

ANALISI SPEDITIVA DELL'EVENTO DEL 17-19 SETTEMBRE 2024 SULLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA



*A cura del Centro Funzionale Regionale ARPAE-SIMC, in collaborazione con
l'Area Geologia suoli e sismica della regione Emilia-Romagna*

Bologna, 23 settembre 2024

1. Inquadramento meteorologico

Fra il 17 e il 19 settembre 2024 la regione Emilia-Romagna, ed in particolare il settore centro-orientale dal bolognese, al ravennate al forlivese, è stato interessato da quantitativi di pioggia estremi, superiori anche a quelli occorsi in ognuno degli eventi consecutivi di maggio 2023, che hanno interessato gli stessi territori.

Le piogge estreme sono state generate dal ciclone mediterraneo Boris che ha avuto un'evoluzione complessa. Si è formato l'11 settembre sul Golfo di Genova per poi spostarsi nel fine settimana tra il 13 e il 16 settembre verso est, creando alluvioni devastanti nel centro-est Europa a seguito di piogge di eccezionale intensità e durata; successivamente, in maniera anomala, è ritornato verso il Mediterraneo indebolendosi.

Dal 17 settembre ha cominciato a riguadagnare forza e vapor d'acqua, presumibilmente anche a causa delle temperature anomale del mare Mediterraneo che fino al 15 settembre erano di almeno 3-4 gradi superiori alla media del periodo, soprattutto lungo l'Adriatico, interessato dalle correnti di scirocco attivate dal ciclone. E' quindi più che plausibile che il carattere estremo delle piogge osservate tra il 17 ed il 19 settembre sia da attribuire in parte alle prolungate anomalie termiche in atto ormai dal 2023, che ad agosto erano complessivamente pari a 3 deviazioni standard rispetto alla climatologia recente.

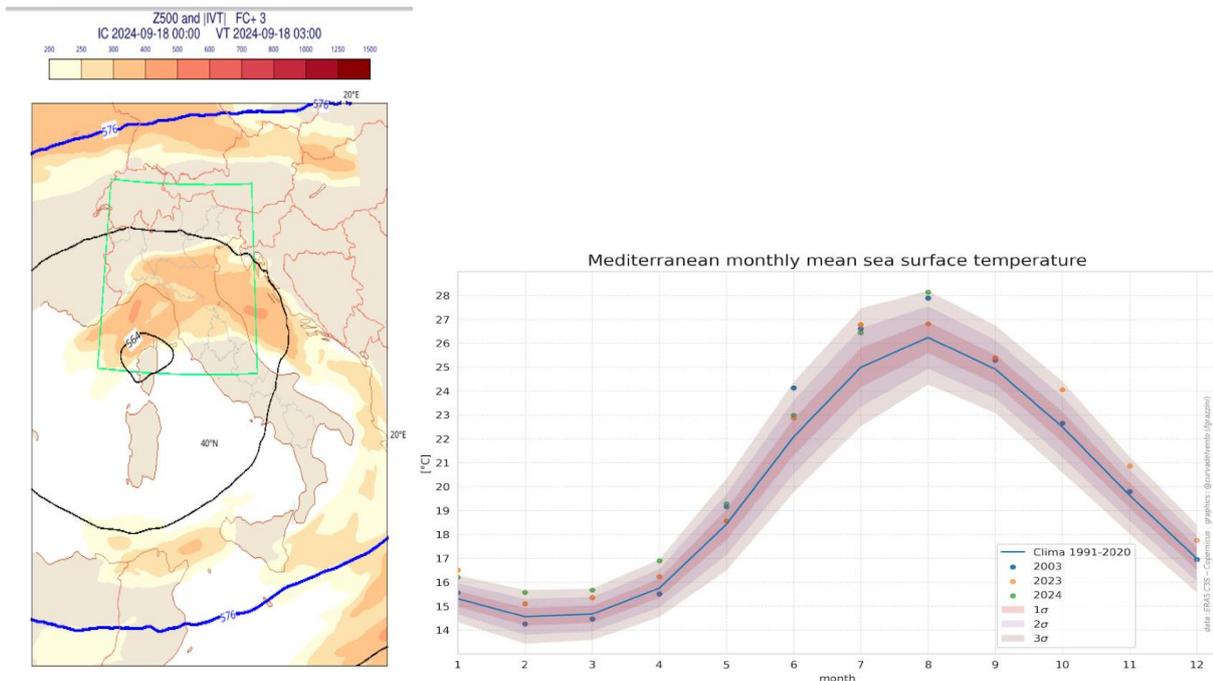


Figura 1: Nel riquadro di sinistra la posizione del ciclone in quota il 18/09 e il flusso di vapor d'acqua (campitura colorata) in risalita dall'Adriatico. Nel riquadro di destra la temperatura media mensile del mare Mediterraneo del 2023 e 2024 confrontata con la climatologia recente.

2. Analisi delle precipitazioni

L'evento di precipitazione è iniziato martedì 17 settembre, dapprima con intensità modeste (intorno ai 5-10 mm/ora) ma senza sostanziali interruzioni, facendo registrare cumulate prossime ai 50 mm già nelle prime 24 ore. A partire dal pomeriggio del 18 settembre i fenomeni si sono progressivamente intensificati, raggiungendo i valori massimi di 45,6 mm/ora a S. Cassiano sul Lamone, e 36,8 mm/ora a Modigliana (bacino del Montone), con cumulate triorarie di 66,6 mm/3 ore registrate a Casoni di Romagna (bacino dell'Idice) e 55 mm/3 ore a Casola Valsenio (bacino del Senio). Le precipitazioni sono poi proseguite, con impulsi successivi di intensità via via decrescente fino alla mattina del 19 settembre (vedi Figura 2).

Il valore massimo di pioggia cumulata nell'intero evento in esame, registrato dalla rete RIRER, è localizzato a San Cassiano sul Lamone, con 360 mm complessivi, di cui 285 mm caduti in sole 24h, nella giornata del 18 settembre.

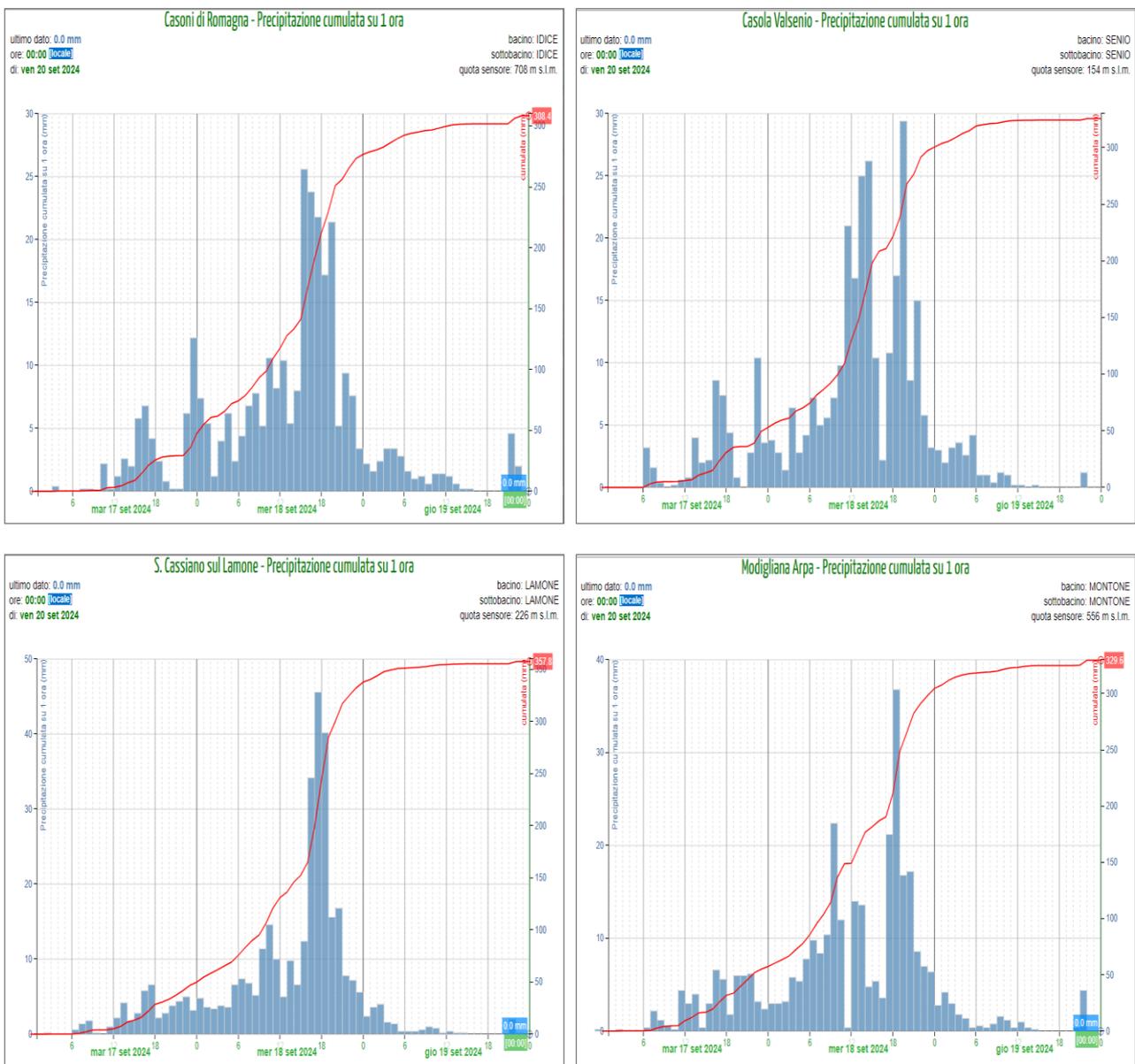


Figura 2: Andamento delle precipitazioni orarie e cumulate registrato dalle stazioni pluviometriche più significative nei bacini di Idice, Senio, Lamone e Montone

Tabella 1: Precipitazioni cumulate dal 17 al 19 settembre 2024 maggiori di 200 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	Palazuolo Sul Senio	FI	Senio
207	Ponte Uso	Sogliano 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	Palazuolo Sul Senio	Palazuolo Sul Senio	FI	Senio
202,6	Bibbiana	Palazuolo 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 Tabella 1 sono riportati i valori di pioggia cumulata nell'intero evento superiori ai 180 mm registrati dai pluviometri, in ordine decrescente, da cui è possibile osservare l'elevato numero di stazioni con cumulate superiori ai 250 mm complessivi.

I bacini maggiormente colpiti sono stati l'Idice, il Sillaro, il Santerno, il Senio, il Lamone ed il Montone, dove la precipitazione cumulata media areale nelle 48 ore centrali dell'evento è stata superiore ai 200-250 mm, con punte superiori ai 300 mm, come è possibile osservare nella Figura 3.

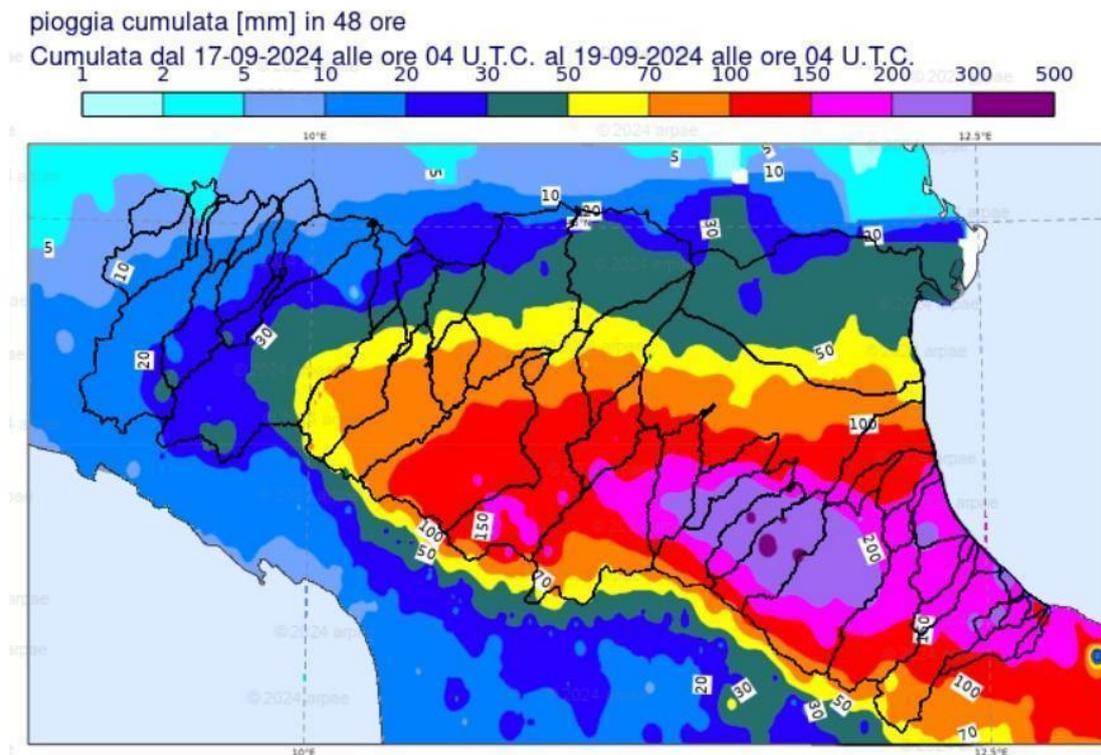


Figura 3: Pioggia cumulata dell'evento del 17-18 settembre 2024 nelle 48 ore centrali dell'evento, sui bacini idrografici della regione Emilia-Romagna.

3. Analisi delle piene

Le piene che hanno interessato i bacini settore centro-orientale della regione nei giorni 18-19 settembre 2024, nonostante la limitata dimensione, mediamente tra i 250-400 km², mostrano idrogrammi di piena con volumi di deflusso ragguardevoli e durate rilevanti, rispetto a gli eventi di piena che possono normalmente determinarsi su questa tipologia di corsi d'acqua.

Le precipitazioni intense e persistenti ed i valori cumulati raggiunti sono ancora valutabili come estreme, superiori a quelle degli eventi di maggio 2023. Sui corsi d'acqua si sono determinate rapide onde di piena con livelli al colmo ampiamente superiori alla soglia 3, cioè con ridottissimi franchi arginali e localizzate esondazioni. Nei tratti vallivi i livelli idrometrici si sono inoltre mantenuti al di sopra della soglia 3 per oltre 10 ore consecutive, determinando una notevole sollecitazione sulle strutture arginali, con sormonti, rotte e conseguenti allagamenti di zone agricole e urbane.

Nelle figure che seguono si mostrano alcuni idrogrammi di piena su sezioni idrometriche significative di Idice, Senio e Lamone, dove si sono registrate le piene più elevate.

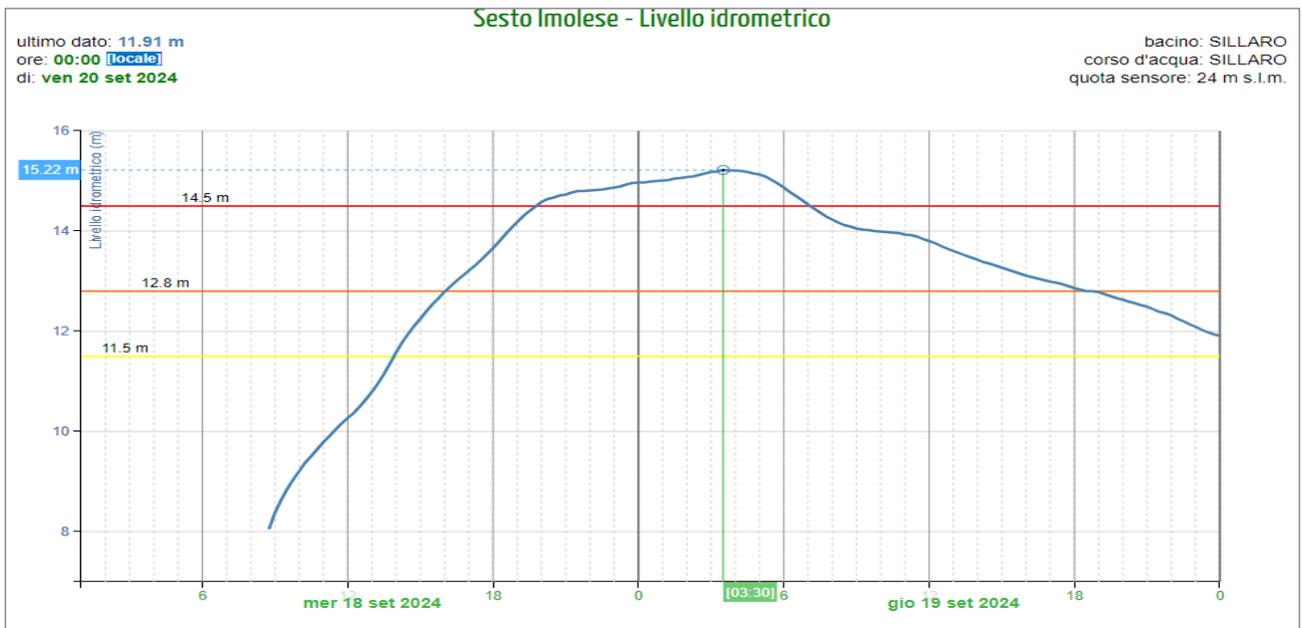
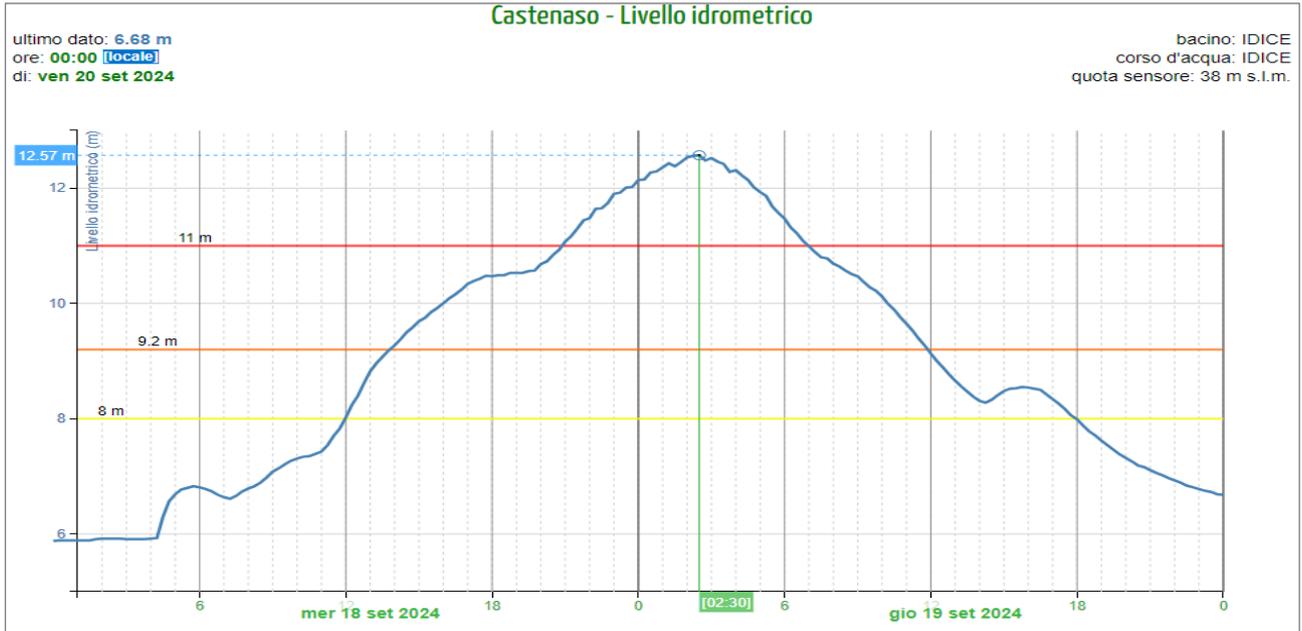


Figura 4: Andamento dei livelli idrometrici nelle sezioni di chiusura dei bacini montani dei fiumi Idice e Sillaro.

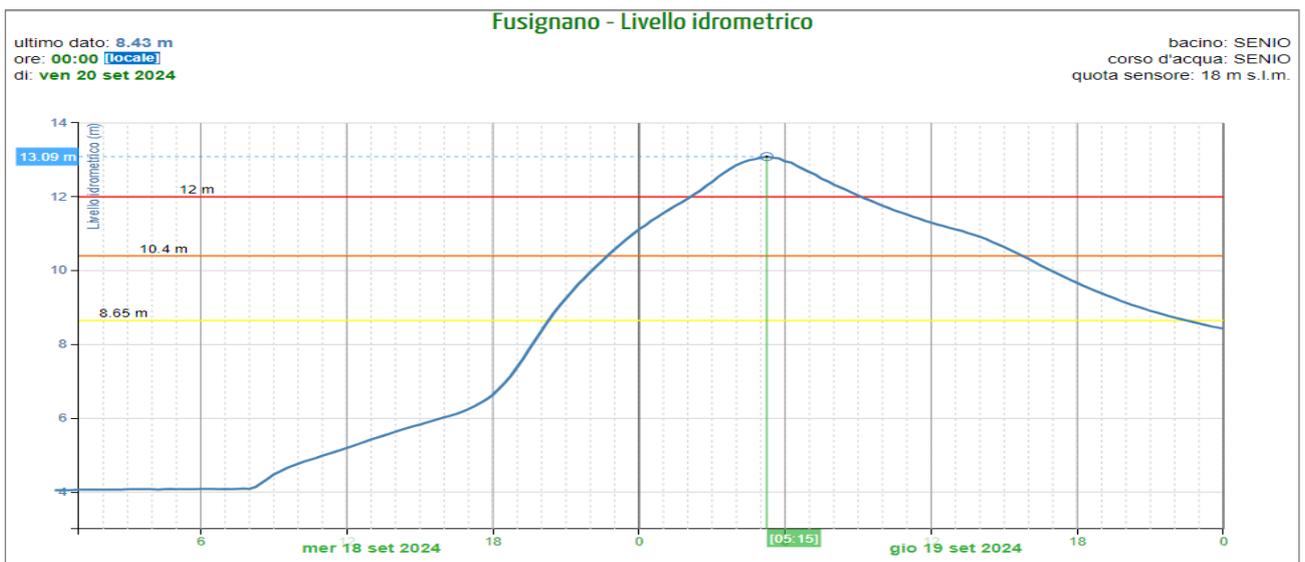
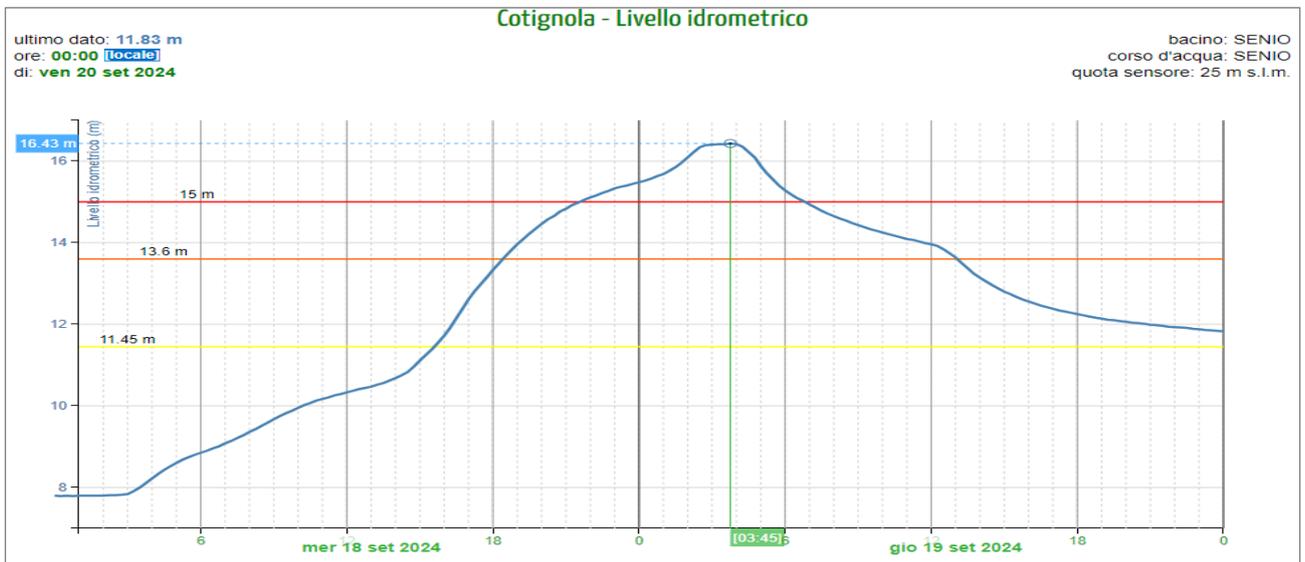
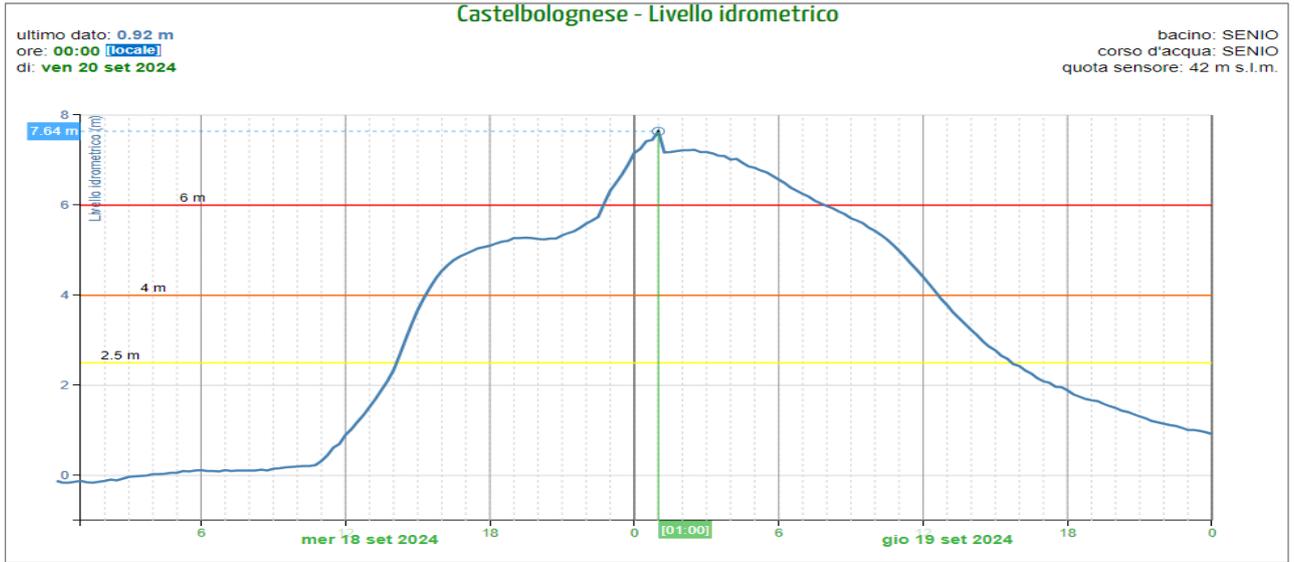


Figura 5: Andamento dei livelli idrometrici nelle sezioni più significative del fiume Senio.

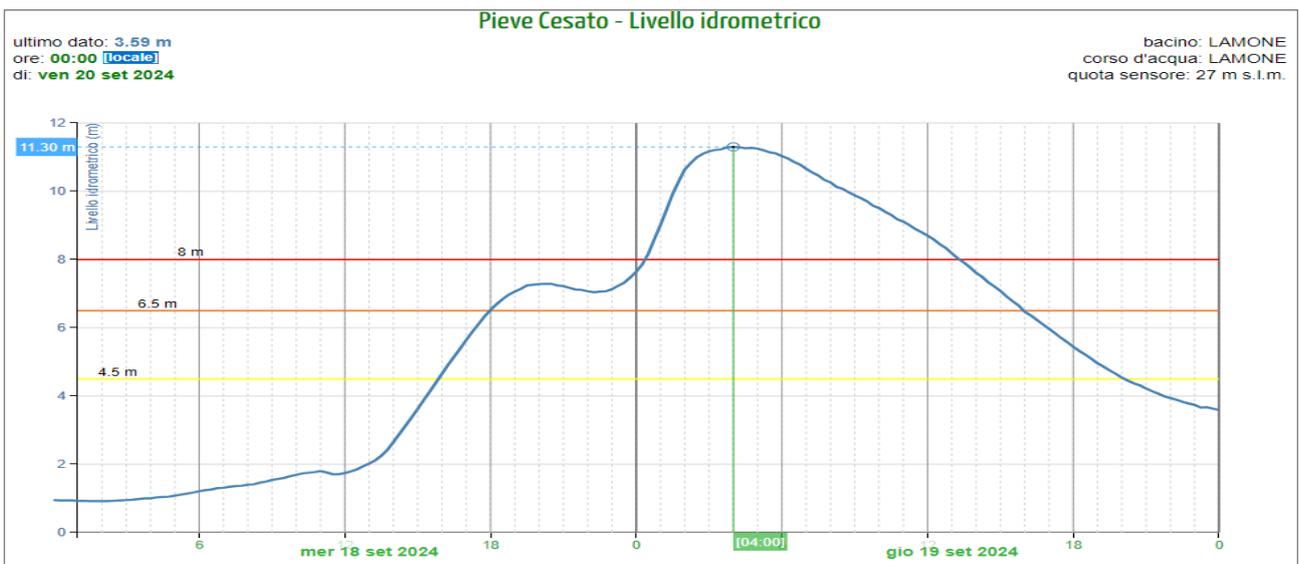
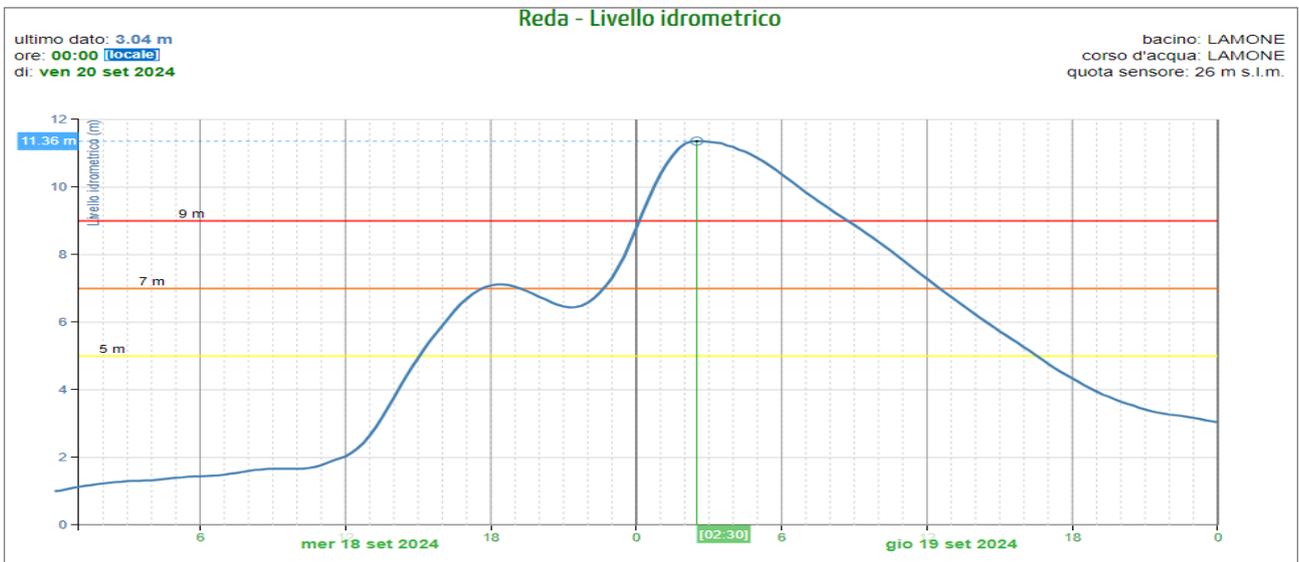
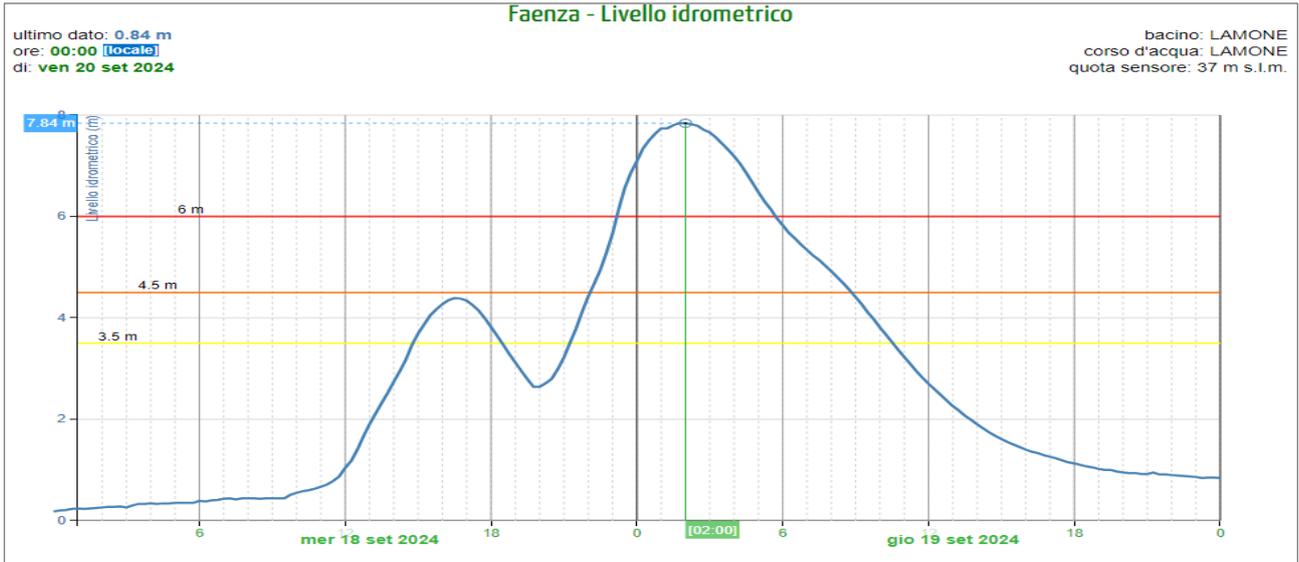


Figura 6: Andamento dei livelli idrometrici nelle sezioni più significative del fiume Lamone

Nella **Errore**. L'autoriferimento non è valido per un segnalibro. e Tabella 3 sono riportati i valori massimi dei livelli idrometrici raggiunti nei corsi d'acqua maggiormente interessati dall'evento.

Tabella 2: Punte massime registrate nella piena di Idice e del suo affluente Savena, e di Sillaro, Santerno e Senio durante la piena del 18-19 settembre 2023.

Torrente SAVENA vivo								
Denominazione del SENSORE	Distanze		Livelli rif.			Punta max registrata		Note
	parziali	progres.	soglia 1	soglia 2	soglia 3	H idr.ca	gior.	
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	
sbocco in Idice	7,8	47,7						
Torrente IDICE								
Denominazione del SENSORE	Distanze		Livelli rif.			Punta max registrata		Note
	parziali	progres.	soglia 1	soglia 2	soglia 3	H idr.ca	gior. Ora	
origine	0,0	0,0						
PIZZOCALVO	34,0	34,0	0,50	0,70	1,00	1,06	18/09/2024 21:00	
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	8,3	65,0						
S. ANTONIO	0,6	65,6	10,50	12,20	13,70	14,14	19/09/2024 05:00	rota a monte
sbocco in Reno	0,8	78,9						
Torrente SILLARO								
Denominazione del SENSORE	Distanze		Livelli rif.			Punta max registrata		Note
	parziali	progres.	soglia 1	soglia 2	soglia 3	H idr.ca	gior. 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	
POR TONOVO	9,2	57,7	10,30	11,80	13,00	>14,00	19/09/2024 mattina	livello superiore al max rilevabile
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						
Torrente SANTERNO								
Denominazione del SENSORE	Distanze		Livelli rif.			Punta max registrata		Note
	parziali	progres.	soglia 1	soglia 2	soglia 3	H idr.ca	gior. 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	10,00	12,20	12,60	19/09/2024 05:00	
sbocco in Reno	10,5	102,7						
Torrente SENIO								
Denominazione del SENSORE	Distanze		Livelli rif.			Punta max registrata		Note
	parziali	progres.	soglia 1	soglia 2	soglia 3	H idr.ca	gior. Ora	
origine	0,0	0,0						
CASOLA VALSENIO	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	
COTIGNOLA	16,4	70,4	11,45	13,60	15,00	16,43	19/09/2024 02:45	
FUSIGNANO	10,4	80,8	8,65	10,40	12,00	13,09	19/09/2024 04:00	
ALFONSINE	7,8	88,6	10,20	10,20	12,20	13,09	19/09/2024 05:30	
sbocco in Reno	6,4	95,0						

Tabella 3: Punte massime registrate nella piena di Lamone e del suo affluente Marzeno, e di Montone e del suo affluente Rabbi durante la piena del 18-19 settembre 2023.

Fiume LAMONE									
Denominazione del SENSORE	Distanze		Livelli rif.			Punta max registrata			Note
	parziali	progres.	soglia 1	soglia 2	soglia 3	H idr.ca	gior.	ora	
origine	0,0	0,0							
MARRADI	15,1	15,1	1,00	1,40	2,00	1,00	18	23:30	max = 2 ^a punta
STRADA CASALE	18,8	33,8	1,00	1,40	2,00	2,36	18	18:00	
SARNA	20,1	54,5	2,00	3,50	4,50	> 3,60	18		fuori uso
confluenza Marzeno	12,7	67,2							
FAENZA	1,6	68,8	3,50	4,50	6,00	7,84	19	1:00	max = 2 ^a punta
REDA	7,7	76,5	5,00	7,00	9,00	11,37	19	1:30	max = 2 ^a punta
PIEVE CESATO	4,2	80,7	4,50	6,50	8,00	11,30	19	3:00	max dal 1992
MEZZANO	20,6	101,5	4,50	6,00	7,50	8,64	19	9:30	rotta a monte/max dal 1998
sbocco in mare	18,7	120,2							
Torrente MARZENO									
Denominazione del SENSORE	Distanze		Livelli rif.			Punta max registrata			Note
	parziali	progres.	soglia 1	soglia 2	soglia 3	H idr.ca	gior.	ora	
origine	0,0	0,0							
MODIGLIANA	21,1	21,1	0,70	1,00	2,00	>2,40	18		fuori uso
RIVALTA	24,9	46,0	2,50	4,00	5,00	6,57	18	21:30	max = 2 ^a punta/max dal 2000
sbocco in Lamone	7,6	53,5							
Note: Rotta in sinistra tra le sezioni di Pieve Cesato e Mezzano intorno alle ore 11:00 del 19 settembre; colmo a Mezzano influenzato -anticipato e sottodimensionato									
Fiume MONTONE									
Denominazione del SENSORE	Distanze		Livelli rif.			Punta max registrata			Note
	parziali	progres.	soglia 1	soglia 2	soglia 3	H idr.ca	gior.	ora	
origine	0,0	0,0							
ROCCA.S.CASCIANO	28,7	28,7	0,50	0,80	1,20	1,03	18	18:00	
CASTROCARO	22,7	51,4	1,30	2,00	3,00	5,42	18	21:00	
confluenza Rabbi	12,4	63,7							
FORLI'	1,9	65,6	3,50	5,00	7,50	8,61	19	1:00	max dal 1990
P.BRALDO	6,1	71,7	4,50	6,50	8,00	9,73	19	2:00	max dal 1990
P.VICO	9,7	81,4	4,50	6,00	7,70	7,88	19	6:00	
S.MARCO	13,9	95,4	-	3,80	4,20	3,06	19	8:45	manovrato
confluenza Ronco	2,7	98,1							
RASPONI	5,9	104,0		3,00	4,00	3,11	19	11:00	manovrato
sbocco in mare	3,8	107,8							
Fiume RABBI									
Denominazione del SENSORE	Distanze		Livelli rif.			Punta max registrata			Note
	parziali	progres.	soglia 1	soglia 2	soglia 3	H idr.ca	gior.	ora	
origine	0,0	0,0							
SAN ZENO	17,0	17,0	1,20	1,60	2,20	1,23	18	17:30	
P.CALANCA	12,2	47,6	0,90	1,30	2,00	2,23	18	21:30	
sbocco in Montone	10,3	57,9							

4. Analisi delle criticità idrogeologiche

Vengono di seguito indicati i principali effetti idrogeologici dell'evento, registrati sulla base dei sopralluoghi e delle segnalazioni raccolte dalle squadre sopraindicate. Si precisa che sono in corso i sopralluoghi da parte delle squadre regionali e il quadro complessivo delle segnalazioni sarà disponibile nei prossimi giorni.

Le frane che hanno caratterizzato l'evento si sono attivate prevalentemente a partire dalla serata del 18 settembre fino alla mattina del 19. Si sono verificate in prevalenza colate di terra e scivolamenti di terra di dimensioni medio piccole (< 1000 mq), frequentemente su scarpate stradali. Più sporadicamente crolli di massi su superfici ripide come costoni rocciosi. Sono note inoltre numerose criticità legate al reticolo minore con diffusi fenomeni di erosione e sedimentazione. Si tratta complessivamente di decine di fenomeni, alcuni di essi con rilevante impatto su edifici e manufatti, tanto da aver richiesto l'evacuazione di varie abitazioni, e la chiusura 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.

La gran parte delle persone evacuate sono rientrate nelle loro abitazioni, a seguito della risoluzione di situazioni di bassa complessità. Restano tuttavia ad oggi ancora alcune situazioni aperte nei comuni di Loiano, Castel del Rio, Fontanelice, Brisighella, Modigliana e nel Cesenate.

Infine, la viabilità stradale è stata in molti casi già ripristinata grazie ai tempestivi interventi messi in opera dai gestori delle strade stesse.



Figura 7: Esempio di scivolamento di terra su strada in Comune di Dovadola. Tale situazione si è ripetuta decine di volte lungo la viabilità del territorio interessato. (Foto Settore Difesa del Territorio RER)



Figura 8: Crollo che ha interessato un costone roccioso nell'abitato di Fontanelice.

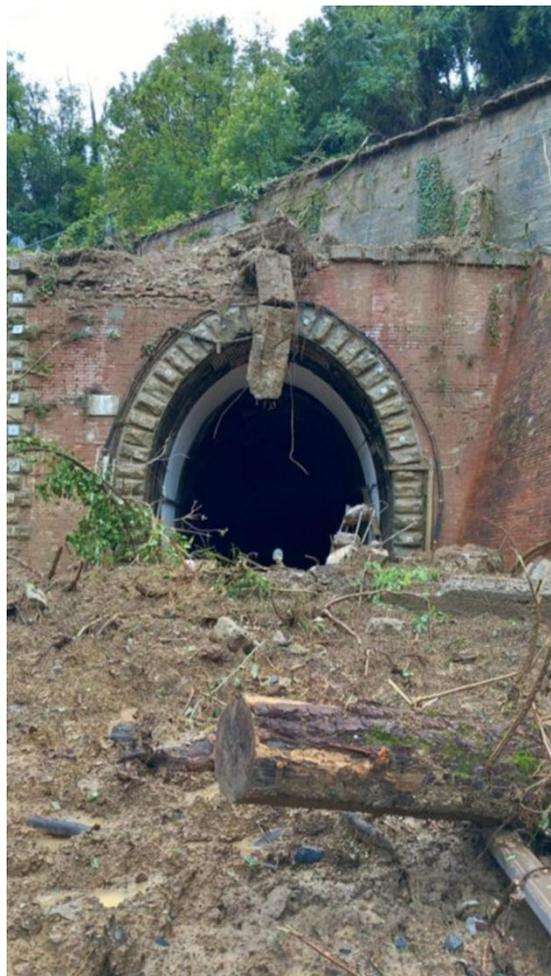


Figura 9: Colata di terra e detrito sulla ferrovia Faentina avvenuta a San Cassiano sul Lamone (Brisighella). Fonte: ilpiccolo.org

5. Analisi delle criticità costiere

I modelli meteo marini dei giorni 16-17 settembre 2024 evidenziavano, per le giornate del 17 e 18 settembre, condizioni di mare al largo da molto mosso ad agitato, associate a venti di NE. I valori di altezza significativa dell'onda previsti sotto costa erano poco superiori ai 2 m, associati ad una sopraelevazione del livello del mare di circa 0,7 m (vedi Figura 10). Tali valori, valutati in modo combinato, hanno suggerito l'emissione di un allerta gialla per la possibilità di localizzate erosioni e inondazione dei litorali e per possibili esondazioni alle foci, legate al rallentamento del deflusso delle acque di fiumi e canali.

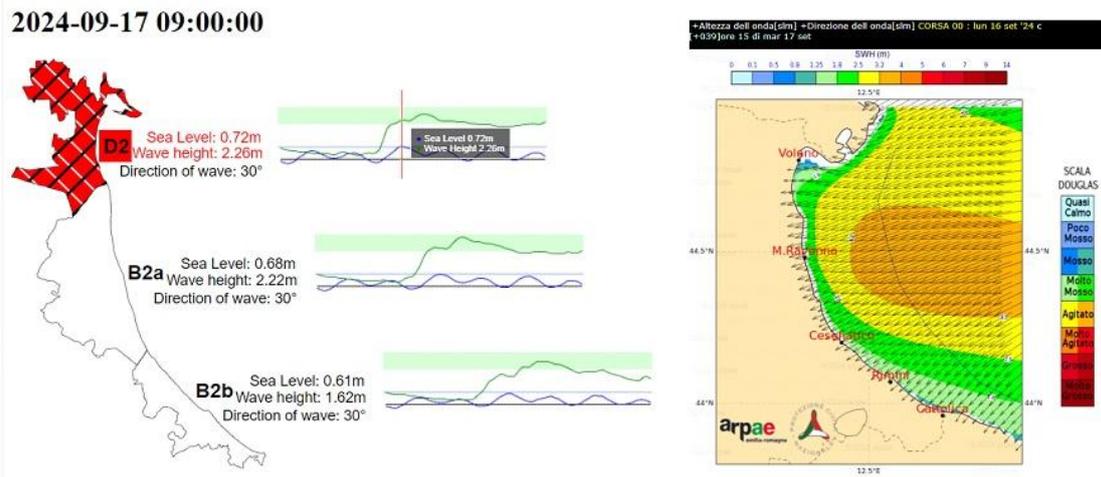


Figura 10: previsioni dei livelli di onda/livello del mare (sin) e intensità/direzione del moto ondoso (dx) in data 16/09/2024

I dati rilevati alla boa ondometrica 'Nausicaa' hanno evidenziato un rapido innalzamento dell'altezza dell'onda (rappresentata in blu in Figura 11) a partire dalle ore 03:00 del giorno 17 settembre, che ha raggiunto il valore di circa 2 m alle 10:30 dello stesso giorno. Nelle ore successive, l'onda ha quasi sempre mantenuto, per circa 26 ore, un valore significativo superiore ai 2 m, raggiungendo il picco di 2,56 m alle ore 22:30 del 17 settembre 2024. Contestualmente al picco d'onda il livello del mare più elevato è stato registrato al mareografo di Cervia (+ 70 cm alle ore 22:30); lo stesso mareografo ha inoltre registrato il valore massimo di +98 cm (rilevazione radar) alle 11:15 del giorno 18 settembre, mentre a Porto Garibaldi il valore massimo è stato +0.71 m alle 11:50 dello stesso.



Figura 11: Dati di altezza e direzione dell'onda misurati dalla Boa Nausicaa posizionata al largo di Cesenatico nel periodo compreso dalle 00:00 (ora locale) del 17/09/2024 alle 00:00 al 20/09/2024.

Per quanto riguarda gli impatti nell'evento, il cui censimento è ancora in corso, si registrano localizzate erosioni lungo l'intero litorale e due segnalazioni specifiche pervenute all'Agenzia per la sicurezza territoriale e la protezione civile, relativamente ai comuni di Ravenna (in località Lido Adriano) e Cesenatico (in località Valverde).

Tabella 4: Eventi di erosione verificatisi durante l'evento. Principali segnalazioni

Prov.	Località	Tipologia impatto	Dettaglio	Fonte segnalazione	Precisione ubicazione
RA	Lido Adriano	Danni ad opera di difesa a mare e ingressione marina	si registrano fenomeni di erosione e inondazione marina che hanno interessato almeno 1 stabilimento balneare e danneggiata un'opera di difesa distaccata	ARSTPC	Indicativa
FC	Cesenatico - Valverde	Erosione spiaggia, danni stabilimenti, inondazione aree urbane	Allagamenti lungo il litorale e allagamento V.le Carducci tra via Panzini e via Dante Alighieri	ARSTPC	Indicativa

Sulle spiagge si stanno inoltre riversando ingenti cumuli di legname trasportato dai fiumi in piena. Le segnalazioni di allagamenti agli stabilimenti di Rimini sono, invece, da ricondurre alle intense precipitazioni, non ad impatti da mareggiata.

6. Confronto con gli eventi di maggio 2023

L'evento del 17-19 settembre 2024 ha riguardato i medesimi territori di maggio 2023, quando due eventi di abbondante precipitazione a breve distanza l'uno dall'altro, il primo il 1-3 maggio, il secondo il 16-18, provocarono esondazioni, sormonti, rotte arginali, nonché migliaia di frane e smottamenti.

Dal punto di vista pluviometrico l'evento in esame è stato sicuramente maggiore di entrambi gli eventi di maggio, con quantitativi di pioggia superiori in intensità puntuale e valori cumulati sia nelle 24 che nelle 48 ore, come è possibile osservare nella Figura 12 e nella Tabella 5, che riportano le precipitazioni cumulate sui bacini in 48 ore in tutti e tre gli eventi, sui bacini dall'Idice al Montone.

Tabella 5: 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 della regione Emilia-Romagna.

Pioggia cumulata mm/48 ore			
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.

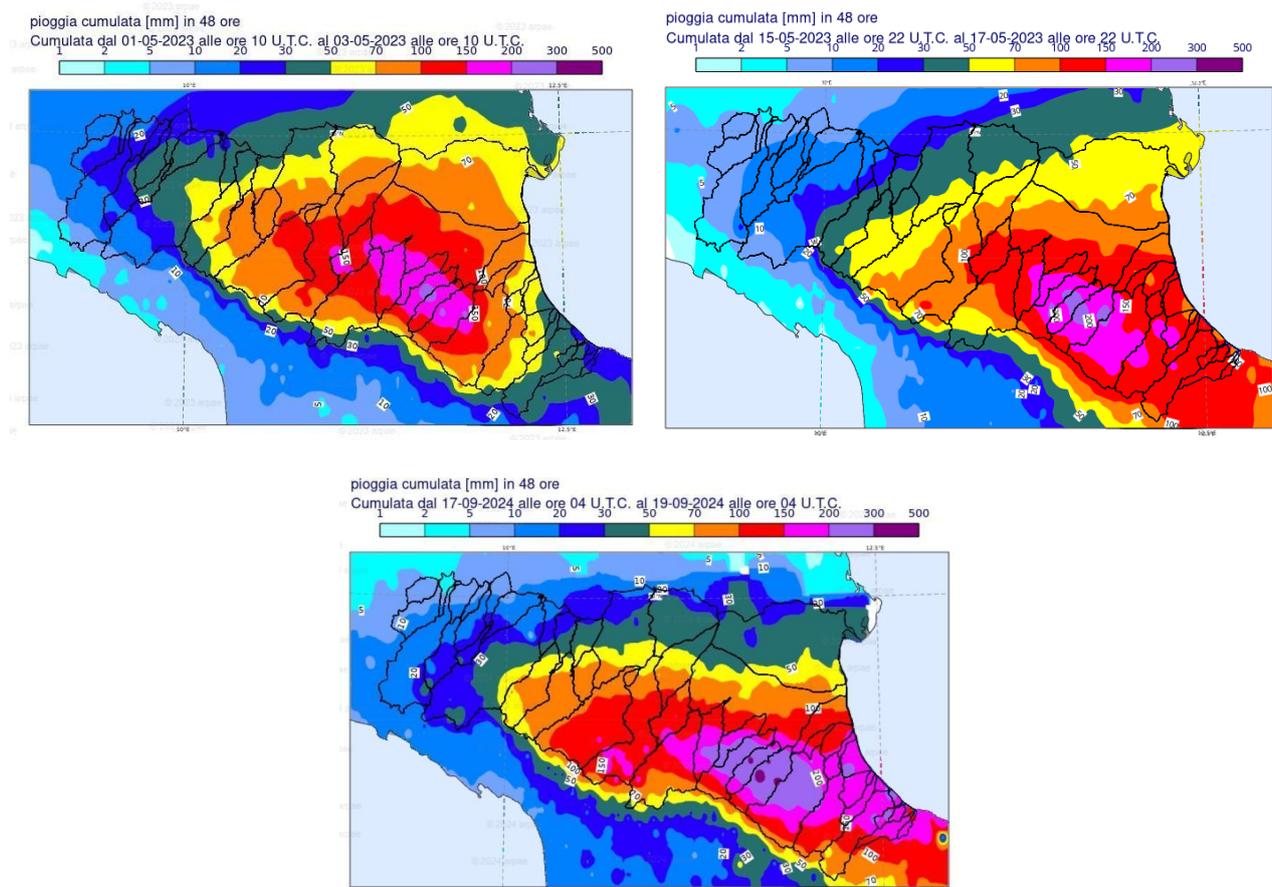
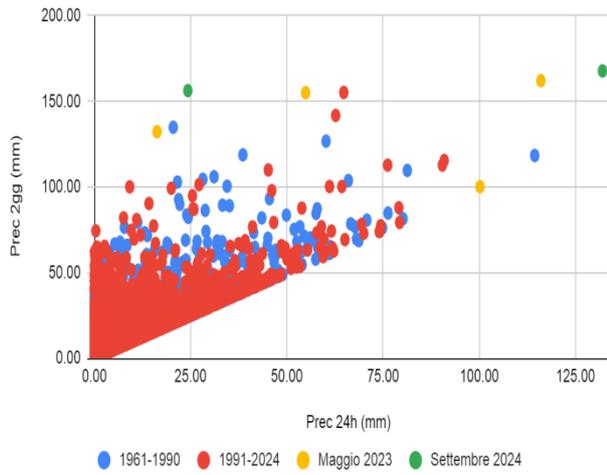


Figura 12: Confronto tra le precipitazioni cumulate degli eventi del 2-3 maggio 2023, 16-17 maggio 2023 e 17-18 settembre 2024 sui bacini idrografici della regione Emilia-Romagna.

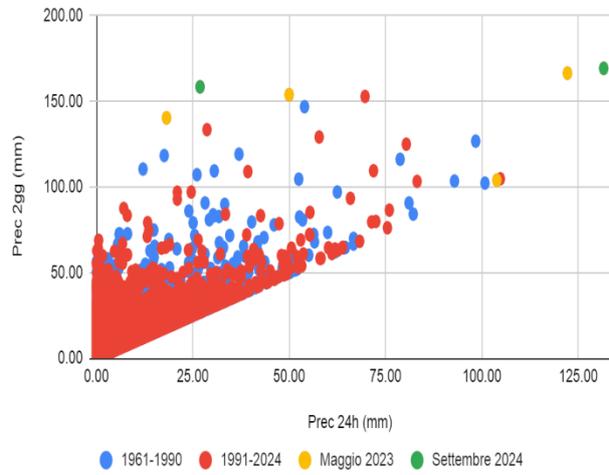
Nei grafici illustrati in Figura 13 di sono analizzate le serie di precipitazioni cumulate su 24 e 48 ore sui bacini maggiormente colpiti dagli eventi di maggio 2023 e settembre 2024, ottenute mediando sui singoli bacini i dati della griglia Eraclito dall'1 gennaio 1961 al 19 settembre 2024. Nei grafici 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 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.

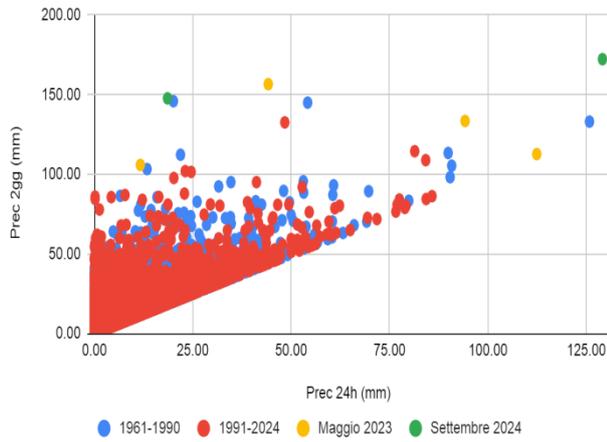
Bacino IDICE



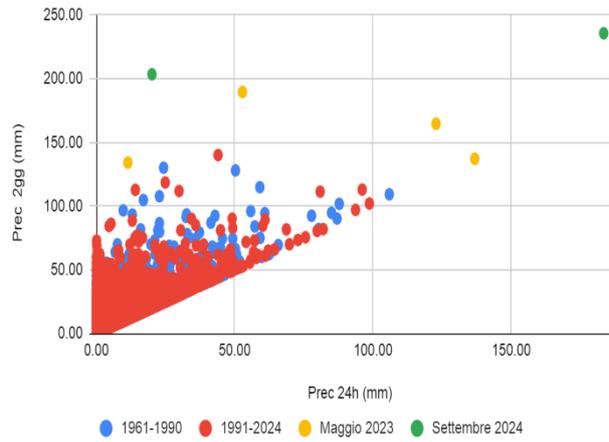
Bacino SILLARO



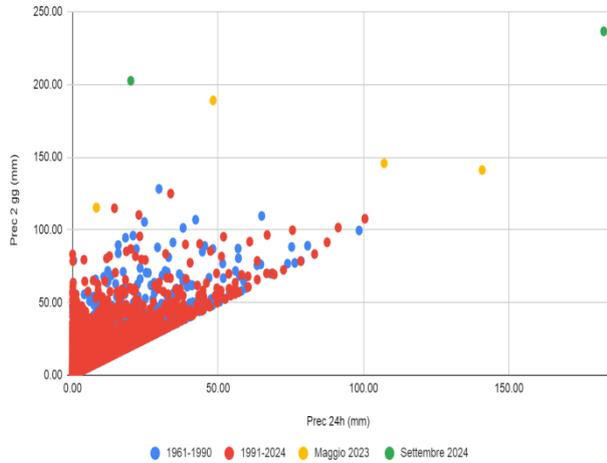
Bacino SANTERNO



Bacino SENIO



Bacino LAMONE



Bacino MONTONE

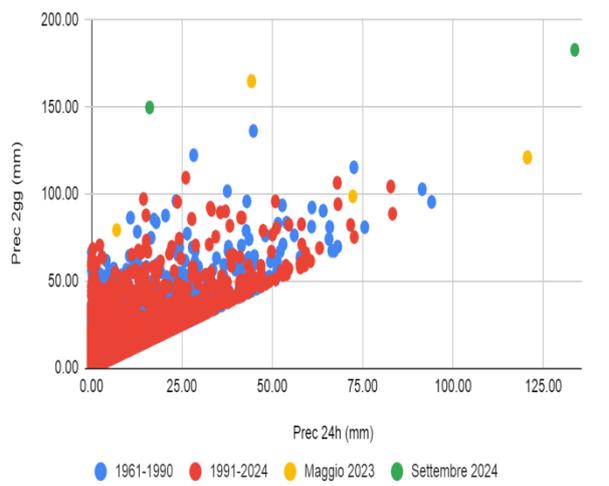


Figura 13: Serie di precipitazioni cumulate su 24 e 48 ore dall'1 gennaio 1961 al 19 settembre 2024 sui bacini interessati dall'evento in esame (dati della griglia Eraclito mediati sui bacini).

Le precipitazioni dal 17 al 19 settembre 2024, come quelle del maggio 2023 hanno interessato gran parte del settore centro-orientale della regione, concentrandosi principalmente sui tratti collinari dei bacini dall'Idice al Montone, determinando eventi di piena che hanno raggiunto valori massimi al colmo paragonabili a quelli raggiunti nell'evento del 17-18 maggio 2023 e su alcuni affluenti anche superiori.

Per meglio confrontare l'evento di settembre 2024 con quello di maggio 2023 occorre ampliare il periodo di osservazione delle piogge cadute nei bacini montani e dei relativi livelli idrometrici raggiunti a valle. Con una sequenza del tutto simile, l'evento di settembre è stato infatti preceduto da precipitazioni abbondanti come nei primi 15 giorni di maggio 2023, con formazione di condizioni idrauliche a valle che, se pur non significative dal punto di vista idrometrico, hanno creato le condizioni predisponenti per la formazione delle piene.

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; queste condizioni difficilmente consentono di contenere le piene a valle, raggiungendosi livelli prossimi alle sommità arginali. 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.

L'elevata intensità delle precipitazioni nell'evento di settembre sono evidenziate dagli elevati valori della precipitazione media sul bacino presenti nella seconda parte del 18 settembre. Precipitazioni che sommandosi a quanto già precipitato nelle 24 precedenti contribuiscono al picco di piena osservato.

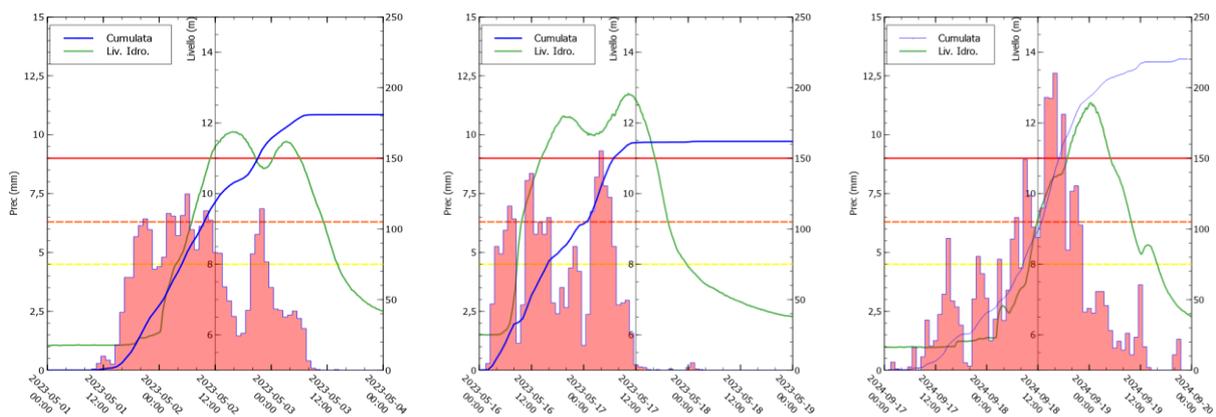


Figura 14: Precipitazione media sul bacino dell'Idice, precipitazione cumulata sul bacino e livello idrometrico nella sezione di Castenaso per i tre eventi: 01-03 maggio 2023 (sinistra), 16-18 maggio 2023 (centro) 17-19 settembre 2024 (destra). Le linee gialla, arancione e rossa evidenziano rispettivamente 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, da dove poco a valle inizia il 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 subito a

valle. Anche nella sezione immediatamente successiva di Pieve Cesato a maggio del 2023 è stato raggiunto un valore massimo non rilevato perché condizionato anche qui da una rotta, ma il livello che si è potuto misurare è risultato del tutto confrontabile con il dato di 11,30 m, misurato a settembre 2024. Nella sezione di Mezzano, sul tratto arginato di valle, i valori al colmo sono condizionati dalle rotte a monte che si sono verificate nei due eventi, ma in ogni caso il valore raggiunto il 19 settembre con 8,64 m è risultato il massimo della serie storica registrata dal 1998.

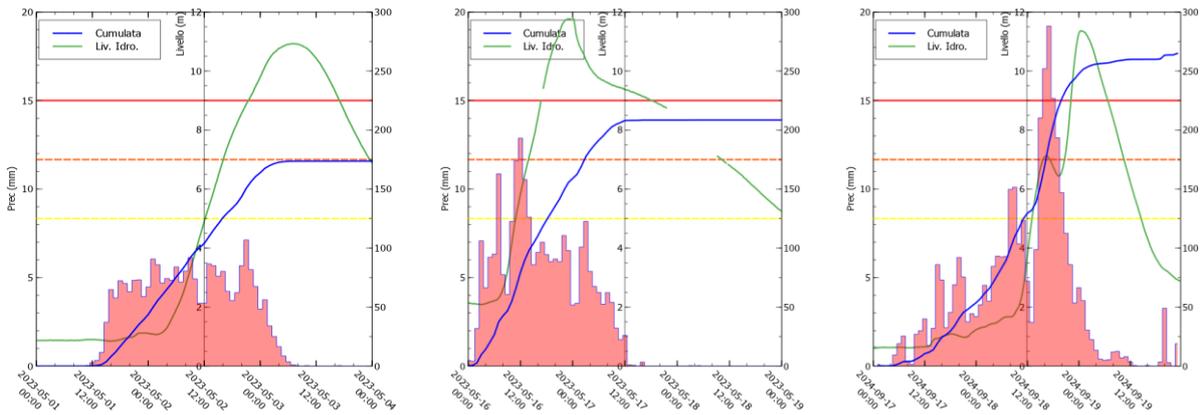


Figura 15: Precipitazione media sul bacino del Lamone, precipitazione cumulata sul bacino e livello idrometrico nella sezione di Reda per i tre eventi: 01-03 maggio 2023 (sinistra), 16-18 maggio 2023 (centro) 17-19 settembre 2024 (destra). Le linee gialla, arancione e rossa evidenziano rispettivamente 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 e nell'evento di settembre, illustrato in Figura 16, mostra chiaramente come, nonostante l'evento di settembre abbia avuto una magnitudo maggiore dal punto di vista pluviometrico, l'estensione dei territori colpiti sia stata di gran lunga inferiore.



Figura 16: Confronto tra le immagini satellitari dei territori allagati a seguito delle piene di maggio 2023 e di settembre 2024 (fonte Programma UE Copernicus Emergency Management Service)

6. L'attività di previsione di ARPAE-SIMC Centro Funzionale

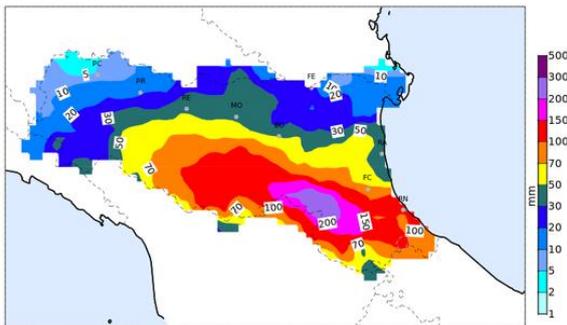
L'evento pluviometrico e le possibili criticità idrogeologiche e idrauliche sul territorio erano state previste con anticipo, al fine di attivare tutte le possibili azioni preventive del sistema di Protezione Civile.

La mattina del 17 settembre, nonostante una previsione di pioggia molto diversa tra i modelli a scala globale (ECMWF) e i modelli ad area limitata (ICON 2I e COSMO 2I), a fronte di precipitazioni previste tra 70 e 100 mm/24 ore da ICON 2I, è stata data per la giornata del 18 settembre un'Allerta arancione per criticità idrologica e idraulica sul settore centro-orientale della regione. La possibilità di fenomeni localmente di forte intensità è stata segnalata da un codice colore giallo per temporali.

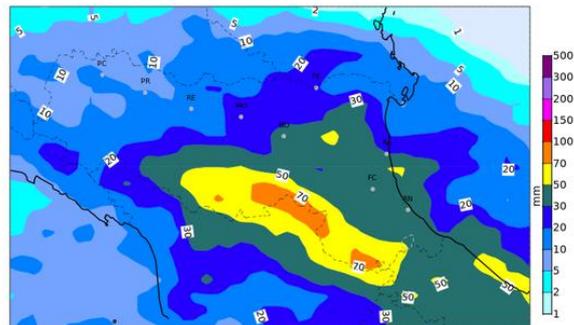
La mattina del 18 settembre, a fronte di un peggioramento della pioggia prevista dal modello ICON 2I, seppure i modelli di previsione meteorologica fornissero ancora previsioni molto discordanti tra loro, è stata aggiornata l'Allerta per criticità idrologica e idraulica sul settore centro-orientale della regione da arancione a rossa, a partire dalle ore 12 del 18 settembre e per tutta la giornata del 19 settembre, con un contemporaneo codice giallo per temporali, per le possibili precipitazioni di forte intensità.

Come è possibile osservare in Figura 17 e Figura 18, la precipitazione cumulata effettivamente osservata nella sola giornata del 18 settembre è stata maggiore, di quanto previsto dallo scenario peggiore previsto dal solo modello ICON 2I.

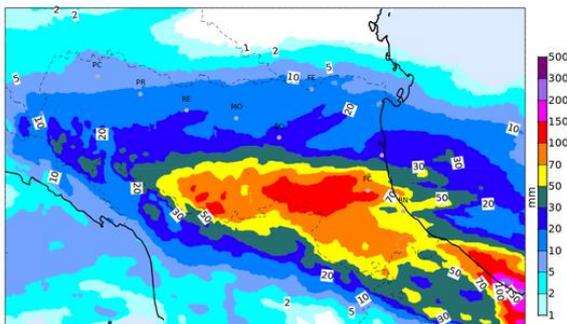
**pioggia osservata cumulata in 24 ore (mm)
dalle 0 alle 24 U.T.C. del 18-09-2024**



**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**

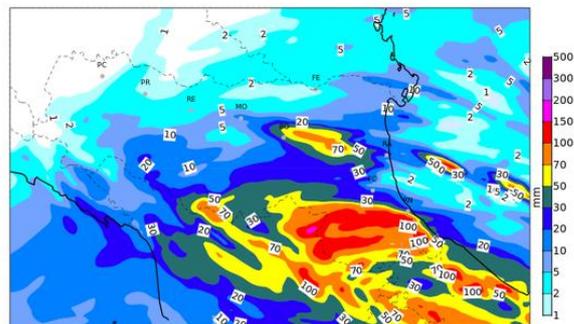
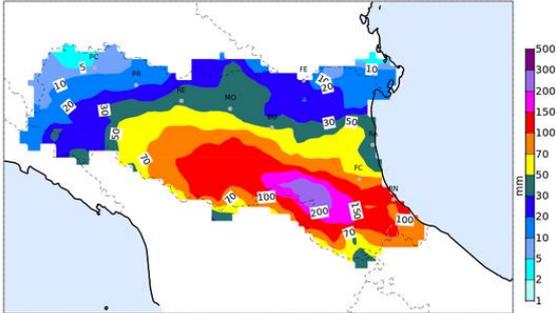
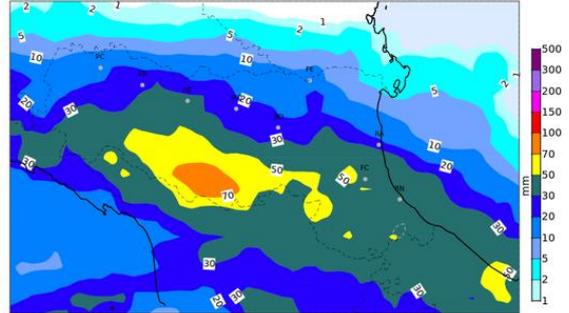


Figura 17: Confronto tra la pioggia prevista, per il 18 settembre, dai diversi modelli meteorologici (ECMWF IFS, in alto a destra; ICON I2, in basso a sinistra; COSMO i2 in basso a destra). I modelli sono inizializzati alle ore 00 del 17/09/2024, cumulata tra +24 e +48) e la pioggia effettivamente osservata (in alto a sinistra).

**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**

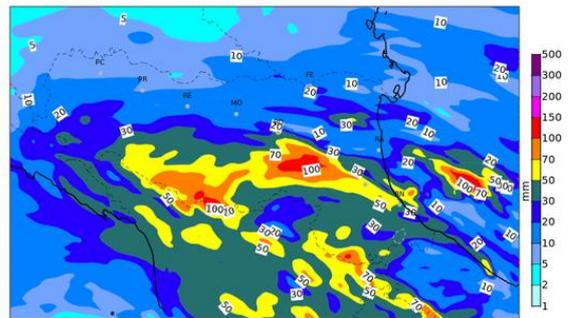


Figura 18: Confronto tra la pioggia prevista, per il 18 settembre, dai diversi modelli meteorologici (ECMWF IFS, in alto a destra; ICON I2, in basso a sinistra; COSMO i2 in basso a destra). I modelli sono inizializzati alle ore 00 del 18/09/2024, cumulata tra +00 e +24) e la pioggia effettivamente osservata (in alto a sinistra)..