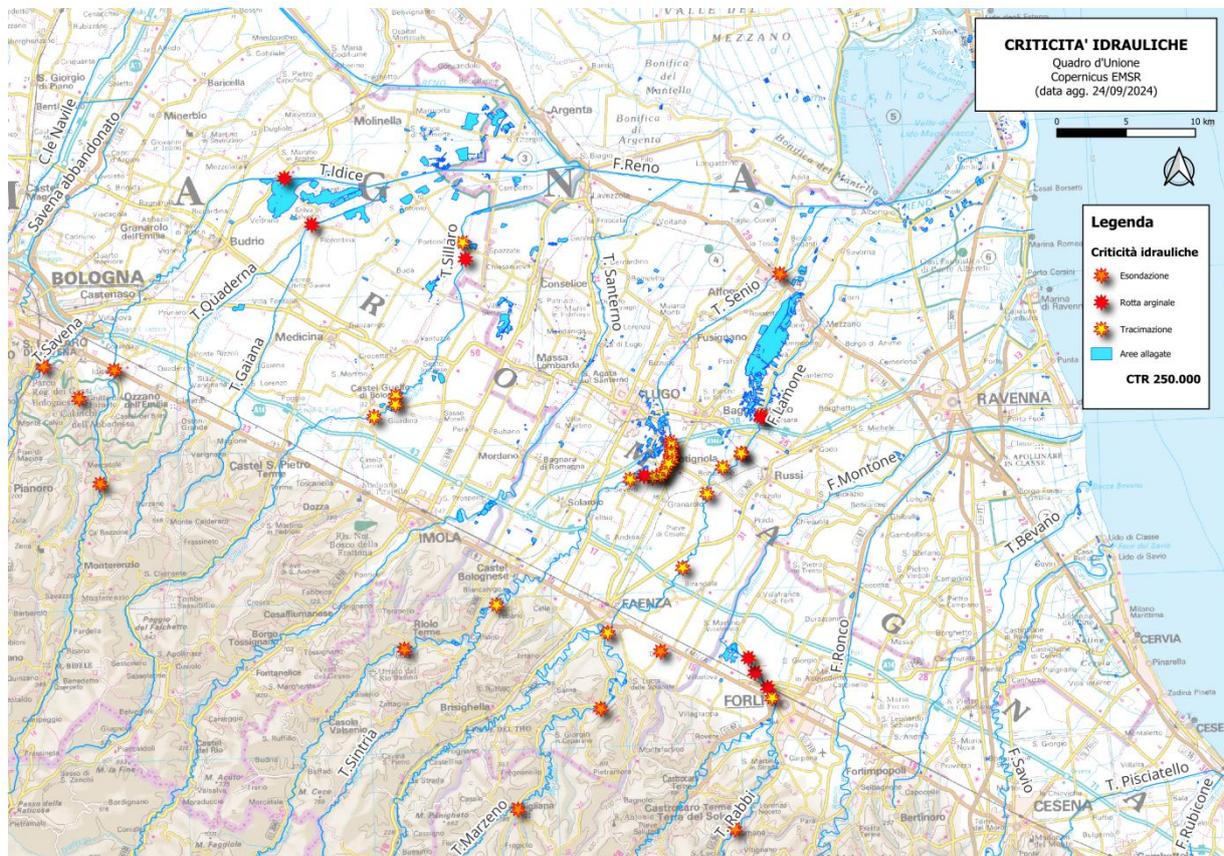


Figura 32: Sintesi delle criticità idrauliche sui corsi d’acqua, sovrapposte all’immagine satellitare dei territori allagati a seguito delle piene dal 17 al 20 settembre 2024 (fonte Agenzia Regionale per la Sicurezza Territoriale e la Protezione Civile su dati Programma UE Copernicus Emergency Management Service).

4. Gli effetti idrogeologici sul territorio regionale

Nonostante le cumulate di precipitazioni siano state considerevoli e in vari luoghi superiori a quelle registrate nei due eventi del maggio 2024, gli effetti sui versanti, sia pure considerevoli e diffusi, sono stati fortunatamente più limitati, sia rispetto al primo evento dell'1-3 maggio 2023 e sia, soprattutto, all'evento del successivo 16-17 maggio.

Questo comportamento dei versanti è da attribuire alla scarsa saturazione dei suoli tipica dei mesi estivi, in particolare nei settori più orientali. In Figura 33 è riportata la misura dell'umidità il giorno 16 settembre, precedentemente all'inizio delle precipitazioni.

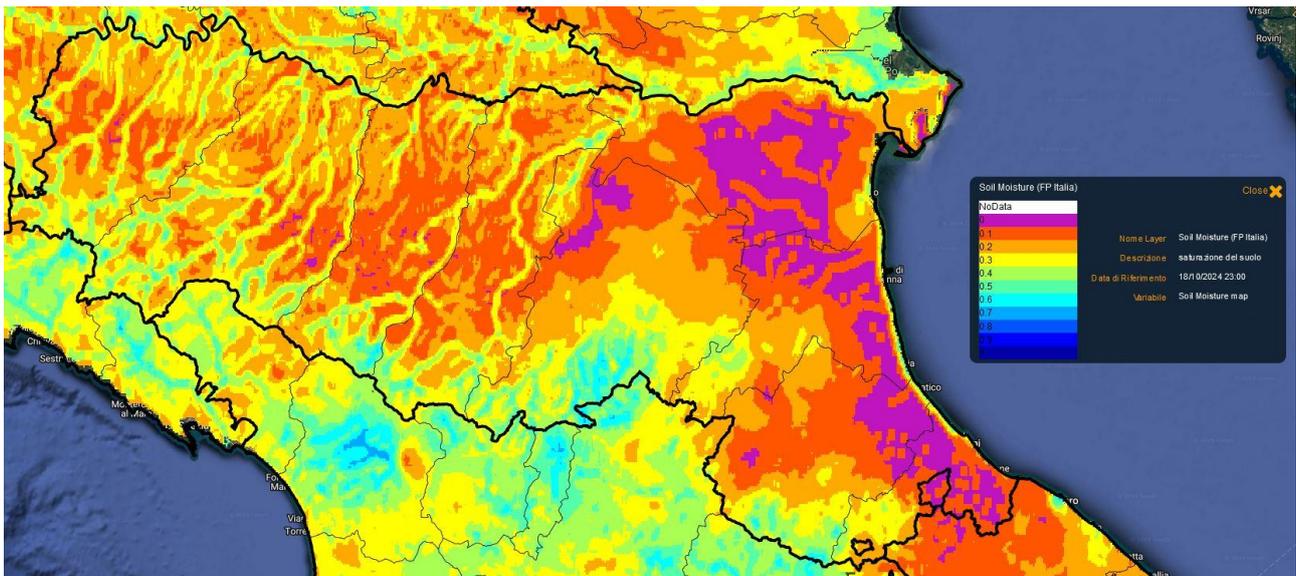


Figura 33: Indice di Umidità del suolo (soil Moisture FP Italia, sviluppato da fondazione CIMA) del giorno 16 settembre 2024. Piattaforma Dewetra del Centro Funzionale Centrale del Dipartimento della Protezione Civile Nazionale - Presidenza del Consiglio dei Ministri).

Le frane che hanno caratterizzato l'evento si sono attivate tra la serata del 18 settembre e la mattina del 19. Si sono verificate in prevalenza scivolamenti di terra e colate di dimensioni medio piccole (< 500 mq), sui tratti più fragili dei versanti quali, con diffusa frequenza, scarpate di monte di strade. Più sporadicamente si sono verificati crolli di massi su superfici ripide come costoni rocciosi. Nelle figure successive sono illustrati alcuni esempi di frane accadute sul territorio coinvolto.

Criticità più diffuse si sono verificate per i numerosi fenomeni di ruscellamento e per fenomeni erosivi e di sedimentazione di materiale sul reticolo minore, quali rii e torrenti. Si tratta complessivamente di varie decine di fenomeni, tra frane e fenomeni erosivi, alcuni di essi con rilevante impatto su edifici e manufatti, tanto da aver reso necessaria l'evacuazione temporanea di varie abitazioni, in attesa della messa in sicurezza dei luoghi, e la chiusura, anch'essa temporanea, della viabilità in alcuni tratti stradali. Le valli interessate maggiormente sono state comprese tra il torrente Savena e il torrente Savio, con alcuni fenomeni segnalati anche esternamente a questo territorio, sia ad ovest fino al comune di Villa Minozzo (RE) sia ad est fino al confine marchigiano.



Figura 34:: Scivolamento di terra su strada in Comune di Modigliana (FC). Tali fenomeni si sono ripetuti decine di volte lungo la viabilità dei territori interessati dalle precipitazioni più intense.



Figura 35: Crollo che ha interessato un costone roccioso nell'abitato di Fontanelice (BO).



Figura 36: Scivolamento di terra che ha interessato contemporaneamente la SP 302R e la ferrovia Faentina nei pressi di San Cassiano sul Lamone (Brisighella – RA), località che ha registrato il massimo regionale di piogge per l'evento con oltre 350 mm.



Figura 37: Effetto erosivo della piena del Torrente Zena, a valle della località omonima in Comune di Pianoro (BO).



Figura 38: Effetto erosivo del Rio Chiusura (Comune di Fontanelice – BO) ai danni di edificio adiacente.



Figura 39: Locale disalveamento del Fosso della Villa, in Comune di Dovadola (FC).



Figura 40: Locale disalveamento del Torrente Zena, in Comune di Pianoro (BO).



Figura 41: Erosione laterale del Torrente Savena, in Comune di Pianoro (BO).

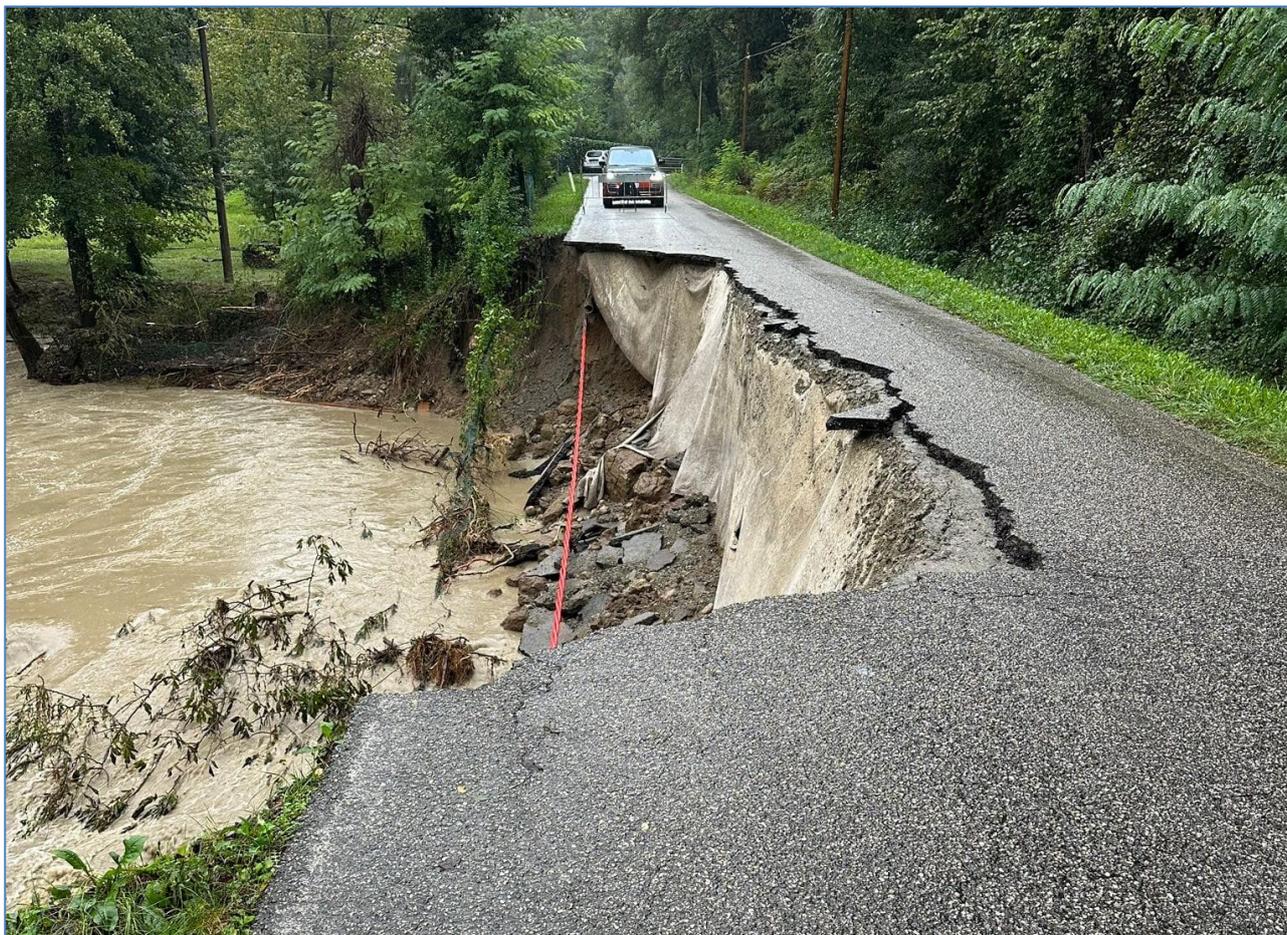


Figura 42: Effetto erosivo della piena del Torrente Zena, a monte della località omonima in Comune di Pianoro (BO).

5. Le mareggiate e i relativi effetti sulla costa regionale

5.1. Caratteristiche marino-costiere dell'evento

Il presente rapporto descrive i risultati dell'analisi condotta sull'evento verificatosi tra il 17 e il 20 settembre 2024 sulle coste dell'Emilia-Romagna. A questo proposito va sottolineato che il protocollo di allerta per il rischio costiero utilizza tre diversi scenari per determinare l'emissione di un'allerta durante la fase di previsione:

- SL1: livello del mare superiore a 0,7 m combinato con un'altezza dell'onda significativa superiore a 2,0 m;
- SL2: livello del mare superiore a 0,8 m, indipendentemente dall'altezza dell'onda significativa;
- SL3: l'altezza delle onde supera i 3,0 metri, indipendentemente dal livello del mare.

Le analisi presentate successivamente considerano i valori di riferimento dell'allerta per il rischio costiero come base fondamentale per la discussione. Nel report tutti gli orari sono riferiti all'ora locale, che durante l'evento era UTC+2.

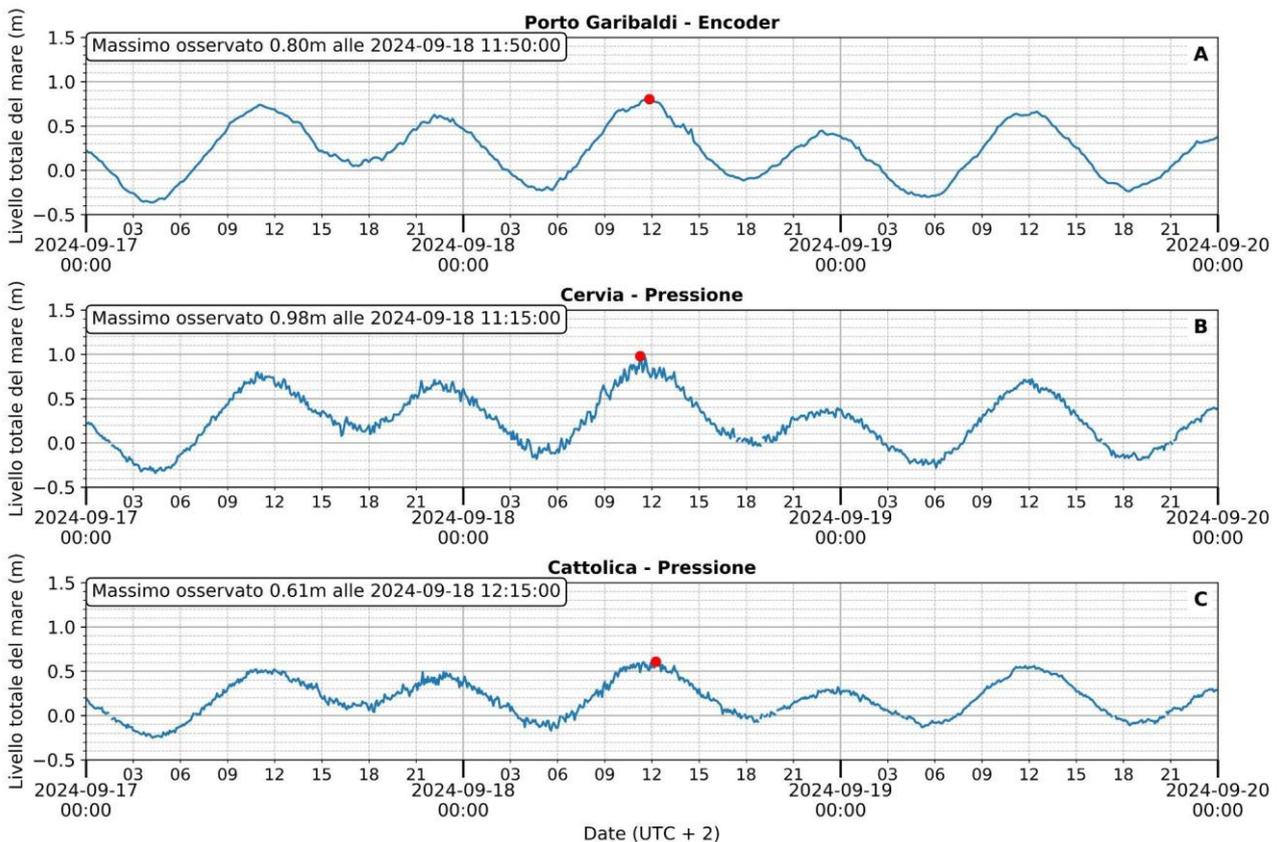


Figura 43: Il livello totale del mare misurato ai mareografi di Porto Garibaldi (A), Cervia (B) e Cattolica (C) nel periodo compreso dal 17/09/2024 alle 00:00 al 20/09/2024 alle 00:00.

Porto Garibaldi: (Figura 43 - Pannello A): Il mareografo ha rilevato valori superiori al valore di riferimento SL1 (0,70 m) in entrambe le giornate del 17 e 18 settembre. Nella giornata del 17, il massimo osservato è stato di 0,74 m alle 11:00, con valori superiori al valore di riferimento tra le ore 10:40 e le 11:40. Il giorno seguente, 18 settembre, il livello del mare è rimasto sopra SL1 tra le 10:40 e le 12:40, con un massimo di 0,80 m (SL2) raggiunto alle 11:50.

Cervia: (Figura 43- Pannello B): Il livello del mare ha superato SL1 in due periodi principali. Il primo il 17 settembre, tra le 10:30 e le 12:40, con un picco massimo di 0,80 m osservato alle 10:55. Successivamente, tra le 21:20 e le 22:30, il livello del mare ha raggiunto o superato la soglia in tre occasioni: 0,70 m alle 21:20, 0,71 m alle 22:10 e 0,70 m alle 22:30. Il secondo periodo significativo è stato registrato il 18 settembre, tra le 9:40 e le 13:25, con un prolungato innalzamento del livello del mare che ha raggiunto un picco di 0,98 m alle 11:15. Infine, valori leggermente superiori a SL1 sono stati osservati anche il 19 settembre, tra le 11:40 e le 12:10, con un massimo di 0,72 m alle 12:10.

Cattolica: (Figura 43- Pannello C): In questo caso, i dati misurati non hanno mai superato i valori di riferimento. Il massimo osservato è stato di 0,61 m il 18 settembre alle 12:15.

In Figura 44 viene riportato l'andamento delle variabili di altezza e direzione dell'onda rilevate dalla boa ondometrica Nausicaa posizionata al largo di Cesenatico dal 17 al 19 settembre 2024. L'evento di mareggiata ha riguardato principalmente le giornate del 17 e 18 settembre 2024.

Come visibile in Figura 44, nella notte del 17 settembre l'altezza dell'onda (rappresentata in blu) ha cominciato a innalzarsi partendo da 0,46 m alle ore 03:00 di notte fino a raggiungere il valore misurato di 1,98 m alle ore 10:30 dello stesso giorno. Nelle ore successive, dopo un breve abbassamento di circa 0,60 m, l'altezza dell'onda ha mantenuto un valore superiore ai 2 m per molte ore, raggiungendo il picco dell'evento pari a 2,56 m alle ore 22:30 del 17 settembre 2024. La direzione di provenienza media dell'onda durante l'evento è stata attorno ai 60°N (da Nord-Est), caratteristica dei venti di Bora, e si è mantenuta pressoché costante durante tutto l'evento.

Sulla base della metodologia utilizzata per la definizione e classificazione delle mareggiate adottata da Arpae-SIMC, l'evento di mareggiata è durato per circa 39,5 ore con inizio alle 7:30 del 17 settembre ed un'energia totale pari a 162,99 m²/h. La mareggiata è quindi classificabile come "Significativa" (classe III). Per un maggiore dettaglio sulla metodologia si faccia riferimento al Rapporto IdroMeteoClima Emilia-Romagna scaricabile dal sito di Arpae al seguente link: <https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/report-meteo/rapporti-annuali/rapporto-idrometeoclima-2023/view>.

Dall'analisi degli eventi estremi eseguita sulla serie temporale della boa Nausicaa dal 2007 al 2023, l'evento ricade tra gli eventi di moto ondoso con tempo di ritorno inferiore a 1 anno e quindi abbastanza frequenti. Infatti, nell'intero dataset analizzato si sono verificate in media 3 mareggiate "significative" all'anno.

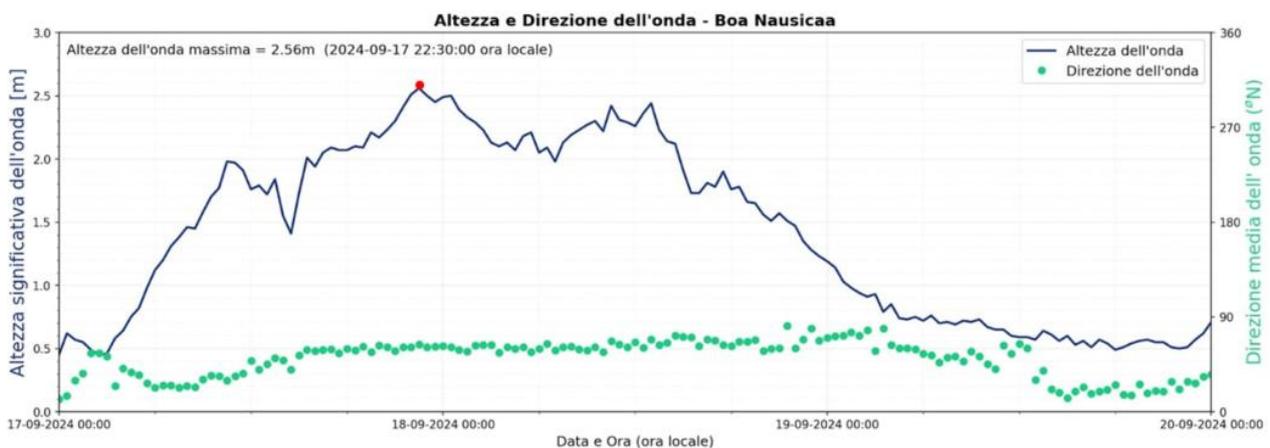


Figura 44: Dati di altezza e direzione dell'onda misurati dalla Boa Nausicaa posizionata al largo di Cesenatico nel periodo compreso tra le 00:00 (ora locale) del 17/09/2024 e le 00:00 al 20/09/2024.

La Figura 3 mostra l'andamento complessivo dei livelli del mare misurati nelle tre località (Porto Garibaldi - blu - Cervia - arancione - e Cattolica - verde) insieme all'altezza dell'onda significativa (linea nera). Sebbene i picchi di livello del mare e di altezza delle onde non coincidano perfettamente, si osserva che in corrispondenza dei massimi di livello del mare nei tre siti l'altezza dell'onda ha mantenuto valori superiori ai 2 metri per tutto il periodo aumentando così la pericolosità sulla costa.

La figura evidenzia inoltre che il picco del livello del mare è stato registrato prima nella regione costiera centrale (Cervia alle 11:15), poi nel settore settentrionale (Porto Garibaldi alle 11:50) e infine nella zona costiera meridionale (Cattolica alle 12:15).

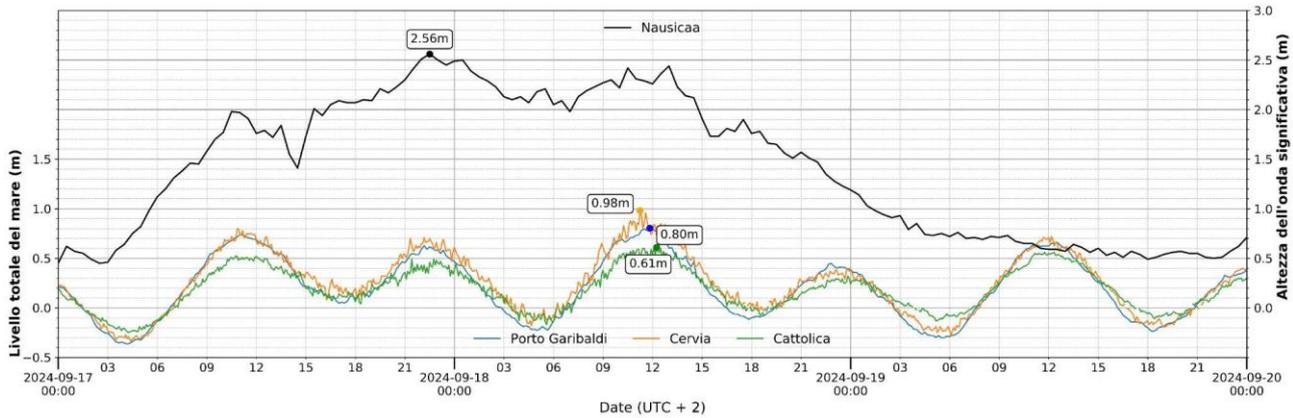


Figura 45: dati livello totale del mare misurato dai tre mareografi (Porto Garibaldi - blu -, Cervia - arancione - e Cattolica - verde) indicato dall'asse y sinistra e di altezza dell'onda significativa misurata dalla Boa Nausicaa (linea nera) e indicata nell'asse y destra nel periodo compreso dalle 00:00 (ora locale) del 17/09/2024 alle 00:00 del 20/09/2024.

5.2. Monitoraggio degli eventi di mareggiata tramite camERA, il sistema di video monitoraggio dell'Emilia-Romagna

Grazie al finanziamento di alcuni progetti europei, Arpae e Regione hanno implementato una rete regionale di webcam costiere, denominata camERA (<https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/dati-e-osservazioni/webcam/rete-webcam>). Questo sistema di video monitoraggio continuo copre attualmente alcune sezioni della costa dell'Emilia-Romagna, grazie a una rete di 8 stazioni webcam fisse posizionate in aree di particolare interesse regionale, ma ha la potenzialità per essere estesa in ogni punto di interesse regionale che possa beneficiare di un monitoraggio operativo delle condizioni ambientali.

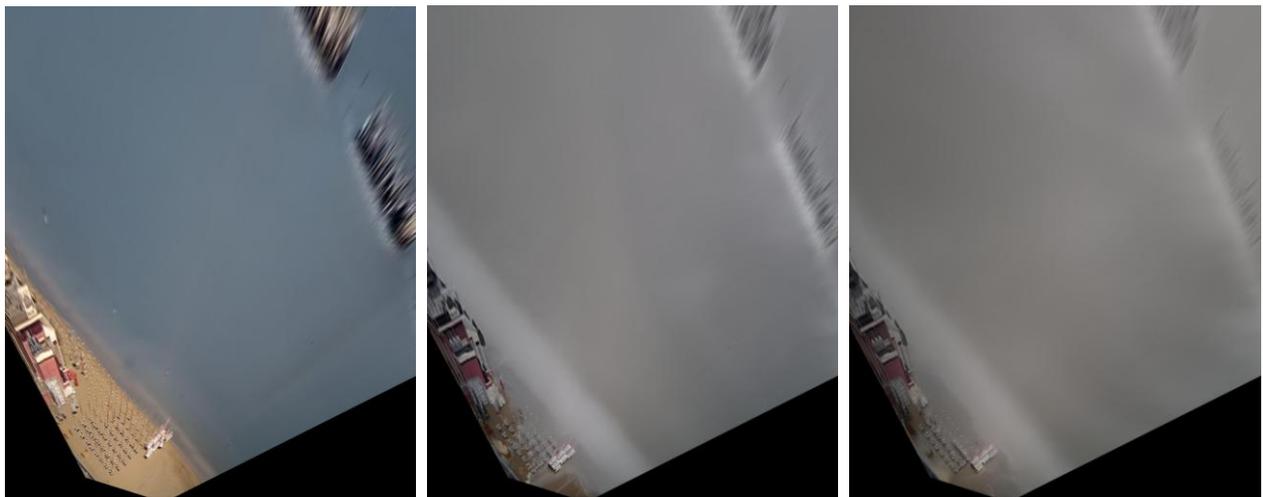
In particolare, per quanto riguarda gli eventi di mareggiata, le immagini raccolte dal sistema camERA possono essere utilizzate sia per il monitoraggio in tempo reale che per l'analisi post-evento. In Figura 46 sono riportati gli snapshot grezzi (che operativamente vengono aggiornati ogni 15 minuti) relativi alla località di Valverde. A scopo di confronto, viene mostrato in figura uno snapshot del 16/09/2024 (pre-evento di mareggiata) e due immagini catturate durante l'evento nelle giornate del 17 e 18 settembre 2024.

Le immagini B e C mostrano l'evento di inondazione costiera, che coincide con i picchi dei livelli del mare e delle onde descritti nei paragrafi precedenti. In particolare, gli snapshot del 17 e 18 settembre sono stati acquisiti quando il livello del mare ha superato la soglia di allerta (oltre 0,70 m a Cervia), mentre l'altezza dell'onda significativa ha raggiunto valori superiori a 2 metri (come riportato nella Figura 44).



Figura 46: Immagini grezze (Snapshot) della stazione ebcam Valverde, nel periodo pre-evento A (ore 8:30 del 16 settembre, in alto a sinistra) e durante l'evento (B ore 9:30 del 17 settembre in alto a destra e C ore 8:30 del 18 settembre in basso).

In Figura 47, invece, vengono presentate le immagini ortorettificate della località Valverde per gli stessi istanti mostrati in Figura 46. Un'immagine ortorettificata è depurata dagli effetti distorsivi dovuti alla sfericità delle lenti e ri-proiettata su un sistema piano con coordinate reali, consentendone l'utilizzo anche in ambienti GIS. Le immagini ortorettificate mostrano con maggior precisione la distribuzione spaziale dell'inondazione e possono essere utilizzate per l'analisi dei cambiamenti morfologici della costa e per migliorare la gestione del rischio costiero.



(A) 16/09/2024 - 08:30

(B) 17/09/2024 - 09:30

(C) 18/09/2024 - 08:30

Figura 47: Immagini orto-rettificate (Rectm) della stazione webcam Valverde, nel periodo pre-evento (a sinistra) e durante l'evento (al centro e a destra).

5.3. Censimento degli impatti a scala regionale

L'evento ha prodotto limitati impatti alla costa regionale, concentrati nel settore centrale tra le province di Ravenna e Forlì-Cesena. Altre immagini, circolate in web, riferiscono di allagamenti che sono invece ascrivibili alle precipitazioni e ad ostruzioni del reticolo drenante, come nel caso di alcuni stabilimenti di Rimini.

Le informazioni di seguito riportate nella Tabella 21 derivano da comunicazioni fornite dai Servizi Territoriali dell'Agenzia di Protezione Civile e da informazioni raccolte dalla cronaca (Stampa e web). Sono dettagliate le tipologie di danno riscontrate, l'ente che ha fornito la segnalazione e l'eventuale codice con cui l'impatto è stato registrato nel Catasto segnalazioni ARSTPC.

Tabella 21: Eventi di erosione verificatisi durante l'evento. Principali segnalazioni

Id	Prov.	Località	Tipologia impatto	Dettaglio	Fonte segnalazione	Precisione ubicazione	ID catasto segnalazioni ARSTPC
1	FE	-	-	-	-	-	-
2	RA	Lido Adriano sud	Danni alle opere di difesa e ingressione marina	Si registrano fenomeni di erosione e inondazione marina che hanno interessato almeno 1 stabilimento balneare e lo scivolamento di massi dalle opere longitudinali distaccate (scogliere) e conseguente perdita di quota	ARSTPC-RA ricependo informazione dal comune	Indicativa- non rilevati post evento	no
3	FC	Cesenatico - Valverde	Erosione spiaggia, danni stabilimenti, inondazione aree urbane	Allagamenti ed erosioni diffuse delle spiagge con arretramento generalizzato della linea di riva. Erosioni localizzate in loc. Valverde e Ponente in Comune di Cesenatico e lungo l'arenile del Comune di San Mauro mare. Ingressione marina su V.le Carducci in loc. Valverde.	ARSTPC Stampa	Indicativa	1881
4	RN	-	-	-	-	-	--

Sulle spiagge, nelle vicinanze delle foci fluviali, si sono inoltre riversati ingenti cumuli di legname trasportato dai fiumi in piena.



Figura 48: Accumulo di materiale vegetale al porto di Rimini (a sinistra). Erosione dell'arenile in comune di San Mauro Pascoli (a destra)

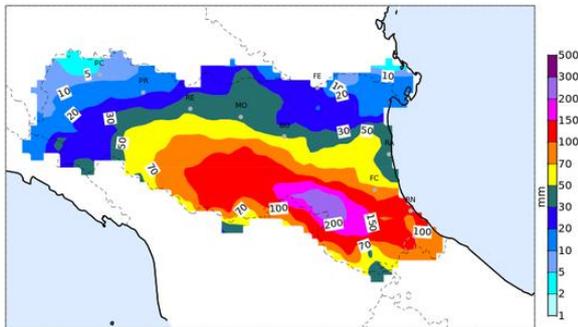
6. L'attività di previsione e monitoraggio del Centro Funzionale

In occasione degli eventi che hanno interessato la regione Emilia-Romagna tra il 17 e il 19 settembre, il Centro Funzionale ARPAE-SIMC e l'Agazia di Protezione Civile della regione Emilia-Romagna hanno emesso otto Allerte, consultabili e scaricabili dal portale ufficiale AllertameteoER all'indirizzo: <https://allertameteo.regione.emilia-romagna.it/allerte-e-bollettini>.

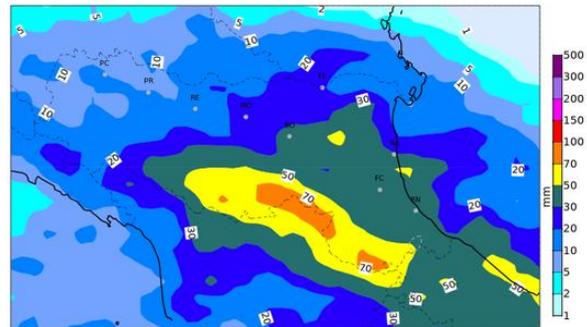
La mattina di martedì 17 settembre, attraverso una complessa analisi di modelli meteorologici tra loro piuttosto discordanti (vedi Figura 49), il Centro Funzionale ARPAE-SIMC aveva previsto per la giornata successiva precipitazioni intense e persistenti a carattere di rovescio o temporale, in particolare sul settore centro-orientale della regione, venti di burrasca moderata sul crinale occidentale e sulla costa, mare al largo da molto mosso ad agitato.

A fronte di precipitazioni previste tra 70 e 100 mm/24 ore dal modello ICON 2I (scenario più pessimistico), è stata emessa per mercoledì 18 settembre un'Allerta (119/2024) arancione per criticità idrologica e idraulica sul settore romagnolo e sull'Appennino bolognese, gialla per criticità idraulica sull'Appennino emiliano centrale e la pianura bolognese, modenese e reggiana; gialla per criticità idrogeologica sull'Appennino emiliano centrale. La possibilità di fenomeni che localmente avrebbero potuto assumere carattere di rovescio o temporale di forte intensità è stata segnalata da un codice giallo per temporali esteso a tutto il settore centro-orientale della regione. E' stata inoltre emesso un codice giallo per vento sulla costa e sul crinale centro-occidentale, infine sono stati valutati con codice colore giallo anche lo stato del mare e la criticità costiera, su tutto il litorale regionale.

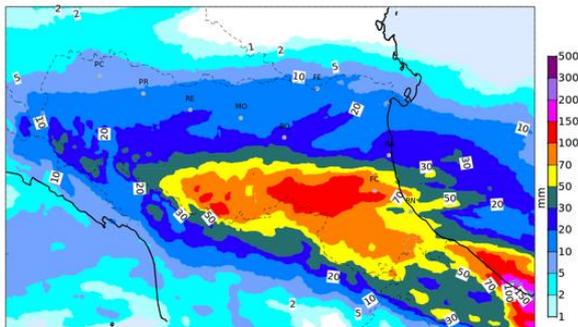
pioggia osservata cumulata in 24 ore (mm)
dalle 0 alle 24 U.T.C. del 18-09-2024



IFS ECMWF pioggia prevista a +48ore cumulata in 24 ore (mm)
dalle 0 alle 24 U.T.C. corsa del 17-09-2024



ICON 2I pioggia prevista a +48ore cumulata in 24 ore (mm)
dalle 0 alle 24 U.T.C. corsa del 17-09-2024



COSMO 2I pioggia prevista a +48ore cumulata in 24 ore (mm)
dalle 0 alle 24 U.T.C. corsa del 17-09-2024

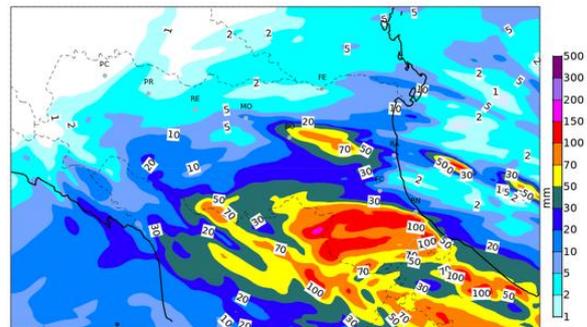
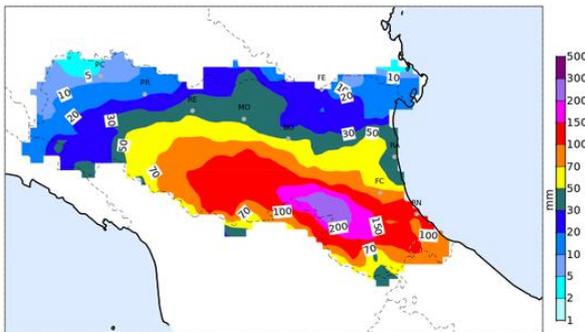


Figura 49: Confronto tra la pioggia prevista la mattina del 17 settembre per il 18 settembre, dai diversi modelli meteorologici (ECMWF IFS, in alto a destra; ICON I2, in basso a sinistra; COSMO I2 in basso a destra) e la pioggia effettivamente osservata il 18 settembre (in alto a sinistra).

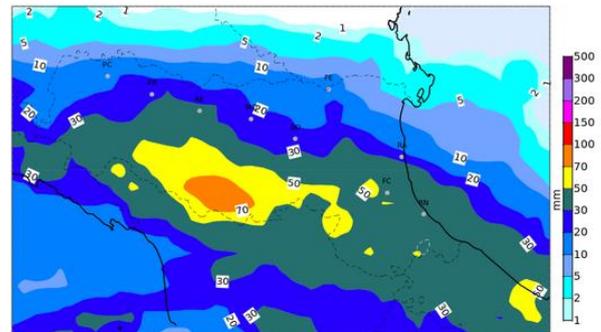
Stante la forte incertezza associata alla previsione, a partire dal 17 settembre sono state tenute riunioni straordinarie tra il Centro Funzionale e l’Agenzia di Protezione Civile, allo scopo di avviare in via cautelativa una serie di azioni preventive sul territorio, per fronteggiare un eventuale inasprimento dei fenomeni.

La mattina del 18 settembre, a fronte di un peggioramento delle precipitazioni previste dalla nuova corsa del modello ICON 2I, tra 100 e 200 mm/24 ore sul settore appenninico centro-orientale, seppure i diversi modelli meteorologici fornissero ancora quantitativi molto discordanti tra loro (vedi Figura 50), è stata aggiornata l’Allerta (120/2024) dalle ore 12 del 18 settembre e per tutta la giornata del 19 settembre: è stata innalzata da arancione a rossa la criticità idrogeologica e idraulica sul Bolognese e sulla Romagna, da gialla ad arancione sul Modenese e Reggiano, da verde a gialla sull’Appennino piacentino-parmense (vedi Figura 52). La stessa Allerta (120/2024) confermava sull’intero settore centro-orientale un codice giallo per temporali, per le possibili precipitazioni di forte intensità, e un codice giallo per vento, stato del mare e criticità costiera sull’intero settore costiero.

**pioggia osservata cumulata in 24 ore (mm)
dalle 0 alle 24 U.T.C. del 18-09-2024**



**IFS ECMWF pioggia prevista a +24ore cumulata in 24 ore (mm)
dalle 0 alle 24 U.T.C. corsa del 18-09-2024**



**ICON 2I pioggia prevista a +24ore cumulata in 24 ore (mm)
dalle 0 alle 24 U.T.C. corsa del 18-09-2024**



**COSMO 2I pioggia prevista a +24ore cumulata in 24 ore (mm)
dalle 0 alle 24 U.T.C. corsa del 18-09-2024**

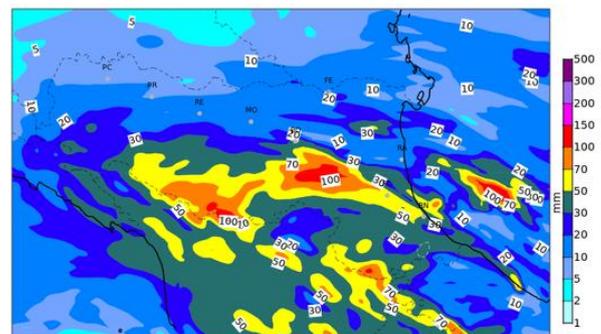
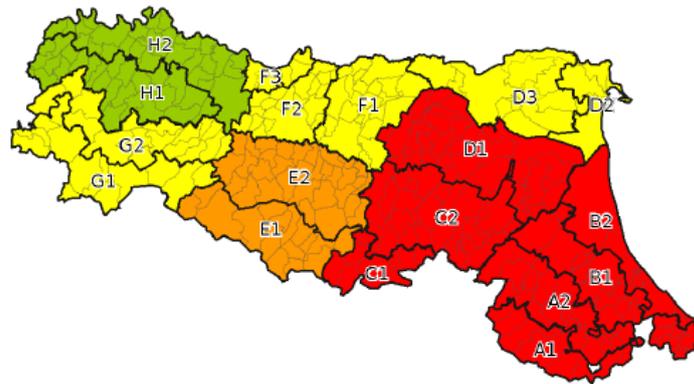


Figura 50: Confronto tra la pioggia prevista mattine del 18 settembre per la giornata stessa, dai diversi modelli meteorologici (ECMWF IFS, in alto a destra; ICON I2, in basso a sinistra; COSMO I2 in basso a destra) e la pioggia effettivamente osservata il 18 settembre (in alto a sinistra).

Come è possibile osservare dal confronto tra la Figura 49 e la Figura 50, le precipitazioni cumulate effettivamente osservate nella sola giornata del 18 settembre è stata localmente maggiore di quanto previsto dallo scenario più pessimistico del modello ICON 2I, nella corsa delle 00:00 del 18 settembre stesso.

DOCUMENTO N.	DATA EMISSIONE	INIZIO VALIDITA'	FINE VALIDITA'
120/2024	18/09/2024 12:01	18/09/2024 12:00	20/09/2024 00:00

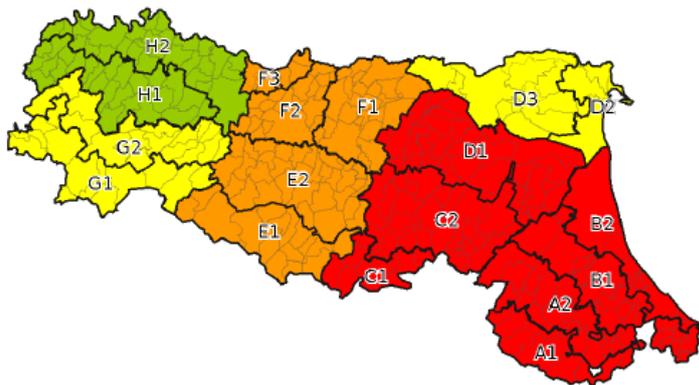
dalle ore 12:00 di mercoledì 18/09/2024



ZONE DI ALLERTA:

- A1: Montagna romagnola (FC, RN)
- A2: Alta collina romagnola (RA, FC, RN)
- B1: Bassa collina e pianura romagnola (RA, FC, RN)
- B2: Costa romagnola (RA, FC, RN)
- C1: Montagna bolognese (BO)
- C2: Collina bolognese (BO, RA)
- D1: Pianura bolognese (BO, FE, RA)
- D2: Costa ferrarese (FE)
- D3: Pianura ferrarese (FE)
- E1: Montagna emiliana centrale (PR, RE, MO)
- E2: Collina emiliana centrale (PR, RE, MO)
- F1: Pianura modenese (RE, MO)
- F2: Pianura reggiana (RE)
- F3: Pianura reggiana di Po (PR, RE)
- G1: Montagna piacentino-parmense (PC, PR)
- G2: Alta collina piacentino-parmense (PC, PR)
- H1: Bassa collina piacentino-parmense (PC, PR)
- H2: Pianura piacentino-parmense (PC, PR)

dalle ore 00:00 di giovedì 19/09/2024



ZONE DI ALLERTA:

- A1: Montagna romagnola (FC, RN)
- A2: Alta collina romagnola (RA, FC, RN)
- B1: Bassa collina e pianura romagnola (RA, FC, RN)
- B2: Costa romagnola (RA, FC, RN)
- C1: Montagna bolognese (BO)
- C2: Collina bolognese (BO, RA)
- D1: Pianura bolognese (BO, FE, RA)
- D2: Costa ferrarese (FE)
- D3: Pianura ferrarese (FE)
- E1: Montagna emiliana centrale (PR, RE, MO)
- E2: Collina emiliana centrale (PR, RE, MO)
- F1: Pianura modenese (RE, MO)
- F2: Pianura reggiana (RE)
- F3: Pianura reggiana di Po (PR, RE)
- G1: Montagna piacentino-parmense (PC, PR)
- G2: Alta collina piacentino-parmense (PC, PR)
- H1: Bassa collina piacentino-parmense (PC, PR)
- H2: Pianura piacentino-parmense (PC, PR)

DESCRIZIONE DEI FENOMENI

A partire dal pomeriggio di oggi 18 settembre sono previste precipitazioni diffuse, più consistenti sul settore centro-orientale della regione, che permarranno anche nella giornata di domani con una attenuazione a partire dal pomeriggio. Le precipitazioni in atto e previste potranno generare ingenti ed estesi fenomeni franosi, di ruscellamento e innalzamenti dei livelli idrometrici nei corsi d'acqua del settore centro-orientale della regione, superiori alle soglie 2 nei tratti montani e prossimi alle soglie 3 nei tratti vallivi degli affluenti di destra del Reno e dei bacini Romagnoli. Per oggi sono previsti venti di burrasca moderata (tra 62 km/h e 74 km/h) da nord-est sul mare, localmente sui litorali. Mare al largo da molto mosso ad agitato in attenuazione nel corso della giornata di domani. La persistenza di onda e del livello del mare prossime ai livelli di attenzione, potrà generare localizzate erosioni ed inondazioni del litorale, possibili esondazioni di fiumi e canali alla foce per le difficoltà di deflusso delle piene in mare.

Figura 51: Allerta 120/2024 emessa alle ore 12 del 18 settembre.

La mattina di giovedì 19 settembre, nonostante le deboli precipitazioni previste per la giornata successiva, in considerazione delle elevate cumulate del giorno precedente e delle piene elevate in atto sui corsi d'acqua del settore centro-orientale, con diffuse esondazioni e sormonti arginali, è stata emessa ancora un'Allerta (121/2024) rossa per criticità idrogeologica e idraulica sul Bolognese e sulla Romagna, arancione per criticità idrogeologica sui rilievi emiliani centrali e per criticità idraulica sulla pianura modenese.

All'Allerta 121/2024 sono seguite altre 5 Allerte (dalla 122/2024 alla 126/2024), con codice colore progressivamente decrescente, emesse in assenza di nuovi fenomeni meteorologici significativi, ma alla luce delle forti criticità ancora presenti sul territorio, causate dai numerosi dissesti idrogeologici ed allagamenti occorsi.

Il Centro Funzionale ARPAE-SIMC ha monitorato gli eventi con il presidio h24 della propria Sala Operativa a partire dalle prime ore del 18 fino a tutta la giornata del 21 settembre, con l'emissione di 10 Documenti di monitoraggio meteo-idrologico-idraulico, contenenti informazioni in tempo reale sull'evoluzione delle precipitazioni e delle piene in atto sui corsi d'acqua. I primi documenti di monitoraggio nella fase delle precipitazioni più intense dal pomeriggio del 18 alla mattina del 19 settembre sono stati emessi ogni 3-4 ore, gli ultimi nella fase di esaurimento delle piogge e propagazione delle piene ogni 12-24 ore.

7. Confronto tra le piene di settembre 2024 e le recenti piene di maggio 2023

L'evento del 17-19 settembre 2024 ha riguardato all'incirca i medesimi territori dell'alluvione di maggio 2023, quando due eventi di abbondante precipitazione a breve distanza l'uno dall'altro, il primo l'1-3 maggio, il secondo il 16-18 maggio, concentrati sul medesimo settore collinare centro-orientale della regione, provocarono esondazioni, sormonti, rotte arginali, nonché migliaia di frane e smottamenti, su una porzione leggermente più estesa di territorio, comprendente i bacini del settore centro-orientale dal Samoggia al Savio.

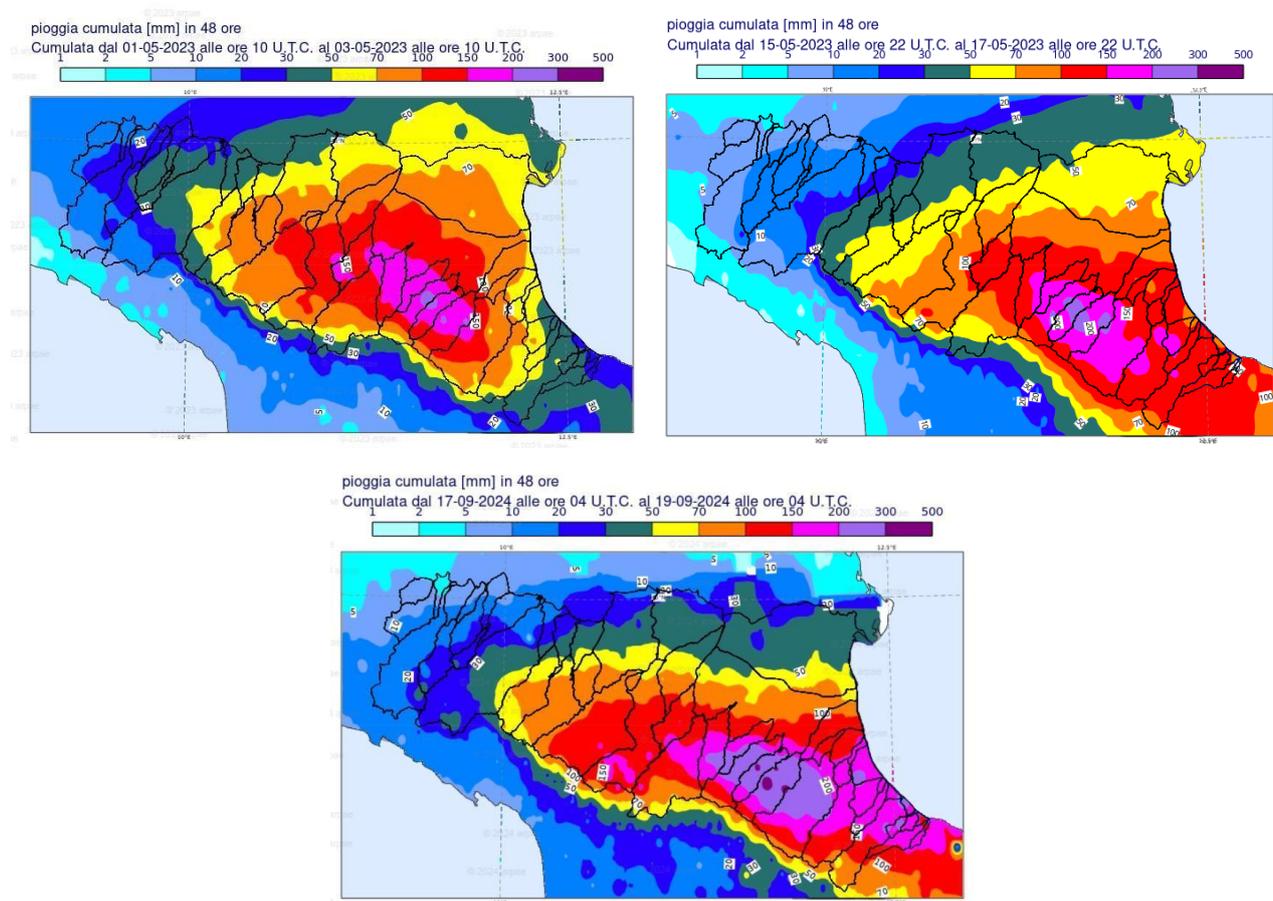


Figura 52: Confronto tra le precipitazioni cumulate degli eventi del 2-3 maggio 2023, 16-17 maggio 2023 e 17-18 settembre 2024 sui bacini idrografici della regione Emilia-Romagna, spazializzate dai soli dati pluviometrici.

Analizzando le precipitazioni a scala di bacino, **l'evento in esame, sui bacini dall'Idice al Montone, è stato sicuramente maggiore di entrambi gli eventi di maggio**, con piogge cumulate superiori sia nelle 24 che nelle 48 ore (vedi Figura 52 e Tabella 22).

Tabella 22: Precipitazioni cumulate in 48 ore registrate durante gli eventi del 2-3 maggio 2023, 16-17 maggio 2023 e 17-18 settembre 2024 sui bacini idrografici maggiormente interessati dagli eventi.

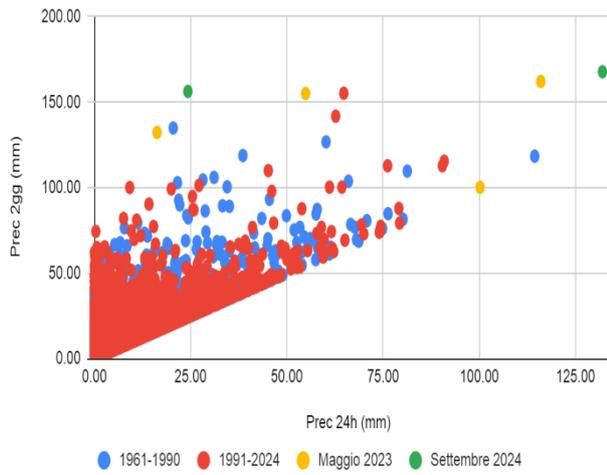
BACINI	2-3 maggio 2023	16-17 maggio 2023	17-18 settembre 2024
Idice	162,1	155,1	167,8
Sillaro	166,5	153,9	169,3
Santerno	133,5	156,6	172,3
Senio	164,7	189,6	235,7
Lamone	145,8	189,1	236,6
Montone	98,7	164,9	182,9

Guardando ai dati puntuali registrati dai singoli pluviometri, la precipitazione massima nell'evento 1-3 maggio 2023 è stata registrata a Le Taverne (bacino del Santerno) con 275 mm/72h e quella del 16-18 maggio è stata registrata a Monte Albano (bacino del Senio) con 261 mm/72h, mentre nell'evento in esame si sono registrati 360 mm/72h a S. Cassiano sul Lamone, e 334,8 mm/72h a Modigliana (bacino del Montone), 326,8 mm/72h a Casola Valsenio (bacino del Senio) e 308,8 mm a Casoni di Romagna (bacino dell'Idice). **Dal punto di vista delle intensità orarie l'evento in esame ha registrato picchi di intensità superiori ai 30 mm/h, mentre in entrambi gli eventi di maggio le intensità orarie sono state mediamente inferiori ai 10 mm/h.**

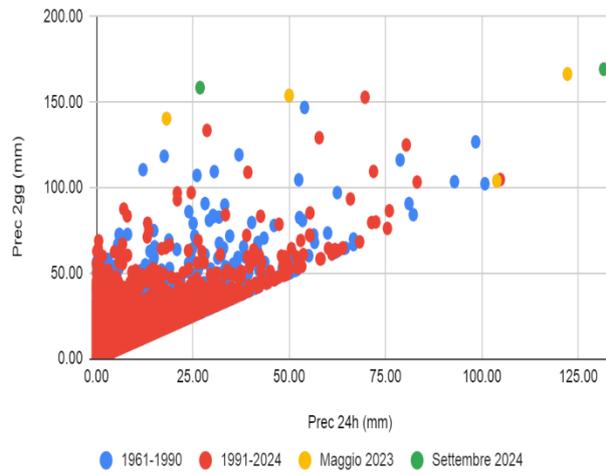
Nei grafici illustrati in Figura 53 sono analizzate le serie di precipitazioni cumulate su 24 e 48 ore sui bacini maggiormente colpiti dagli eventi di maggio 2023 e settembre 2024, ottenute mediando sui singoli bacini i dati della griglia Eraclito dall'1 gennaio 1961 al 19 settembre 2024. Nei grafici a dispersione ogni punto ha per coordinate il valore di pioggia cumulata nelle 24 ore (asse x) e quello di pioggia cumulata nelle 48 ore (asse y). I punti blu si riferiscono ai giorni del periodo che va dall'1 gennaio 1961 al 1990, i punti rossi ai giorni del periodo dall'1 gennaio 1961 al 16 settembre 2024. In giallo sono indicate le precipitazioni dei due eventi di maggio 2023 e in verde a quelli dell'evento di settembre 2024.

Come è possibile osservare, **la pioggia in 48 ore dell'evento di settembre 2024 a scala di bacino è stata la massima della serie storica dal 1961 su tutti i bacini dall'Idice al Montone, superiore alla pioggia dei due eventi di maggio 2023** (presi singolarmente), soprattutto sui bacini del Senio, del Lamone e del Montone.

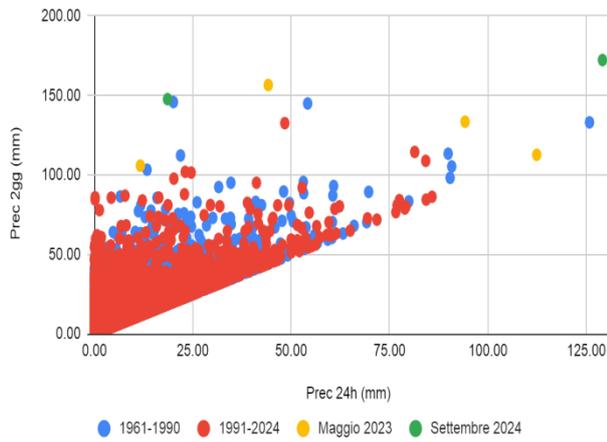
Bacino IDICE



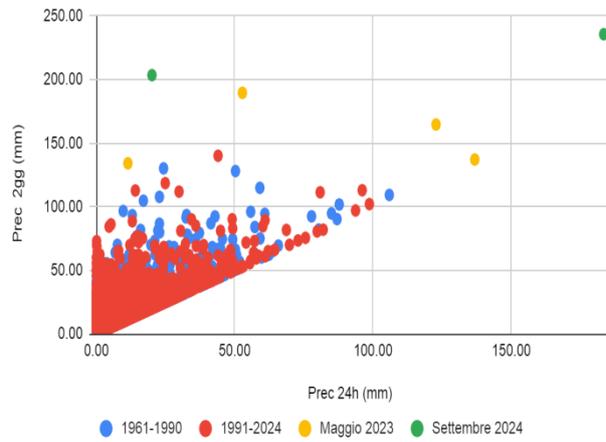
Bacino SILLARO



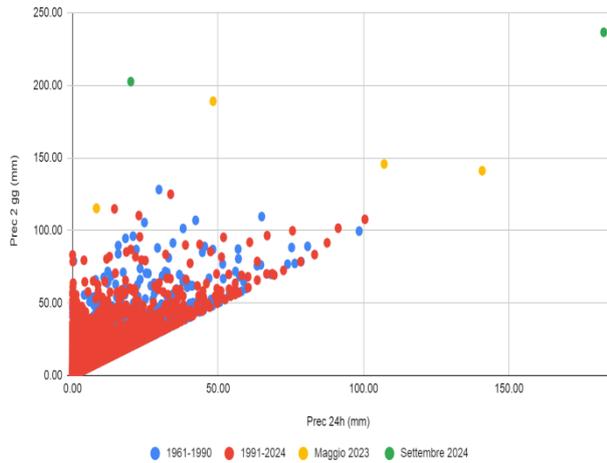
Bacino SANTERNO



Bacino SENIO



Bacino LAMONE



Bacino MONTONE

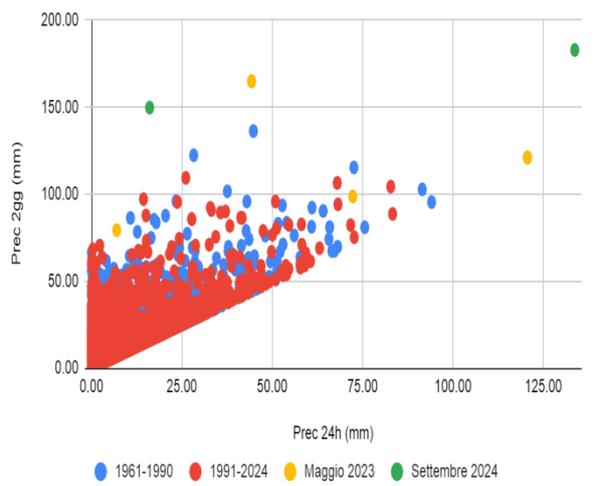


Figura 53: Serie di precipitazioni cumulate su 24 e 48 ore dall'1 gennaio 1961 al 19 settembre 2024 sui bacini interessati dall'evento in esame (dati della griglia Eraclito mediati sui bacini).

Dal punto di vista dei livelli idrometrici **la piena dell'Idice del 18-19 settembre 2024 ha raggiunto livelli di poco inferiori a quella del 17-18 maggio 2023 e comunque superiori a quelli della piena del 2-3 maggio 2023**. In particolare nella sezione di riferimento di Castenaso, da dove poco a valle inizia il tratto arginato, è stato raggiunto un livello idrometrico al colmo di piena di 12,57 m, del tutto confrontabile con quello estremo del 18-19 maggio 2023 dove si è raggiunto il livello di 12,84 m. Nel precedente evento del 2-3 maggio la piena aveva raggiunto invece il livello di 11,73 m. Si tratta in ogni caso di valori che si attestano tra i valori massimi delle serie e superano abbondantemente la soglia 3 di allarme di 11,00 m (vedi Figura 54) . Si osserva inoltre che sempre sull'Idice, poco a monte di Castenaso **alla sezione di Pizzocalvo, il 18 settembre si è invece raggiunto un valore 1,56 m, superiore all'evento del 17 maggio 2023** che ha fatto registrare 1,09 m, mentre sul Savena, affluente in sinistra, si è raggiunto a San Ruffillo un livello di 2,18 m il 19 settembre, poco inferiore ai 2,41 m registrati il 17 maggio.

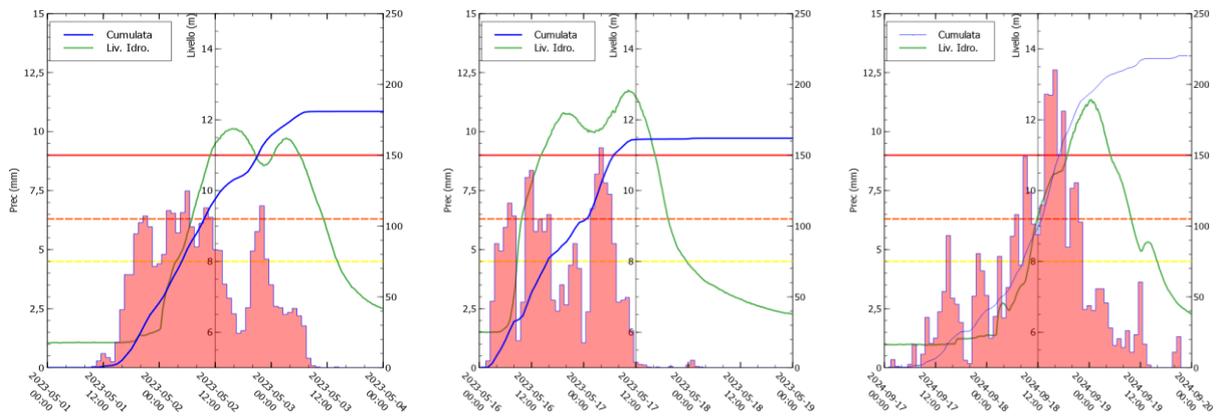


Figura 54: Precipitazione oraria cumulata sul bacino dell'Idice, e livello idrometrico nella sezione di Castenaso per i tre eventi: 01-03 maggio 2023 (sinistra), 16-18 maggio 2023 (centro) 17-19 settembre 2024 (destra). Le linee gialla, arancione e rossa evidenziano rispettivamente i livelli di soglia 1, 2 e 3.

La piena del Lamone del 18-19 settembre 2024 ha raggiunto livelli di poco inferiori a quella del 17-18 maggio 2023 e comunque superiori a quelli della piena del 2-3 maggio 2023. In particolare nella sezione di riferimento di Reda, nel tratto arginato, è stato raggiunto un livello idrometrico al colmo di piena di 11,37 m, del tutto confrontabile con quello estremo del 17 maggio 2023, dove si è raggiunto il livello idrometrico al colmo di 11,77 m che ha determinato dopo poche ore una rotta per sormonto sull'argine destro subito a valle (vedi Figura 55). Nelle sezioni più a valle di Pieve Cesato e Mezzano, interessati da sormonti arginali e conseguenti rotte sia nelle piene di maggio 2023 che in quelle di settembre 2024, i colmi di piena raggiunti il 19 settembre sono risultati comunque i massimi delle serie storiche dal 2001.

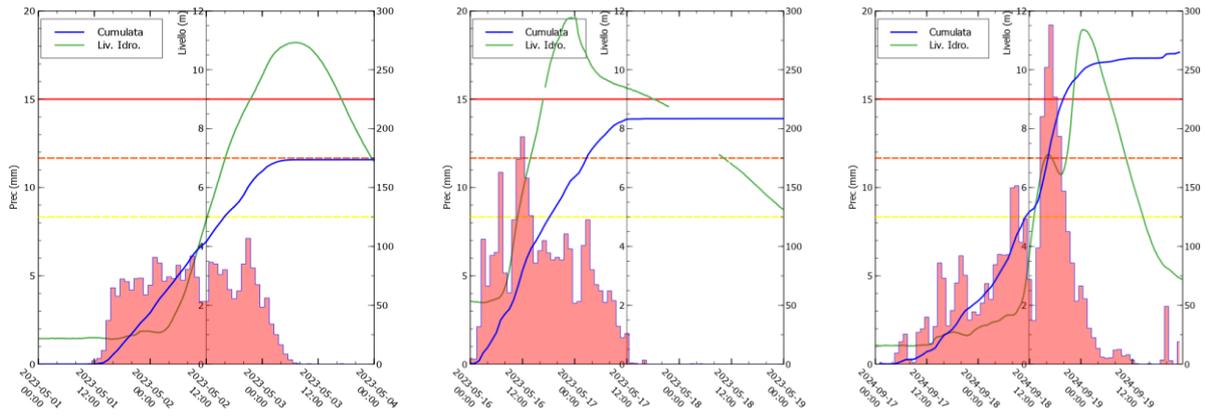


Figura 55: Precipitazione media sul bacino del Lamone, precipitazione cumulata sul bacino e livello idrometrico nella sezione di Reda per i tre eventi: 01-03 maggio 2023 (sinistra), 16-18 maggio 2023 (centro) 17-19 settembre 2024 (destra). Le linee gialla, arancione e rossa evidenziano rispettivamente i livelli di soglia 1, 2 e 3.

Dal punto di vista degli effetti sul territorio, il confronto tra le mappe delle aree allagate a seguito di esondazioni, sormonti e rotte nei due eventi di maggio 2023 e nell’evento di settembre 2024, illustrato in Figura 56, mostra chiaramente come, nonostante l’evento di settembre abbia avuto sui bacini dall’Idice al Montone una magnitudo maggiore dal punto di vista delle precipitazioni e dei livelli al colmo di piena, l’estensione dei territori colpiti sia stata di gran lunga inferiore.

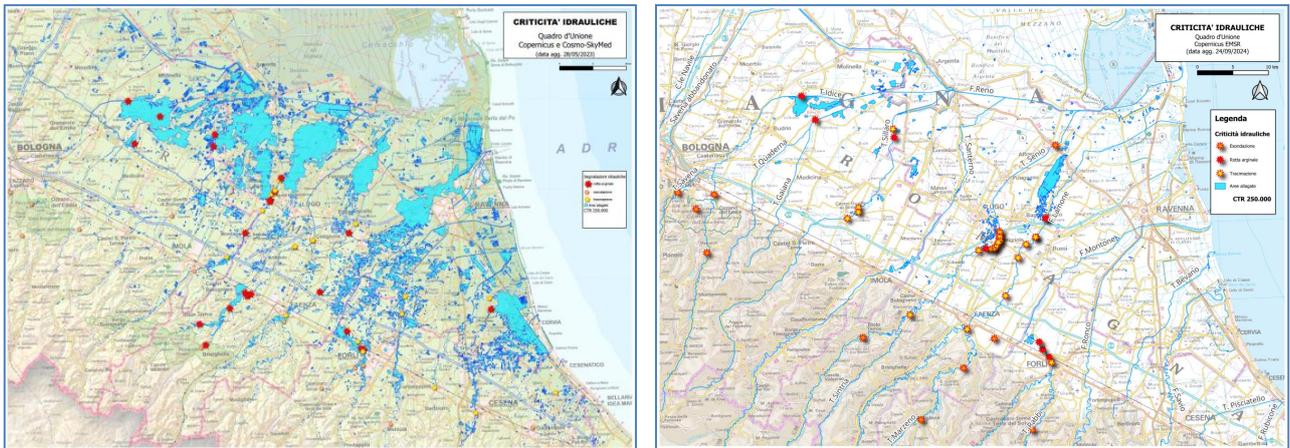


Figura 56: Confronto tra le immagini satellitari dei territori allagati a seguito delle piene di maggio 2023 e di settembre 2024 (fonte Agenzia Regionale per la Sicurezza Territoriale e la Protezione Civile su dati Programma UE Copernicus Emergency Management Service).

ALLEGATO 1

Elenco delle fonti di stampa consultate:

https://www.ansa.it/sito/notizie/cronaca/2019/11/19/nuova-esondazione-del-fiume-idice-nel-bolognese_3aff2f79-c811-41c8-b48f-c9b71f72532a.html

[https://www.bolognatoday.it/cronaca/alluvione-emilia-romagna-budrio-drone.html#:~:text=Case%20e%20campi%20sott'acqua%20a%20Budrio%20\(19%20settembre%202024\)&text=Erano%20circa%20120%20persone%2C%20a,avanzata%20dell'acqua%20nella%20notte.](https://www.bolognatoday.it/cronaca/alluvione-emilia-romagna-budrio-drone.html#:~:text=Case%20e%20campi%20sott'acqua%20a%20Budrio%20(19%20settembre%202024)&text=Erano%20circa%20120%20persone%2C%20a,avanzata%20dell'acqua%20nella%20notte.)

https://corrieredibologna.corriere.it/notizie/cronaca/24_settembre_18/maltempo-allerta-meteo-emilia-romagna-pioggia-e-allagamenti-a-rimini-evacuata-una-scuola-ba267677-318b-43ad-91f9-07e79bb2b2xlk.shtml

<https://www.sabatosera.it/2024/09/19/alluvione-sillaro-quaderna-rompono-largine-acqua-sesto-imolese-spazzate-castel-guelfo-santantonio-frane-strade-chiuse-vallata/>

<https://www.ilrestodelcarlino.it/video/maltempo-castel-guelfo-allagata-il-video-j3muudo8>

<https://www.rainews.it/video/2024/09/il-montone-rompe-unargine-allagamenti-nelle-campagne-di-forli-4766a0a0-e0af-4b51-b395-7ba076dc11c7.html>

<https://www.forlitaly.it/cronaca/alluvione-villanova-rottura-argine-montone-situazione.html>

<https://www.ravennatoday.it/video/rottura-argine-fiume-montone-villanova-forli.html>

<https://www.ravenna24ore.it/notizie/cronaca/2024/09/19/il-senio-esonda-a-castel-bolognese-e-cotignola/>

<https://www.ravennanotizie.it/cronaca/2024/09/19/la-situazione-a-cotignola-lesondazione-del-senio-e-stata-contenuta/>

<https://www.ilrestodelcarlino.it/ravenna/cronaca/alluvione-faenza-cause-diga-tronchi-lamone-xbp2m2t6>

https://www.repubblica.it/cronaca/2024/09/19/video/alluvione_in_emilia_romagna_faenza_allagata_le_immagini-423508893/

<https://www.ilpost.it/2024/09/19/faenza-alluvione-borgo-durbecco/>

<https://www.ilrestodelcarlino.it/emilia-romagna/cronaca/diretta-alluvione-19-settembre-2024-faenza-aoslkhbt>

https://www.ansa.it/sito/notizie/cronaca/2024/09/19/alluvione-in-emilia-romagna-fiumi-esondati-e-migliaia-di-sfollati.-due-dispersi-a-bagnacavallo_3ca23833-75f1-4d3d-b56c-011c7ee646a5.html

<https://www.wired.it/gallery/alluvione-in-emilia-romagna-marche-danni-treni-allerta-rossa-faenza-ravenna/>

<https://www.ilrestodelcarlino.it/meteo/diretta-alluvione-romagna-20-settembre-2024-h6elv9e6>

<https://www.protezionecivile.gov.it/it/notizia/maltempo-emilia-romagna-le-attivita-del-servizio-nazionale/>

https://www.ansa.it/sito/notizie/cronaca/2024/09/20/emilia-romagna-conta-i-danni-dellalluvione-nessun-disperso_c482ffeef-1afb-405d-a712-fb7977dcbc44.html

<https://www.labassaromagna.it/Novita/Comunicati-stampa/Aggiornamento-emergenza-maltempo#>

https://corrieredibologna.corriere.it/notizie/cronaca/24_settembre_18/maltempo-allerta-meteo-emilia-romagna-pioggia-e-allagamenti-a-rimini-evacuata-una-scuola-ba267677-318b-43ad-91f9-07e79bb2bxlk.shtml

<https://www.3bmeteo.com/giornale-meteo/cronaca-meteo--e--alluvione-in-emilia-romagna--faenza-e-non-solo-sott-acqua--ancora-maltempo-nelle-prossime-ore---video-728315>

https://bologna.repubblica.it/cronaca/2024/09/19/diretta/maltempo_allerta_in_emilia_romagna_allagamenti_a_faenza-423508469/

<https://www.informatoreagrario.it/filiere-produttive/frutticoltura/maltempo-in-emilia-romagna-danni-diffusi-sulle-culture-ancora-in-campo/>

<https://www.bolognatoday.it/cronaca/alluvione-emilia-romagna-aziende-agricole-coldiretti.html>

<https://www.meteo.it/notizie/maltempo-emilia-romagna-treni-in-tilt-per-allagamenti-binari-867f1eea>

<https://agronotizie.imaginenetwork.com/agricoltura-economia-politica/2024/09/20/emilia-romagna-ancora-un-alluvione-dopo-16-mesi-danni-rilevanti-all-agricoltura/85768>

<https://stream24.ilsole24ore.com/video/italia/maltempo-emilia-romagna-fa-conta-danni-allerta-i-fiumi/AFuT3w1D>

<https://www.rainews.it/tgr/emiliaromagna/maradona/2024/09/fiumi-esondati-quasi-1500-sfollati-ancora-allerta-rossa-e11f0dce-5c66-4538-87c4-b1a305059d23.html>



Struttura Idro-Meteo-Clima

Viale Silvani, 6 – Bologna

051 6497511

<http://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo>