

# Rapporto degli eventi meteorologici di piena e di frana del 16-18 maggio 2023



*A cura di:*

*Anna Fornasiero, Staff Modellistica Meteorologica Numerica e Radarmeteorologia*

*Maria Stefania Tesini e Rosanna Foraci, Servizio Sala Operativa e Centro Funzionale*

*Luis Germano Biolchi e Andrea Valentini, Unità Previsioni numeriche marino-costiere*

*Valentina Pavan e Gabriele Antolini, Servizio Osservatorio Clima*

*Marco Pizziolo, Mauro Generali, Michele Scaroni, Luisa Perini, Jessica Lelli - Area geologia,  
suoli e sismica della Regione Emilia-Romagna*

**BOLOGNA, 07/07/2023**

## RIASSUNTO

*Dalla mattina del 16 fino a tutta la giornata del 17 maggio una perturbazione sull'area mediterranea ha apportato precipitazioni diffuse sull'intero territorio regionale, particolarmente intense e persistenti sul settore centro-orientale, già interessato dal gravoso evento del 2-3 maggio, che aveva fatto registrare piene prossime o superiori ai massimi storici con rotte arginali ed esondazioni, nonché centinaia di fenomeni franosi, da piccoli smottamenti a frane di grandi dimensioni.*

*Rapidi innalzamenti dei livelli idrometrici si sono registrati dal 16 maggio su tutti i corsi d'acqua maggiori e minori del settore centro-orientale della regione, con più impulsi successivi nei tratti montani, che si sono sommati nei tratti vallivi, generando onde di piena con elevatissimi volumi. Su Samoggia, Idice, Quaderna, Sillaro, Santerno, Senio, Lamone, Montone, Ronco, Bevano, Savio e Rubicone, sono stati registrati livelli al colmo ancora più alti delle piene di 14 giorni prima, in alcuni punti superiori ai massimi livelli rilevabili dagli strumenti, mentre la mareggiata sul litorale romagnolo ne ostacolava il deflusso in mare. Piene localmente superiori alle soglie 3 hanno interessato anche il Secchia, il Panaro, il Reno ed il Marecchia.*

*L'eccezionale altezza e durata dei fenomeni di piena ha causato effetti sul territorio ancora più ingenti della piena di inizio maggio, sia nei tratti vallivi che in quelli pedecollinari dei corsi d'acqua, dove si sono verificate esondazioni, intensi fenomeni di erosione, sovralluvionamento e trasporto solido, sormonti arginali, ed effetti secondari quali occlusioni delle luci dei ponti con rigurgito delle piene a monte, nuove rotte ed aggravamento di quelle ripristinate con interventi provvisori nei giorni precedenti.*

*Le nuove precipitazioni del periodo 16-17 maggio, più intense ed estese di quelle di inizio mese, hanno fatto raggiungere cumulate di precipitazione superiori ai massimi storici registrati in 17 giorni sul territorio regionale dal 1961, e aggravato le centinaia di fenomeni franosi già presenti sull'Appennino centro-orientale a causa dell'evento del 2-3 maggio. Il totale dei movimenti di versante è salito a quasi un migliaio, da piccoli smottamenti a frane di grandi dimensioni, superiore a quello di ogni altro evento verificatosi sul territorio regionale da almeno 100 anni.*

*Numerosissime frane hanno interrotto la viabilità sul territorio bolognese, ravennate e forlivese, ma anche nel modenese e reggiano, isolando alcuni centri abitati, mentre molte altre frane hanno interessato porzioni di versante più estese, con ingenti danni ad infrastrutture, edifici ed attività produttive.*

*La previsione anticipata dell'evento, con l'emissione dell'allerta rossa di protezione civile, ha consentito di mettere in campo il livello più alto di mobilitazione, attraverso l'attivazione dell'Unità di Crisi nazionale e delle colonne mobili regionali, con numerose evacuazioni, sia preventive che in corso di evento.*

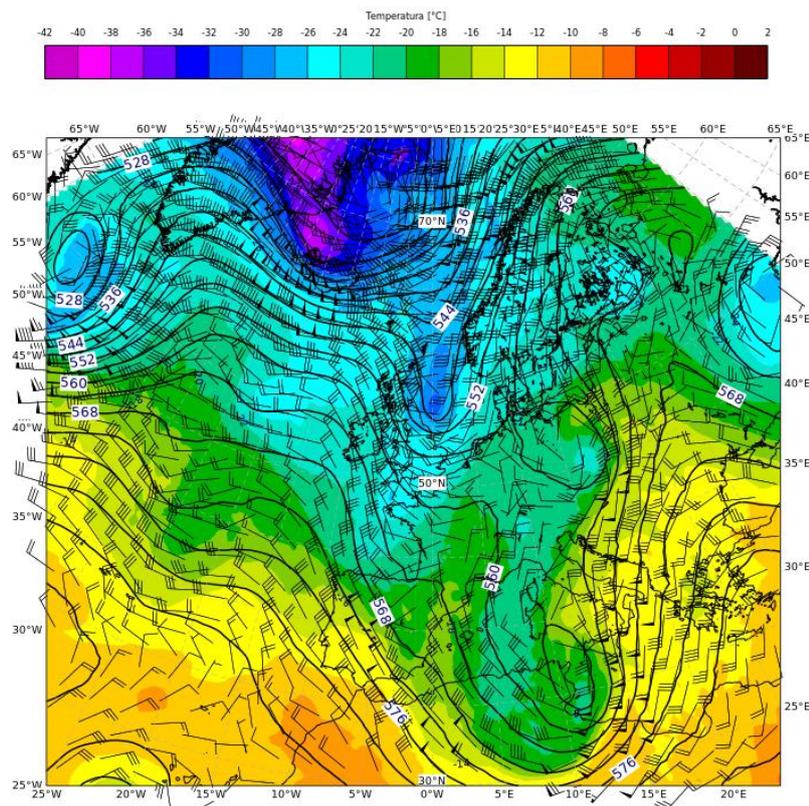
**In copertina: Colate detritiche in località Sorrivoli nel Comune di Roncofreddo (FC) (in alto). Rotta fluviale sull'Idice a Molinella (BO), con crollo del ponte della Motta sulla SP6, in prossimità di S. Martino in Argine (in basso).**

## INDICE

|  |    |
|--|----|
| 1. Evoluzione meteorologica a grande scala.....                              | 4  |
| 2. Analisi meteorologica in Emilia-Romagna .....                             | 9  |
| 2.1. Evoluzione alla mesoscala sul territorio regionale .....                | 9  |
| 2.2. Analisi delle precipitazioni cumulate sul territorio regionale.....     | 15 |
| 2.3. Analisi delle precipitazioni intense di breve durata .....              | 22 |
| 2.4. Analisi del vento sul territorio regionale.....                         | 24 |
| 3. Eventi di piena in Emilia Romagna .....                                   | 26 |
| 3.1. La piena del fiume Secchia .....  | 28 |
| 3.2. La piena del fiume Panaro .....   | 32 |
| 3.3. La piena del torrente Samoggia e del suo affluente Lavino.....          | 36 |
| 3.4. La piena del fiume Reno .....   | 39 |
| 3.5. La piena del torrente Ravone a Bologna.....                             | 43 |
| 3.6. La piena del torrente Idice e dei suoi affluenti Savena e Quaderna..... | 46 |
| 3.7. La piena del torrente Sillaro.....                                      | 51 |
| 3.8. La piena del torrente Santerno .....                                    | 54 |
| 3.9. La piena del torrente Senio .....                                       | 57 |
| 3.10. La piena del fiume Lamone e del suo affluente Marzeno.....             | 60 |
| 3.11. La piena del fiume Montone .....                                       | 64 |
| 3.12. La piena del fiume Ronco .....   | 67 |
| 3.13. La piena del torrente Bevano .....                                     | 70 |
| 3.14. La piena del fiume Savio .....   | 71 |
| 3.15. La piena dei torrenti Rubicone e Pisciatello .....                     | 75 |
| 3.16. La piena del fiume Marecchia.....                                      | 77 |
| 4. Gli effetti sul territorio connessi al passaggio delle piene.....         | 78 |
| 5. I fenomeni franosi sul territorio regionale .....                         | 79 |
| 6. Le mareggiate ed i relativi effetti sulla costa romagnola.....            | 85 |
| 6.1. Caratteristiche dell'evento meteo-marino.....                           | 85 |
| 6.2. Gli effetti sulla costa connessi alla mareggiata.....                   | 86 |
| 7. L'attività di previsione e monitoraggio del Centro Funzionale.....        | 89 |
| ALLEGATO 1 .....   | 91 |

## 1. EVOLUZIONE METEOROLOGICA A GRANDE SCALA

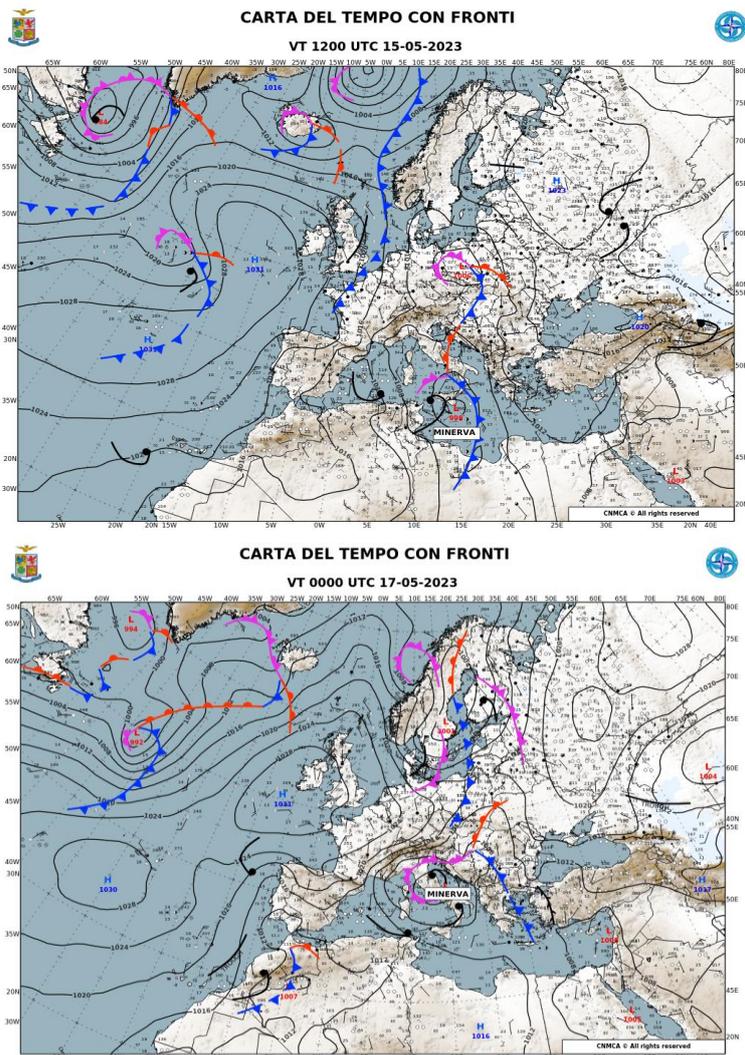
Nella giornata di lunedì 15 maggio lo scenario sinottico (vedi Figura 1) è caratterizzato ad ovest dalla presenza di un anticiclone tra l'Atlantico e la penisola Iberica, mentre ad est è presente un esteso promontorio che dal Mediterraneo orientale risale fino all'Europa nord-orientale.



**Figura 1: Mappa di analisi di geopotenziale, temperatura e vento a 500 hPa delle 14 (12 UTC) del 15 maggio 2023 da modello IFS-ECMWF.**

Tra queste due strutture bariche si approfondisce una saccatura che va ad alimentare un vortice depressionario posizionato tra la Tunisia e la Sicilia, con minimo anche nei bassi strati di 998 hPa. (vedi Figura 2).

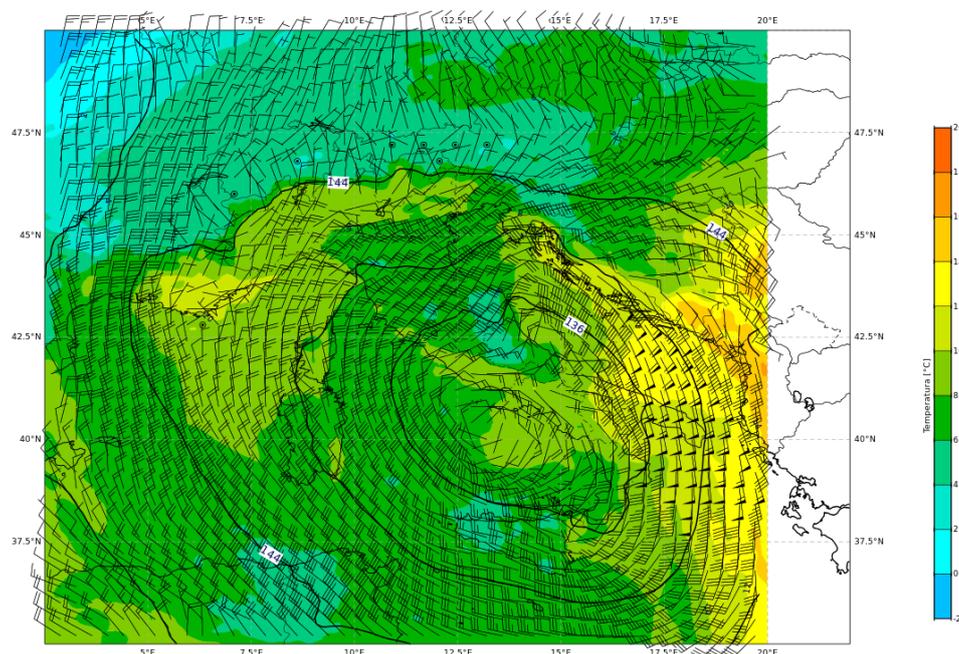
Sarà questo vortice depressionario, denominato con il nome di “Minerva” dal Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare, nell'ambito del programma europeo Storm Naming, a generare le condizioni di marcata instabilità che hanno interessato dapprima le regioni meridionali della penisola, poi quelle centrali e la regione Emilia-Romagna, nelle giornate tra il 15 ed il 17 maggio 2023.



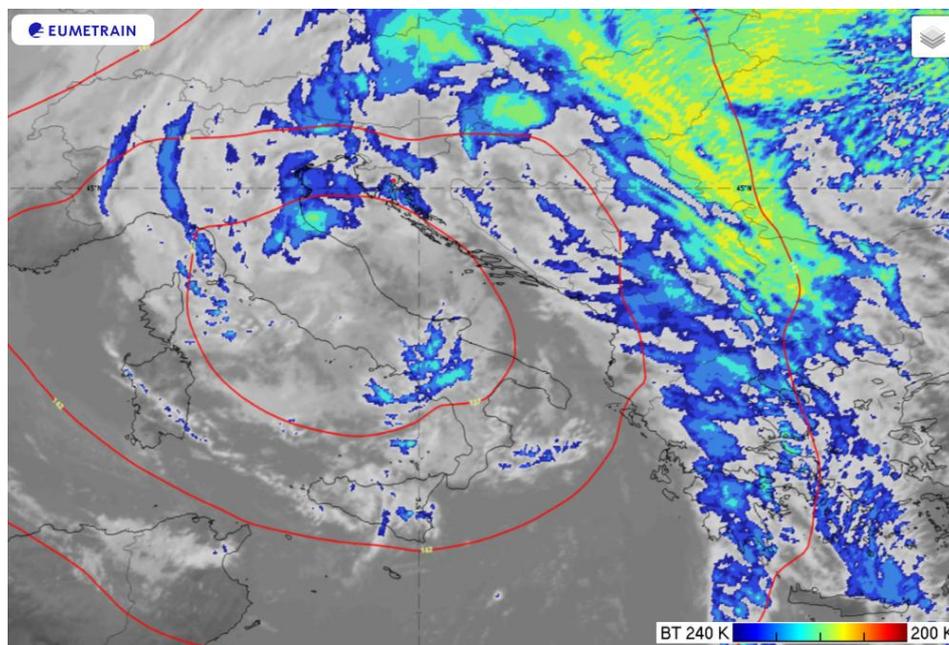
**Figura 2: Carta del tempo con fronti, nella quale sono riportati i valori di pressione al suolo, i messaggi synop ed i soggetti sinottici individuati sullo scenario euro-atlantico, alle 02 (00 UTC) del 15 maggio (in alto) e alle 02 (00 UTC) del 17 maggio (in basso). (Informazioni elaborate dal Servizio Meteorologico dell’Aeronautica Militare e pubblicate sul sito [www.meteoam.it](http://www.meteoam.it))**

Nelle prime ore di martedì 16 maggio “Minerva”, in risalita meridiana verso le regioni centrali italiane, determina un’intensa circolazione ciclonica che convoglia correnti umide di Scirocco dal Mediterraneo sud-orientale verso il settore adriatico (vedi Figura 3), ed intensi venti di Bora che vanno ad impattare sulle coste dell’Adriatico settentrionale.

L’interazione tra queste masse d’aria e la convergenza della ventilazione al suolo in prossimità della Romagna, determina intense precipitazioni anche a carattere convettivo durante la mattina, come evidenziato nelle immagini da satellite in Figura 4, dove si possono notare nubi con sviluppo verticale più marcato, tipico delle celle temporalesche.



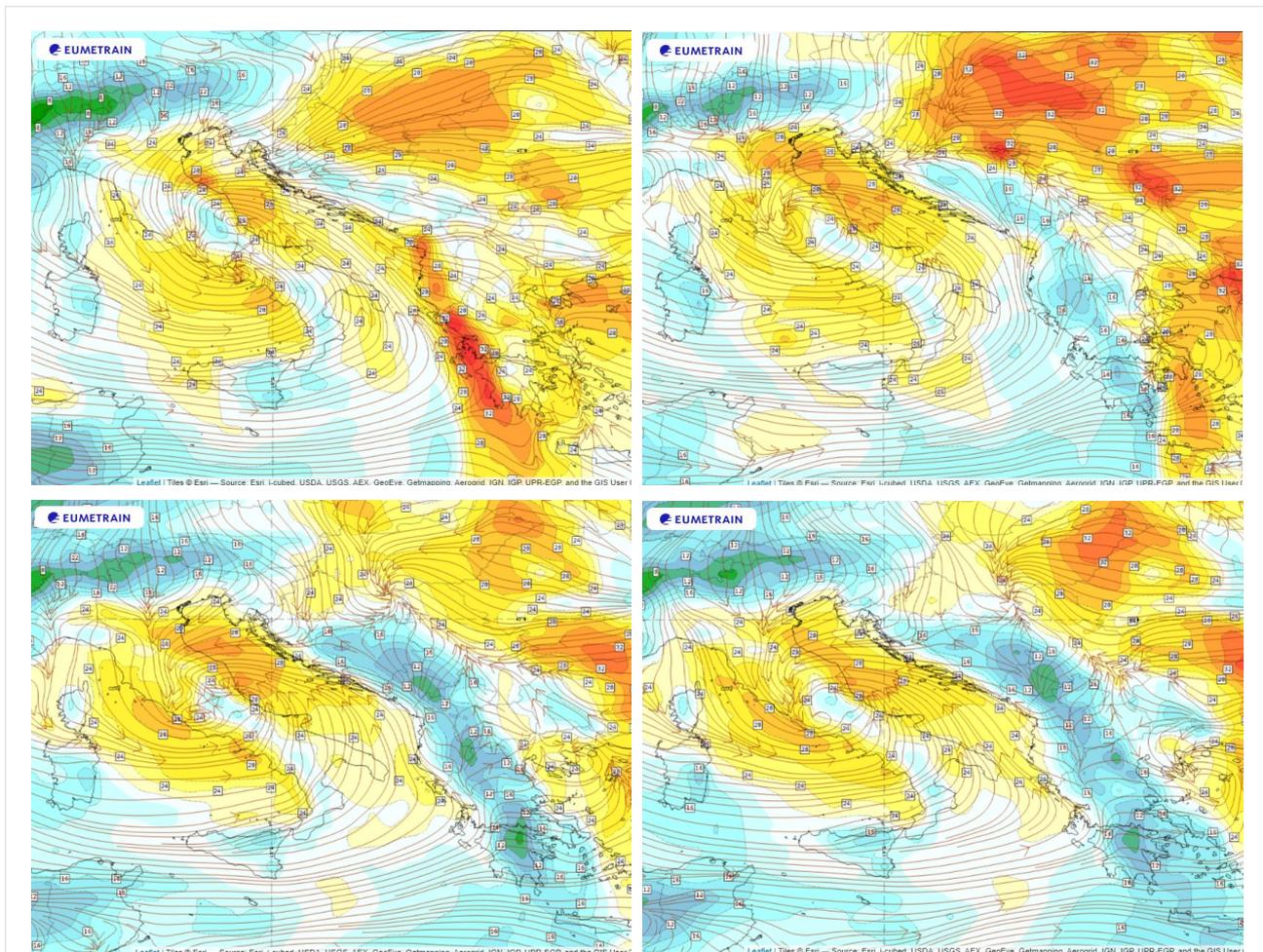
**Figura 3: Mappa di analisi di geopotenziale, temperatura e vento a 850 hPa delle 02 (00 UTC) del 16 maggio, da modello IFS-ECMWF.**



**Figura 4: immagine IR-EI da satellite MSG del 16 maggio ore 11 (09 UTC) con sovrapposta l'altezza del geopotenziale a 850 hPa (in rosso) da modello IFS-ECMWF. La colorazione in colori brillanti, che rappresenta la temperatura della sommità delle nubi, è un'indicazione dello sviluppo verticale delle nubi stesse. (elaborazione eumetrain.org)**

Per tutta la giornata di martedì 16 e la prima parte di mercoledì 17 maggio, l'azione del vortice depressionario, con centro di rotazione pressoché stazionario sull'Italia centrale, continua con impulsi ripetuti a far affluire masse d'aria cariche di umidità verso la pianura padana, determinando la persistenza di precipitazioni, in particolare sul settore centro-orientale dell'Emilia-Romagna (vedi Figura 5).

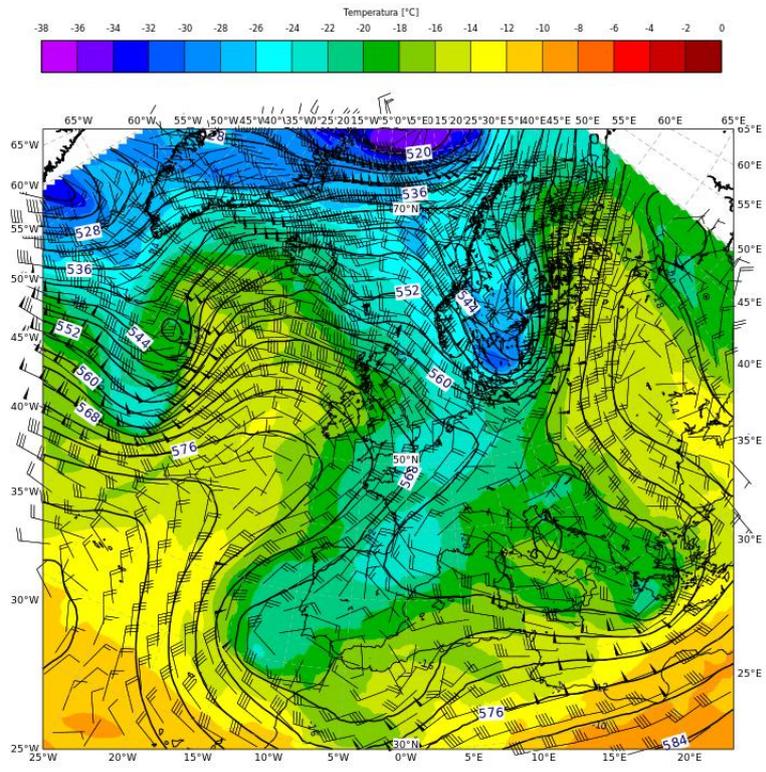
L'effetto di sbarramento dei rilievi appenninici, come nel recente caso del 2-3 maggio, ha concentrato e intensificato le precipitazioni nel versante sopravvento (effetto Stau), in particolare sulle zone collinari tra il Bolognese e la Romagna.



**Figura 5: rappresentazione del trasporto di umidità mediante linee di flusso a 1000 hPa e Total Column Water (valore integrato sulla colonna di acqua, vapore + idrometeore contenute nelle nubi, escluse le precipitazioni in kg/m<sup>2</sup>) da modello IFS-ECMWF alle ore 02 (00 UTC) del 16/05/2023, in alto a sinistra, alle 17 (15 UTC) del 16/05/2023, in alto a destra, alle 02 (00 UTC) del 17/05/2023, in basso a sinistra e alle 05 (03 UTC) del 17/05/2023 (in basso a destra). Elaborazione eumetrain.org**

Il vortice depressionario comincerà ad indebolirsi nella seconda parte della giornata di mercoledì 17 maggio (vedi Figura 6), anche se l'area mediterranea continuerà ad essere interessata da una più lasca circolazione ciclonica, con la formazione di un altro minimo barico sul settore occidentale.

Sulla pianura padana permarranno quindi correnti orientali che favoriranno ancora deboli condizioni di instabilità per il resto della giornata.

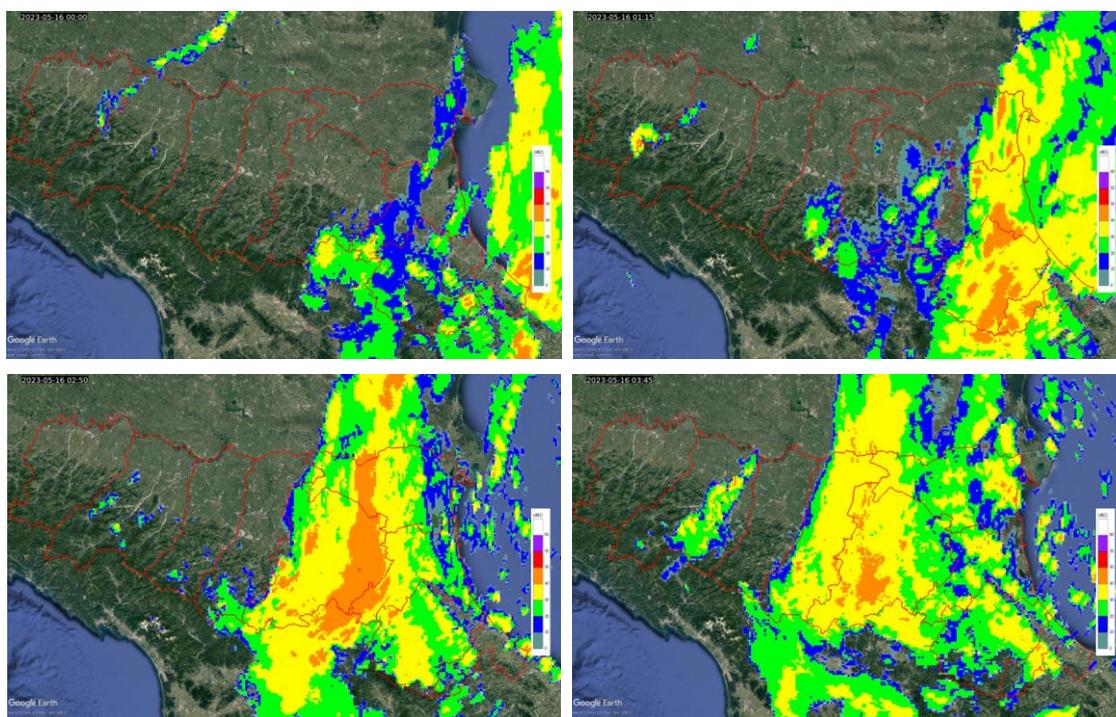


**Figura 6: Mappa di analisi di geopotenziale, temperatura e vento a 500 hPa delle 14 (12 UTC) del 17 maggio 2023 da modello IFS-ECMWF.**

## 2. ANALISI METEOROLOGICA IN EMILIA-ROMAGNA

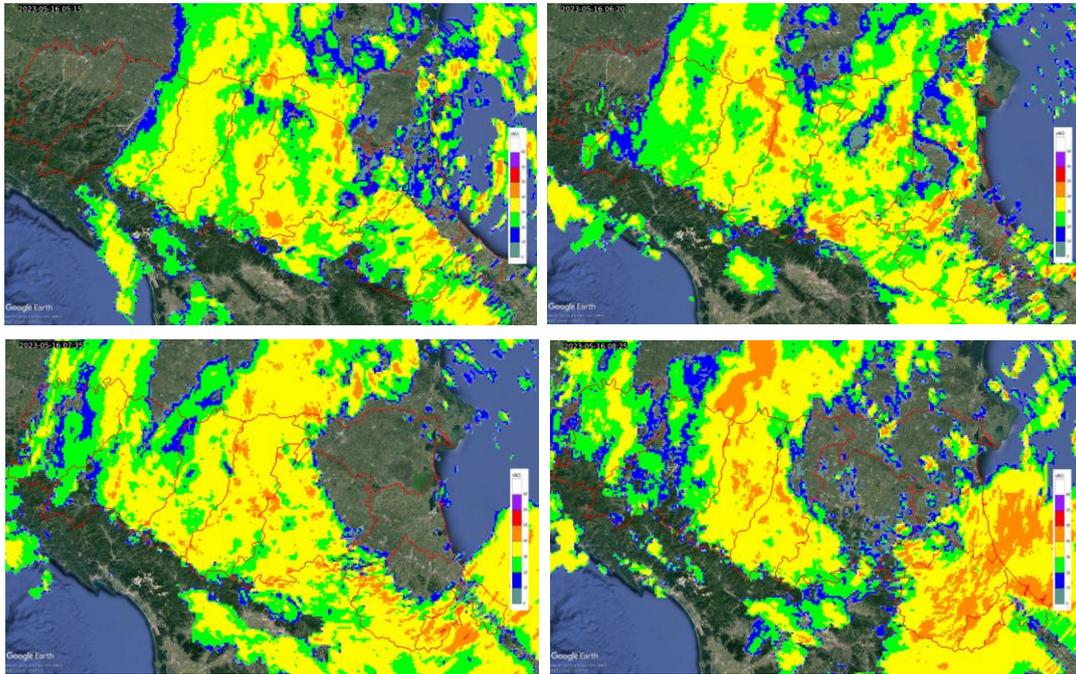
### 2.1. Evoluzione alla mesoscala sul territorio regionale

Il giorno 16 maggio, nelle prime ore, le precipitazioni iniziano ad interessare la Romagna a partire dal Riminese con quantitativi deboli-moderati. I fenomeni si spostano gradualmente verso ovest intensificandosi, andando ad interessare tutta la fascia Appenninica e la pianura centro-orientale. Tra le 3 e le 7 del mattino precipitazioni a carattere moderato, a tratti forte, attraversano da est a ovest il settore centro-orientale della regione. Intorno alle 5 del mattino un'ampia fascia di territorio dal Ferrarese al confine tra le province di Bologna e Ravenna presenta precipitazioni a carattere moderato (vedi Figura 7).

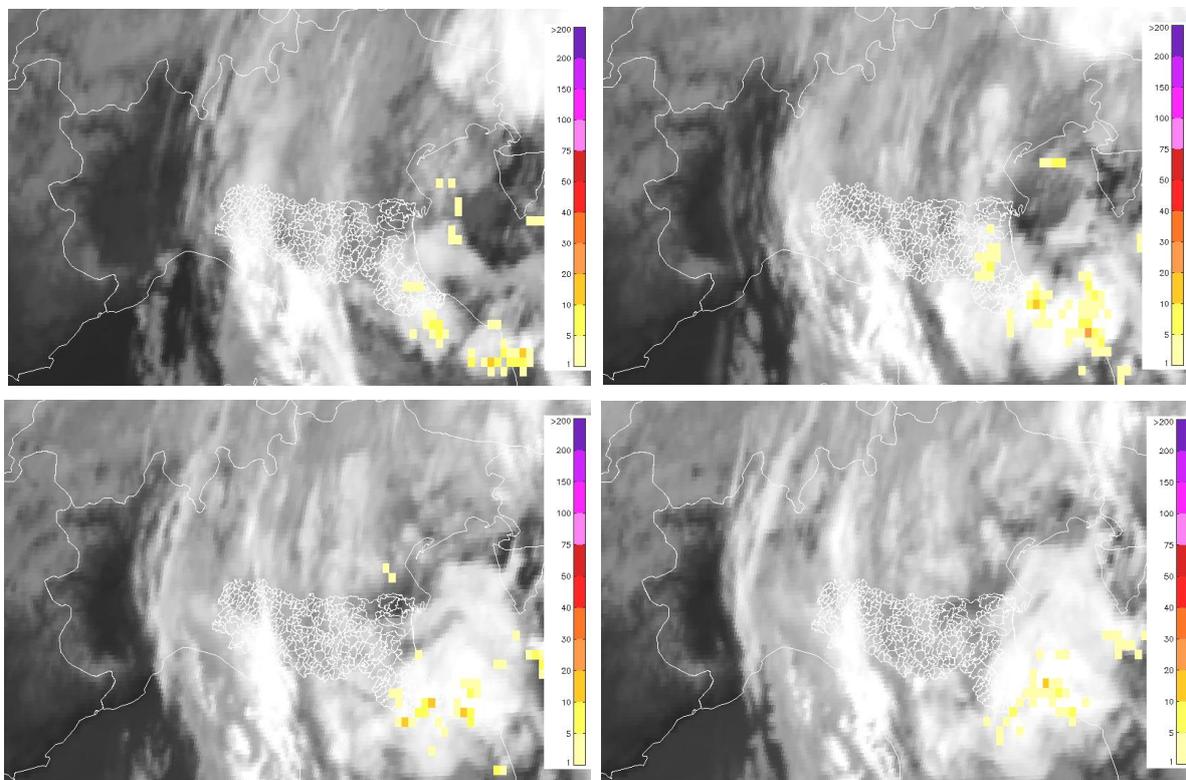


**Figura 7: Mappe di riflettività del composito radar del 16 maggio alle 02 (00 UTC) in alto a sinistra, alle 03:15 (01:15 UTC) in alto a destra, alle 04:50 (02:50 UTC) in basso a sinistra, alle 05:45 (03:45 UTC), in basso a destra.**

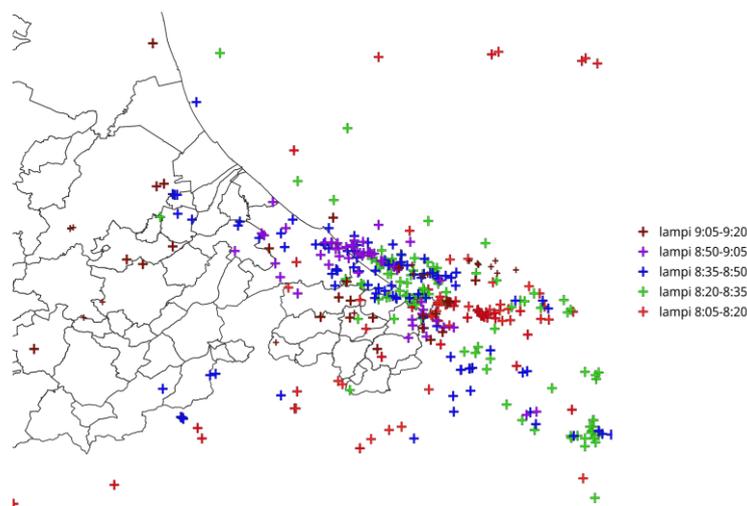
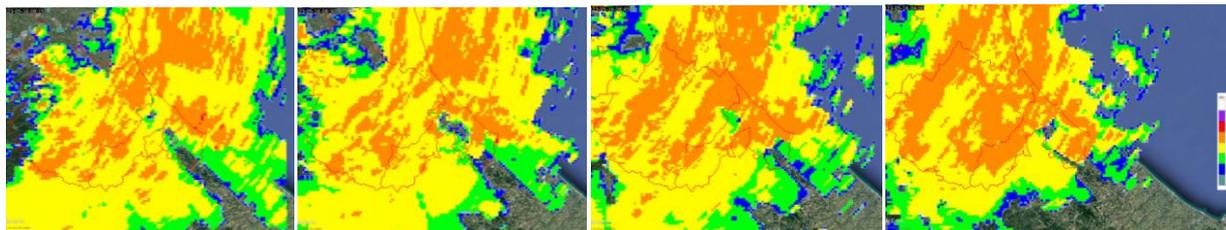
Nel frattempo, intorno alle 7 del mattino, fenomeni convettivi iniziano ad interessare il settore sud - orientale, come mostrato dalle mappe di fulminazione, con precipitazioni intense e fulminazioni tra le 8:30 e le 11:00 del mattino, in particolare nell'area del Riminese (Figura 8, Figura 9 e Figura 10). Questa è l'unica fase dell'evento caratterizzata anche da fenomeni convettivi, innestati in un sistema stratiforme.



**Figura 8:** Mappe di riflettività del composito radar del 16 maggio alle 07:15 (05:15 UTC) in alto a sinistra, alle 08:20 (06:20 UTC) in alto a destra, alle 09:35 (07:35 UTC) in basso a sinistra, alle 10:25 (08:25 UTC) in basso a destra.

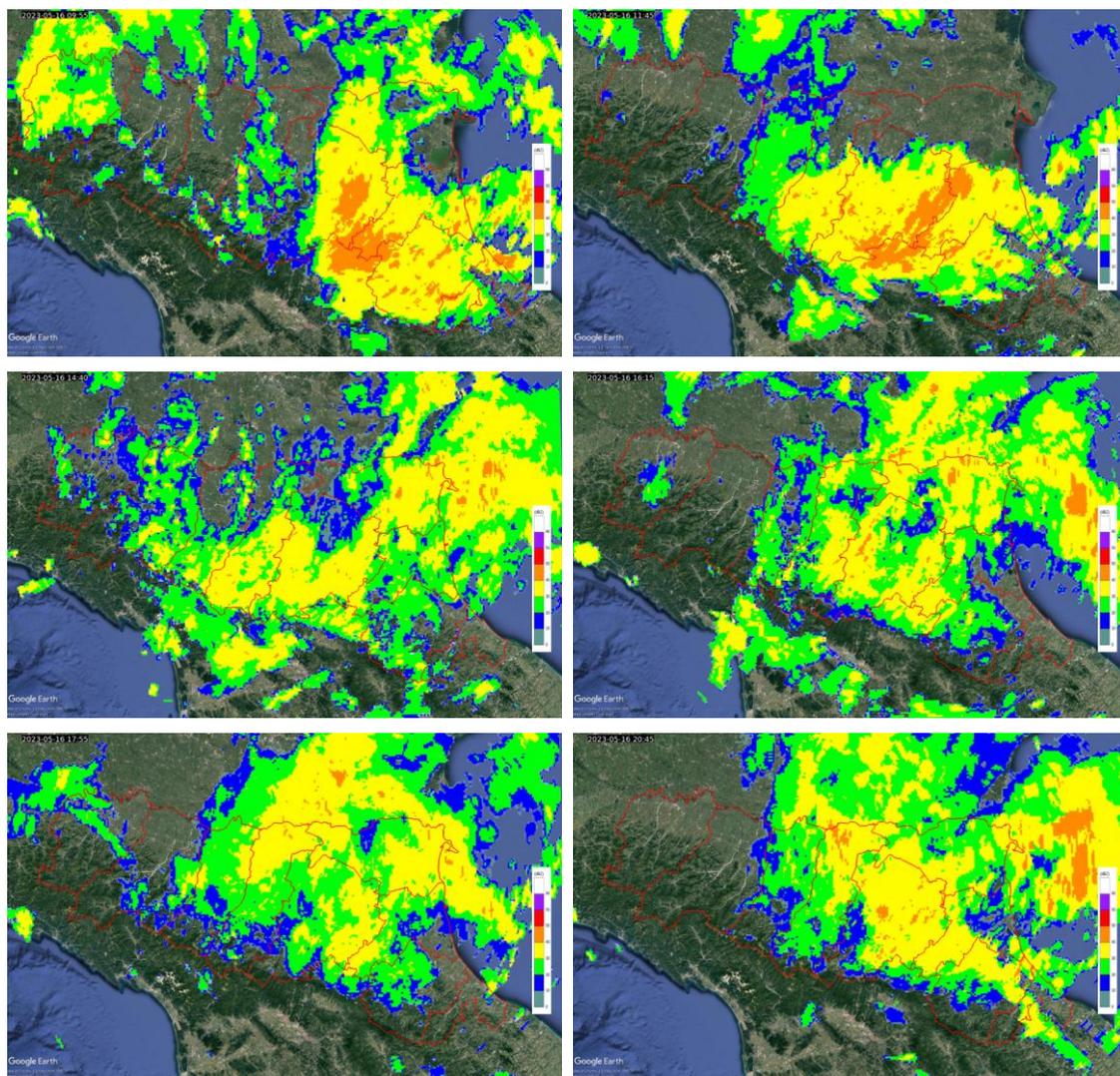


**Figura 9:** Mappe di fulminazione da rete LAMPINET, sovrapposta a mappa da satellite nel canale infrarosso, delle 07:15 (05:15 UTC), 08:30 (06:30 UTC), 09:30 (07:30 UTC), 10:30 (8:30 UTC).



**Figura 10: Mappe di riflettività del composito radar (zoom sul settore sud-orientale della regione) del 16 maggio alle 10:15 (8:15 UTC), 10:30 (8:30 UTC), 10:45 (8:45 UTC), 11:00 (9:00 UTC) in alto, e fulminazioni rilevate dalla rete LAMPINET dalle 10:05(8:05 UTC) alle 11:20 (9:20 UTC) .**

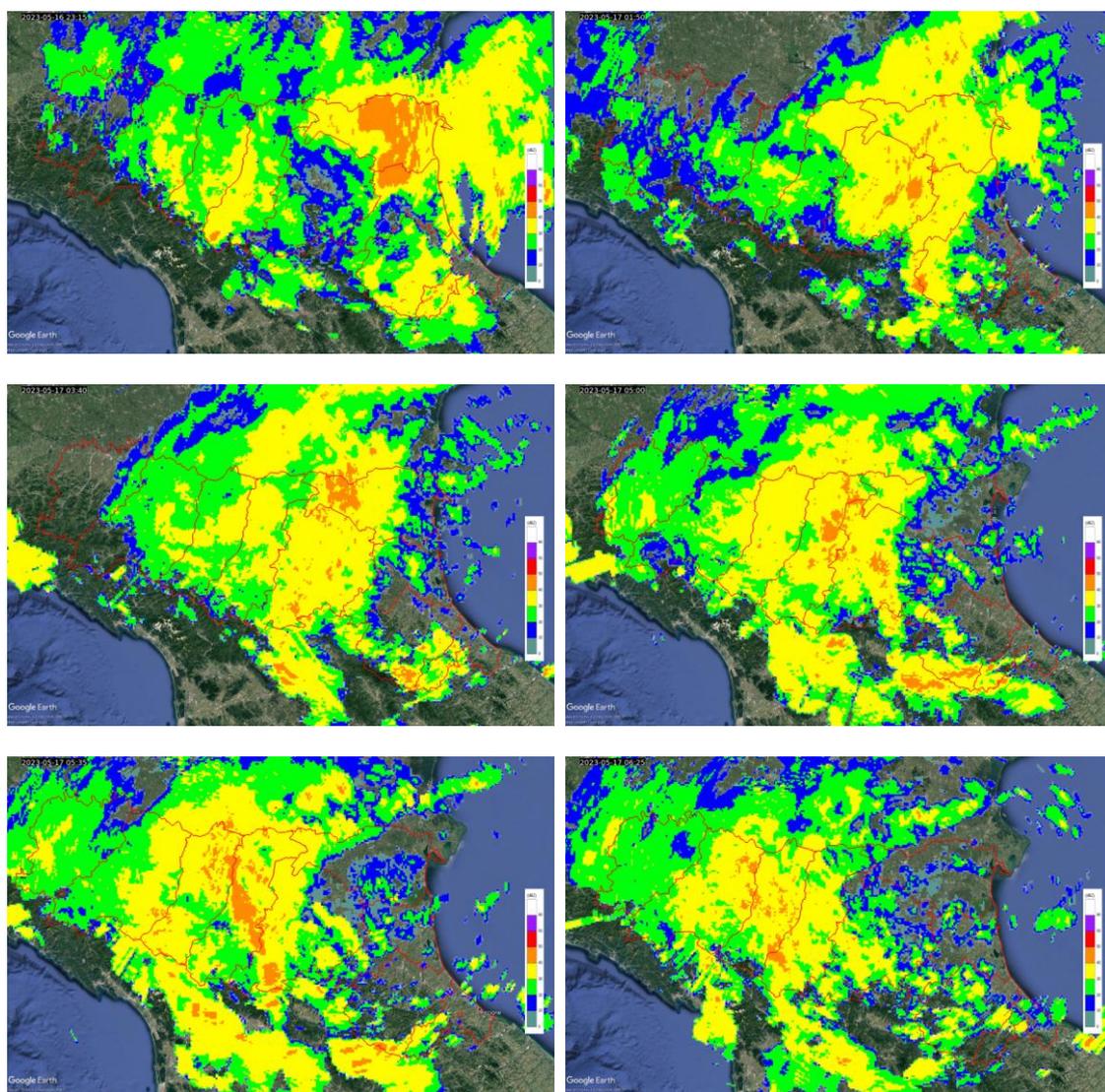
Nel complesso precipitazioni a carattere moderato, a tratti forte, interessano Riminese, Forlivese, Ravennate e Bolognese, nella tarda mattinata e primo pomeriggio del giorno 16 maggio. In seguito persistono nella fascia centro-orientale della regione fino alla prima parte della giornata successiva, con intensità deboli o moderate (Figura 11).



**Figura 11: Mappe di riflettività del composito radar del 16 maggio alle 11:55 (09:55 UTC) in alto a sinistra e alle 13:45 (11:45 UTC) in alto a destra, alle 16:40 (14:40 UTC) in centro a sinistra, alle 18:15 (16:15 UTC) in centro a destra, alle 19:55 (17:55 UTC) in basso a sinistra e alle 22:45 (20:45 UTC) in basso a destra.**

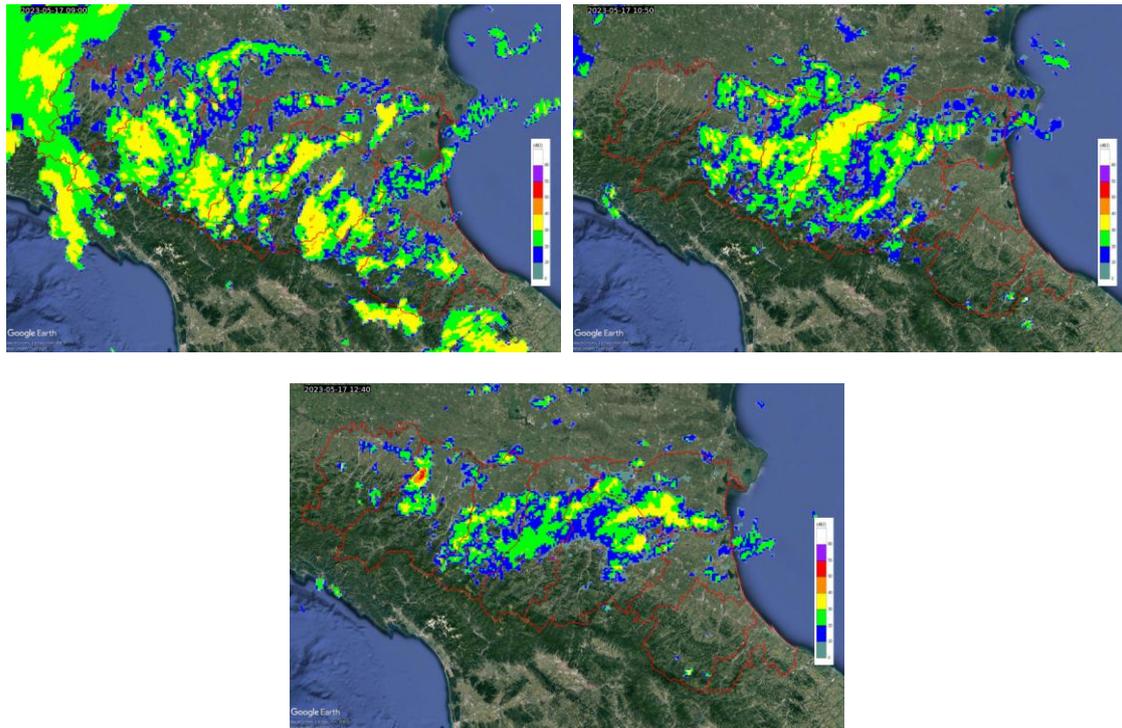
Nelle prime ore del 17 maggio si assiste a un'intensificazione dei fenomeni dapprima sul Ferrarese e quindi su Bolognese e Modenese.

A partire dalle 5 del mattino del giorno 17 i fenomeni iniziano a traslare verso ovest (Figura 12), per uscire dal territorio regionale intorno alle 11:30 del mattino (Figura 13).



**Figura 12: Mappe di riflettività del composito radar del 17 maggio alle 01:15 (23:15 UTC del 16/05/2023) in alto a sinistra, alle 03:50 (01:50 UTC) in alto a destra, alle 05:40 (03:40 UTC) in centro a sinistra, alle 07:00 (05:00 UTC) in centro a destra, alle 07:35 (05:35 UTC) in basso a sinistra e alle 08:25 (06:25 UTC) in basso a destra.**

La fase finale dell'evento, tra le 13 e le 15 del 17 maggio, è caratterizzata da precipitazioni per lo più deboli-moderate e intermittenti, che si esauriscono nella fascia centrale della Regione (Figura 13).



*Figura 13: Mappe di riflettività del composito radar del 17 maggio alle 11:00 (09:00 UTC), in alto a sinistra, alle 12:50 (10:50 UTC), in alto a destra, e alle 14:40 (12:40 UTC), in basso.*

## 2.2. Analisi delle precipitazioni cumulate sul territorio regionale

L'evento è stato caratterizzato da quantitativi di precipitazione diffusamente superiori ai 100 mm nella giornata del 16 maggio, mentre le cumulate del 17 maggio sono state inferiori, poiché l'evento si è esaurito nel pomeriggio. Le province più colpite sono state Forlì-Cesena, Ravenna, Bologna e Rimini, con picchi di cumulata giornaliera, il 16 maggio, di 205,6 mm nella stazione di Trebbio nel comune di Modigliana (FC), e 196.8 mm nella stazione di S. Cassiano in comune di Brisighella (RA), entrambe ricadenti nel bacino del Lamone.

In Tabella 1, Tabella 2, Tabella 3, Tabella 5 e Tabella 6, sono riportate le precipitazioni cumulate del 16 maggio maggiori di 70 mm, divise per provincia da est a ovest, mentre in Tabella 4 sono riportate le cumulate registrate in provincia di Firenze, dalle stazioni afferenti ai bacini emiliano-romagnoli. In Tabella 7 sono riportate le cumulate di precipitazioni del 17 maggio maggiori di 70 mm.

**Tabella 1: Precipitazioni giornaliere >70 mm del 16 maggio, provincia di Rimini (dati validati)**

| PREC (mm) | NOME STAZIONE            | COMUNE                    | PROV | BACINO                   |
|-----------|--------------------------|---------------------------|------|--------------------------|
| 119,5     | Saludecio                | Saludecio                 | RN   | Ventena                  |
| 115,8     | Novafeltria              | Novafeltria               | RN   | Marecchia                |
| 103       | Santarcangelo di Romagna | Sant'Arcangelo Di Romagna | RN   | Uso                      |
| 101,8     | Pennabilli               | Pennabilli                | RN   | Marecchia                |
| 101,1     | Riccione Urbana          | Riccione                  | RN   | Pianura tra Melo e Conca |
| 101       | Cattolica                | Cattolica                 | RN   | Tavollo                  |
| 100,6     | Ponte Verucchio          | Verucchio                 | RN   | Marecchia                |
| 94,4      | Mulazzano                | Coriano                   | RN   | Marano                   |
| 89,2      | Rimini Ausa              | Rimini                    | RN   | Marecchia                |
| 83,6      | Morciano                 | Morciano Di Romagna       | RN   | Conca                    |
| 76,4      | Conca                    | San Giovanni In Marignano | RN   | Conca                    |
| 71,8      | Casteldelci              | Casteldelci               | RN   | Marecchia                |

**Tabella 2: Precipitazioni giornaliere >70 mm del 16 maggio, provincia di Ravenna (dati validati)**

| PREC (mm) | NOME STAZIONE          | COMUNE           | PROV | BACINO       |
|-----------|------------------------|------------------|------|--------------|
| 196,8     | S. Cassiano sul Lamone | Brisighella      | RA   | Lamone       |
| 194,4     | Monte Albano           | Casola Valsenio  | RA   | Senio        |
| 182,8     | Monte Romano           | Brisighella      | RA   | Lamone       |
| 173,0     | Lodolone               | Brisighella      | RA   | Lamone       |
| 170,6     | Casola Valsenio        | Casola Valsenio  | RA   | Senio        |
| 157,6     | Brisighella            | Brisighella      | RA   | Lamone       |
| 135,6     | Rontana                | Brisighella      | RA   | Senio        |
| 96,2      | Tebano                 | Castel Bolognese | RA   | Senio        |
| 82,0      | Castelbolognese        | Castel Bolognese | RA   | Senio        |
| 80,2      | Coccolia               | Ravenna          | RA   | Ronco        |
| 77,0      | Matellica              | Ravenna          | RA   | Savio        |
| 72,4      | S. Pietro in Vincoli   | Ravenna          | RA   | Pianura Reno |

**Tabella 3: Precipitazioni giornaliere >70 mm del 16 maggio, provincia di Forlì-Cesena (dati validati)**

| PREC (mm) | NOME STAZIONE     | COMUNE                            | PROV | BACINO                       |
|-----------|-------------------|-----------------------------------|------|------------------------------|
| 205,6     | Trebbio           | Modigliana                        | FC   | Lamone                       |
| 167,3     | Castrocaro        | Castrocaro Terme e Terra Del Sole | FC   | Montone                      |
| 158,6     | Monte Grosso      | Rocca San Casciano                | FC   | Montone                      |
| 157,9     | Tredozio          | Tredozio                          | FC   | Lamone                       |
| 151,4     | Civitella         | Civitella Di Romagna              | FC   | Ronco                        |
| 144,4     | S. Paola          | Roncofreddo                       | FC   | Rubicone                     |
| 137,4     | Roversano         | Cesena                            | FC   | Savio                        |
| 135,2     | Voltre            | Civitella Di Romagna              | FC   | Ronco                        |
| 129,8     | Rullato           | Civitella Di Romagna              | FC   | Savio                        |
| 128,2     | S. Zeno           | Galeata                           | FC   | Montone                      |
| 126,4     | Premilcuore       | Premilcuore                       | FC   | Montone                      |
| 122       | Cusercoli         | Civitella Di Romagna              | FC   | Ronco                        |
| 121,2     | Capaccio          | Bagno Di Romagna                  | FC   | Ronco                        |
| 118,6     | Pratacci          | Portico e San Benedetto           | FC   | Montone                      |
| 114,8     | Corniolo          | Santa Sofia                       | FC   | Ronco                        |
| 113,2     | Martorano         | Cesena                            | FC   | Pianura tra Savio e Rubicone |
| 106,8     | Lastra            | Bagno Di Romagna                  | FC   | Ronco                        |
| 101,4     | Montriolo         | Santa Sofia                       | FC   | Ronco                        |
| 99,4      | Ponte Braldo      | Forlì                             | FC   | Montone                      |
| 97,0      | Corsicchie        | Bagno Di Romagna                  | FC   | Savio                        |
| 96,6      | Diga di Ridracoli | Bagno Di Romagna                  | FC   | Ronco                        |
| 92,4      | Lama              | Bagno Di Romagna                  | FC   | Ronco                        |
| 88,4      | Monte Iottone     | Mercato Saraceno                  | FC   | Savio                        |
| 87,1      | Verghereto        | Verghereto                        | FC   | Savio                        |
| 86,4      | Forlì urbana      | Forlì                             | FC   | Ronco                        |
| 85,6      | Diga di Quarto    | Sarsina                           | FC   | Savio                        |
| 77,0      | S. Maria Nova     | Bertinoro                         | FC   | Bevano                       |
| 72,0      | Mesola            | Cesenatico                        | FC   | Pianura tra Savio e Rubicone |

**Tabella 4: Precipitazioni giornaliere >70 mm del 16 maggio, area della provincia di Firenze afferente a bacini dell'Emilia-Romagna (dati validati)**

| PREC (mm) | NOME STAZIONE        | COMUNE               | PROV | BACINO   |
|-----------|----------------------|----------------------|------|----------|
| 169,0     | Monte Faggiola       | Palazzuolo Sul Senio | FI   | Senio    |
| 154,4     | Bibbiana             | Palazzuolo Sul Senio | FI   | Senio    |
| 150,0     | Palazzuolo sul Senio | Palazzuolo Sul Senio | FI   | Senio    |
| 131,6     | Piancaldoli          | Firenzuola           | FI   | Senio    |
| 98,6      | Casaglia             | Borgo San Lorenzo    | FI   | Lamone   |
| 97,2      | Marradi              | Marradi              | FI   | Lamone   |
| 94,6      | Firenzuola           | Firenzuola           | FI   | Santerno |
| 88,2      | Barco                | Firenzuola           | FI   | Santerno |

**Tabella 5: Precipitazioni giornaliere >70 mm del 16 maggio, provincia di Bologna (dati validati)**

| PREC (mm) | NOME STAZIONE            | COMUNE                      | PROV | BACINO        |
|-----------|--------------------------|-----------------------------|------|---------------|
| 162,2     | Le Taverne               | Fontanelice                 | BO   | Santerno      |
| 156,8     | Castel del Rio           | Castel Del Rio              | BO   | Santerno      |
| 138,4     | Casoni di Romagna        | Monterenzio                 | BO   | Sillaro       |
| 134,2     | Monghidoro               | Monghidoro                  | BO   | Idice         |
| 118,4     | Monte Ceresa             | Pianoro                     | BO   | Idice         |
| 117,0     | Borgo Tossignano         | Borgo Tossignano            | BO   | Santerno      |
| 110,6     | Madonna dei Fornelli     | San Benedetto Val Di Sambro | BO   | Reno          |
| 108,4     | S, Clemente              | Castel San Pietro Terme     | BO   | Sillaro       |
| 101,2     | Ca' Bortolani            | Valsamoggia                 | BO   | Samoggia      |
| 99,6      | Pianoro                  | Pianoro                     | BO   | Idice         |
| 98,6      | Invaso                   | San Benedetto Val Di Sambro | BO   | Reno          |
| 93,6      | Loiano                   | Loiano                      | BO   | Idice         |
| 92,8      | Monzuno                  | Monzuno                     | BO   | Reno          |
| 89,4      | Settefonti               | Ozzano Dell'Emilia          | BO   | Quaderna      |
| 88,8      | Imola                    | Imola                       | BO   | Santerno      |
| 83,8      | Prugnolo                 | Castel San Pietro Terme     | BO   | Sillaro       |
| 80,0      | Castel San Pietro Arpa   | Castel San Pietro Terme     | BO   | Sillaro       |
| 79,0      | Varignana lago rio rosso | Castel San Pietro Terme     | BO   | Quaderna      |
| 78,7      | Paderno                  | Bologna                     | BO   | Ravone - Reno |
| 78,6      | Sasso Marconi Arpa       | Sasso Marconi               | BO   | Reno          |
| 73,8      | S, Ruffillo Savena       | Bologna                     | BO   | Idice         |
| 72,4      | Cottede                  | Castiglione Dei Pepoli      | BO   | Reno          |

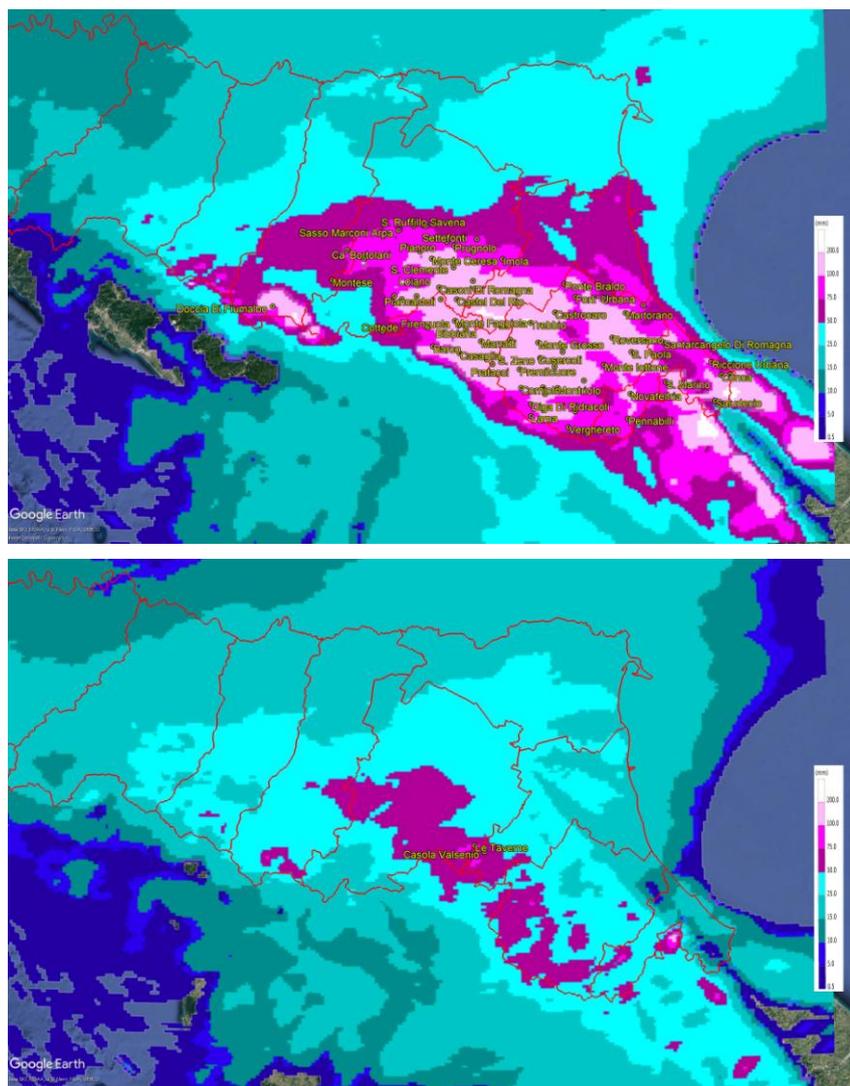
**Tabella 6: Precipitazioni giornaliere >70 mm del 16 maggio, province di Modena e Reggio Emilia (dati validati)**

| PREC (mm) | NOME STAZIONE      | COMUNE   | PROV | BACINO   |
|-----------|--------------------|----------|------|----------|
| 142,6     | Doccia di Fiumalbo | Fiumalbo | MO   | Panaro   |
| 97,2      | Lago Pratignano    | Fanano   | MO   | Panaro   |
| 79,6      | Monteombraro       | Zocca    | MO   | Samoggia |
| 70,2      | Montese            | Montese  | MO   | Panaro   |
| 71,4      | Ligonchio          | Ventasso | RE   | Secchia  |

**Tabella 7: Precipitazioni giornaliere >70 mm del 17 maggio (dati validati)**

| PREC (mm) | NOME STAZIONE   | COMUNE          | PROV | BACINO   |
|-----------|-----------------|-----------------|------|----------|
| 76,0      | Le Taverne      | Fontanelice     | BO   | Santerno |
| 72,2      | Casola Valsenio | Casola Valsenio | RA   | Senio    |

In Figura 14 si riportano le mappe di precipitazione cumulata giornaliera da composito radar, corrette con i pluviometri, dei giorni 16 e 17 maggio 2023.



**Figura 14: Cumulate giornaliere da composito radar, corrette coi pluviometri, del 16 maggio (in alto) e del 17 maggio (in basso). In giallo sono indicate le stazioni pluviometriche che hanno misurato valori superiori a 70 mm.**

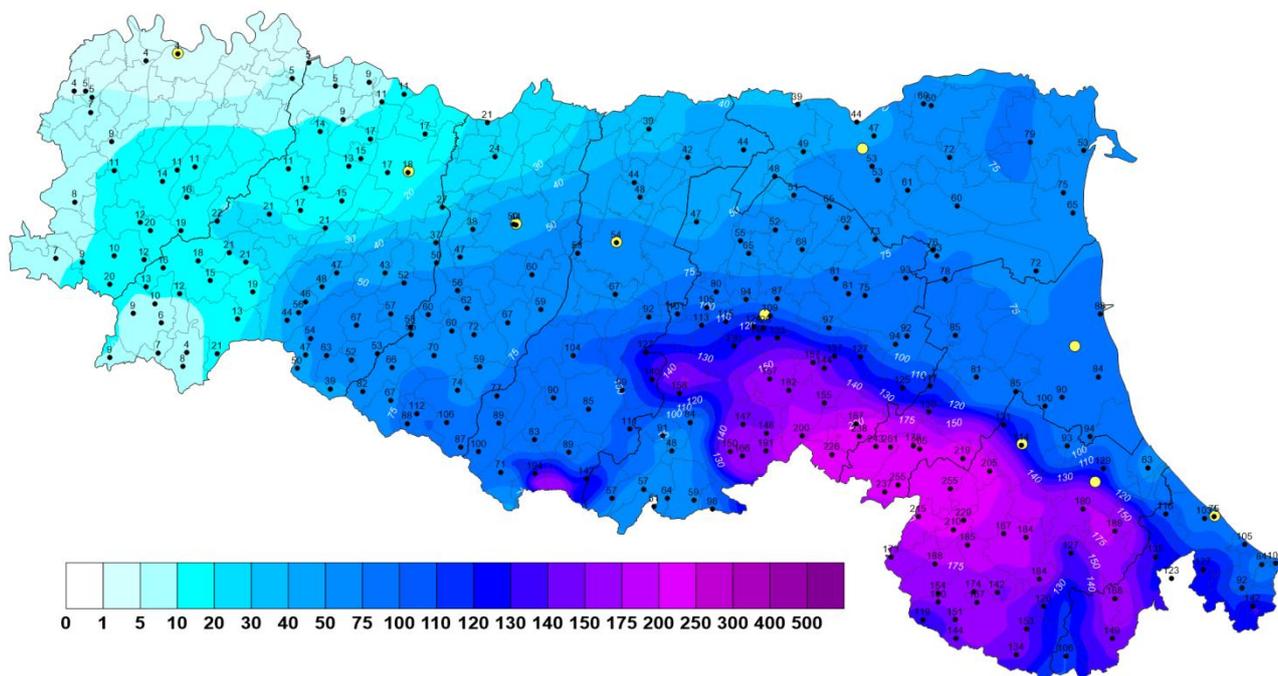
La mappe in Figura 15 e Figura 16 illustrano le cumulate di precipitazione sul territorio regionale a partire dal dataset ERG5, costruito interpolando i dati orari e giornalieri di precipitazione osservata su tutti i pluviometri della regione, su una griglia regolare a 5 km.

La cumulata di precipitazione dei giorni 16-17 maggio (Figura 15), mostra che i maggiori accumuli, con valori superiori anche a 200 mm, hanno interessato la zona appenninica centro-orientale della regione, dal Bolognese al Riminese, con massimi della cumulata sui due giorni pari a 260,8 mm a Monte Albano (bacino del Senio), 254,8 mm a Trebbio e 254,6 a San Cassiano (bacino del Lamone). Gli accumuli stimati sull'intero evento risultano comunque significativi anche nel Modenese, sebbene inferiori a 100 mm, e nel Ferrarese, con valori intorno ai 50-70 mm.

L'evento pluviometrico nel suo complesso risulta eccezionale sia sotto l'aspetto dell'intensità che dell'ampiezza di territorio coinvolto. Analizzando la serie storica delle precipitazioni massime per le diverse durate 1,3,6,12, 24 ore e 2 giorni consecutivi, mediante distribuzione statistica GEV (Generalized Extreme Value Distribution), successivamente verificata con la distribuzione TCEV

(Two Component Extreme Value), si stimano per le piogge di durata 24 ore tempi di ritorno superiori ai 200 anni per i pluviometri appartenenti ai bacini di Santerno, Senio, Lamone, Montone e Ronco. Per le piogge di durata 2 giorni consecutivi, si stimano tempi di ritorno superiori ai 200 anni per i pluviometri appartenenti ai bacini di Santerno, Senio, Lamone, superiori ai 100 anni sui pluviometri di Sillaro e Montone. I valori numerici delle precipitazioni massime registrate nelle diverse stazioni, per le diverse durate, sono riportate nell'analisi delle piene del capitolo 3, condotta per ciascun bacino.

Si specifica che le analisi effettuate potranno subire ulteriori approfondimenti e revisioni, a seguito della pubblicazione dei dati di precipitazione definitivi relativi all'intero anno 2023, nell'Annale Idrologico – Parte I e nell'ambito di approfondimenti ulteriori in tavoli tecnici dedicati.



*Figura 15: Cumulata di precipitazione osservata nell'evento dal 16 al 17 maggio 2023, con indicazione dei valori puntuali e dei confini dei territori comunali (dataset ERG5 validato).*

E' interessante osservare che le precipitazioni del 16-17 maggio hanno interessato gli stessi territori e bacini idrografici dove dall'1 al 3 maggio era stato registrato un evento pluviometrico anch'esso eccezionale, con cumulate in 48 ore superiori ai massimi storici per più della metà delle stazioni pluviometriche della collina bolognese, ravennate e forlivese, e tempi di ritorno per le piogge di durata 24 ore, superiori ai 100 anni su molte stazioni dei bacini di Idice, Sillaro, Santerno, Senio, Lamone e Montone.

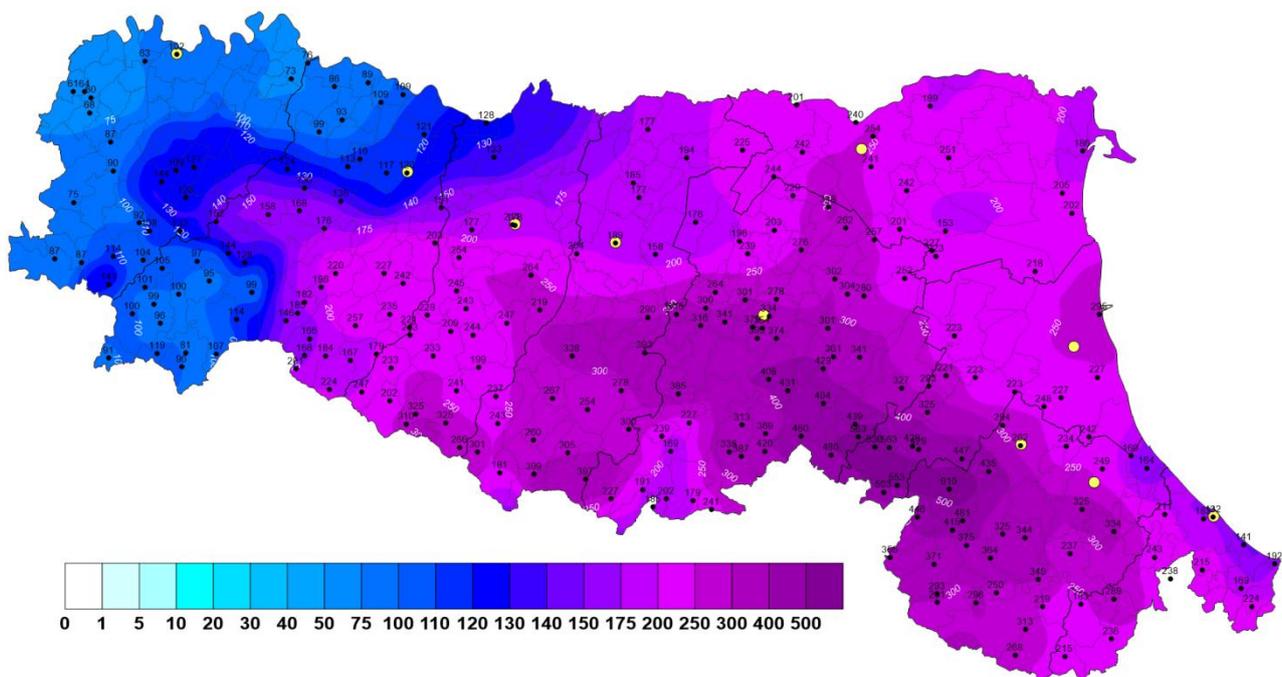
**Sulle stazioni pluviometriche dei bacini di Senio, Lamone e Montone, le piogge di durata 24 ore del 16-17 maggio hanno superato i nuovi massimi storici registrati durante il precedente evento dell'1-3 maggio** (vedi capitolo 3). Dal punto di vista della precipitazione cumulata su 2 giorni sull'intero regionale (Figura 15), **l'evento 16-17 maggio, con 73,2 mm complessivi, risulta essere il secondo evento più intenso dal 1° gennaio 1997, ed il secondo più intenso nella stagione primaverile dal 1961, dopo quello dell'1-2 maggio.**

Tra i due eventi pluviometrici principali, dal 3 al 15 maggio, si sono susseguite deboli precipitazioni residue, nonché eventi temporaleschi il 9-10 e il 12-13 maggio. Analizzando l'intero periodo dall'1 al 17 maggio, è stato raggiunto il record storico di cumulata di precipitazione a 17 giorni per l'80% dei pluviometri dei bacini dal Samoggia al Ronco, con valori medi di oltre i 300-400 mm e massimi di 609,8 mm a Trebbio (Modigliana, bacino del Lamone) e 563,4 mm a Le Taverne (Fontanelice, bacino del Santerno), riportati nelle analisi delle precipitazioni per bacino del capitolo 3.

Dal punto di vista della precipitazione sull'intero regionale **l'evento complessivo, dall'1 al 17 maggio** (Figura 16), **presenta un valore di precipitazione cumulata media regionale di 221,40 mm, che risulta il massimo valore di cumulata su 17 giorni di precipitazione media regionale mai registrato dal 1961**, superiore a quello massimo di cumulata del periodo tra il 17 settembre e il 3 ottobre 1973, quando in media sulla regione caddero, a più riprese, 217,4 mm, quello del 3-19 novembre 2019 quando se ne sommarono 214,80 mm e quello dal 13 al 29 ottobre 1964 quando se ne sommarono 180,0 mm.

Dal punto di vista della climatologia dell'area appenninica bolognese e romagnola nel periodo 1961-2020, i due eventi dell'1-3 e del 16-17 maggio 2023 superano nettamente il valore climatico cumulato mensile, e rappresentano insieme circa un quarto del valore cumulato climatico annuo. I valori cumulati di maggio 2023 per entrambe le aree hanno raggiunto circa il 33% del valore climatico annuo. **Nell'area dove si sono osservati i valori massimi di cumulata, ciascun evento ha superato ampiamente il doppio dei valori climatici mensili**, l'insieme dei due eventi ha superato il 40% del valore climatico annuo, mentre il totale di maggio 2023 ha raggiunto quasi il 60% del valore climatico annuo.

Ulteriori analisi sulle precipitazioni cumulate sul territorio regionale, settimanali e mensili, sono elaborate da ARPAE-SIMC e disponibili nei Bollettini Agrometeo pubblicati sul sito di ARPAE: <https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/report-meteo/bollettini-e-rapporti-agrometeo/bollettini-agrometeo/bollettini-2023>



**Figura 16: Cumulata di precipitazione osservata nell'intero periodo dal 1 al 17 maggio 2023, con indicazione dei valori puntuali e dei confini dei territori comunali (dataset ERG5 validato).**

E' interessante ricordare in questa sede che un evento simile, sullo stesso settore collinare centro-occidentale della regione, è riportato nell'annale del 1939.

Tra il 29 ed il 30 maggio di quell'anno infatti, piogge persistenti con impulsi successivi e cumulate stimate tra 90 e 140 mm/24 ore, alla fine di un mese di maggio eccezionalmente piovoso, fecero registrare numerosi fenomeni franosi e piene contemporanee su tutti i corsi d'acqua dall'Idice al Savio.

L'annale del 1939 riporta che, per tutti i corsi d'acqua *“le piene hanno avuto una successione di colmi, abbastanza ravvicinati nel tempo, nelle località montane, che nel proseguire verso valle, mediante il contributo di affluenti più o meno sfasati rispetto al corso principale e l'azione attenuatrice delle aree golenali, hanno dato luogo ad un colmo quasi unico di una sostenutezza veramente eccezionale, con nefaste conseguenze alle opere di contenimento. Si ebbero a lamentare frane e crolli in più località dei bacini montani, esondazioni nelle campagne adiacenti i corsi d'acqua nei tratti non arginati a monte della Via Emilia, allagamenti e danni nel Ravennate e nel Forlivese prossimi al torrente Savio che, rotte le arginature a Castiglione di Cervia, riversò le proprie acque nelle campagne sottostanti, sommergendo una superficie di 5500 ettari.”* La stampa dell'epoca riporta notizie di evacuazioni di numerosi edifici isolati ed interi centri abitati nella pianura Forlivese e Ravennate.

Nonostante la similitudine dal punto di vista della stagione e della successione degli eventi meteorologici, è da sottolineare che, come è possibile osservare nei dati numerici riportati nel successivo capitolo, **la pioggia dell'evento in esame ha superato l'evento del 1939, in tutte le stazioni allora già esistenti** (Monteombraro, Monghidoro, Loiano, Piancaldoli, Castel del Rio, Casola Valsenio), **configurandosi come il più elevato mai registrato sul territorio in esame, per precipitazione cumulata in 24 e 48 ore consecutive, nonché nel più lungo periodo di 17 giorni.**

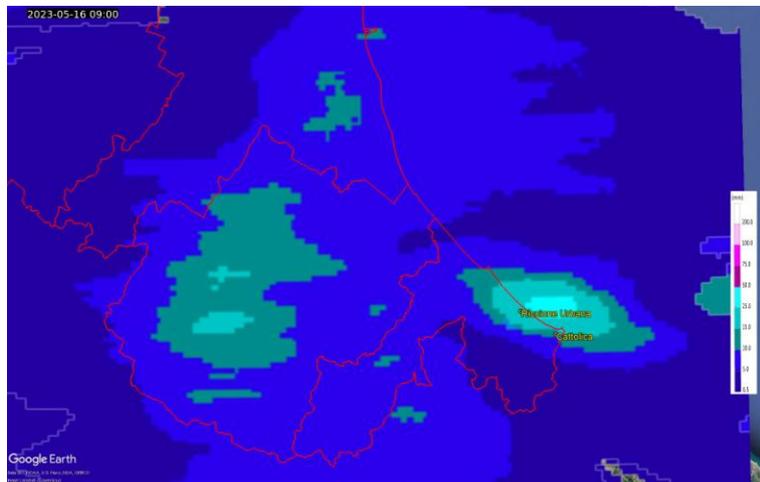
Le piene del 1939 hanno generato rotte ed esondazioni sul solo torrente Savio, mentre **l'evento in esame ha avuto un'estensione molto maggiore, con piene superiori ai massimi storici, rotte ed esondazioni su tutti i corsi d'acqua dal Samoggia al Marecchia.**

### 2.3. Analisi delle precipitazioni intense di breve durata

Per quanto riguarda le intensità orarie, sono da segnalare i valori registrati **sulla costa riminese la mattina del 16 maggio, con 52,6 mm/h a Riccione e 43,6 mm/h a Cattolica, dove si sono verificati allagamenti localizzati** che hanno interessato edifici e viabilità, aggravando gli effetti sul territorio della concomitante mareggiata (vedi capitolo 5). La cumulata oraria, da composito radar, delle ore 11:00 è mostrata in Figura 17.

*Tabella 8: Precipitazioni orarie >30 mm/h il 16 maggio (dati validati)*

| Data e Ora       | PREC (mm) | NOME STAZIONE   | COMUNE    | PROV |
|------------------|-----------|-----------------|-----------|------|
| 16/05/2023 11:00 | 52,6      | Riccione urbana | Riccione  | RN   |
| 16/05/2023 11:45 | 43,6      | Cattolica       | Cattolica | RN   |



*Figura 17: Cumulata oraria da composito radar del 16 maggio alle 11:00 (09:00 UTC), con indicate in giallo la stazione pluviometriche che hanno misurato valori maggiori di 30 mm/h.*

Le precipitazioni cumulate sui 15 minuti che caratterizzano l'intensità dei fenomeni, mostrano valori superiori agli 8 mm in 13 stazioni in provincia di Forlì-Cesena e Rimini, soprattutto nella mattinata del 16, ovvero nella finestra temporale caratterizzata da precipitazioni convettive. Gli altri intervalli con precipitazioni intense sono stati nel pomeriggio del 16 e nelle prime ore del 17 maggio.

Da notare i valori registrati dalla stazione di **Riccione urbana (RN)** con 16,3 mm tra le 10:15 e le 10:30, 16,7 mm nel quarto d'ora successivo e 13,8 mm tra le 10:45 e le 11:00; nelle due ore **tra le 10:00 e le 12:00 la stazione ha registrato complessivamente 72,9 mm di cumulata**. La cumulata massima sui 15 minuti è stata rilevata tra le 10:30 e le 10:45 nella stazione di **Cattolica (RN)** ed è stata pari a 18 mm, dove **sono stati misurati 67,2 mm tra le 09:45 e le 11:45**.

Nella stazione di Martorano (FC) si sono registrati 14 mm tra le 12:30 e le 12:45. Da notare anche gli 11,2 mm nei 15 minuti della stazione di Saludecio (RN) che ha registrato 20,9 mm in mezz'ora tra le 08:15 e le 08:45. Infine si evidenzia la stazione di Castrocaro (FC) che ha rilevato un'intensità di 11,1 mm tra le 12:45 e le 13:00 e un accumulo di 40,7 mm in 2 ore tra le 11:45 e le 13:45.

La posizione delle stazioni pluviometriche, illustrate in Tabella 9, è disponibile sul sito AllertameteoER, alla pagina: <https://allertameteo.regione.emilia-romagna.it/precipitazioni>.

**Tabella 9: Precipitazioni cumulate su 15 minuti maggiori di 8 mm (in giallo) del 16 e 17 maggio 2023 (dati validati)**

| Data e Ora       | Rocca San Casciano (FC) | Lodolone (RA) | Castrocaro (FC) | Martorano (FC) | Pennabilli (RN) | S. Paola (FC) | Riccione Urbana (RN) | Saludecio (RN) | Cattolica (RN) |
|------------------|-------------------------|---------------|-----------------|----------------|-----------------|---------------|----------------------|----------------|----------------|
| 16/05/2023 08:30 | 1,7                     | 4,2           | 3,1             | 0              | 2,8             | 0             | 1,4                  | 11,2           | 0,2            |
| 16/05/2023 08:45 | 0,9                     | 4,4           | 0,6             | 0              | 3,4             | 1             | 0,1                  | 9,7            | 0,4            |
| 16/05/2023 09:00 | 3                       | 0,2           | 1               | 0              | 1,4             | 0,6           | 0                    | 0,4            | 0              |
| 16/05/2023 09:15 | 8,3                     | 0             | 0,2             | 0              | 5,4             | 0             | 0,3                  | 0,4            | 0,2            |
| 16/05/2023 09:30 | 3                       | 0             | 0               | 0              | 1,4             | 0             | 1,6                  | 2              | 1              |
| 16/05/2023 09:45 | 3,9                     | 0             | 0               | 0              | 4,8             | 0             | 0,9                  | 3,9            | 1,4            |
| 16/05/2023 10:00 | 0,6                     | 0             | 0               | 0              | 2               | 0             | 2,2                  | 4              | 7,4            |
| 16/05/2023 10:15 | 0                       | 0             | 0               | 1              | 1,6             | 0,8           | 5,8                  | 7,5            | 5,4            |
| 16/05/2023 10:30 | 0,6                     | 2,4           | 3,2             | 1,2            | 1,4             | 1,6           | 16,3                 | 1,8            | 5              |
| 16/05/2023 10:45 | 2                       | 1             | 1               | 1,6            | 1,6             | 3,2           | 16,7                 | 1,2            | 18             |
| 16/05/2023 11:00 | 3,2                     | 1,4           | 2               | 1,2            | 1,6             | 5             | 13,8                 | 2              | 6,6            |
| 16/05/2023 11:15 | 2,5                     | 1,4           | 2               | 2              | 1,2             | 4,8           | 5,8                  | 1,4            | 10,2           |
| 16/05/2023 11:30 | 4,4                     | 1,2           | 1,8             | 1,2            | 0,6             | 6,4           | 5,6                  | 1,2            | 8,8            |
| 16/05/2023 11:45 | 3,6                     | 1,2           | 1,8             | 1,8            | 1,6             | 8,4           | 3,9                  | 0,8            | 5,8            |
| 16/05/2023 12:00 | 3,2                     | 1             | 2,2             | 2,8            | 0,4             | 2,4           | 5                    | 0,4            | 0,6            |
| 16/05/2023 12:15 | 3,4                     | 1             | 1,2             | 5,4            | 0,4             | 1             | 0,5                  | 0              | 1,2            |
| 16/05/2023 12:30 | 3,3                     | 1,6           | 4,9             | 5,4            | 0,2             | 0,6           | 0,7                  | 0,6            | 0,2            |
| 16/05/2023 12:45 | 3,4                     | 8,4           | 5,9             | 14             | 0               | 0,4           | 1,9                  | 0,4            | 0              |
| 16/05/2023 13:00 | 1,7                     | 5,8           | 11,1            | 2,8            | 0,4             | 0,6           | 0,2                  | 0              | 0              |
| 16/05/2023 13:15 | 2,2                     | 8,2           | 6,1             | 1,2            | 0,2             | 0,6           | 0,4                  | 0              | 0              |
| 16/05/2023 13:30 | 2,1                     | 7             | 4,9             | 0,2            | 0,4             | 0,8           | 0                    | 0              | 0,2            |
| 16/05/2023 13:45 | 1,8                     | 5,4           | 4,4             | 0,2            | 0               | 1,2           | 0                    | 0              | 0              |
| 16/05/2023 14:15 | 3,1                     | 2             | 2,6             | 0,2            | 0               | 5,4           | 0                    | 0              | 0              |
| 16/05/2023 14:30 | 3                       | 3             | 5,3             | 0,8            | 0               | 8,6           | 0                    | 0              | 0              |
| 16/05/2023 14:45 | 2,2                     | 1             | 4,5             | 0              | 0               | 3,2           | 0,1                  | 1,8            | 0              |
| 16/05/2023 15:00 | 2,9                     | 1,8           | 2               | 0,2            | 0               | 2,6           | 0                    | 3,9            | 0              |
| 16/05/2023 23:45 |                         | 3,8           | 1,8             | 1              | 1,8             | 4,4           | 0                    | 6,6            | 0              |
| 17/05/2023 00:00 |                         | 3             | 2               | 1,4            | 2,2             | 3,6           | 0                    | 10,1           | 0              |
| 17/05/2023 02:30 |                         | 1,8           | 0,8             | 2              | 0,8             | 8,4           | 0                    | 0,6            | 0              |
| 17/05/2023 02:45 |                         | 1,2           | 0,6             | 1,6            | 0,6             | 5,6           | 0                    | 0,2            | 0              |
| 17/05/2023 04:45 |                         | 2,8           | 1,6             | 0,2            | 0               | 3             | 0,6                  | 10,4           | 0,4            |
| 17/05/2023 06:45 |                         | 0,8           | 1,4             | 0,2            | 1,6             | 0,2           | 0                    | 0,2            | 0              |
| 17/05/2023 07:00 |                         | 1,8           | 0,8             | 0              | 8               | 0             | 0                    | 0              | 0,2            |
| 17/05/2023 07:15 |                         | 0             | 0,2             | 0              | 3,6             | 0             | 0                    | 0              | 1,2            |

## 2.4. Analisi del vento sul territorio regionale

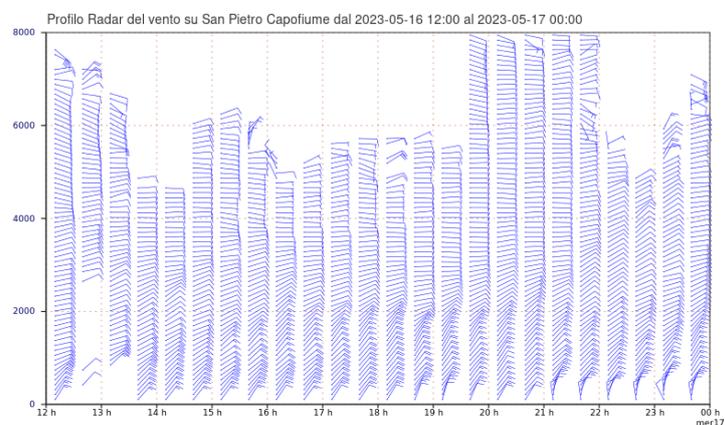
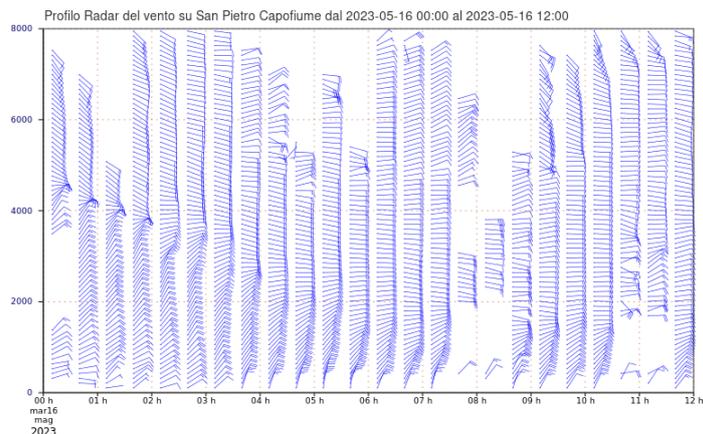
In Tabella 10 si riportano i valori di velocità massima oraria scalare, in m/s, misurata dalle stazioni anemometriche che hanno rilevato valori massimi di velocità di vento maggiori o uguali a 20,7 m/s (75 km/h), la cui posizione è riportata in Allegato 1. I diversi colori evidenziano la codifica della scala Beaufort (vedi Allegato 1), in senso stretto riferita ai valori di vento medio, ma qui utilizzata per sottolineare l'intensità dell'evento.

L'evento è stato caratterizzato da venti di bora nel settore orientale della regione che hanno raggiunto valori di burrasca forte (maggiori o uguali a 75 km/h – 20,8 m/s) nella stazioni di Guagnino (FE) e burrasca fortissima (maggiori o uguali a 88 km/h – 24,4 m/s) nella stazione di Porto Garibaldi (FE) durante il 16 maggio. In altre stazioni della costa e della collina e montagna bolognese hanno raggiunto i valori di burrasca moderata (maggiori o uguali a 62 km/h – 17,2 m/s).

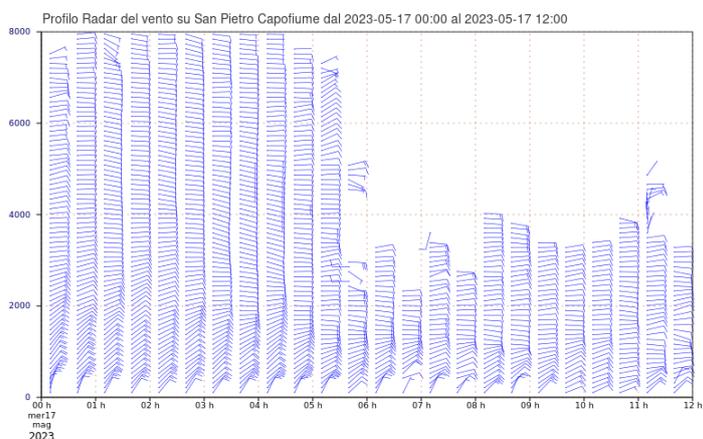
Tabella 10: Valori massimi orari di velocità del vento > 17.2 m/s del 16 e 17 maggio 2023 (dati validati)

| Data e ora       | Vergato (193 mslm - BO) | Sasso Marconi Arpa (275 mslm - BO) | Madonna dei Fornelli (900 mslm - BO) | MARTINELLA (-3 mslm - FE) | UMANA (-1 mslm - FE) | Guagnino (1 mslm - FE) | GIRALDA (-1 mslm - FE) | Porto Garibaldi (0 mslm - FE) | Pennabilli (629 mslm - RN) | Cesenatico porto (1 mslm - FC) | Mulazzano (190 mslm - RN) | Rimini urbana (16 mslm - RN) | Riccione Urbana (22 mslm - RN) |
|------------------|-------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------------------|---------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| 16/05/2023 06:00 | 12,4                    | 8,5                                | 19,5                                 | 11,4                      | 17,2                 | 17,5                   | 14,2                   | 23                            | 16                         | 15,6                           | 11,7                      | 9,8                          | 8,6                            |
| 16/05/2023 07:00 | 9,2                     | 13                                 | 18,6                                 | 10,9                      | 17                   | 21,6                   | 17,2                   | 23                            | 8,4                        | 18,3                           | 12,8                      | 18,2                         | 19,7                           |
| 16/05/2023 08:00 | 10,4                    | 12,9                               | 16,1                                 | 15,3                      | 17,9                 | 19,7                   | 18,4                   | 22,4                          | 7                          | 20,2                           | 19,9                      | 19,6                         | 19,3                           |
| 16/05/2023 09:00 | 12,6                    | 16,8                               | 14,1                                 | 16,2                      | 14,7                 | 20,9                   | 18,9                   | 23,1                          | 7,3                        | 19,3                           | 19,5                      | 18,9                         | 17                             |
| 16/05/2023 10:00 | 11                      | 17,5                               | 14                                   | 14,7                      | 16,1                 | 22,8                   | 18,8                   | 24,8                          | 15,2                       | 19,5                           | 24,1                      | 20,7                         | 18,4                           |
| 16/05/2023 11:00 | 11,1                    | 16,2                               | 16                                   | 17,1                      | 15,4                 | 21,6                   | 20                     | 23,2                          | 15,1                       | 17,4                           | 20,9                      | 17                           | 14,8                           |
| 16/05/2023 12:00 | 17,5                    | 15,6                               | 19,1                                 | 19                        | 16,6                 | 21,9                   | 18,9                   | 24,4                          | 15,3                       | 19,1                           | 11,7                      | 15,1                         | 11,6                           |
| 16/05/2023 13:00 | 15,3                    | 15,2                               | 18,4                                 | 15,5                      | 17,4                 | 20,7                   | 17,1                   | 23,1                          | 10,9                       | 19,2                           | 4,4                       | 8,1                          | 6,2                            |
| 16/05/2023 14:00 | 9,8                     | 15,7                               | 17                                   | 16,4                      | 16,3                 | 19,7                   | 19,4                   | 22,5                          | 7,1                        | 18                             | 5,9                       | 13,5                         | 4,4                            |
| 16/05/2023 15:00 | 9,5                     | 11,7                               | 15,8                                 | 19,6                      | 13,9                 | 19,5                   | 18,6                   | 21,7                          | 4,6                        | 17,6                           | 6                         | 14                           | 9,5                            |
| 16/05/2023 16:00 | 10,3                    | 9                                  | 16,2                                 | 18                        | 16                   | 18,7                   | 18,1                   | 21,6                          | 10,1                       | 16,9                           | 13,2                      | 14,8                         | 12,4                           |
| 16/05/2023 17:00 | 6,6                     | 11,3                               | 15,6                                 | 15,3                      | 15,1                 | 18,9                   | 14,1                   | 22,2                          | 13,7                       | 18,1                           | 14,3                      | 16                           | 12                             |
| 16/05/2023 18:00 | 10                      | 12,5                               | 16,9                                 | 12,9                      | 15,4                 | 16,6                   | 14,2                   | 20,9                          | 12,3                       | 20,6                           | 12,5                      | 16,2                         | 9,3                            |

La circolazione nel settore orientale si è mantenuta da nord-est nei bassi strati e da est in quota, come visibile dal profilo verticale del vento estrapolato dal radar di San Pietro Capofiume, tramite tecnica VAD (Figura 18 e Figura 19).



**Figura 18: Profili verticali di vento stimati tramite tecnica VAD dai dati del radar di San Pietro Capofiume (BO) dalle 02:00 (00:00 UTC) alle 14:00 (12:00 UTC) del 16 maggio (in alto) e dalle 14:00 (12:00 UTC) del 16 maggio alle 02:00 (00:00 UTC) del 17 maggio (in basso).**



**Figura 19: Profilo verticale di vento stimato tramite tecnica VAD dai dati del radar di San Pietro Capofiume (BO) dalle 02:00 (00:00 UTC) alle 14:00 (12:00 UTC) del 17 maggio.**

### 3. EVENTI DI PIENA IN EMILIA ROMAGNA

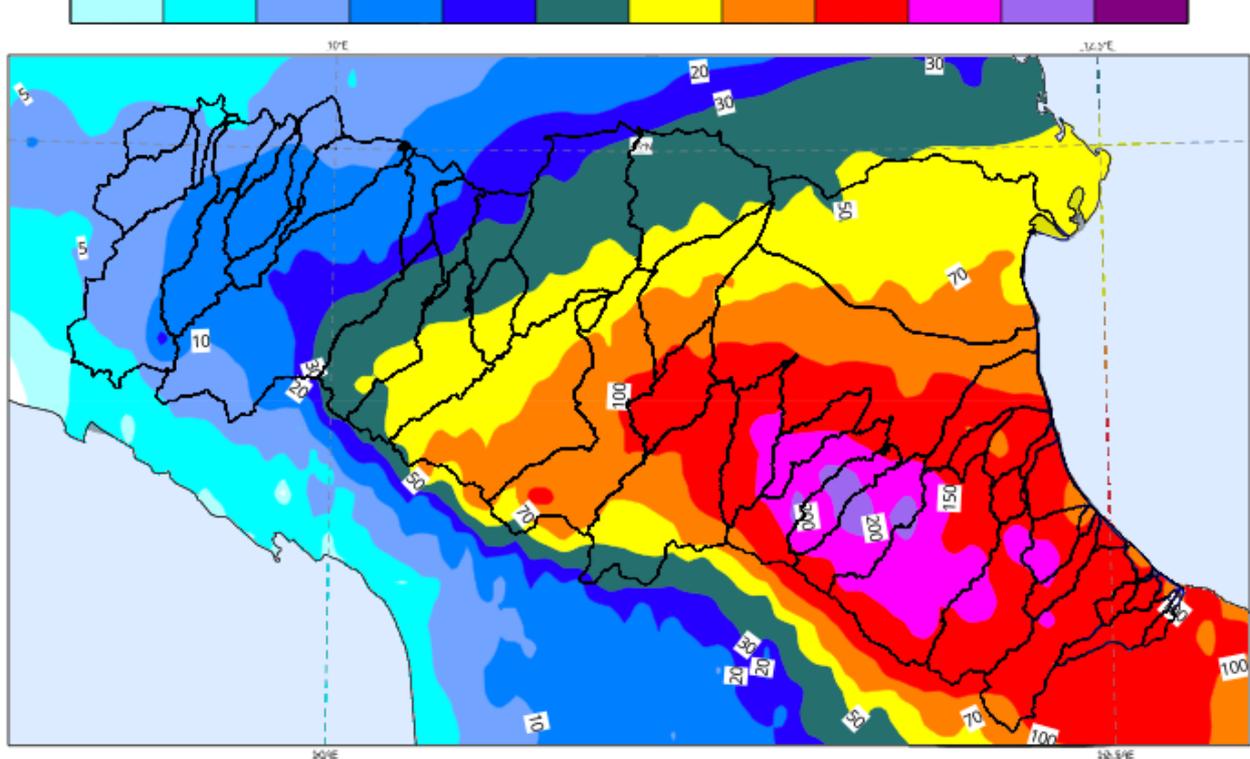
Come descritto nel dettaglio nel capitolo 2, le cumulate di precipitazione dell'evento hanno interessato una porzione molto estesa di territorio regionale, **superando mediamente i 150 mm sui bacini collinari di Sillaro, Santerno, Senio, Lamone, Montone e Ronco, e mediamente i 100 mm su Samoggia, Idice, Bevano, Savio, Rubicone** (vedi Figura 20).

I bacini interessati dalle precipitazioni più elevate, dal Sillaro al Ronco, sono stati i medesimi interessati dalle elevate precipitazioni e piene dell'1-3 maggio, sebbene l'evento pluviometrico in esame abbia avuto una maggiore estensione nel settore orientale della regione, interessando tutti i bacini romagnoli fino al Marecchia (vedi capitolo 5).

pioggia cumulata [mm] in 48 ore

Cumulata dal 15-05-2023 alle ore 22 U.T.C. al 17-05-2023 alle ore 22 U.T.C.

2 5 10 20 30 50 70 100 150 200 300 500

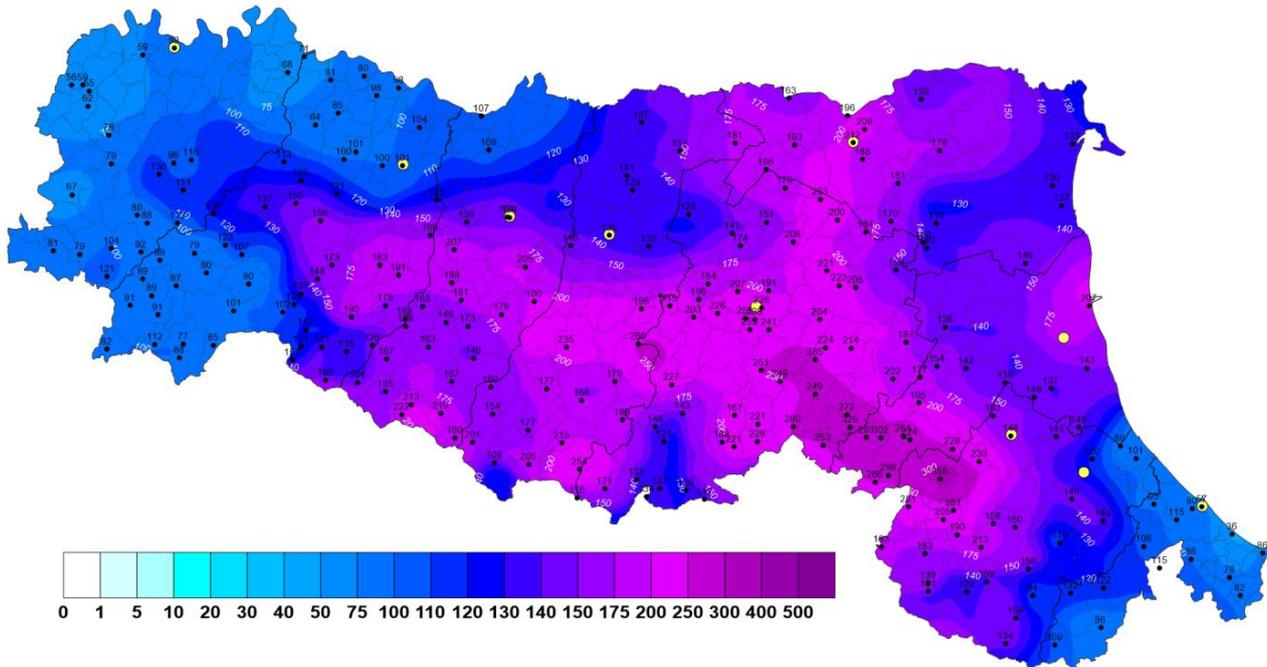


*Figura 20: Pioggia cumulata dell'evento dalle ore 00 del 16 maggio alle ore 00 del 17 maggio sui bacini idrografici della regione Emilia-Romagna.*

**A fronte di cumulate piuttosto simili a quelle di inizio maggio, l'evento di precipitazione del 16-17 è stato caratterizzato non solo da una maggiore intensità ed estensione, ma anche – a differenza del primo – da condizioni iniziali di totale saturazione dei suoli.**

Come è possibile osservare nella Figura 21, nei primi 15 giorni di maggio erano state registrate cumulate di precipitazione superiori ai 200 mm sui bacini collinari dal Samoggia al Montone, nonché su buona parte della collina modenese e della pianura bolognese, sulla quale scorrono i tratti arginati dei bacini affluenti di Reno.

Cumulate comunque mediamente superiori ai 100-150 mm si sono registrate sul resto del territorio regionale, che all’inizio dell’evento in esame presentava livelli di saturazione se non totale, comunque elevata.



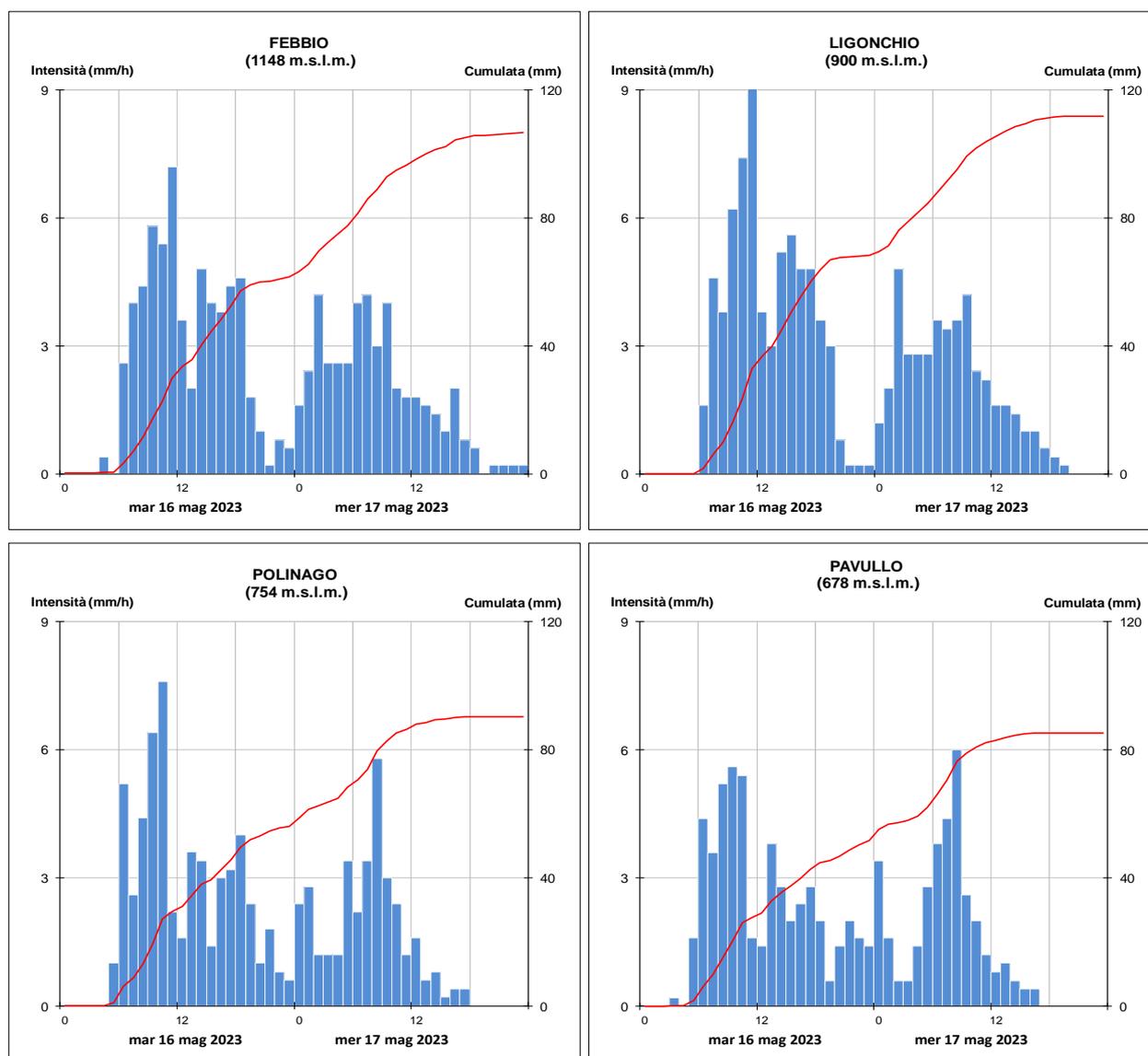
*Figura 21: Pioggia cumulata sul territorio regionale nei 15 giorni precedenti l’evento in esame, dall’1 al 15 maggio 2023 (dataset ERG5 validato).*

**Piene superiori ai massimi storici registrati, molti dei quali nel precedente evento di piena del 2-3 maggio, hanno interessato contemporaneamente tutti i corsi d’acqua dal Samoggia al Marecchia.** Piene di minore entità, ma con livelli al colmo comunque prossimi o superiori alle soglie 3, hanno interessato anche i fiumi Secchia, Panaro e Reno, con cumulate di precipitazione significative solo nella porzione collinare dei bacini, meno nelle zone montane (vedi Figura 20).

Nei successivi paragrafi verranno descritti nel dettaglio l’andamento delle precipitazioni e dei conseguenti fenomeni di piena sui singoli bacini idrografici interessati dall’evento, da ovest verso est, attraverso l’analisi dei dati registrati dalle stazioni pluviometriche ed idrometriche della rete regionale, la cui ubicazione ed i relativi dati in tempo reale sono visualizzabili sul sito AllertameteoER: <https://allertameteo.regione.emilia-romagna.it/homepage/>.

### 3.1. La piena del fiume Secchia

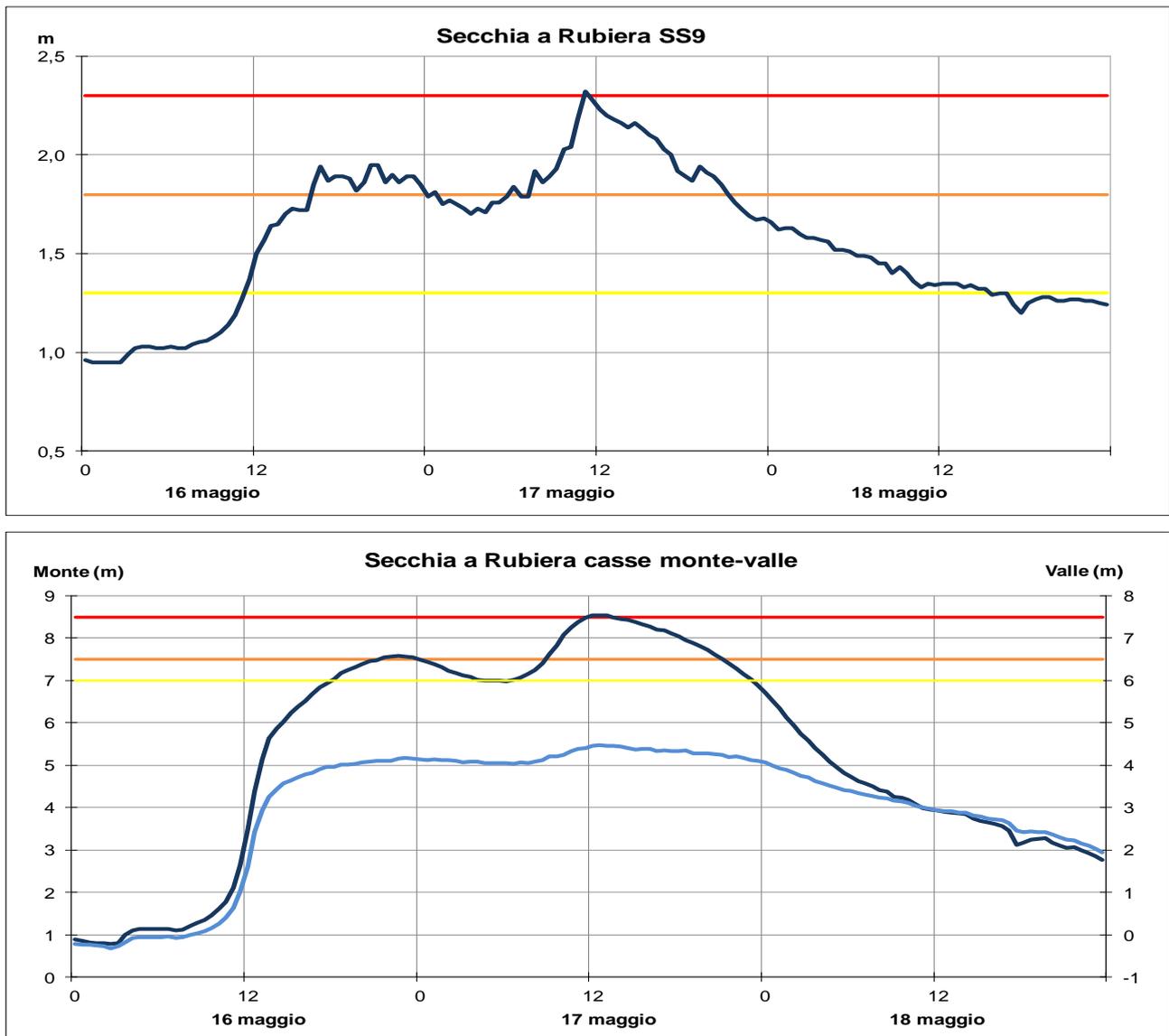
Le precipitazioni sul bacino del Secchia, a margine del più intenso nucleo della perturbazione descritta nei precedenti paragrafi, hanno interessato soprattutto la porzione più orientale del bacino (vedi Figura 20). Osservando l'andamento delle piogge orarie e cumulate, illustrato nella Figura 22, è possibile distinguere due impulsi di precipitazione: il primo il 16 maggio, con intensità maggiori soprattutto alla quota più elevate, il secondo il 17 maggio, quando la perturbazione si è spostata nel settore più a nord-est del bacino. Sebbene le intensità orarie non abbiano superato i 9 mm/ora, le cumulate di precipitazione hanno superato i 100 mm/48 ore sulla zona montana e gli 80 mm/48 ore sulla collina, con un massimo di 111,8 mm/48 ore nella stazione di Febbio.



**Figura 22: Andamento delle precipitazioni orarie e cumulate registrate dai pluviometri più significativi nel bacino del Secchia (dati validati – ora solare)**

All'inizio dell'evento in esame il bacino si trovava in condizioni di elevata saturazione dei suoli, nonché in una fase di lento esaurimento delle piene precedenti, soprattutto nel tratto vallivo del corso d'acqua, con livelli già prossimi alla soglia 1 (vedi Figura 24).

A partire dalla mattina del 16 maggio rapidi innalzamenti dei livelli idrometrici si sono registrati nel tratto montano del corso d'acqua con due colmi successivi che, nella sezione di chiusura del bacino Rubiera SS9, all'ingresso delle casse di espansione, hanno superato la soglia 2 la sera del 16 maggio e raggiunto la soglia 3 la mattina del 17. Negli idrogrammi di Rubiera a monte e a valle delle casse, illustrati in Figura 23, è visibile l'effetto di laminazione esercitato dallo sfioro in cassa laterale (superamento soglia 2), iniziato intorno alle ore 10:00 e terminato intorno alle ore 22:00 del 17 maggio.



**Figura 23: Idrogrammi di piena nella sezione di Rubiera SS9, chiusura del bacino montano del Secchia, e a monte e a valle delle casse di espansione (dati validati – ora solare).**

Nonostante la laminazione di parte dei volumi, l'effetto di rallentamento della piena dovuto al manufatto regolatore e alla naturale diminuzione delle pendenze nel tratto arginato, ha generato a valle delle casse un unico colmo di piena, che a Ponte Alto ha raggiunto un colmo di 10,51 m alle ore 23:30 del 17 maggio, e a Ponte Bacchello 11,58 m s.z.i alle ore 6:00 del 18 maggio, entrambi superiori alle soglie 3 (Figura 24).



A valle di Ponte Bacchello la piena si è ulteriormente laminata occupando le zone golenali, e raggiungendo nella sezione di Pioppa un colmo di 11,20 m s.z.i alle ore 20:00 del 18 maggio, inferiore alla soglia 3 (Figura 24).

Dagli idrogrammi di piena in Figura 24 è possibile osservare come lungo tutto il tratto arginato del Secchia, i livelli si sono mantenuti al di sopra della soglia 2 fino al 21 maggio: le ulteriori precipitazioni registrate il 19 maggio infatti, sebbene di intensità debole e cumulate inferiori ai 30 mm/24 ore, hanno generato nuovi colmi nel tratto montano e prolungato l'esaurimento della piena nel tratto vallivo. Nella Tabella 11 sono riportate le massime altezze registrate nelle stazioni teleidrometriche del Secchia e dei suoi affluenti durante la piena del 16-18 maggio, con i relativi tempi di propagazione dei colmi.

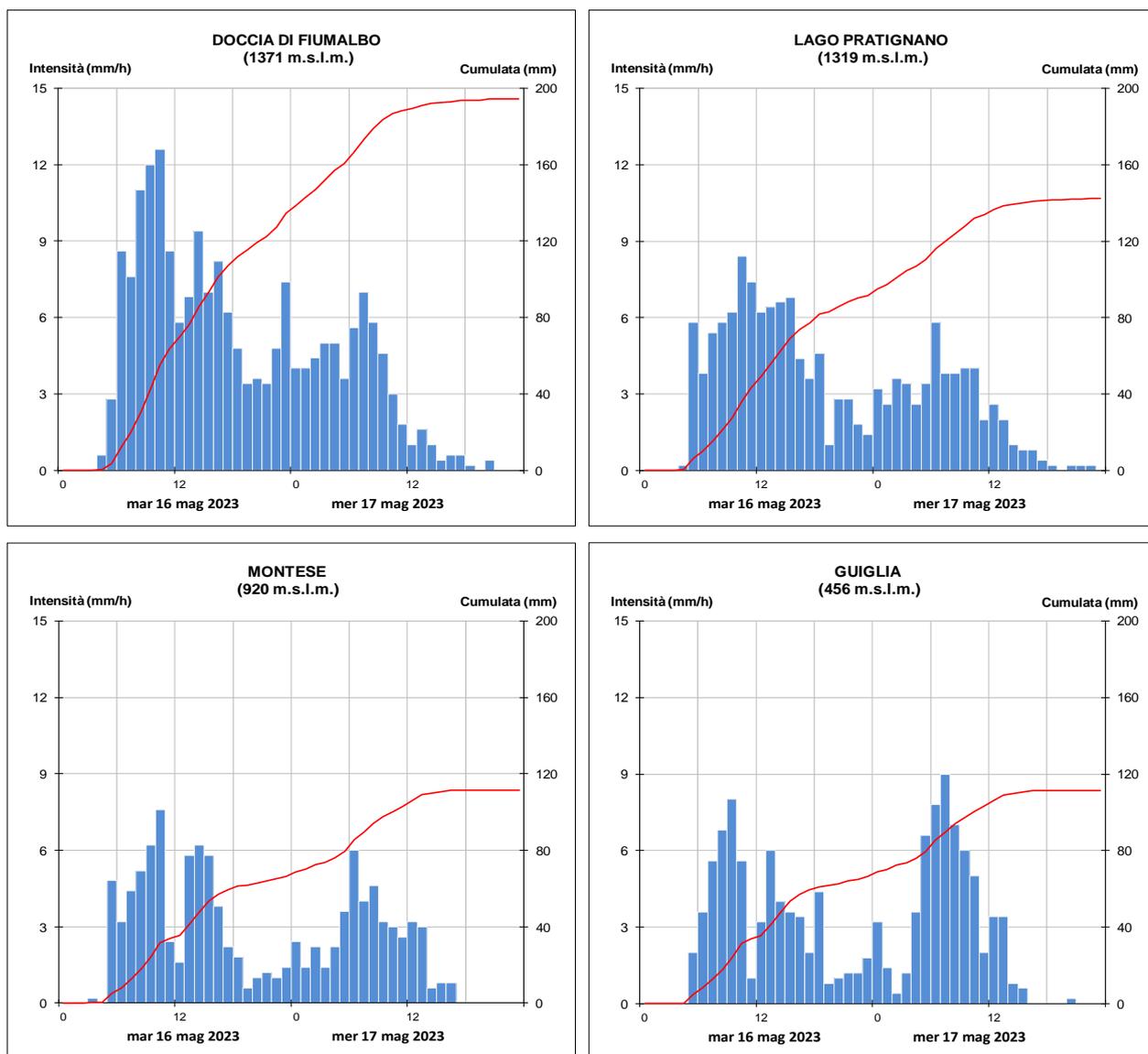
La piena del Secchia è transitata verso valle senza generare particolari criticità sui territori attraversati, ma con una prolungata occupazione delle aree golenali con conseguente interessamento dei corpi arginali. La chiusura di alcuni ponti durante il transito dei colmi di piena, nei territori a valle della via Emilia, ha causato temporanei disagi alla viabilità.

**Tabella 11: Punte massime registrate nella piena del Secchia e dei suoi affluenti il 16-18 maggio, con i tempi di propagazione dei colmi di piena (dati validati – ora solare).**

| FIUME SECCHIA             |               |          |                       |                      |       |       |          |          |                 |
|---------------------------|---------------|----------|-----------------------|----------------------|-------|-------|----------|----------|-----------------|
| Denominazione del SENSORE | Distanze (km) |          | Livelli rif. soglia 2 | Punta max registrata |       |       | Tempi    |          | Note            |
|                           | parziali      | progres. |                       | H idr.ca             | qior. | ora   | parziali | progres. |                 |
| origine                   | 0,0           | 0,0      |                       |                      |       |       |          |          |                 |
| GATTA                     | 28,7          | 28,7     | 1,80                  | <b>1,08</b>          | 17    | 10:30 |          |          |                 |
| confluenza Secchiello     | 1,7           | 30,4     |                       |                      |       |       |          |          |                 |
| PONTE CAVOLA              | 4,1           | 34,4     | 1,60                  | <b>-0,22</b>         | 17    | 11:00 | 00:30    | 00:30    |                 |
| confluenza Dolo           | 9,5           | 43,9     |                       |                      |       |       |          |          |                 |
| <b>LUGO</b>               | 4,3           | 48,2     | 1,80                  | <b>1,59</b>          | 17    | 11:00 | 00:00    | 00:30    |                 |
| confluenza Rossenna       | 0,5           | 48,7     |                       |                      |       |       |          |          |                 |
| PONTE VEGGIA              | 17,5          | 66,2     | 11,80                 | <b>12,28</b>         | 17    | 11:00 | 00:00    | 00:30    |                 |
| confluenza Tresinaro      | 13,0          | 79,2     |                       |                      |       |       |          |          |                 |
| <b>RUBIERA SS9</b>        | 0,3           | 79,5     | 1,80                  | <b>2,32</b>          | 17    | 11:00 | 00:00    | 00:30    | max=2^ punta    |
| RUBIERA CASSE monte       | 2,0           | 81,5     | 7,50                  | <b>8,54</b>          | 17    | 12:00 | 01:00    | 01:30    | max=2^ punta    |
| RUBIERA CASSE valle       | 0,0           | 81,5     | 3,60                  | <b>4,48</b>          | 17    | 12:30 | 00:30    | 02:00    | max=2^ punta    |
| PONTE ALTO                | 10,5          | 92,0     | 8,00                  | <b>10,51</b>         | 17    | 23:00 | 10:30    | 12:30    | saldatura punte |
| <b>PONTE BACCHELLO</b>    | 13,8          | 105,7    | 9,80                  | <b>11,58</b>         | 18    | 05:00 | 06:00    | 18:30    |                 |
| PONTE MOTTA               | 11,5          | 117,2    | 8,50                  | <b>9,79</b>          | 18    | 13:00 | 08:00    | 24:30    |                 |
| PIOPPA                    | 7,3           | 124,5    | 9,60                  | <b>11,20</b>         | 18    | 18:15 | 05:15    | 29:45    |                 |
| CONCORDIA                 | 9,0           | 133,5    | 9,80                  | <b>11,66</b>         | 18    | 23:15 | 05:00    | 34:45    |                 |
| BONDANELLO                | 9,0           | 142,5    |                       | <b>11,03</b>         | 19    | 02:00 | 02:45    | 37:30    |                 |
| sbocco in Po              | 24,0          | 166,5    |                       |                      |       |       |          |          |                 |
| Torrente DOLO             |               |          |                       |                      |       |       |          |          |                 |
| Denominazione del SENSORE | Distanze      |          | Livelli rif. soglia 2 | Punta max registrata |       |       | Tempi    |          | Note            |
|                           | parziali      | progres. |                       | H idr.ca             | qior. | ora   | parziali | progres. |                 |
| origine                   | 0,0           | 0,0      |                       |                      |       |       |          |          |                 |
| PONTE DOLO                | 30,7          | 30,7     | 3,00                  | <b>2,45</b>          | 17    | 09:30 |          |          |                 |
| sbocco in Secchia         | 4,4           | 35,1     |                       |                      |       |       |          |          |                 |
| Torrente ROSSENNA         |               |          |                       |                      |       |       |          |          |                 |
| Denominazione del SENSORE | Distanze      |          | Livelli rif. soglia 2 | Punta max registrata |       |       | Tempi    |          | Note            |
|                           | parziali      | progres. |                       | H idr.ca             | qior. | ora   | parziali | progres. |                 |
| origine                   | 0,0           | 0,0      |                       |                      |       |       |          |          |                 |
| ROSSENNA                  | 31,4          | 31,4     | 1,60                  | <b>1,38</b>          | 17    | 09:15 |          |          |                 |
| sbocco in Secchia         | 0,8           | 32,2     |                       |                      |       |       |          |          |                 |
| Torrente TRESINARO        |               |          |                       |                      |       |       |          |          |                 |
| Denominazione del SENSORE | Distanze      |          | Livelli rif. soglia 2 | Punta max registrata |       |       | Tempi    |          | Note            |
|                           | parziali      | progres. |                       | H idr.ca             | qior. | ora   | parziali | progres. |                 |
| origine                   | 0,0           | 0,0      |                       |                      |       |       |          |          |                 |
| CA' DE CAROLI             | 65,7          | 65,7     | 1,30                  | <b>1,66</b>          | 17    | 09:30 |          |          |                 |
| <b>RUBIERA TRESINARO</b>  | 12,6          | 78,3     | 3,00                  | <b>3,80</b>          | 17    | 11:30 |          |          |                 |
| sbocco in Secchia         | 0,4           | 78,7     |                       |                      |       |       |          |          |                 |

### 3.2. La piena del fiume Panaro

Le precipitazioni del 16 e 17 maggio hanno interessato l'intero bacino del Panaro, con cumulate prossime o superiori ai 100 mm/48 ore (Figura 20). Come è possibile osservare dall'andamento delle piogge orarie e cumulate, illustrato in Figura 25, le maggiori intensità si sono registrate nella giornata del 16 alle quote più elevate, dove si sono prolungate fino al 17 maggio, mentre nella porzione inferiore del bacino successivi impulsi di precipitazione si sono susseguiti nei due giorni senza sostanziali interruzioni, ma con intensità maggiori nella mattina del 17 maggio.

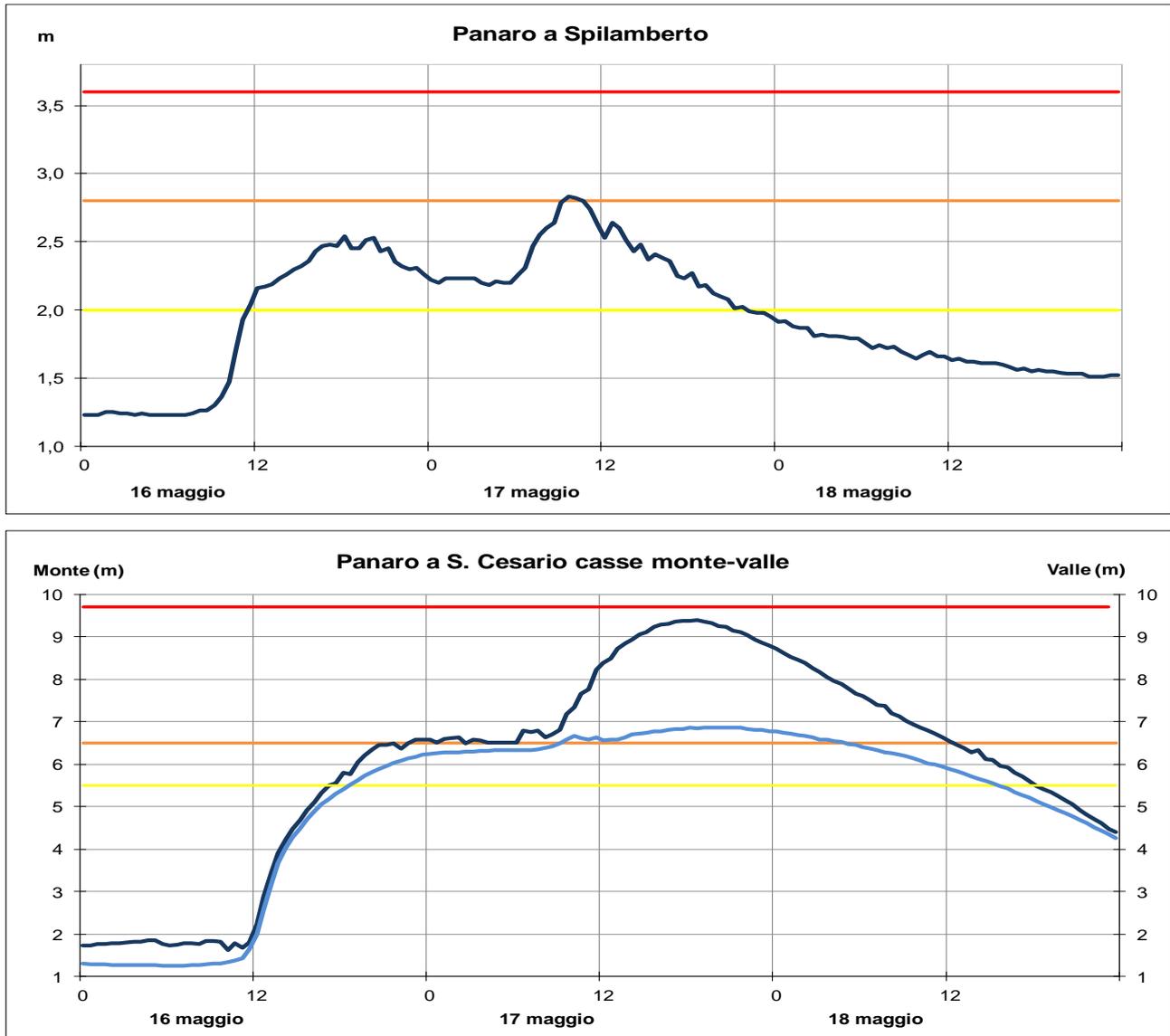


*Figura 25: Andamento delle precipitazioni orarie e cumulate registrate dai pluviometri più significativi nel bacino del Panaro (dati validati – ora solare).*

Nel tratto montano del corso d'acqua si sono registrati rapidi innalzamenti dei livelli idrometrici nella mattina del 16 maggio, con due distinti colmi di piena, il primo alla sera del 16 e il secondo alla mattina del 17 maggio, che si sono propagati fino alla chiusura del bacino montano (Figura 26).

Attraverso la manovra alle paratoie del manufatto regolatore nella cassa di espansione di S. Cesario, è stata laminata l'onda di piena, che in uscita si è propagata nel tratto arginato con un unico colmo,

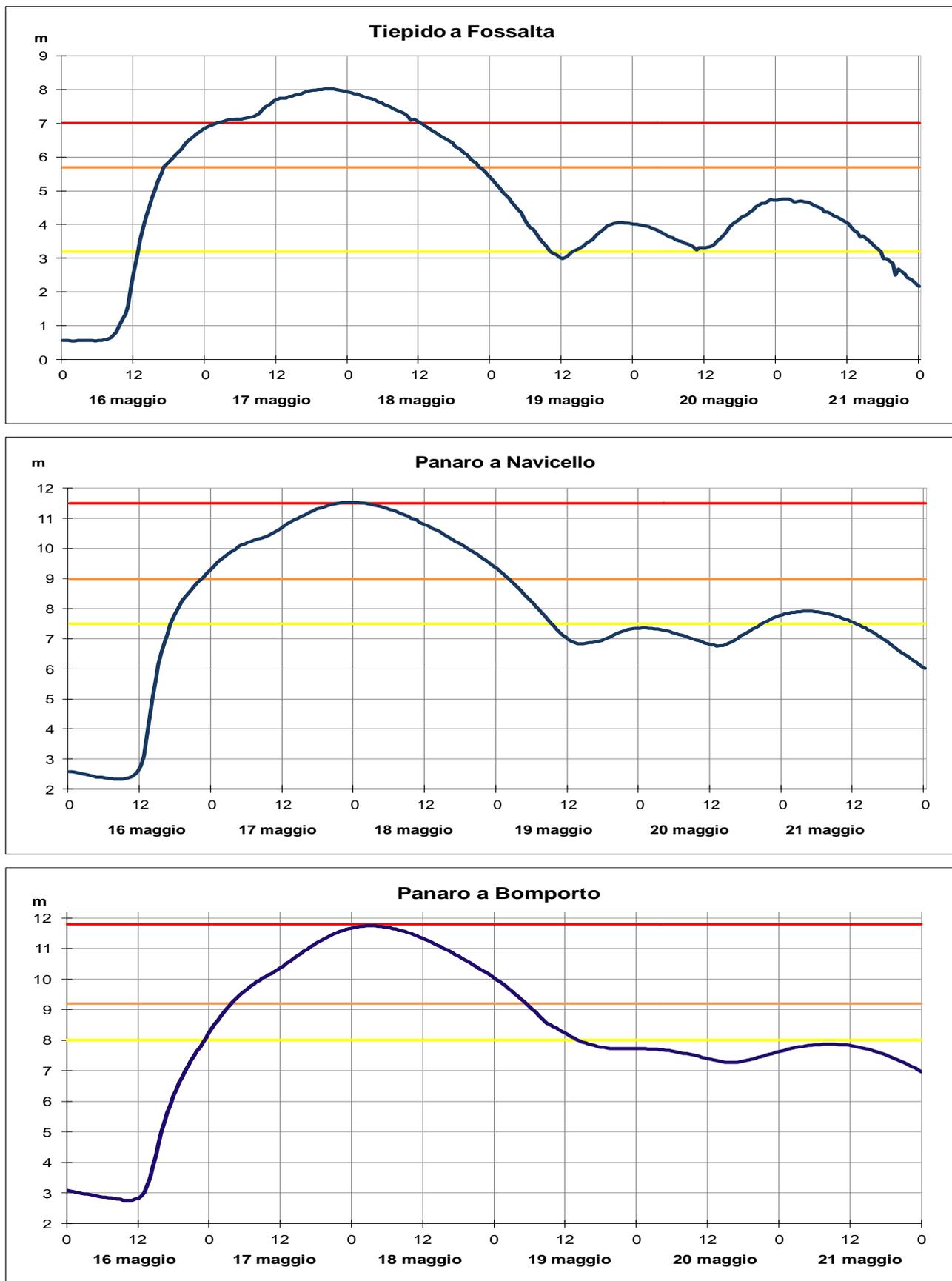
che il 17 maggio ha raggiunto 11,54 m s.z.i alle ore 00:30 nella sezione di Navicello e 11,74 m s.z.i alle ore 4:00 nella sezione di Bomporto, entrambi prossimi alle soglie 3 (Figura 27).



**Figura 26: Idrogrammi di piena alla chiusura del bacino montano del Panaro, e a monte e a valle delle casse di espansione di S. Cesario (dati validati - ora solare).**

Il rigurgito della piena di Panaro nel torrente Tiepido alla confluenza ha determinato nella sezione di Fossalta un livello massimo di 8,01 m s.z.i alle 21:30 del 17 maggio (Figura 27), superiore alla soglia 3. Grazie ai recenti lavori di sistemazione del nodo idraulico, sono stati evitati i fenomeni di allagamento registrati in passato sulla Via Emilia SS9 al superamento della soglia 3 a Fossalta.

Nel tratto a valle di Bomporto la piena si è ulteriormente laminata, con livelli massimi che si sono mantenuti al di sotto delle soglie 3, sebbene le ulteriori precipitazioni registrate il 19 maggio abbiano generato nuovi colmi nel tratto montano e prolungato l'esaurimento della piena nel tratto vallivo fino alla giornata del 21 maggio. La piena del Panaro è transitata verso valle senza generare particolari criticità sui territori attraversati, se non una prolungata occupazione delle aree golenali con conseguente interessamento dei corpi arginali.



*Figura 27: Idrogrammi di piena sul torrente Tiepido alla confluenza e nelle sezioni idrometriche più significative del tratto arginato del Panaro (dati validati – ora solare).*

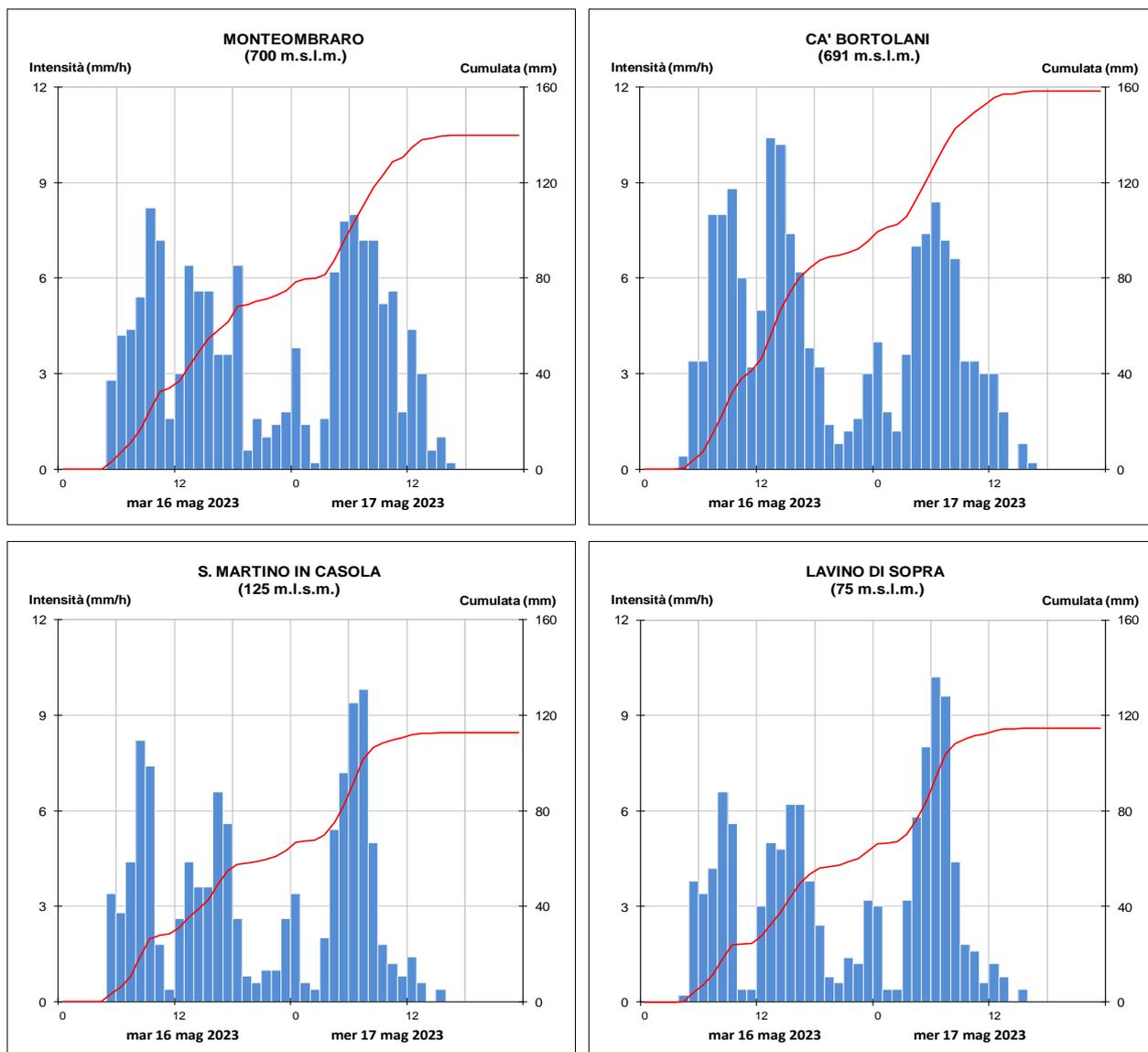
Nella Tabella 12 sono riportate le massime altezze registrate nelle stazioni teleidrometriche del Panaro e dei suoi affluenti durante la piena del 16-18 maggio, con i relativi tempi di propagazione dei colmi.

**Tabella 12: Punte massime registrate nella piena del Panaro e dei suoi affluenti il 16-18 maggio, con i tempi di propagazione dei colmi di piena (dati validati – ora solare).**

| Fiume PANARO               |            |          |                       |                      |       |       |          |          |                   |
|----------------------------|------------|----------|-----------------------|----------------------|-------|-------|----------|----------|-------------------|
| Denominazione del SENSORE  | Distanze   |          | Livelli rif. soqlia 2 | Punta max registrata |       |       | Tempi    |          | Note              |
|                            | parziali   | progres. |                       | H idr.ca             | qior. | ora   | parziali | progres. |                   |
| origine                    | 0,0        | 0,0      |                       |                      |       |       |          |          |                   |
| FIUMALBO ACQUICCIOLA       | 7,1        | 7,1      | 1,70                  | <b>1,30</b>          | 17    | 09:30 | -        | 00:00    |                   |
| PIEVEPELAGO                | 6,3        | 13,4     | 3,00                  | <b>1,04</b>          | 17    | 09:30 | 00:00    | 00:00    |                   |
| PONTE VAL DI SASSO         | 23,0       | 36,4     | 2,80                  | <b>2,41</b>          | 17    | 09:30 | 00:00    | 00:00    |                   |
| confluenza Leo             | <b>4,1</b> | 40,5     |                       |                      |       |       |          |          |                   |
| PONTE SAMONE               | 12,9       | 53,4     | 1,60                  | <b>0,48</b>          | 17    | 09:30 | 00:00    | 00:00    | max = 2° punta    |
| <b>SPILAMBERTO</b>         | 26,6       | 80,0     | 2,80                  | <b>2,83</b>          | 17    | 09:30 | 00:00    | 00:00    | max = 2° punta    |
| S. CESARIO casse monte     | 11,2       | 91,2     | 6,50                  | <b>9,39</b>          | 17    | 18:30 | 09:00    | 09:00    | max = 2° punta    |
| S. CESARIO casse valle     | 0,0        | 91,2     | -                     | <b>6.87</b>          | 17    | 19:30 | 01:00    | 10:00    | saldatura punte   |
| PONTE S. AMBROGIO          | 2,0        | 93,2     | 8,20                  | <b>10,13</b>         | 17    | 20:30 | 01:00    | 11:00    |                   |
| confluenza Tiepido         | <b>3,0</b> | 96,2     |                       |                      |       |       |          |          |                   |
| NAVICELLO                  | 7,1        | 103,3    | 9,00                  | <b>11,54</b>         | 18    | 00:00 | 03:30    | 14:30    |                   |
| <b>BOMPORTO</b>            | 9,4        | 112,7    | 9,20                  | <b>11,74</b>         | 18    | 03:00 | 03:00    | 17:30    |                   |
| confluenza canale Naviglio | <b>0,3</b> | 113,0    |                       |                      |       |       |          |          |                   |
| CAMPOSANTO                 | 10,5       | 123,5    | 8,70                  | <b>10,75</b>         | 18    | 07:00 | 04:00    | 21:30    |                   |
| FOSCAGLIA                  | 15,6       | 139,1    | 16,00                 | <b>17,54</b>         | 18    | 11:00 | 04:00    | 24:30    |                   |
| BONDENO                    | 12,2       | 151,3    | 12,00                 | <b>12,17</b>         | 18    | 12:00 | 01:00    | 25:30    |                   |
| sbocco in Po               | 7,9        | 159,2    |                       |                      |       |       |          |          |                   |
| Torrente LEO               |            |          |                       |                      |       |       |          |          |                   |
| Denominazione del SENSORE  | Distanze   |          | Livelli rif. soqlia 2 | Punta max registrata |       |       | Tempi    |          | Note              |
|                            | parziali   | progres. |                       | H idr.ca             | qior. | ora   | parziali | progres. |                   |
| origine                    | 0,0        | 0,0      |                       |                      |       |       |          |          |                   |
| FANANO                     | 9,7        | 9,7      | 1,30                  | <b>0,41</b>          | 17    | 09:00 |          |          |                   |
| sbocco in Panaro           | 10,8       | 20,5     |                       |                      |       |       |          |          |                   |
| Torrente TIEPIDO           |            |          |                       |                      |       |       |          |          |                   |
| Denominazione del SENSORE  | Distanze   |          | Livelli rif. soqlia 2 | Punta max registrata |       |       | Tempi    |          | Note              |
|                            | parziali   | progres. |                       | H idr.ca             | qior. | ora   | parziali | progres. |                   |
| origine                    | 0,0        | 0,0      |                       |                      |       |       |          |          |                   |
| GORZANO                    | 14,0       | 14,0     | 1,50                  | <b>1,44</b>          | 17    | 08:45 | -        | 00:00    | max = 4° punta    |
| S. DONNINO                 | 11,8       | 25,8     | 2,00                  | <b>2,32</b>          | 17    | 10:30 | 01:45    | 01:45    | max = 4° punta    |
| FOSSALTA                   | 19,1       | 30,9     | 5,70                  | <b>8,01</b>          | 17    | 20:30 | 10:00    | 11:45    | riquirqito Panaro |
| sbocco in Panaro           | 0,8        | 31,6     |                       |                      |       |       |          |          |                   |
| canale NAVIGLIO            |            |          |                       |                      |       |       |          |          |                   |
| Denominazione del SENSORE  | Distanze   |          | Livelli rif. soqlia 2 | Punta max registrata |       |       | Tempi    |          | Note              |
|                            | parziali   | progres. |                       | H idr.ca             | qior. | ora   | parziali | progres. |                   |
| origine                    | 0,0        | 0,0      |                       |                      |       |       |          |          |                   |
| MODENA NAVIGLIO            | 18,8       | 18,8     | 2,90                  | <b>2,32</b>          | 17    | 09:30 |          |          | max = 2° punta    |
| sbocco in Panaro           | 11,9       | 30,7     |                       |                      |       |       |          |          |                   |

### 3.3. La piena del torrente Samoggia e del suo affluente Lavino

Le precipitazioni sul bacino del Samoggia e del suo affluente Lavino sono iniziate nelle prime ore del 16 maggio con intensità sostenute, prolungandosi senza interruzioni fino alla mattina del 17 maggio. Osservando l'andamento orario in Figura 28, è possibile distinguere quattro impulsi di precipitazione consecutivi, che hanno raggiunto le intensità massime di 11,6 mm/h a Cà Bortolani, il pomeriggio del 16 maggio, e di 10,8 mm/h a Lavino di sopra la mattina del 17 maggio.



*Figura 28: Andamento delle precipitazioni orarie e cumulate registrate dai pluviometri più significativi nel bacino del Samoggia e del suo affluente Lavino (dati validati – ora solare).*

Sebbene le precipitazioni orarie non presentino caratteristiche di eccezionalità, **i valori cumulati in 24 e 48 ore risultano prossimi ai massimi storici registrati, in alcune stazioni proprio in corrispondenza del recente evento del 1-3 maggio** (vedi Tabella 13). Se si considera invece l'evento nel suo complesso, dall'1 al 17 maggio, **la precipitazione cumulata in 17 giorni risulta la massima registrata per 4 stazioni su 6, anche a Monteombraro, avente una serie storica con più di 100 anni di dati, dal 1918.**

**Tabella 13: Piogge intense e cumulate sul bacino del Samoggia e del suo affluente Lavino nell'evento dal 16 al 17 maggio, a confronto con i massimi storici di 1, 2 e 17 gg (in grassetto i valori che hanno superato i massimi, in corsivo i massimi registrati nell'evento del 1-3 maggio 2023)**

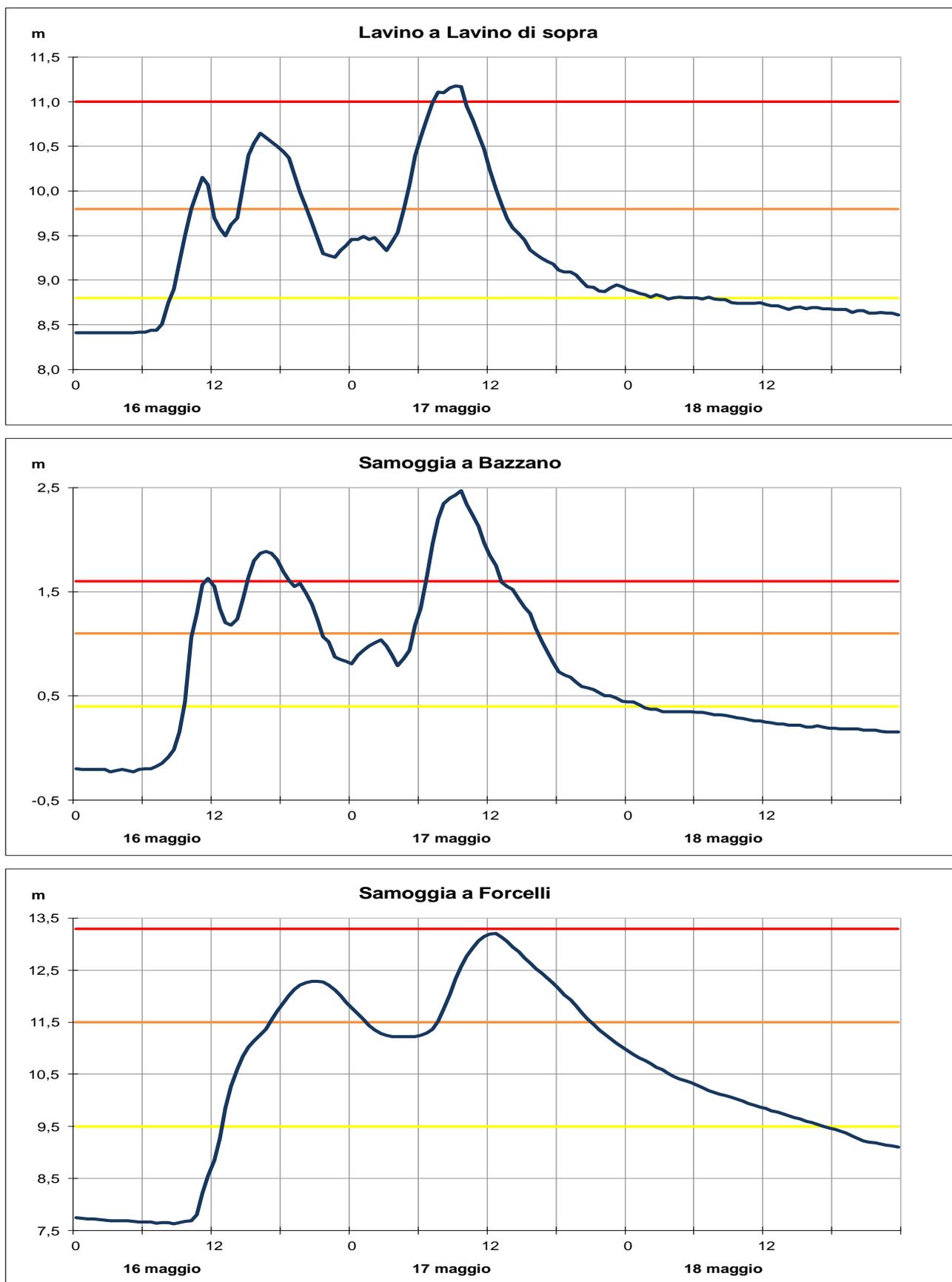
| STAZIONE                 | QUOTA           | PIOGGE INTENSE |      |      |      |       | Tot. Evento | Tot da 1/05/23 | max più giorni al 14/05/23 |       |       | Inizio serie registrazioni |
|--------------------------|-----------------|----------------|------|------|------|-------|-------------|----------------|----------------------------|-------|-------|----------------------------|
|                          |                 | 1h             | 3h   | 6h   | 12h  | 24h   |             |                | 48h                        | 17 gg | 1 gg  |                            |
| <b>Samoggia - Lavino</b> | <b>m.s.l.m.</b> |                |      |      |      |       |             |                |                            |       |       |                            |
| Monteombraro             | 700             | 10,0           | 23,4 | 42,6 | 61,6 | 102,0 | 139,6       | <b>389,2</b>   | 159,2                      | 200,4 | 386,3 | 1918                       |
| Ca' Bortolani            | 691             | 11,6           | 28,8 | 44,4 | 80,8 | 121,6 | 158,2       | <b>384,8</b>   | 129,8                      | 171,0 | 312,0 | 1996                       |
| S. Martino in Casola     | 125             | 9,8            | 26,4 | 39,2 | 51,8 | 91,0  | 112,8       | <b>316,2</b>   | 103,4                      | 152,0 | 220,2 | 2002                       |
| Bazzano                  | 82              | 10,4           | 23,0 | 33,8 | 46,6 | 76,8  | 100,6       | 315,4          | 124,0                      | 159,4 | 320,6 | 1968                       |
| Lavino di sopra          | 75              | 10,8           | 28,0 | 41,2 | 51,8 | 92,4  | 114,6       | <b>340,6</b>   | 119,4                      | 164,2 | 223,0 | 2005                       |
| Anzola                   | 37              | 8,0            | 20,8 | 28,4 | 37,6 | 63,4  | 80,4        | 264,2          | 127,5                      | 140,0 | 389,3 | 1935                       |
| <b>Medie sul bacino</b>  |                 | 10,8           | 26,1 | 43,5 | 71,2 | 111,8 | 169,3       |                |                            |       |       |                            |

E' infatti proprio l'elevato livello di saturazione dei suoli dovuto alle precipitazioni del mese di maggio che, rendendo efficace tutta la pioggia dell'evento, ha fatto registrare rapidi ed immediati innalzamenti dei livelli idrometrici in corrispondenza di ciascun impulso di pioggia. Come è possibile osservare negli idrogrammi di piena di Figura 29, **nelle sezioni montane di Samoggia, Lavino e Ghironda si sono susseguiti 3 colmi di piena principali, con livelli massimi superiori ai massimi storici appena registrati il 2 maggio** (Tabella 14). In particolare a Calcara il massimo livello, registrato nell'ultimo dei 3 colmi di piena successivi, ha superato non solo la piena del 2 maggio, ma anche il massimo valore misurabile dallo strumento. Localizzati allagamenti si sono verificati nei tratti fluviali a monte della Via Emilia.

I tre colmi di piena si sono propagati verso valle con un effetto di progressiva saldatura dei primi due colmi. La cassa delle Budrie sul Samoggia, a valle della sezione di Paltrone, ha ancora una volta laminato la piena, sebbene i notevoli volumi provenienti da monte abbiano fatto raggiungere nella sezione di Forcelli un secondo colmo di 13,21 m alle 12:30 del 17 maggio, comunque prossimo alla soglia 3.

**Tabella 14: Punte massime registrate nella piena di Samoggia e dei suoi affluenti Lavino e Ghironda il 16-17 maggio, con i tempi di propagazione dei colmi di piena (dati validati - ora solare).**

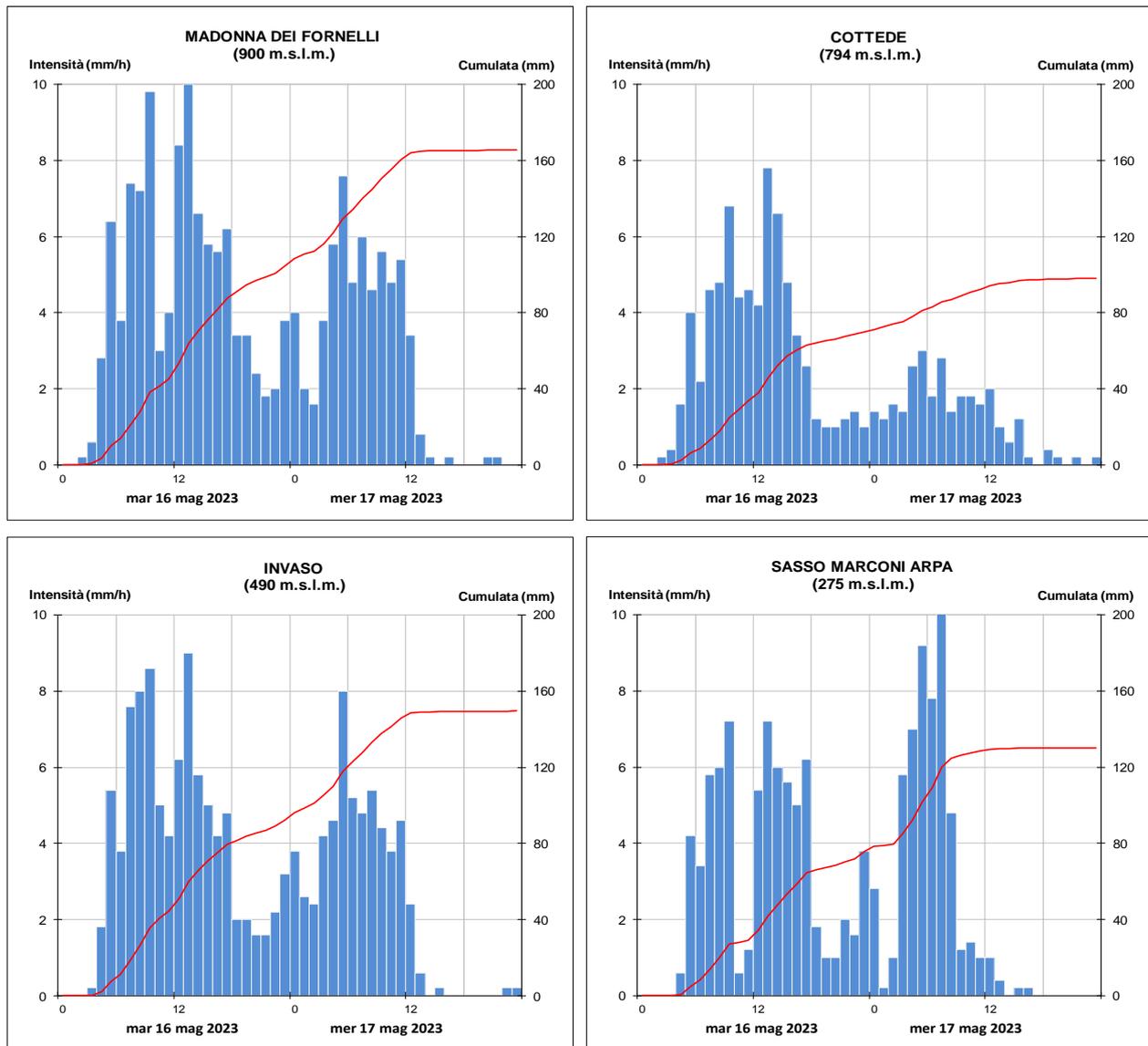
| Torrente SAMOGGIA         |          |          |                       |                      |       |       |          |          |   |  |
|---------------------------|----------|----------|-----------------------|----------------------|-------|-------|----------|----------|---|--|
| Denominazione del SENSORE | Distanze |          | Livelli rif. soglia 2 | Punta max registrata |       |       | Tempi    |          | Note                                    |  |
|                           | parziali | progres. |                       | H idr.ca             | qior. | ora   | parziali | progres. |   |  |
| origine                   | 0,0      | 0,0      |                       |                      |       |       |          |          |   |  |
| BAZZANO                   | 26,8     | 26,8     | 1,10                  | <b>2,47</b>          | 17    | 09:30 | -        | 00:00    | max=3 <sup>o</sup> punta/ max dal 1986  |  |
| <b>CALCARA</b>            | 8,8      | 35,6     | 3,00                  | <b>&gt;4,34</b>      |       |       |          |          | strumento in finestra misura            |  |
| PALTRONE                  | 5,8      | 41,4     | 37,70                 | <b>38,61</b>         | 17    | 11:30 | 02:00    | 02:00    | max=3 <sup>o</sup> punta                |  |
| confluenza Lavino         | 6,9      | 48,3     |                       |                      |       |       |          |          |   |  |
| <b>FORCELLI</b>           | 0,8      | 49,1     | 11,50                 | <b>13,21</b>         | 17    | 12:30 | 01:00    | 03:00    | scarico in cassa Budrie                 |  |
| sbocco in Reno            | 9,9      | 59,0     |                       |                      |       |       |          |          |   |  |
| Torrente GHIRONDA         |          |          |                       |                      |       |       |          |          |   |  |
| Denominazione del SENSORE | Distanze |          | Livelli rif. soglia 2 | Punta max registrata |       |       | Tempi    |          | Note                                    |  |
|                           | parziali | progres. |                       | H idr.ca             | qior. | ora   | parziali | progres. |   |  |
| origine                   | 0        | 0,0      |                       |                      |       |       |          |          |   |  |
| PONTE RONCA               |          |          |                       | <b>1,56</b>          | 17    | 07:15 | -        | 00:00    | max=3 <sup>o</sup> punta/ max dal 2014  |  |
| ANZOLA                    | 7,5      | 7,5      | 38,00                 | <b>39,05</b>         | 17    | 08:30 | 01:15    | 01:15    |   |  |
| sbocco in Lavino          | 8,7      | 16,2     |                       |                      |       |       |          |          |   |  |
| Torrente LAVINO           |          |          |                       |                      |       |       |          |          |   |  |
| Denominazione del SENSORE | Distanze |          | Livelli rif. soglia 2 | Punta max registrata |       |       | Tempi    |          | Note                                    |  |
|                           | parziali | progres. |                       | H idr.ca             | qior. | ora   | parziali | progres. |   |  |
| origine                   | 0,0      | 0,0      |                       |                      |       |       |          |          |   |  |
| <b>LAVINO di SOPRA</b>    | 21,5     | 21,5     | 9,80                  | <b>11,18</b>         | 17    | 09:00 | -        | 00:00    | max=4 <sup>o</sup> punta / max dal 1986 |  |
| LAVINO di SOTTO           | 11,5     | 33,0     | 11,40                 | <b>12,69</b>         | 17    | 10:45 | 01:45    | 01:45    | max=4 <sup>o</sup> punta                |  |
| Impianto FORCELLI Lavino  | 3,3      | 36,3     | 32,00                 | <b>32,94</b>         | 17    | 12:00 | 01:15    | 03:00    | max=2 <sup>o</sup> punta                |  |
| sbocco in Samoggia        | 0,2      | 36,5     |                       |                      |       |       |          |          |   |  |



**Figura 29: Idrogrammi di piena nelle sezioni idrometriche più significative del torrente Samoggia e del suo affluente Lavino (dati validati – ora solare).**

### 3.4. La piena del fiume Reno

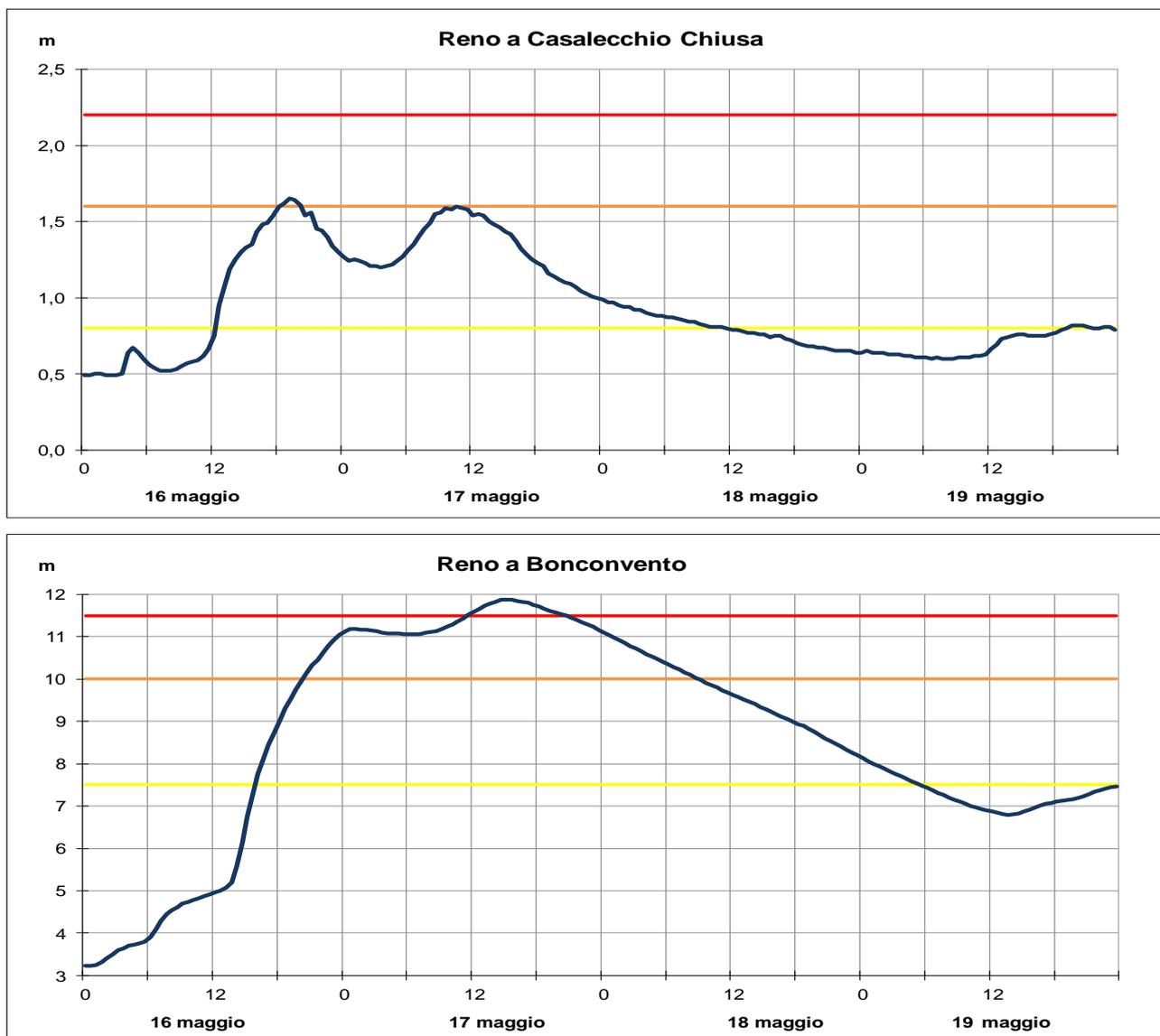
Le precipitazioni sul bacino del Reno hanno interessato soprattutto la porzione collinare più a sud-est ed il suo affluente Setta, dove si sono registrate cumulate superiori ai 150 mm/48 ore (vedi Figura 30). Cumulate comunque superiori ai 50-70 mm/48 ore si sono registrate nella rimanente porzione di bacino (vedi Figura 20).



**Figura 30: Andamento delle precipitazioni orarie e cumulate registrate dai pluviometri più significativi nel bacino del Reno e del suo affluente Setta (dati validati – ora solare).**

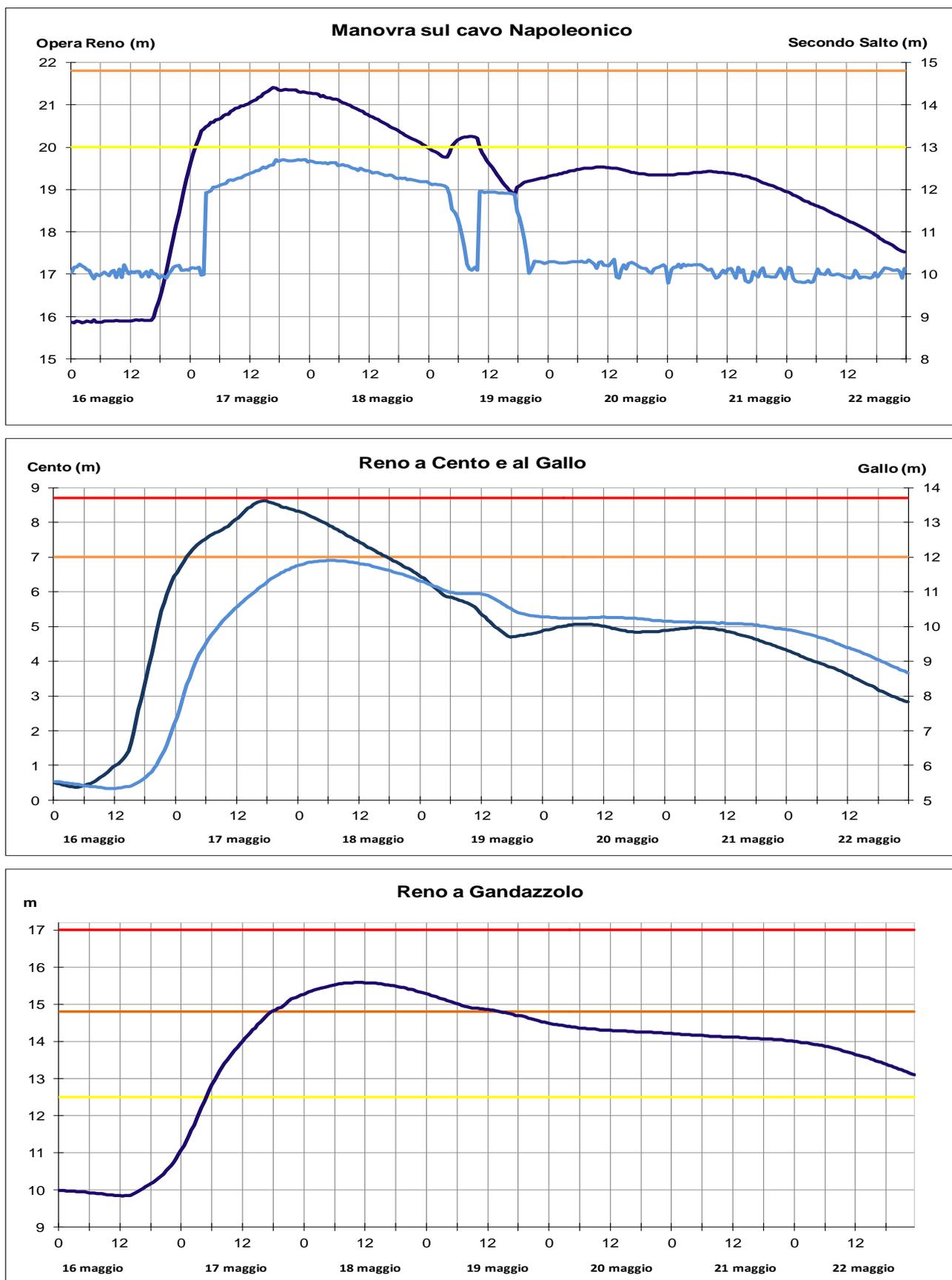
La pioggia, iniziata già nelle prime ore del 16 maggio, è stata caratterizzata da più impulsi successivi, i più intensi il pomeriggio del 16 e la mattina del 17, con valori prossimi ai 10 mm/h (Figura 30) che, in condizioni di elevata saturazione iniziale dei suoli, hanno generato rapidi innalzamenti dei livelli idrometrici nelle sezioni montane con due corrispondenti colmi di piena, entrambi prossimi alle soglie 2, nella sezione di Casalecchio Chiusa (vedi Figura 31).

Il naturale rallentamento della piena nel tratto vallivo ha determinato la sovrapposizione dei due colmi nella sezione di Bonconvento, dove è stato raggiunto un livello massimo di 11,87 m s.z.i alle ore 16:00 del 17 maggio, superiore alla soglia 3. Per circa 8 ore, dalle 12:00 alle 22:00 del 17 maggio, la piena è stata scolmata tramite lo scarico naturale nella cassa di espansione laterale di Bagnetto, il cui sfioratore si trova in sinistra idraulica, subito a valle di Bonconvento.



**Figura 31: Idrogrammi di piena nelle sezioni idrometriche più significative del fiume Reno (dati validati – ora solare).**

Nonostante la laminazione esercitata dalle casse su Reno e Samoggia, la somma delle rispettive onde di piena, i cui colmi risultavano in fase tra loro, faceva prevedere nel pomeriggio del 17 maggio un unico colmo, somma dei due, superiore alla soglia 3 nella sezione di Cento. Tale previsione, fornita dal Centro Funzionale attraverso il documento di monitoraggio n° 003/0203/06, ha consentito la gestione della manovra all’Opera Reno, illustrata in Figura 32, per lo scolmo della piena in Po attraverso il Cavo Napoleonico, iniziata alle ore 4:00 del 17 e terminata alle ore 21 del 19 maggio, per una durata complessiva di 65 ore.



*Figura 32: Idrogrammi di piena al Cavo Napoleonico e nelle sezioni idrometriche più significative del tratto arginato del Reno, dalle quali si evince l'effetto della manovra di scollo (dati validati – ora solare).*

La manovra di scolmo ha abbassato ed anticipato il colmo inizialmente previsto a Cento, dove è stato registrato un livello massimo di 8,63 m s.z.i alle 17:15 del 17 maggio, e ha laminato la piena al Gallo, dove ha raggiunto un livello al colmo di 11,91 m s.z.i alle ore 7:00 del 18 maggio, inferiore di quasi 2 m alla soglia laterale di sfioro presente in sinistra. Nella sezione di Gandazzolo il colmo di piena è transitato alle 11:00 del 18 maggio, con un livello massimo di 15,59 m s.z.i, inferiore alla soglia 3, e livelli che si sono mantenuti al di sopra della soglia 1 fino al 23 maggio, alimentati anche dalle ulteriori deboli precipitazioni del 19-20 maggio (Figura 32). Nella sezione di Bastia il livello massimo di 8,45 m s.z.i, inferiore alla soglia 2, è stato raggiunto alle ore 5:00 del 17 maggio, per effetto dei contributi di Idice e Sillaro.

Nella Tabella 15 sono riportate le massime altezze registrate nelle stazioni teleidrometriche del Reno e dei suoi affluenti durante la piena del 16-18 maggio, con relativi i tempi di propagazione.

**Tabella 15: Punte massime registrate nella piena di Reno e dei suoi affluenti Silla e Setta il 16-18 maggio, con i tempi di propagazione dei colmi di piena (dati validati – ora solare).**

| Fiume RENO                |          |          |                       |                      |       |       |          |          |                       |
|---------------------------|----------|----------|-----------------------|----------------------|-------|-------|----------|----------|-----------------------|
| Denominazione del SENSORE | Distanze |          | Livelli rif. soglia 2 | Punta max registrata |       |       | Tempi    |          | Note                  |
|                           | parziali | progres. |                       | H idr.ca             | qior. | ora   | parziali | progres. |                       |
| origine                   | 0,0      | 0,0      |                       |                      |       |       |          |          |                       |
| PRACCHIA                  | 12,4     | 12,4     | 1,30                  | 0,27                 | 16    | 19:15 |          |          |                       |
| PORRETTA                  | 13,5     | 25,9     | 11,00                 | 9,57                 | 16    | 18:45 | -        | -        | max=1^ punta          |
| confluenza Silla          | 3,0      | 28,9     |                       |                      |       |       |          |          |                       |
| VERGATO DX                | 17,1     | 46,0     |                       | 1,78                 | 16    | 15:45 | -        | 00:00    |                       |
| confluenza Setta          | 5,4      | 65,6     |                       |                      |       |       |          |          |                       |
| CASALECCHIO CH.           | 11,8     | 77,4     | 1,60                  | 1,65                 | 16    | 19:00 | 03:15    | 03:15    | max=1^ punta          |
| CASALECCHIO TV.           | 1,2      | 78,6     | 2,30                  | 2,12                 | 16    | 19:00 | 00:00    | 03:15    | max=1^ punta          |
| BONCONVENTO               | 16,8     | 95,4     | 10,00                 | 11,87                | 17    | 15:00 | 20:00    | 23:15    | max=2^ punta          |
| SOSTEGNO                  | 8,1      | 103,5    | 26,50                 | 29,08                | 17    | 15:30 | 00:30    | 23:45    | saldatura delle punte |
| BAGNETTO                  | 2,4      | 105,9    | 25,50                 | 28,06                | 17    | 15:30 | 00:00    | 23:45    |                       |
| confluenza Samoggia       | 0,1      | 106,0    |                       |                      |       |       |          |          |                       |
| CENTO                     | 5,1      | 111,1    | 7,00                  | 8,63                 | 17    | 17:15 | 01:45    | 25:30    |                       |
| DOSSO                     | 6,5      | 117,6    | 10,80                 | 10,68                | 17    | 17:30 | 00:15    | 25:45    |                       |
| OPERA RENO                | 2,3      | 119,9    | 21,80                 | 21,41                | 17    | 16:45 | -        | -        | effetto Cavo          |
| GALLO                     | 15,9     | 135,8    | 12,00                 | 11,91                | 18    | 07:00 | 13:30    | 39:15    |                       |
| confluenza Navile         | 4,0      | 139,8    |                       |                      |       |       |          |          |                       |
| GANDAZZOLO                | 4,6      | 144,4    | 14,80                 | 15,59                | 18    | 11:00 | 04:00    | 43:15    |                       |
| BECCARA N.                | 21,3     | 165,7    | 11,00                 | 8,57                 | 18    | 13:00 | 02:00    | 45:15    |                       |
| confluenza Idice-Sillaro  | 2,8      | 168,5    |                       |                      |       |       |          |          |                       |
| BASTIA                    | 0,3      | 168,8    | 10,7                  | 8,45                 | 17    | 05:00 | -        | -        |                       |
| confluenza Santerno       | 6,9      | 175,7    |                       |                      |       |       |          |          |                       |
| confluenza Senio          | 11,4     | 187,1    |                       |                      |       |       |          |          |                       |
| sbocco in mare            | 6,3      | 205,0    |                       |                      |       |       |          |          |                       |

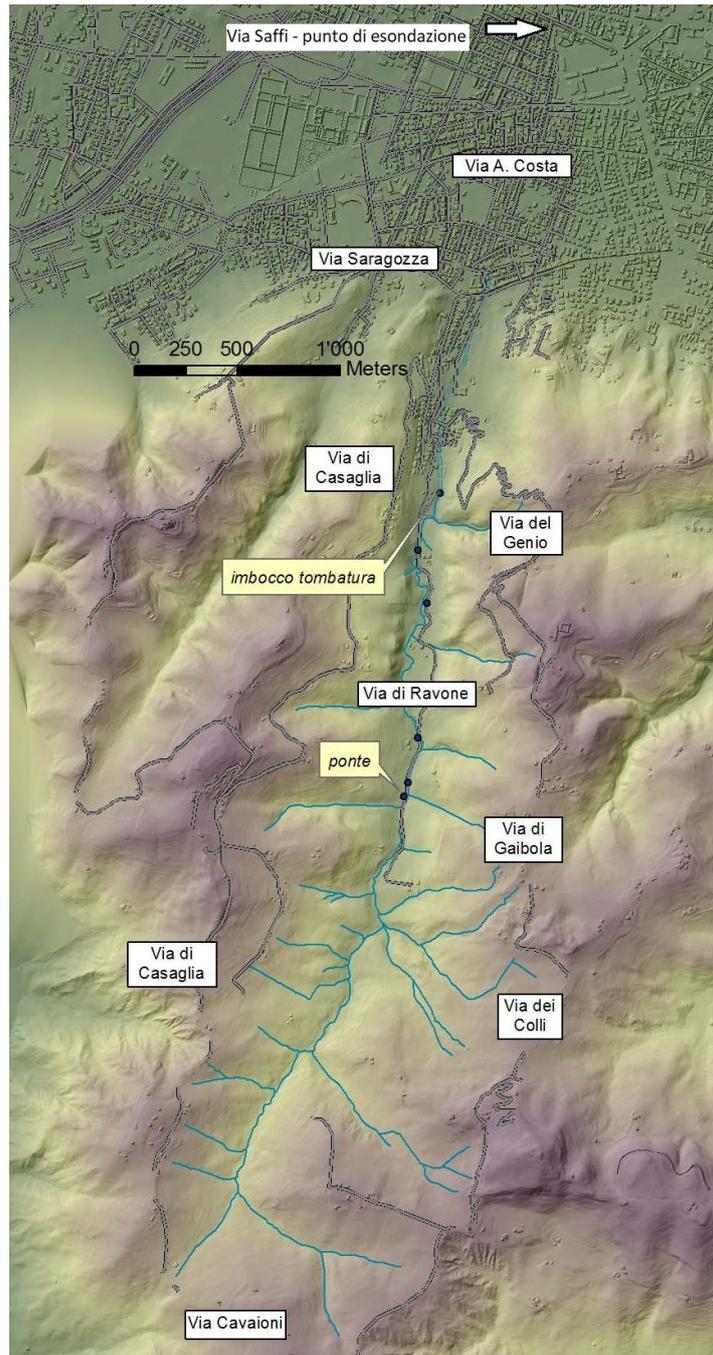
| Torrente SILLA            |          |          |                       |                      |       |       |          |          |      |
|---------------------------|----------|----------|-----------------------|----------------------|-------|-------|----------|----------|------|
| Denominazione del SENSORE | Distanze |          | Livelli rif. soglia 2 | Punta max registrata |       |       | Tempi    |          | Note |
|                           | parziali | progres. |                       | H idr.ca             | qior. | ora   | parziali | progres. |      |
| origine                   | 0,0      | 0,0      |                       |                      |       |       |          |          |      |
| SILLA                     | 17,0     | 17,0     | 1,40                  | 0,94                 | 16    | 16:00 | -        | -        |      |
| sbocco in Reno            | 0,9      | 17,9     |                       |                      |       |       |          |          |      |

| Torrente SETTA            |          |          |                       |                      |       |       |          |          |              |
|---------------------------|----------|----------|-----------------------|----------------------|-------|-------|----------|----------|--------------|
| Denominazione del SENSORE | Distanze |          | Livelli rif. soglia 2 | Punta max registrata |       |       | Tempi    |          | Note         |
|                           | parziali | progres. |                       | H idr.ca             | qior. | ora   | parziali | progres. |              |
| origine                   | 0,0      | 0,0      |                       |                      |       |       |          |          |              |
| PONTE LOCATELLO           | 22,7     | 22,7     | -                     | 1,37                 | 16    | 15:00 | -        | 00:00    | max=1^ punta |
| confluenza Sambro         | 3,8      | 26,5     |                       |                      |       |       |          |          |              |
| SASSO MARCONI             | 15,0     | 41,5     | 2,00                  | 1,92                 | 16    | 17:15 | 02:15    | 02:15    | max=1^ punta |
| sbocco in Reno            | 0,5      | 42,0     |                       |                      |       |       |          |          |              |

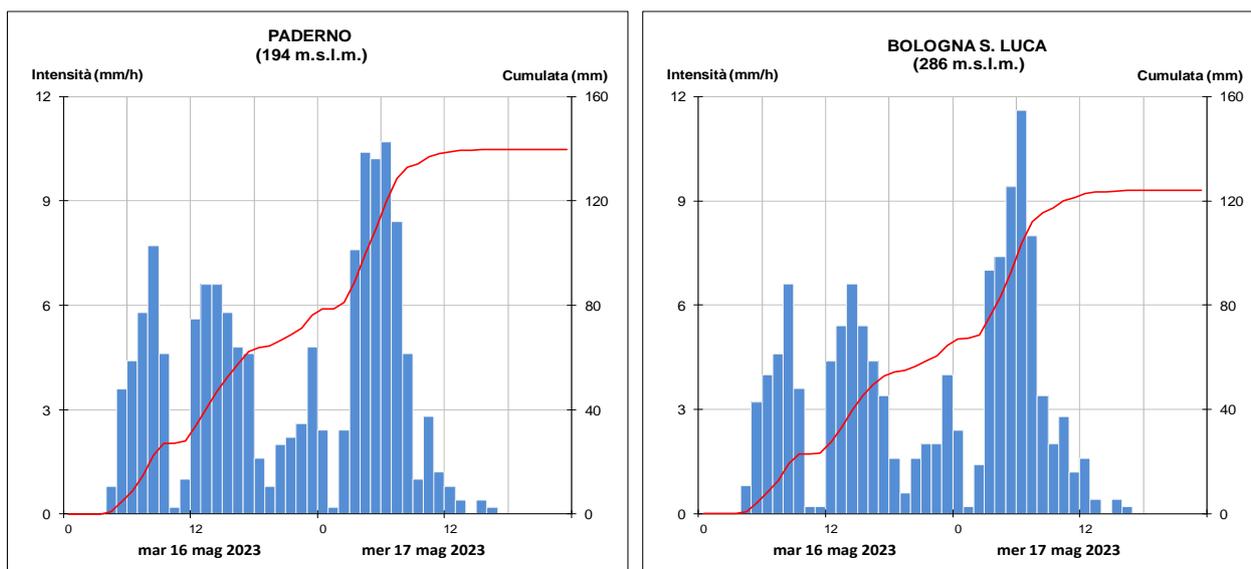
### 3.5. La piena del torrente Ravone a Bologna

Il torrente Ravone è un piccolo bacino che si estende per una lunghezza di 18 km, su un'area di circa 7 km<sup>2</sup> nella collina a sud-ovest del centro urbano di Bologna, caratterizzata da parchi pubblici ed aree agricole e boscate. Il Ravone scorre nella sua parte iniziale in alveo totalmente naturale, per poi intombarsi in cunicolo sotterraneo che attraversa il quartiere Saragozza, riemerge a valle di Via Sabotino scorrendo parallelo a Via Montenero, attraversa tombato Via Saffi, per poi riemergere in Via del Chiù e scorrere nuovamente a cielo aperto fin nel fiume Reno (vedi Figura 33).

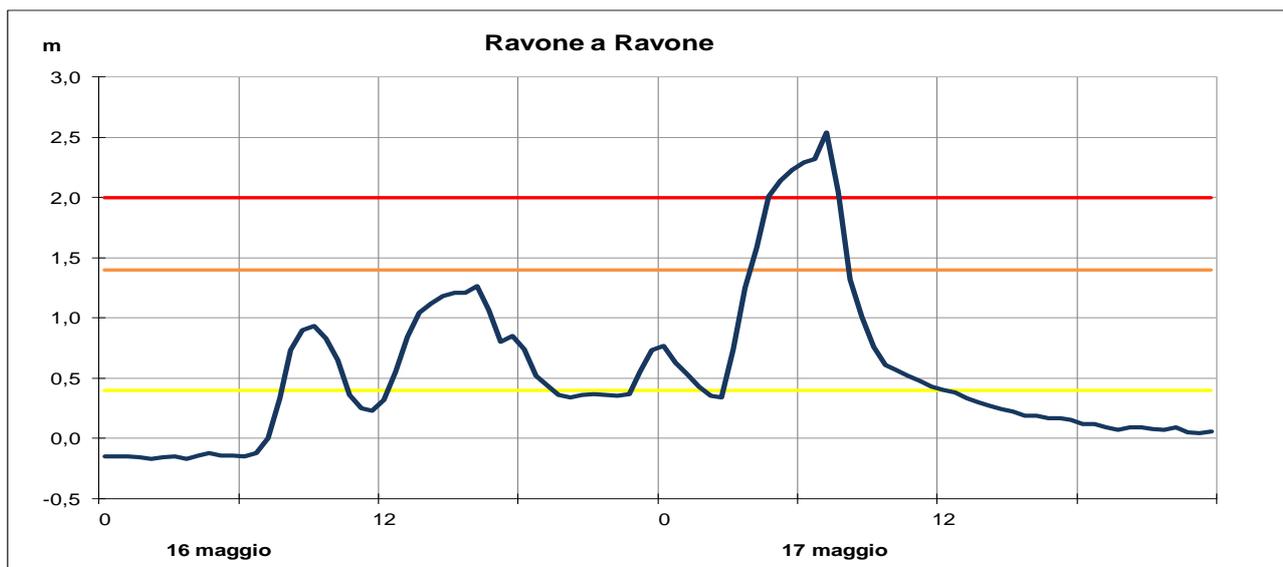


**Figura 33: Collocazione del torrente Ravone rispetto alla città di Bologna, con indicazione del tratto tombato e della viabilità principale.**

Dal 2014 il torrente è stato oggetto di monitoraggio e di studio da parte di ARPAE-SIMC Centro Funzionale, per le particolari problematiche di rischio idraulico connesso all'attraversamento della città di Bologna. In particolare lo studio ha previsto l'installazione di un pluviometro in testa al bacino montano (Paderno) e di due idrometri, uno nel tratto montano (Torretta) ed uno all'imbocco della tombatura (Ravone), nonché l'implementazione di una modellistica idraulica bidimensionale, che, a partire dalle precipitazioni osservate, fornisce una previsione del livello idrometrico all'imbocco della tombatura.



**Figura 34: Andamento delle precipitazioni orarie e cumulate registrate dai pluviometri più significativi nel bacino del Ravone (dati validati – ora solare).**



**Figura 35: Idrogramma di piena del torrente Ravone all'imbocco della tombatura (dati validati – ora solare).**

In occasione dell'evento del 2-3 maggio, una piena superiore alla soglia 2 nella sezione di Ravone, indice di condizioni di forte pressione nel canale tombato, aveva causato una localizzata rottura del solaio di copertura della tombatura stessa all'interno di un negozio, al n° 22 di Via Saffi, con conseguente allagamento della strada e degli edifici circostanti posti al piano terra. Il permanere della falla, nonostante i lavori di pulizia della tombatura effettuati subito dopo dal Comune, insieme all'elevato stato di saturazione dei suoli nel bacino montano, avevano prodotto nuovi allagamenti anche in corrispondenza del temporale occorso il 12 maggio, con una precipitazione registrata a Paderno di soli 19,3 mm/h.

In queste condizioni di elevata vulnerabilità locale, a partire dalla mattina del 16 maggio si sono registrati sulla collina bolognese precipitazioni con intensità sostenuta e più impulsi ravvicinati (vedi Figura 34), che hanno generato rapidi innalzamenti dei livelli idrometrici e più colmi di piena consecutivi, sempre più elevati, in corrispondenza di ciascuno scroscio di pioggia, come è evidente dal confronto tra l'andamento delle precipitazioni (Figura 34) e quello del livello idrometrico alla tombatura (Figura 35).

La mattina del 17 maggio, intorno alle ore 6:00, la tombatura è andata in pressione (superamento della soglia 3) rigurgitando la piena sul piazzale a monte della stessa. **Alle ore 7:00 del 17 maggio nella stazione di Ravone è stato registrato un colmo di piena di 2,54 m s.z.i, massimo valore dal 2014.**

Più a valle, a partire dalle ore 7:00 del 17 maggio, il torrente è esondato in più punti: in Via Montenero, a monte della tombatura di Via Saffi, in Via Saffi stessa attraverso la falla presente sul solaio del canale tombato, nonché nell'ultimo tratto a cielo aperto che costeggia Via del Chiù. Estesi allagamenti hanno interessato un ampio tratto di Via Saffi, da Porta S. Felice all'Ospedale Maggiore, e numerose strade adiacenti, causando disagi alla circolazione per tutta la giornata.

Da un'analisi delle precipitazioni storiche, l'evento in esame, pur essendo da caratterizzato da intensità non particolarmente rare per le durate da 1 a 48 ore consecutive, conferma l'eccezionalità rilevata su tutto il territorio regionale in termini di pioggia cumulata per un periodo di 17 giorni. Come è possibile osservare nella Tabella 16, **la pioggia in 17 giorni del periodo 1-17 maggio ha superato i massimi storici sia nella stazione di Paderno che in quella di Bologna S. Luca**, avente una serie storica di 110 anni.

**Tabella 16: Piogge intense e cumulate sul bacino del torrente Ravone nell'evento dal 16 al 17 maggio, a confronto con i massimi storici di 1, 2 e 17 gg consecutivi (in grassetto i valori che hanno superato i massimi, in corsivo i massimi registrati nell'evento del 1-3 maggio 2023)**

| STAZIONE        | QUOTA    | PIOGGE INTENSE |      |      |      |       | Tot. Evento<br>48h | Tot da 1/05/23<br>17 gg | max più giorni al 14/05/23 |       |       | Inizio serie<br>registrazioni |
|-----------------|----------|----------------|------|------|------|-------|--------------------|-------------------------|----------------------------|-------|-------|-------------------------------|
|                 |          | 1h             | 3h   | 6h   | 12h  | 24h   |                    |                         | 1 gg                       | 2 gg  | 17 gg |                               |
| <i>Ravone</i>   | m.s.l.m. |                |      |      |      |       |                    |                         |                            |       |       |                               |
| Paderno         | 194      | 12,7           | 33,9 | 53,3 | 67,1 | 116,0 | 139,8              | <b>392,8</b>            | 138,8                      | 190,5 | 213,9 | 2014                          |
| Bologna S. Luca | 286      | 11,6           | 31,8 | 47,4 | 60,2 | 101,2 | 124,0              | <b>378,8</b>            | 150,0                      | 185,0 | 272,4 | 1922                          |

### 3.6. La piena del torrente Idice e dei suoi affluenti Savena e Quaderna

Le precipitazioni sul bacino dell'Idice e dei suoi affluenti Savena e Quaderna sono iniziate nella mattina del 16 maggio: osservando l'andamento delle piogge orarie e cumulate in

Figura 36, è possibile distinguere 4 impulsi di precipitazione, che in particolare sul Quaderna hanno fatto registrare le intensità massime di 12, 8 mm/h a Prugnolo e 14,6 mm/h a Varignana nell'ultimo impulso, la mattina del 17 maggio.

Anche su Idice, Savena e Quaderna, sebbene l'intensità delle precipitazioni sia stata inferiore alle massime storiche registrate in 24 e 48 ore nell'evento dell'1-3 maggio, **le precipitazioni registrate nel periodo 1-17 maggio risultano le massime storiche in 17 giorni in tutte le stazioni pluviometriche**, anche quelle aventi più di 100 anni di dati (vedi Tabella 17).

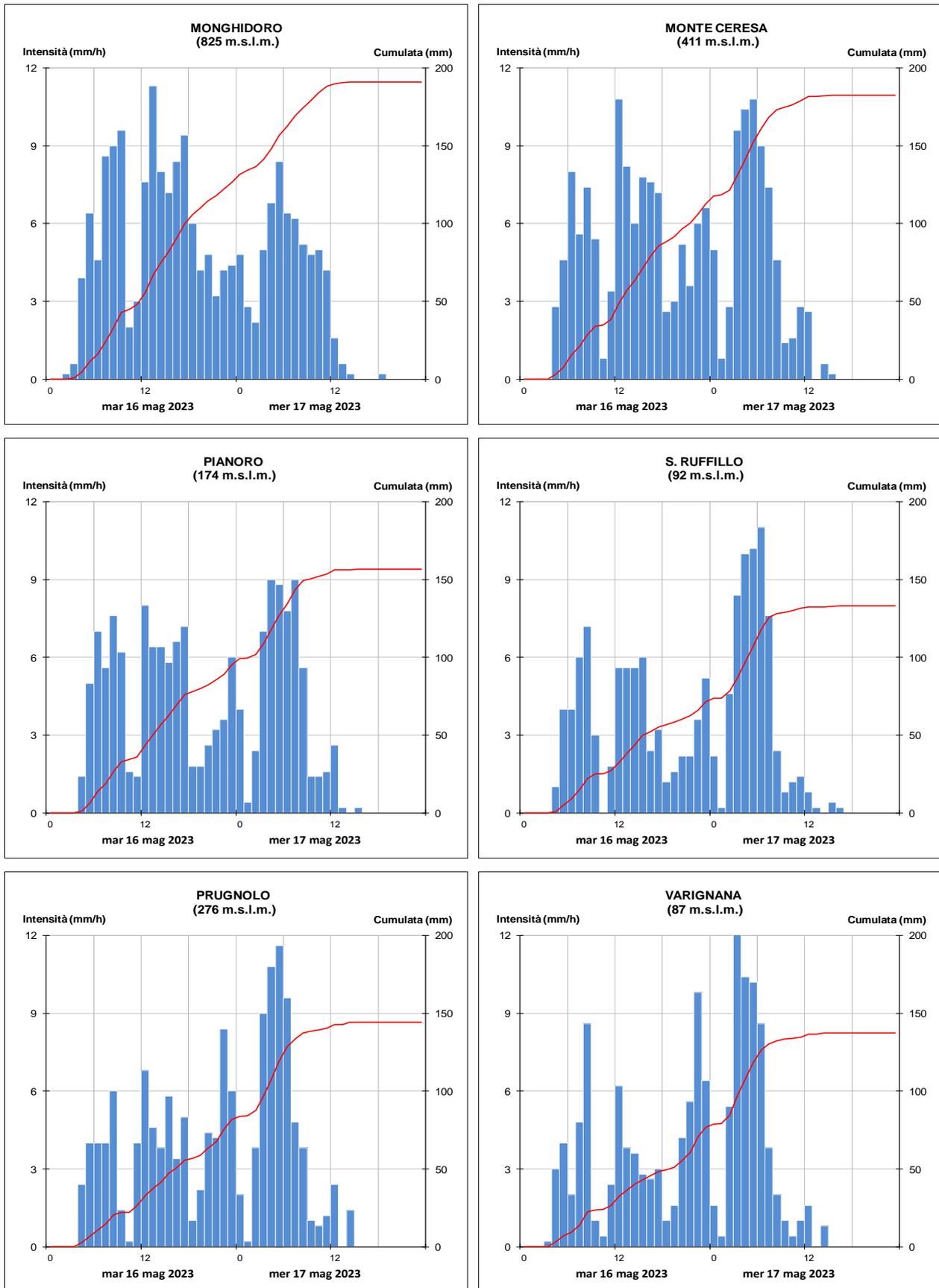
*Tabella 17: Piogge intense e cumulate sul bacino del torrente Idice, nell'evento dal 16 al 17 maggio, a confronto con i massimi storici di 1, 2 e 17 gg consecutivi (in grassetto i valori che hanno superato i massimi, in corsivo i massimi registrati nell'evento del 1-3 maggio 2023)*

| STAZIONE                 | QUOTA           | PIOGGE INTENSE |      |      |      |       | Tot. Evento | Tot da 1/05/23 | max più giorni al 14/05/23 |       |       | Inizio serie registrazioni |
|--------------------------|-----------------|----------------|------|------|------|-------|-------------|----------------|----------------------------|-------|-------|----------------------------|
|                          |                 | 1h             | 3h   | 6h   | 12h  | 24h   |             |                | 1 gg                       | 2 gg  | 17 gg |                            |
| <b>Idice-Savena vivo</b> | <b>m.s.l.m.</b> |                |      |      |      |       | <b>48h</b>  | <b>17 gg</b>   |                            |       |       |                            |
| Monghidoro               | 825             | 11,7           | 27,2 | 51,9 | 90,1 | 148,3 | 191,0       | <b>419,7</b>   | 173,2                      | 245,4 | 376,4 | 1920                       |
| Loiano                   | 675             | 8,4            | 22,0 | 40,6 | 56,0 | 96,0  | 119,2       | <b>369,4</b>   | 176,5                      | 176,5 | 334,3 | 1919                       |
| Monte Ceresa             | 411             | 11,4           | 31,4 | 53,2 | 78,2 | 147,8 | 182,2       | <b>431,4</b>   | 290,0                      | 290,0 | 331,0 | 2001                       |
| Pianoro                  | 174             | 9,8            | 27,8 | 48,6 | 69,8 | 125,4 | 156,6       | <b>407,8</b>   | 131,4                      | 188,4 | 289,0 | 1919                       |
| S. Ruffillo              | 92              | 11,4           | 32,2 | 52,8 | 68,0 | 112,2 | 133,0       | <b>373,8</b>   | 129,0                      | 174,6 | 205,4 | 2003                       |
| <b>Medie sul bacino</b>  |                 | 10,5           | 28,1 | 49,4 | 72,4 | 125,9 | 167,8       |                |                            |       |       |                            |
| <b>Quaderna</b>          | <b>m.s.l.m.</b> |                |      |      |      |       | <b>48h</b>  | <b>17 gg</b>   |                            |       |       | <b>registrazioni</b>       |
| Prugnolo                 | 276             | 12,8           | 33,6 | 52,4 | 76,4 | 120,6 | 144,0       | <b>429,2</b>   | 160,2                      | 220,4 | 269,4 | 1966                       |
| Varignana                | 87              | 14,6           | 34,4 | 52,0 | 79,8 | 117,4 | 137,2       | <b>361,2</b>   | 125,2                      | 171,2 | 225,4 | 2001                       |
| <b>Medie sul bacino</b>  |                 | 13,7           | 34,0 | 52,2 | 78,1 | 119,0 | 140,6       |                |                            |       |       |                            |

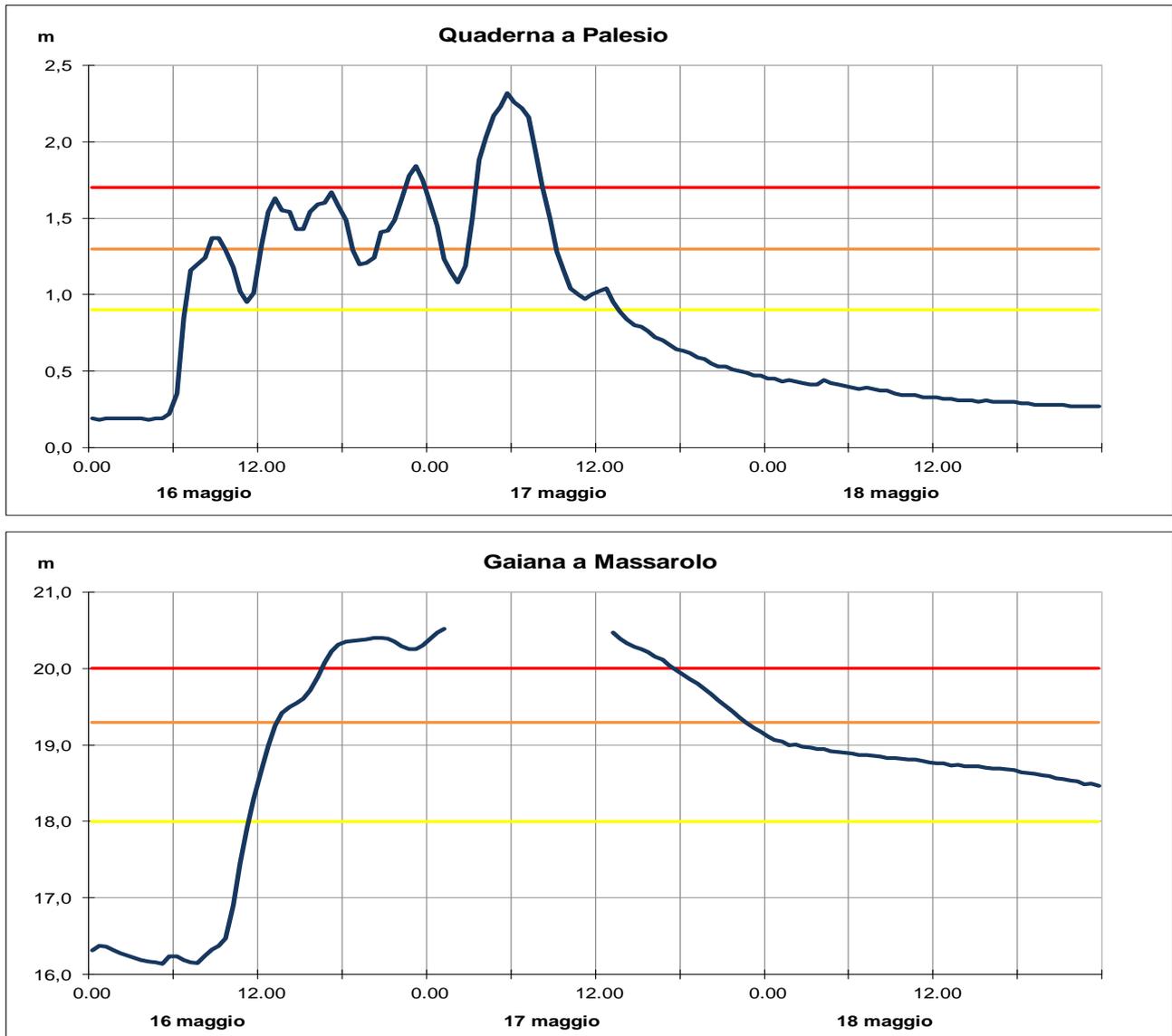
Le condizioni iniziali di elevata saturazione dei suoli hanno generato rapidi innalzamenti dei livelli idrometrici a partire dalle sezioni montane, già nella mattina del 16 maggio, con più colmi ravvicinati e progressivamente crescenti in corrispondenza di ciascun impulso di pioggia nelle sezioni di monte, che si sono via via saldati nella propagazione verso valle.

Nell'idrogramma del Quaderna a Palesio è possibile osservare 4 colmi consecutivi e sul Gaiana a Massarolo almeno 2 (Figura 37), sebbene sia stato superato il massimo livello misurabile dallo strumento. In entrambe le sezioni **sono stati superati i massimi livelli storici registrati nella recente piena di inizio maggio. In particolare a Palesio la piena ha raggiunto un colmo di piena di 2,32 m s.z.i alle 5:30 del 17 maggio.**

Il Quaderna è nuovamente esondato ad Ozzano, a monte della Via Emilia, il Gaiana ha rotto in sinistra, poco prima della confluenza in Quaderna, mentre nel tratto arginato di Quaderna, a valle della confluenza, si sono aggravate le due rotte dell'evento di inizio maggio non ancora completamente ripristinate, con ulteriori allagamenti in sinistra, in località Selva Malvezzi di Molinella, ed in destra, in località S. Antonio di Medicina.



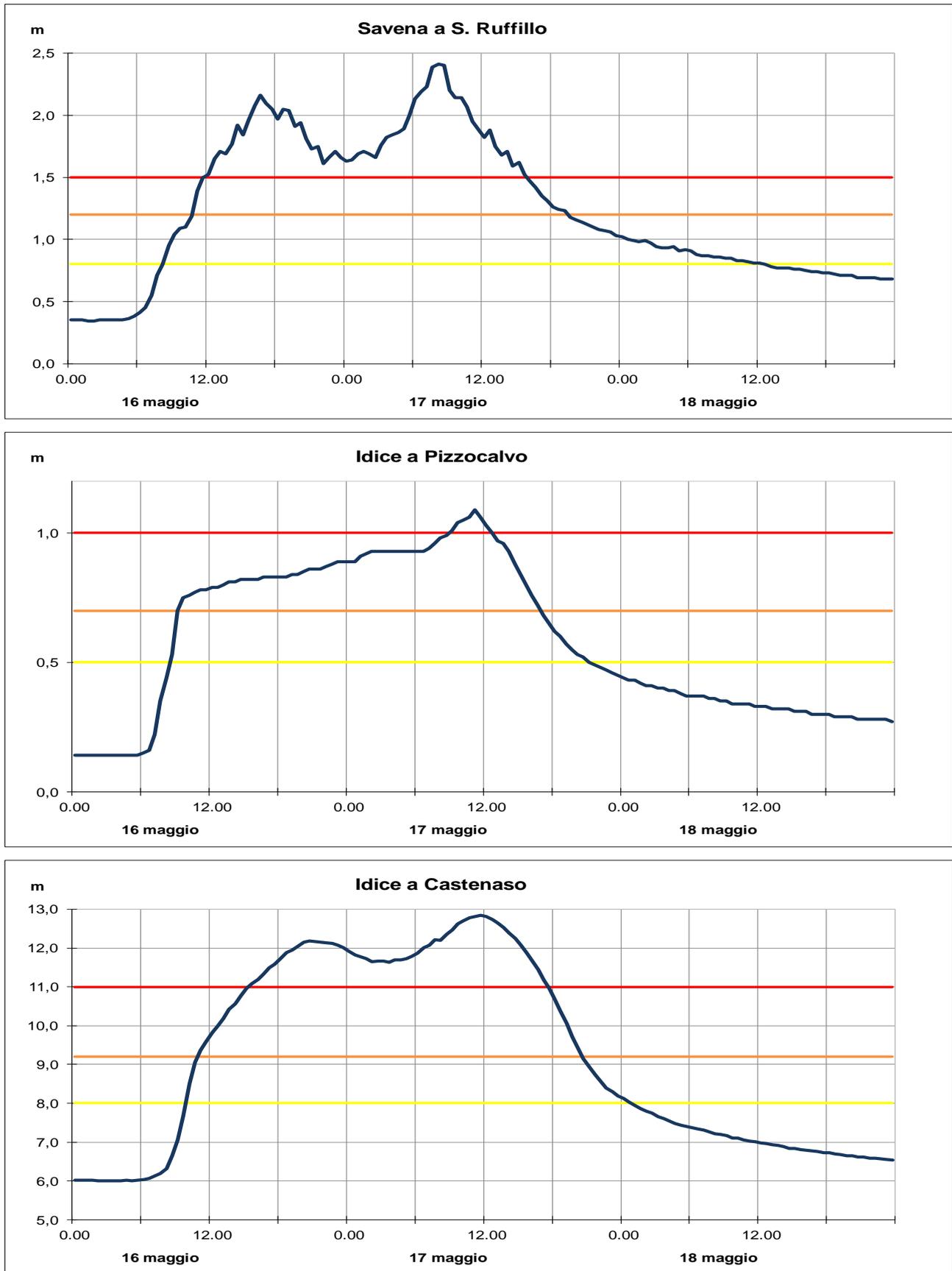
**Figura 36: Andamento delle precipitazioni orarie e cumulate registrate dai pluviometri più significativi nel bacino dell'Idice e dei suoi affluenti Savena e Quaderna (dati validati – ora solare).**



**Figura 37: Idrogrammi di piena nelle sezioni idrometriche più significative del torrente Quaderna e del suo affluente Gaiana (dati validati – ora solare).**

Sull’Idice a Pizzocalvo e sul Savena a S. Ruffillo colmi di piena progressivamente crescenti hanno fatto registrare i massimi livelli la mattina del 17 aprile, entrambi superiori ai massimi storici, con due onde di piena in fase che si sono sommate **a Castenaso, raggiungendo un colmo di 12,84 m s.z.i alle ore 11:30 del 17 maggio, massimo della serie storica.** Come è possibile osservare nella Figura 38, l’elevato volume della piena ha mantenuto i livelli al di sopra della soglia 3 per oltre 24 ore sia a S. Ruffillo che a Castenaso.

Nel tratto arginato a valle **la piena ha superato i massimi storici nelle sezioni di S. Martino e S. Antonio**, sebbene non sia stato possibile registrare i livelli al colmo perché superiori alla finestra di misura di entrambi gli strumenti teleidrometrici. In particolare il 17 maggio l’idrometro di S. Martino è stato travolto dalla piena insieme al ponte della Motta sul quale era installato, mentre si apriva una rotta in destra, circa 100 m a valle del ponte, causando vasti allagamenti nel comune di Budrio (vedi foto in copertina).



**Figura 38: Idrogrammi di piena nelle sezioni idrometriche più significative del torrente Idice (dati validati – ora solare).**

Nel tratto non arginato a monte della Via Emilia si sono verificate localizzate esondazioni del Savena a S. Lazzaro, dove sono state evacuate diverse abitazioni in Via del Paleotto, ed esondazioni del torrente Zena in località Farneto.

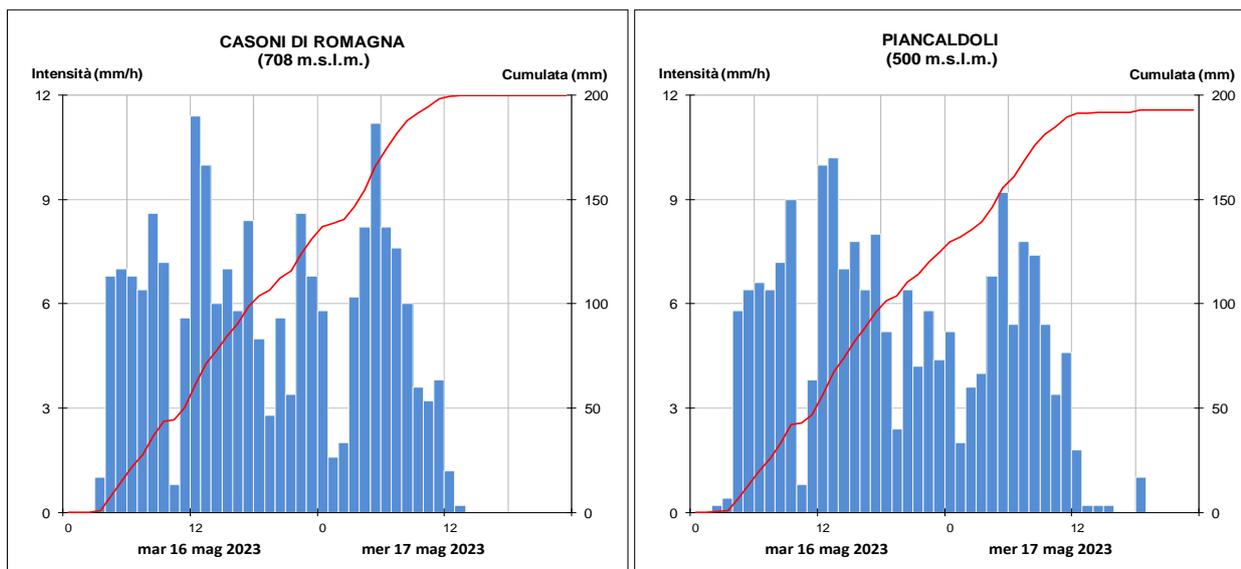
Nella Tabella 18 sono riportate le massime altezze registrate nelle stazioni teleidrometriche dell'Idice e dei suoi affluenti Savena, Quaderna e Gaiana, durante la piena del 16-18 maggio, con l'indicazione dei tempi di propagazione dei colmi e dei massimi delle serie storiche superati.

**Tabella 18: Punte massime registrate nella piena di Idice e dei suoi affluenti Savena, Quaderna e Gaiana il 16-17 maggio, con i tempi di propagazione dei colmi di piena (dati validati – ora solare).**

| Torrente SAVENA vivo   |          |          |                       |                      |       |       |          |          |   |
|--|----------|----------|-----------------------|----------------------|-------|-------|----------|----------|---|
| Denominazione del SENSORE  | Distanze |          | Livelli rif. soqlia 2 | Punta max registrata |       |       | Tempi    |          | Note  |
|  | parziali | progres. |                       | H idr.ca             | qior. | ora   | parziali | progres. |   |
| origine  | 0,0      | 0,0      |                       |                      |       |       |          |          |   |
| LOIANO   | 15,0     | 15,0     | 1,50                  | 1,95                 | 16    | 14:00 |          |          | max=1^ punta                                  |
| PIANORO  | 15,0     | 30,0     | 1,00                  | 1,47                 | 17    | 07:45 | -        | 00:00    | max=2^ punta                                  |
| S. RUFFILLO  | 9,9      | 39,9     | 1,20                  | 2,41                 | 17    | 08:00 | 00:15    | 00:15    | max=2^ punta/ max dal 2008                    |
| sbocco in Idice  | 7,8      | 47,7     |                       |                      |       |       |          |          |   |
| Torrente QUADERNA  |          |          |                       |                      |       |       |          |          |   |
| Denominazione del SENSORE  | Distanze |          | Livelli rif. soqlia 2 | Punta max registrata |       |       | Tempi    |          | Note  |
|  | parziali | progres. |                       | H idr.ca             | qior. | ora   | parziali | progres. |   |
| origine  | 0,0      | 0,0      |                       |                      |       |       |          |          |   |
| PALESIO  | 7,7      | 7,7      | 1,30                  | 2,32                 | 17    | 05:30 |          |          | max=5^ punta/ max dal 2007                    |
| 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 |          | Livelli rif. soqlia 2 | Punta max registrata |       |       | Tempi    |          | Note  |
|  | parziali | progres. |                       | H idr.ca             | qior. | ora   | parziali | progres. |   |
| origine  | 0,0      | 0,0      |                       |                      |       |       |          |          |   |
| MASSAROLO  | 20,9     | 20,9     | 19,30                 | >20,52               |       |       |          |          | strumento in finestra di misura               |
| sbocco in Quaderna   | 0,1      | 21,0     |                       |                      |       |       |          |          |   |
| Torrente IDICE   |          |          |                       |                      |       |       |          |          |   |
| Denominazione del SENSORE  | Distanze |          | Livelli rif. soqlia 2 | Punta max registrata |       |       | Tempi    |          | Note  |
|  | parziali | progres. |                       | H idr.ca             | qior. | ora   | parziali | progres. |   |
| origine  | 0,0      | 0,0      |                       |                      |       |       |          |          |   |
| PIZZOCALVO   | 34,0     | 34,0     | 0,70                  | 1,09                 | 17    | 11:00 | -        | 00:00    | max dal 1986                                  |
| confluenza Savena  | 4,6      | 38,6     |                       |                      |       |       |          |          |   |
| CASTENASO  | 3,6      | 42,2     | 9,20                  | 12,84                | 17    | 11:30 | 00:30    | 00:30    | max=2^ punta/max dal 1986                     |
| S. MARTINO   | 14,5     | 56,7     | 11,00                 | >14,36               |       |       | -        | -        | strumento travolto dalla piena/max dal 1986   |
| confluenza Quaderna  | 8,3      | 65,0     |                       |                      |       |       |          |          |   |
| S. ANTONIO   | 0,6      | 65,6     | 12,20                 | >14,38               |       |       | -        | -        | rotta a monte/strumento in finestra di misura |
| sbocco in Reno   | 0,8      | 78,9     |                       |                      |       |       |          |          |   |
| Note:  |          |          |                       |                      |       |       |          |          |   |
| Intorno alle ore 16:00 l'idrometro di S. Martino in Argine è entrato in finestra di misura per poi essere travolto dal crollo del ponte sul quale era installato |          |          |                       |                      |       |       |          |          |   |
| Intorno alle ore 18:30 del 16 maggio è stato aperto lo scarico di Idice in cassa Accursi   |          |          |                       |                      |       |       |          |          |   |

### 3.7. La piena del torrente Sillaro

Anche sul bacino del Sillaro le precipitazioni dell'evento, prossime ai 200 mm/48 ore, sono state persistenti e con più impulsi consecutivi (vedi Figura 39), con intensità orarie massime di 11,4 mm/h **nella stazione di Casoni di Romagna, dove la cumulata di 156,4 mm/24 ore è stata la massima registrata dal 1933, superiore alla massima precedentemente registrata nell'evento di inizio maggio.**



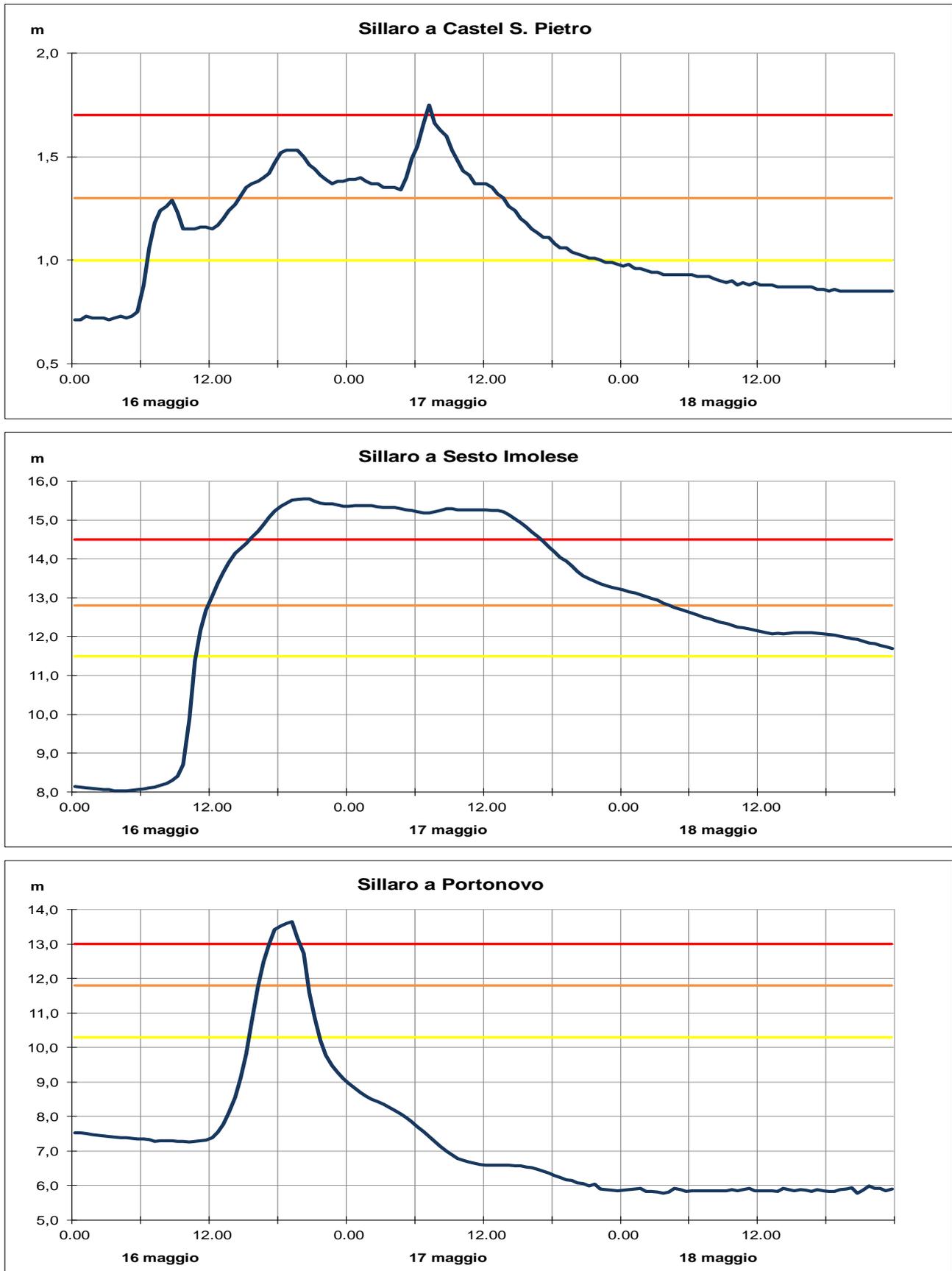
**Figura 39: Andamento delle precipitazioni orarie e cumulate registrate dai pluviometri più significativi nel bacino del Sillaro (dati validati – ora solare).**

Come è possibile osservare dai dati riportati nella Tabella 19, in tutte le stazioni pluviometriche i **valori di pioggia cumulata in 48 ore sono risultati il secondo caso critico dopo l'evento di inizio maggio, mentre le precipitazioni registrate nel periodo 1-17 maggio risultano le massime storiche in 17 giorni in tutte le stazioni del Sillaro, il che conferma l'eccezionalità sia dell'evento pluviometrico in esame che di quello complessivo da inizio maggio.**

**Tabella 19: Piogge intense e cumulate sul bacino del torrente Idice, nell'evento dal 16 al 17 maggio, a confronto con i massimi storici di 1, 2 e 17 gg consecutivi (in grassetto i valori che hanno superato i massimi, in corsivo i massimi registrati nell'evento del 1-3 maggio 2023)**

| STAZIONE                | QUOTA<br>m.s.l.m. | PIOGGE INTENSE |      |      |      |              | Tot. Evento<br>48h | Tot da 1/05/23<br>17 gg | max più giorni al 14/05/23 |       |       | Inizio serie<br>registrazioni |
|-------------------------|-------------------|----------------|------|------|------|--------------|--------------------|-------------------------|----------------------------|-------|-------|-------------------------------|
|                         |                   | 1h             | 3h   | 6h   | 12h  | 24h          |                    |                         | 1 gg                       | 2 gg  | 17 gg |                               |
| Casoni di Romagna       | 708               | 11,4           | 29   | 49,6 | 85   | <b>154,6</b> | 199,8              | <b>460,4</b>            | 152,8                      | 211,4 | 262,0 | 1933                          |
| Piancaldoli             | 500               | 10,8           | 28   | 49,4 | 84   | 143,6        | 192,6              | <b>443,8</b>            | 167,0                      | 201,2 | 320,4 | 1921                          |
| S. Clemente             | 166               | 11,2           | 27,6 | 45,6 | 71,6 | 128,8        | 155,2              | <b>404,6</b>            | 145,4                      | 199,6 | 294,8 | 1962                          |
| <b>Medie sul bacino</b> |                   | 11,1           | 28,2 | 48,2 | 80,2 | 142,3        | 182,5              |                         |                            |       |       |                               |

Le condizioni iniziali di elevata saturazione dei suoli, nonché di esaurimento delle piene precedenti nei corsi d'acqua, hanno generato rapidi innalzamenti dei livelli idrometrici in tutte le sezioni, con colmi successivi in corrispondenza dei diversi impulsi di precipitazione nel tratto montano, che si sono saldati nel tratto vallivo in un'unica onda di piena di notevole volume, con livelli idrometrici che si sono mantenuti al di sopra della soglia 3 a Sesto Imolese per circa 24 ore (Figura 40).



**Figura 40: Idrogrammi di piena nelle sezioni idrometriche più significative del fiume Sillaro (dati validati – ora solare).**

A Sesto Imolese è stato registrato un livello massimo di 15,54 m s.z.i alle ore 20:30 del 16 maggio, superiore al massimo storico appena registrato all'inizio di maggio, comunque sottostimato per la perdita di volume generata dalle localizzate esondazioni a monte e a valle, ben visibili nell'idrogramma di piena in Figura 40.

I danni subiti il 2-3 maggio dall'impianto di sollevamento Correcchio della Bonifica Renana, che sversa le acque in destra poco a monte di Sesto Imolese, hanno causato ulteriori allagamenti nella zona di Sasso Morelli

Nel tratto arginato nuove fuoriuscite di acqua si sono registrate dalla rotta in destra idraulica occorsa durante la piena del 2 maggio, circa 2 km a monte della sezione di Portonovo, come dimostra la rapida decrescita del relativo idrogramma di piena (Figura 40), dove comunque è stato raggiunto il medesimo livello massimo registrato nella piena di inizio maggio.

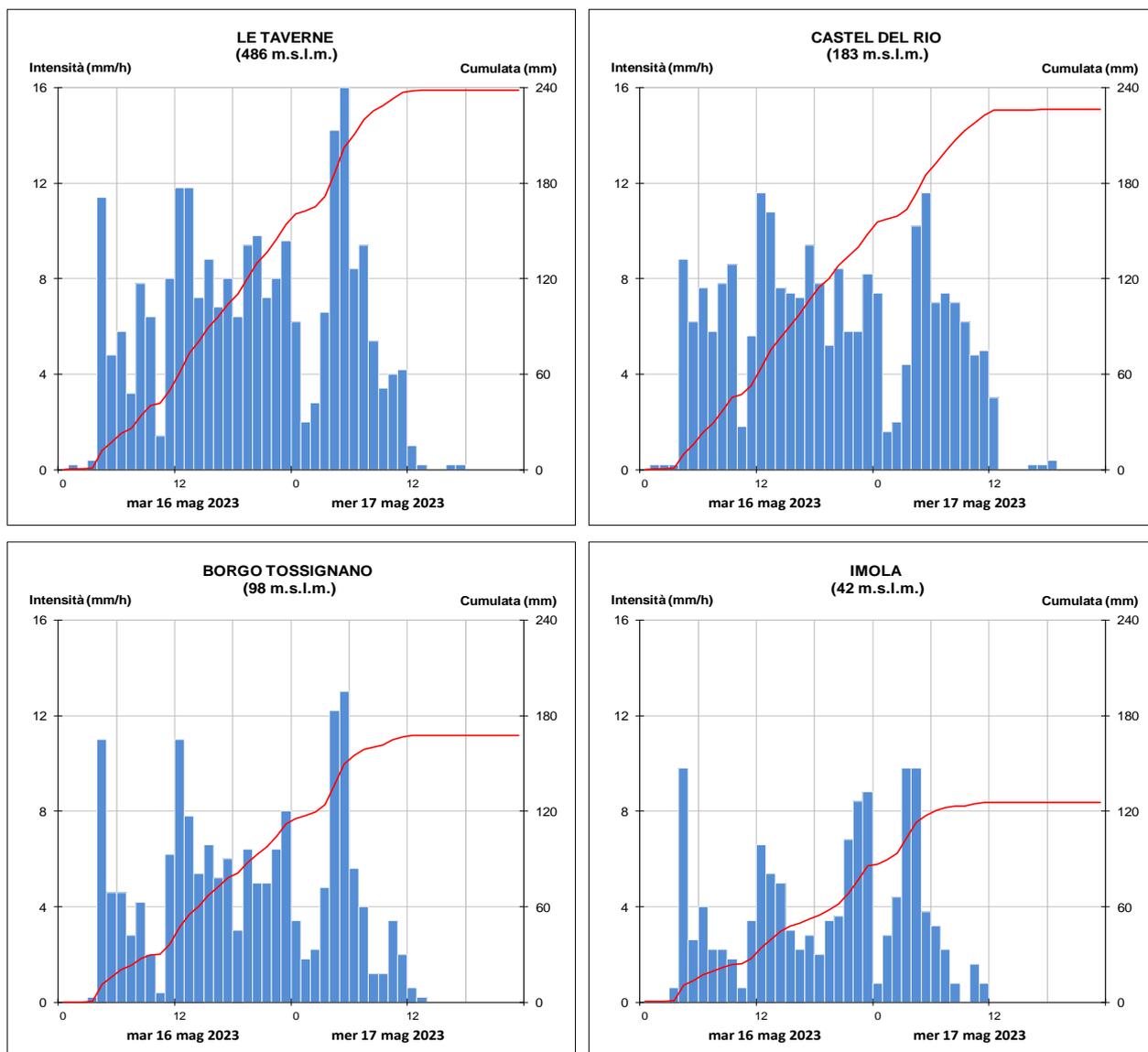
Nella Tabella 20 sono riportate le massime altezze registrate nelle stazioni teleidrometriche del Sillaro durante la piena del 16-18 maggio, con l'indicazione dei tempi di propagazione dei colmi e dei massimi delle serie storiche superati.

**Tabella 20: Punte massime registrate nella piena di Sillaro il 16-17 maggio, con i tempi di propagazione dei colmi di piena (dati validati – ora solare).**

| Torrente SILLARO          |          |          |                       |                      |       |       |          |          |                                   |
|---------------------------|----------|----------|-----------------------|----------------------|-------|-------|----------|----------|-----------------------------------|
| Denominazione del SENSORE | Distanze |          | Livelli rif. soqlia 2 | Punta max registrata |       |       | Tempi    |          | Note                              |
|                           | parziali | progres. |                       | H idr.ca             | qior. | ora   | parziali | progres. |                                   |
| origine                   | 0,0      | 0,0      |                       |                      |       |       |          |          |                                   |
| <b>CASTEL S. PIETRO</b>   | 31,7     | 31,7     | 1,30                  | <b>1,75</b>          | 17    | 07:00 | -        | -        | max=3^ punta                      |
| CORRECCHIO Sillaro        | 15,7     | 47,4     | 21,00                 | <b>23,72</b>         | 16    | 20:00 | -        | 00:00    | esondazioni a monte/ max dal 1990 |
| SESTO IMOLESE             | 1,1      | 48,5     | 12,80                 | <b>15,54</b>         | 16    | 20:30 | 00:30    | 00:30    | esondazioni a monte/ max dal 1986 |
| <b>PORTONOVO</b>          | 9,2      | 57,7     | 11,80                 | <b>13,65</b>         | 16    | 19:00 | -        | -        | rotta a monte/ max dal 1986       |
| sbocco in Reno            | 0,8      | 69,3     |                       |                      |       |       |          |          |                                   |

### 3.8. La piena del torrente Santerno

Il 16 e 17 maggio precipitazioni tra le più intense e persistenti dell'evento hanno interessato il bacino del Santerno, soprattutto nel settore pedecollinare, con più impulsi consecutivi (vedi Figura 41) ed **intensità massime di 19 mm/h a Le Taverne, e 15,6 mm/h a Borgo Tossignano.**



*Figura 41: Andamento delle precipitazioni orarie e cumulate registrate dai pluviometri più significativi nel bacino del Santerno (dati validati – ora solare).*

Le cumulate di precipitazione dell'evento sono state prossime o superiori ai 150 mm/48 ore sulla maggior parte delle stazioni pluviometriche, con **valori massimi di 238,4 mm/48 ore a Le Taverne, e 226,4 mm/48 ore a Castel del Rio, dove la pioggia in 24 e 48 ore ha superato i massimi storici appena registrati all'inizio di maggio.** Se si considera invece l'evento nel suo complesso, dall'1 al 17 maggio, **la precipitazione cumulata in 17 giorni risulta la massima registrata per 3 stazioni su 6, anche a Castel del Rio, avente una serie storica con più di 100 anni di dati, dal 1920 (vedi Errore. L'autoriferimento non è valido per un segnalibro).**

**Tabella 21: Piogge intense e cumulate sul bacino del torrente Santerno, nell'evento dal 16 al 17 maggio, a confronto con i massimi storici di 1, 2 e 17 gg consecutivi (in grassetto i valori che hanno superato i massimi, in corsivo i massimi registrati nell'evento del 1-3 maggio 2023).**

| STAZIONE                | QUOTA<br>m.s.l.m. | PIOGGE INTENSE |      |      |       |              | Tot. Evento<br>48h | Tot da 1/05/23<br>17 gg | max più giorni al 14/05/23 |       |       | Inizio serie<br>registrazioni |
|-------------------------|-------------------|----------------|------|------|-------|--------------|--------------------|-------------------------|----------------------------|-------|-------|-------------------------------|
|                         |                   | 1h             | 3h   | 6h   | 12h   | 24h          |                    |                         | 1 gg                       | 2 gg  | 17 gg |                               |
| Barco                   | 720               | 10,4           | 27,4 | 41,8 | 69,6  | 90,4         | 118,6              | 249,4                   | 212,0                      | 245,6 | 480,7 | 1924                          |
| Firenzuola              | 476               | 8,4            | 23,6 | 37,2 | 67,6  | 96,2         | 124,0              | 234,4                   | 166,6                      | 189,5 | 380,6 | 1920                          |
| Le Taverne              | 486               | 19,0           | 38,6 | 60,6 | 105,8 | 194,8        | 238,4              | <b>563,4</b>            | 209,4                      | 274,4 | 216,4 | 2002                          |
| Castel del Rio          | 183               | 12,0           | 31,4 | 54,6 | 96,2  | <b>172,6</b> | <b>226,4</b>       | <b>479,6</b>            | 157,4                      | 210,8 | 359,9 | 1920                          |
| Borgo Tossignano        | 98                | 15,6           | 30,8 | 43,4 | 76,0  | 135,6        | 167,4              | <b>439,2</b>            | 160,6                      | 230,2 | 293,8 | 1992                          |
| Imola                   | 42                | 11,2           | 25,0 | 36,4 | 66,4  | 103,6        | 125,2              | 326,8                   | 192,0                      | 219,3 | 354,5 | 1919                          |
| <b>Medie sul bacino</b> |                   | 12,8           | 29,5 | 45,7 | 80,3  | 132,2        | 166,7              |                         |                            |       |       |                               |

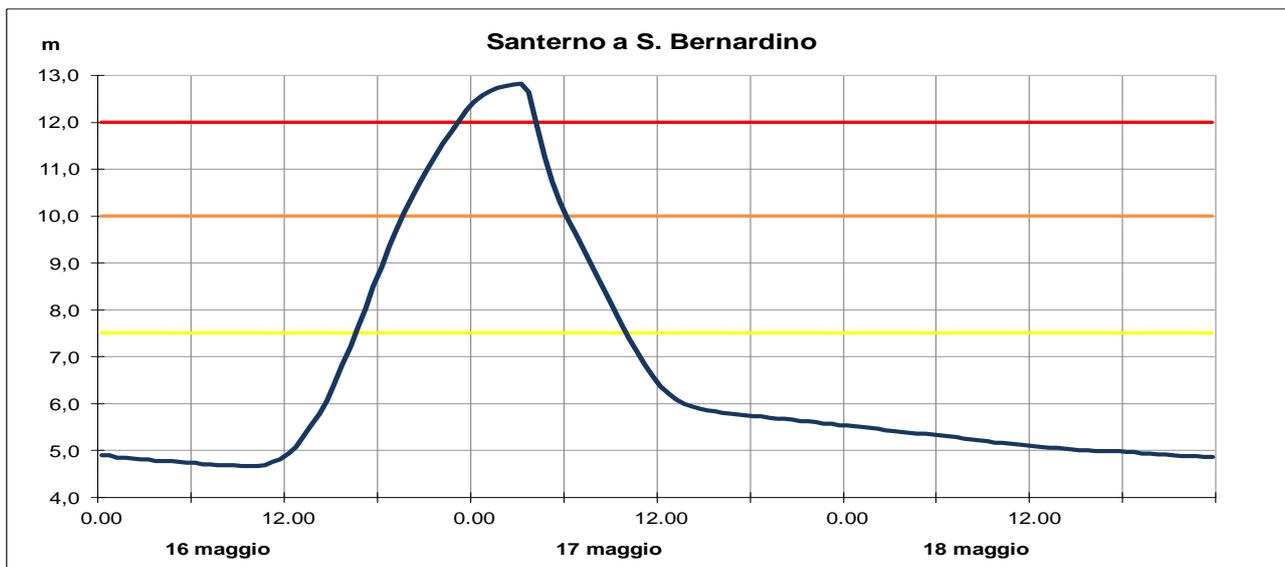
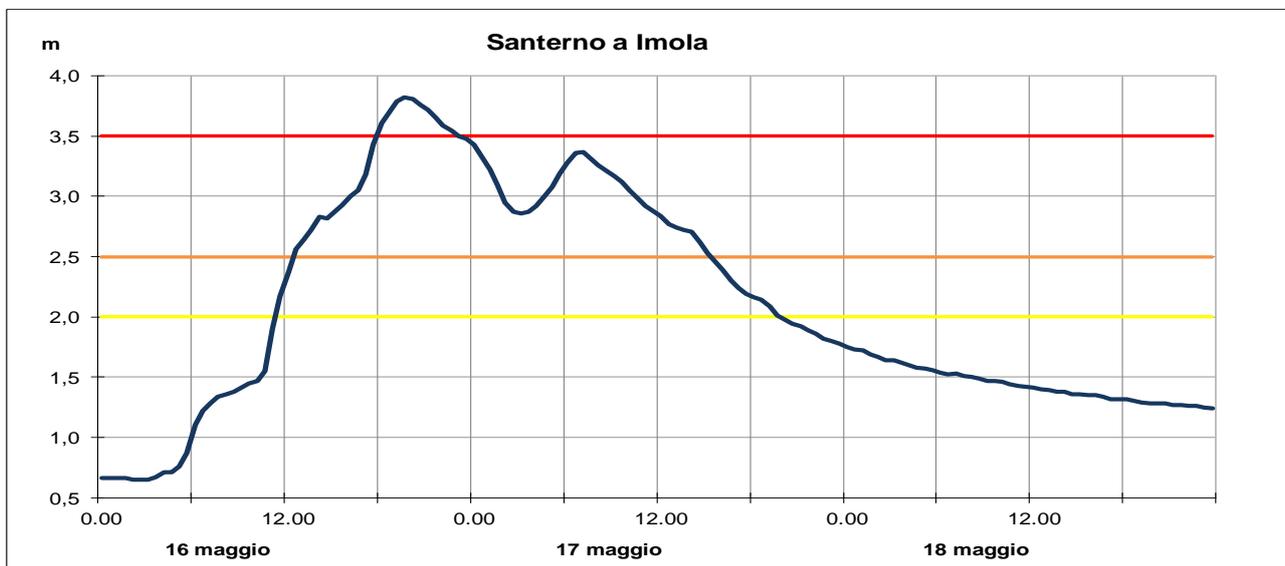
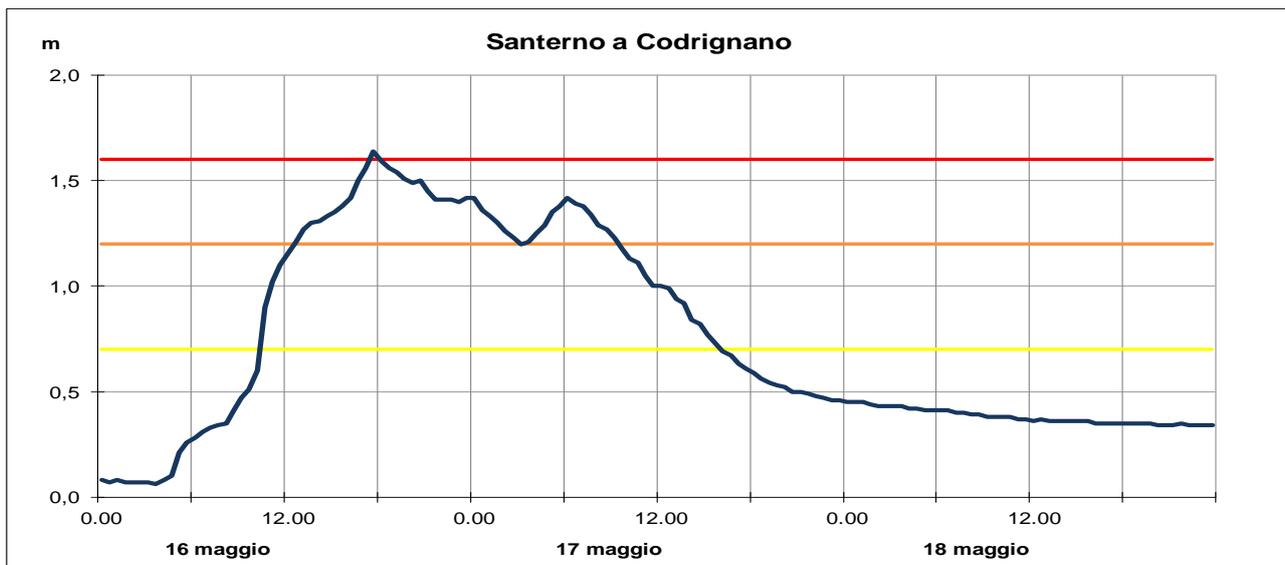
Le condizioni iniziali di elevata saturazione dei suoli hanno reso subito efficaci le intense precipitazioni dell'evento, generato rapidi innalzamenti dei livelli idrometrici a partire dalle sezioni montane, con due colmi di piena successivi: nella sezione di Imola il primo colmo ha raggiunto 3,82 m s.z.i. alle ore 19;15 del 16 maggio, seguito da un secondo colmo poco più basso nella mattina del 17 maggio (vedi Figura 42). **I due colmi provenienti da monte si sono sommati nel tratto arginato di valle, dove a Mordano e S. Agata hanno raggiunto livelli superiori ai massimi storici**, sebbene sottostimati perché superiori alla finestra di lettura degli strumenti teleidrometrici.

Localizzate esondazioni si sono verificate nel tratto montano ed anche nel centro abitato di Imola, mentre numerose rotte e tracimazioni hanno interessato il tratto arginato di valle, le più importanti a S. Agata sul Santerno e Ca' di Lugo, con conseguenti vasti allagamenti nei territori circostanti. La perdita di volume dell'onda per le acque fuoriuscite dalle rotte è ben visibile nell'idrogramma di piena nella sezione di S. Bernardino, illustrato in Figura 42: alle ore 3:00 del 17 maggio, al con un livello massimo di 12,82 m s.z.i. (2° caso della serie storica dopo dicembre 2009), prima del raggiungimento del colmo di piena, i livelli decrescono rapidamente di quasi 7 m in meno di 12 ore.

Nella Tabella 22 sono riportate le massime altezze registrate nelle stazioni teleidrometriche del Santerno durante la piena del 16-18 maggio, con l'indicazione dei tempi di propagazione dei colmi e dei massimi delle serie storiche superati.

**Tabella 22: Punte massime registrate nella piena di Santerno il 16-17 maggio, con i tempi di propagazione dei colmi di piena (dati validati – ora solare).**

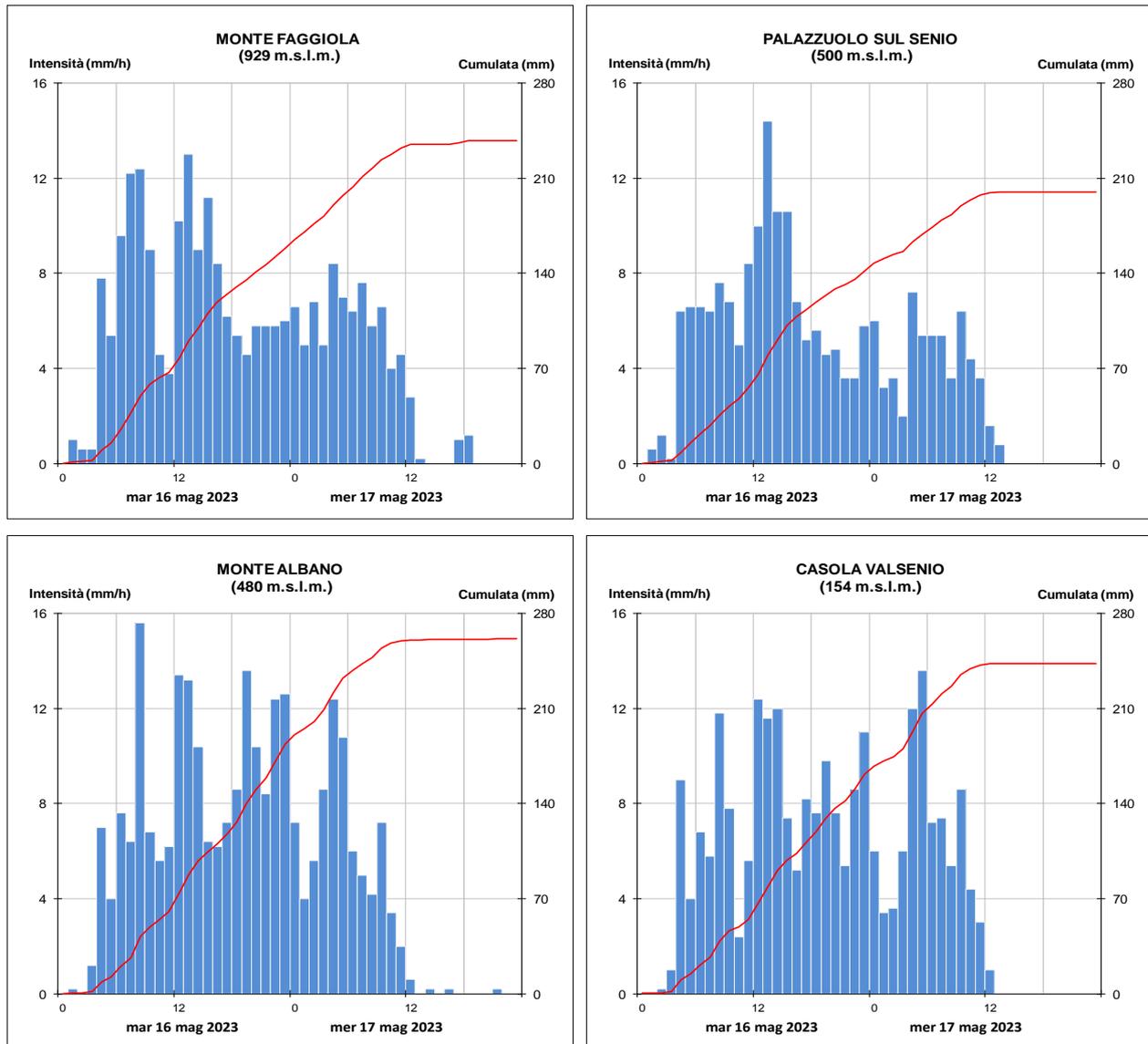
| Torrente SANTERNO            |          |          |                          |                      |       |       |          |          |  |
|------------------------------|----------|----------|--------------------------|----------------------|-------|-------|----------|----------|--|
| Denominazione<br>del SENSORE | Distanze |          | Livelli rif.<br>soqlia 2 | Punta max registrata |       |       | Tempi    |          | Note   |
|                              | parziali | progres. |                          | H idr.ca             | qior. | ora   | parziali | progres. |  |
| origine                      | 0,0      | 0,0      |                          |                      |       |       |          |          |  |
| Firenzuola idro              | 17,0     | 17,0     | 3,8                      | 3,50                 | 16    | 15:00 | -        | 00:00    |  |
| Borgo Tossignano             | 22,0     | 39,0     | 2,00                     | <b>2,49</b>          | 16    | 16:15 | 01:15    | 01:15    | max=1^ punta                                 |
| <b>CODRIGNANO</b>            | 9,5      | 48,5     | 1,20                     | <b>1,64</b>          | 16    | 17:15 | 01:00    | 02:15    | max=1^ punta                                 |
| IMOLA                        | 8,5      | 57,0     | 2,50                     | <b>3,82</b>          | 16    | 19:15 | 02:00    | 04:15    | max=1^ punta                                 |
| MORDANO                      | 19,0     | 76,0     | 11,50                    | <b>&gt;14,36</b>     |       |       | -        | -        | strumento in finestra di misura/max dal 2000 |
| SANT'AGATA                   | 6,5      | 82,5     | 12,00                    | <b>&gt;14,87</b>     |       |       | -        | -        | strumento in finestra di misura/max dal 2000 |
| <b>S. BERNARDINO</b>         | 9,7      | 92,2     | 10,00                    | <b>12,82</b>         | 17    | 03:00 | -        | -        | rotta a monte/colmo sottostimato             |
| sbocco in Reno               | 10,5     | 102,7    |                          |                      |       |       |          |          |  |



*Figura 42: Idrogrammi di piena nelle sezioni idrometriche più significative del fiume Santerno (dati validati – ora solare).*

### 3.9. La piena del torrente Senio

Sul bacino del torrente Senio le precipitazioni del 16 e 17 maggio sono state tra le più intense e persistenti del territorio regionale, con **intensità massime di 18,2 mm/h a Monte Albano e 15,2 mm/h a Bibbiana e Casola Valsenio**. L'andamento della pioggia oraria e cumulata in Figura 43 mostra intensità significative già nelle prime ore del mattino del 16 maggio, con impulsi successivi ma senza alcuna interruzione, ed intensità progressivamente decrescenti solo alle quote più elevate.



*Figura 43: Andamento delle precipitazioni orarie e cumulate registrate dai pluviometri più significativi nel bacino del Senio (dati validati – ora solare).*

Le cumulate di precipitazione hanno superato mediamente i 220 mm/48 ore su tutto il bacino, con punte di 261 mm/48 ore a Monte Albano e 242,8 mm/48 ore a Casola Valsenio. Dai dati riportati in Tabella 23 è possibile osservare che **in 6 stazioni su 7 le massime precipitazioni di durata 24 ore hanno superato i massimi storici, alcuni dei quali registrati nell'evento del 2-3 maggio**.

**Le piogge registrate nell'intero periodo 1-17 maggio risultano le massime storiche in 17 giorni in tutte le stazioni del bacino.**

**Tabella 23: Piogge intense e cumulate sul bacino del torrente Senio, nell'evento dal 16 al 17 maggio, a confronto con i massimi storici di 1, 2 e 17 gg consecutivi (in grassetto i valori che hanno superato i massimi, in corsivo i massimi registrati nell'evento del 1-3 maggio 2023).**

| STAZIONE                | QUOTA<br>m.s.l.m. | PIOGGE INTENSE |      |      |       |              | Tot. Evento<br>48h | Tot da 1/05/23<br>17 gg | max più giorni al 14/05/23 |       |       | Inizio serie<br>registrazioni |
|-------------------------|-------------------|----------------|------|------|-------|--------------|--------------------|-------------------------|----------------------------|-------|-------|-------------------------------|
|                         |                   | 1h             | 3h   | 6h   | 12h   | 24h          |                    |                         | 1 gg                       | 2 gg  | 17 gg |                               |
| Monte Faggiola          | 929               | 13,4           | 36,0 | 58,6 | 111,2 | <b>182,0</b> | <b>237,4</b>       | <b>463,4</b>            | 142,0                      | 180,0 | 271,4 | 2002                          |
| Bibbiana                | 858               | 15,2           | 33,8 | 56,4 | 101,6 | 159,8        | 201,8              | <b>373,6</b>            | 191,0                      | 212,8 | 319,0 | 1960                          |
| Palazuolo sul Senio     | 500               | 14,6           | 36,8 | 61,4 | 100,2 | <b>155,4</b> | <b>200,0</b>       | <b>383,8</b>            | 123,6                      | 160,0 | 313,6 | 1989                          |
| Monte Albano            | 480               | 18,2           | 37,0 | 67,0 | 122,8 | <b>219,8</b> | <b>261,0</b>       | <b>563,0</b>            | 185,2                      | 231,0 | 249,4 | 2002                          |
| Rontana                 | 370               | 12,0           | 28,4 | 47,4 | 84,4  | <b>151,2</b> | 178,0              | <b>428,4</b>            | 142,2                      | 191,8 | 268,8 | 1945                          |
| Casola Valsenio         | 154               | 15,2           | 36,0 | 57,8 | 106,8 | <b>193,6</b> | <b>242,8</b>       | <b>535,8</b>            | 174,0                      | 229,4 | 326,5 | 1920                          |
| Tebano                  | 51                | 14,2           | 27,2 | 42,2 | 70,0  | <b>114,4</b> | 130,4              | <b>325,4</b>            | 102,8                      | 132,6 | 189,4 | 1999                          |
| <b>Medie sul bacino</b> |                   | 14,8           | 34,7 | 58,1 | 104,5 | 177,0        | 220,2              |                         |                            |       |       |                               |

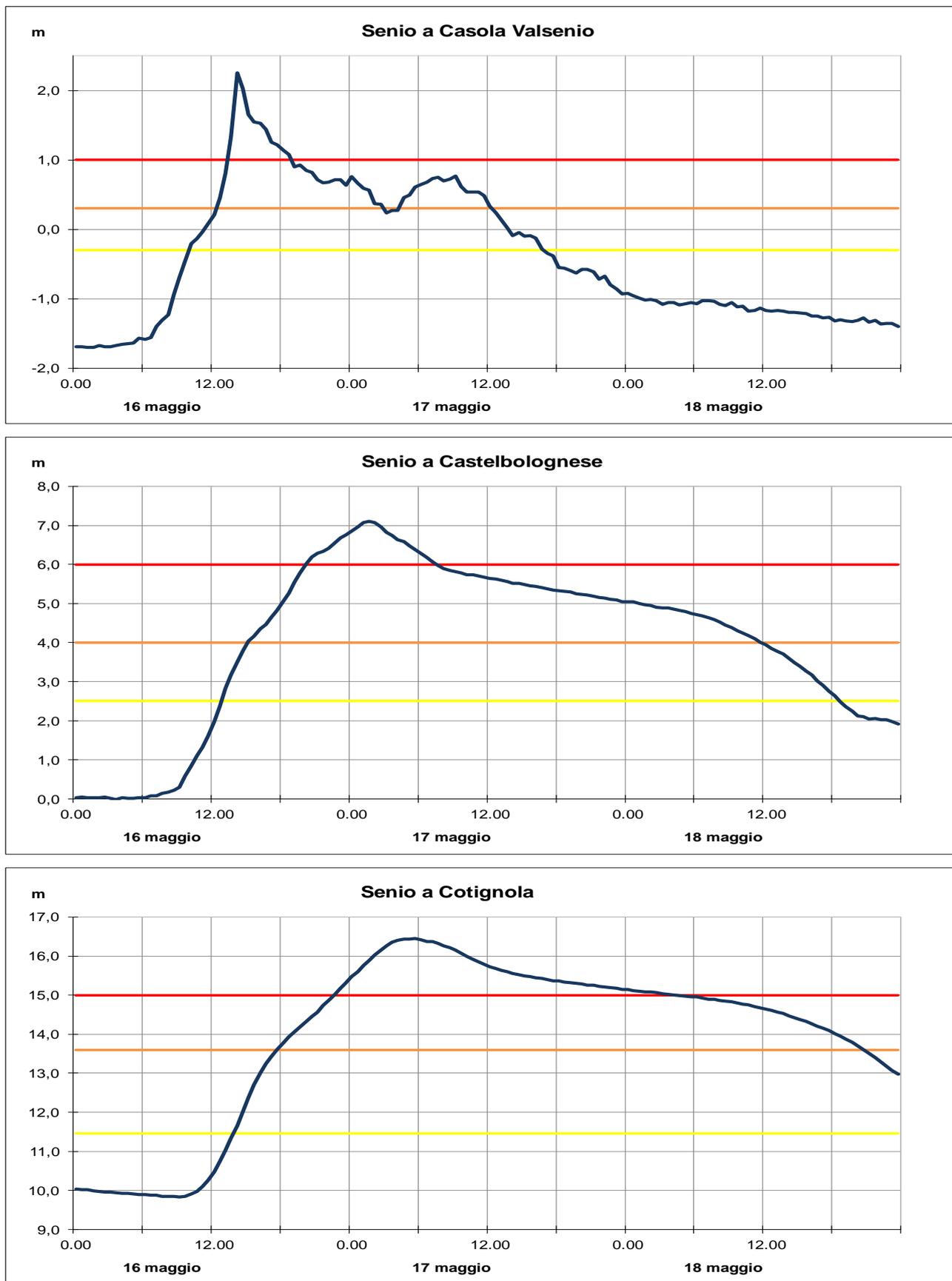
Le intense precipitazioni, cadute su suoli già estremamente saturi, hanno generato rapidi innalzamenti dei livelli idrometrici, con numerose rotte ed esondazioni già nel tratto montano. Come è possibile osservare nella Figura 44, già nell'idrogramma di Casola Valsenio risulta evidente la perdita di volume in fase di crescita dei livelli, dovuta alle fuoriuscite di acqua a valle; anche l'idrogramma di Castelbolognese mostra una rapida decrescita dei livelli nella giornata del 17 maggio, dovuta alle rotte arginali verificatesi nel tratto a monte.

Nel tratto vallivo localizzati sormonti arginali hanno causato ulteriori allagamenti in prossimità di Cotignola, con allagamento delle zone circostanti. **Nonostante le numerose perdite di volume della piena, in tutte le sezioni da monte a valle sono stati superati i massimi livelli storici.**

Nella Tabella 24 sono riportate le massime altezze registrate nelle stazioni teleidrometriche del Senio, durante la piena del 16-18 maggio, con l'indicazione dei tempi di propagazione dei colmi e dei massimi delle serie storiche superati.

**Tabella 24: Punta massime registrate nella piena di Senio il 16-17 maggio, con i tempi di propagazione dei colmi di piena (dati validati – ora solare).**

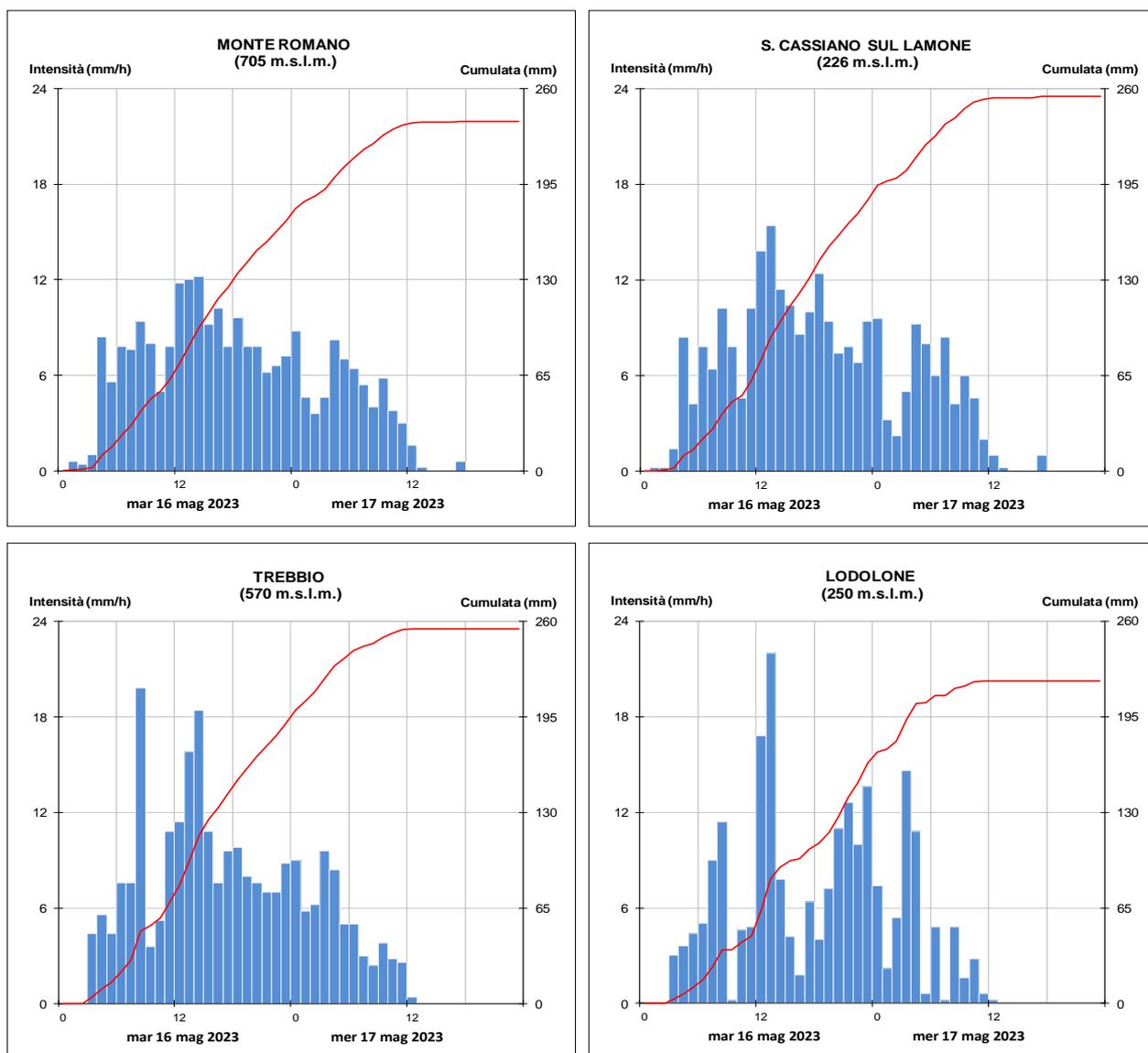
| Torrente SENIO            |          |          |                     |                      |       |       |          |          |                                   |
|---------------------------|----------|----------|---------------------|----------------------|-------|-------|----------|----------|-----------------------------------|
| Denominazione del SENSORE | Distanze |          | Livelli rif. soq. 2 | Punta max registrata |       |       | Tempi    |          | Note                              |
|                           | parziali | progres. |                     | H idr.ca             | qior. | ora   | parziali | progres. |                                   |
| origine                   | 0,0      | 0,0      |                     |                      |       |       |          |          |                                   |
| CASOLA VALSENI            | 22,4     | 22,4     | 0,30                | <b>2,25</b>          | 16    | 14:00 | -        | 00:00    | esondazioni a valle/ max dal 2002 |
| TEBANO                    | 23,5     | 45,9     | 4,50                | <b>7,92</b>          | 16    | 20:15 | 06:15    | 06:15    | rotta arginale/ max dal 1999      |
| <b>CASTELBOLOGNESE</b>    | 8,1      | 54,0     | 4,00                | <b>7,10</b>          | 17    | 01:45 | 05:30    | 11:45    | rotta arginale/ max dal 2000      |
| COTIGNOLA                 | 16,4     | 70,4     | 13,60               | <b>16,45</b>         | 17    | 05:30 | 03:45    | 15:30    | esondazioni a monte/ max dal 2000 |
| FUSIGNANO                 | 10,4     | 80,8     | 10,40               | <b>12,08</b>         | 17    | 08:00 | 02:30    | 18:00    |                                   |
| <b>ALFONSINE</b>          | 7,8      | 88,6     | 10,20               | <b>13,07</b>         | 17    | 08:45 | 00:45    | 18:45    | esondazioni a monte/ max dal 2000 |
| sbocco in Reno            | 6,4      | 95,0     |                     |                      |       |       |          |          |                                   |



**Figura 44: Idrogrammi di piena nelle sezioni idrometriche più significative del fiume Senio (dati validati – ora solare).**

### 3.10. La piena del fiume Lamone e del suo affluente Marzeno

Le precipitazioni sul Lamone e sul suo affluente Marzeno, tra le più intense e persistenti sia nell'evento del 16-17 che in quello dell'1-3 maggio, si sono concentrate soprattutto sulla porzione collinare del bacino, dove hanno raggiunto **intensità massime di 16,8 mm/h a S. Cassiano sul Lamone, 29,4 mm/h a Lodolone e 20,6 mm/h a Trebbio**. Osservando l'andamento della pioggia oraria e cumulata in Figura 45 si vede come le intensità massime si siano registrate nel pomeriggio del 16, con impulsi successivi di intensità minore fino alla mattina del 17 maggio.



*Figura 45: Andamento delle precipitazioni orarie e cumulate registrate dai pluviometri più significativi nel bacino del Lamone e del suo affluente Marzeno (dati validati – ora solare).*

Le cumulate di precipitazione dell'evento hanno superato i 200 mm/48 ore nella maggior parte delle stazioni pluviometriche del Lamone ed in tutte quelle del Marzeno, dove **in 6 stazioni su 8 sono state superate le massime precipitazioni storiche in 24 e 48 ore, molte delle quali registrate**

nell'evento dei primi di maggio (vedi Tabella 25). Anche le piogge registrate nel periodo 1-17 maggio risultano le massime storiche in 17 giorni in 7 stazioni su 8.

*Tabella 25: Piogge intense e cumulate sul bacino del torrente Lamone e del suo affluente Marzeno, nell'evento dal 16 al 17 maggio, a confronto con i massimi storici di 1, 2 e 17 gg consecutivi (in grassetto i valori che hanno superato i massimi, in corsivo i massimi registrati nell'evento del 1-3 maggio 2023).*

| STAZIONE                | QUOTA           | PIOGGE INTENSE |      |      |       |              | Tot Evento   | Tot da 1/05/23 | max più giorni al 14/05/23 |             |              | Inizio serie<br>registrazioni         |
|-------------------------|-----------------|----------------|------|------|-------|--------------|--------------|----------------|----------------------------|-------------|--------------|---------------------------------------|
|                         |                 | 1h             | 3h   | 6h   | 12h   | 24h          |              |                | 1 gg                       | 2 gg        | 17 gg        |                                       |
| <b>Lamone</b>           | <b>m.s.l.m.</b> |                |      |      |       |              | <b>48 h</b>  | <b>17 gg</b>   | <b>1 gg</b>                | <b>2 gg</b> | <b>17 gg</b> |                                       |
| Casaglia                | 750             | 9,6            | 25,2 | 43,2 | 72,8  | 99,2         | 138,8        | 287,2          | 175,4                      | 175,4       | 299,5        | 1947                                  |
| Monte Romano            | 705             | 12,8           | 36,8 | 64,8 | 110,8 | <b>191,2</b> | <b>237,6</b> | <b>502,6</b>   | 161,0                      | 183,2       | 314,0        | 1994                                  |
| Marradi                 | 350             | 10             | 24,2 | 41,6 | 70,4  | 100,4        | 142,0        | <b>301,0</b>   | 138,0                      | 159,0       | 283,6        | 1945                                  |
| S.Cassiano              | 226             | 16,8           | 41,4 | 71   | 125,2 | <b>207,8</b> | <b>254,8</b> | <b>553,0</b>   | 175,0                      | 224,8       | 276,0        | 1945                                  |
| Brisighella             | 185             | 13,6           | 32,4 | 56,4 | 98,6  | <b>175,4</b> | <b>205,2</b> | <b>429,4</b>   | 163                        | 203,6       | 205,6        | 2007                                  |
| <b>Medie sul bacino</b> |                 | 12,6           | 32,0 | 55,4 | 95,6  | 154,8        | 195,7        |                |                            |             |              |                                       |
| <b>Marzeno</b>          | <b>m.s.l.m.</b> |                |      |      |       |              | <b>48 h</b>  | <b>17 gg</b>   | <b>1 gg</b>                | <b>2 gg</b> | <b>17 gg</b> | <b>Inizio serie<br/>registrazioni</b> |
| Trebbio                 | 570             | 20,6           | 48,2 | 75,4 | 133,0 | <b>222,4</b> | 254,8        | <b>609,8</b>   | 193,0                      | 259,4       | 252,6        | 1994                                  |
| Tredozio                | 330             | 19,0           | 42,5 | 72,5 | 115,5 | <b>169,1</b> | <b>215,1</b> | <b>446,1</b>   | 115,0                      | 153,4       | 259,8        | 1945                                  |
| Lodolone                | 250             | 29,4           | 47,2 | 62,2 | 119,0 | <b>197,2</b> | <b>219,4</b> | <b>447,0</b>   | 123,6                      | 159,8       | 206,8        | 1994                                  |
| <b>Medie sul bacino</b> |                 | 23,0           | 46,0 | 70,0 | 122,5 | 196,2        | 239,9        |                |                            |             |              |                                       |

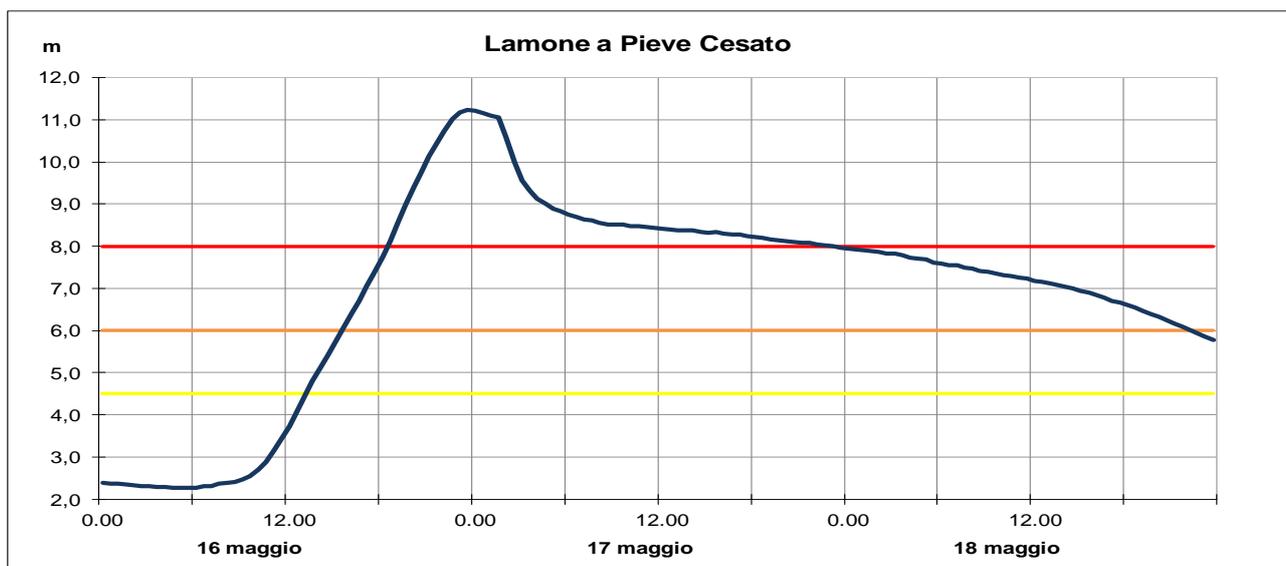
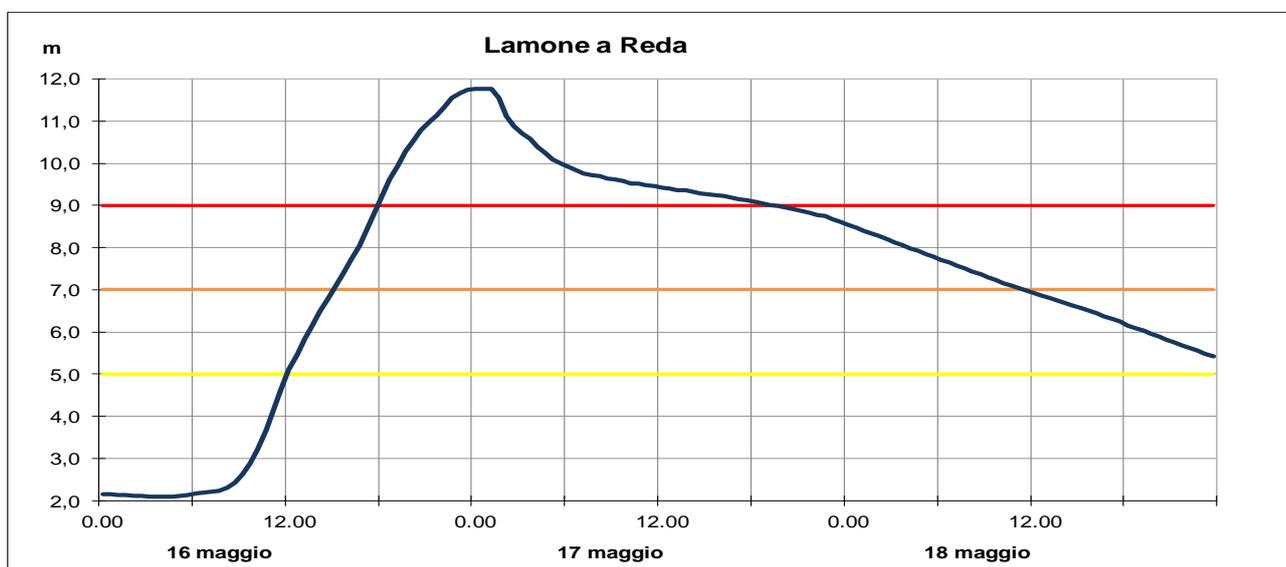
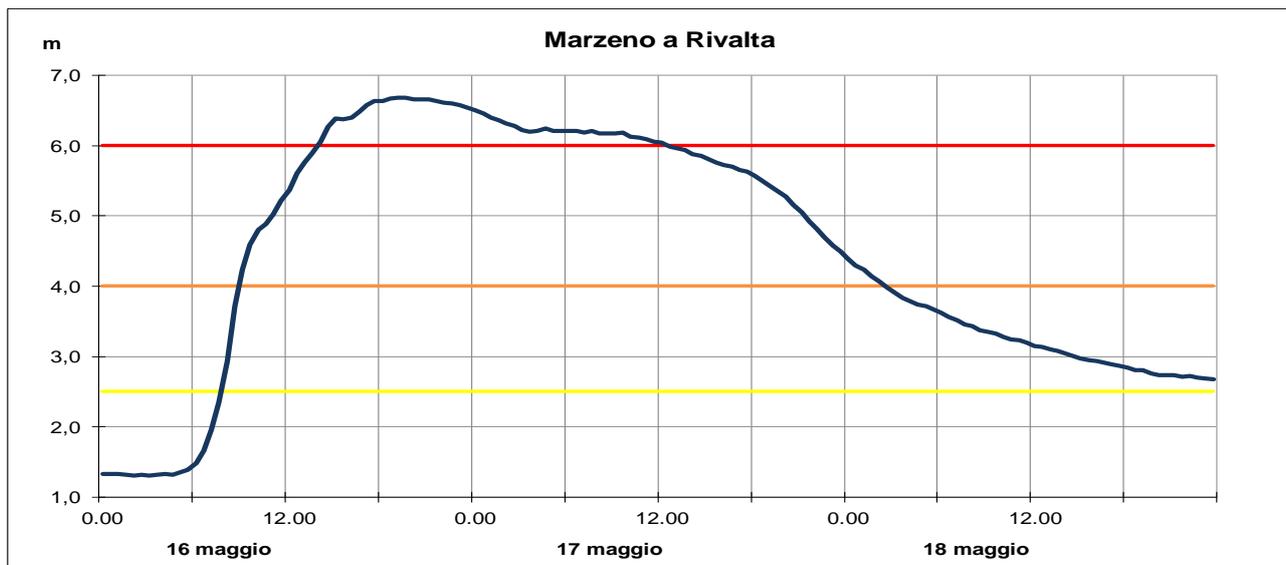
Le precipitazioni intense e persistenti, su suoli estremamente saturi, hanno generato piene di elevato volume, con colmi di piena che hanno raggiunto sul Marzeno a **Rivalta 6,68 m s.z.i. alle ore 19:15 del 16 maggio, superiore al massimo storico appena raggiunto dalla piena del 2-3 maggio**, con localizzate esondazioni in prossimità della confluenza in Lamone.

**Nonostante le perdite di volume a monte, a valle della confluenza Lamone - Marzeno la piena si è propagata con livelli al colmo superiori ai massimi storici e ai franchi arginali nonché, nella sezione di Faenza, al massimo livello rilevabile dallo strumento.**

Nuove tracimazioni si sono verificate nell'abitato di Faenza, con allagamento di diversi quartieri della città, una nuova rotta si è aperta sull'argine destro a valle di Reda, mentre si è aggravata la rotta in sinistra in località Boncellino, tra le sezioni di Pieve Cesato e Mezzano, occorsa durante la piena del 3 maggio e non ancora totalmente ripristinata, con ulteriori allagamenti nel comune di Bagnacavallo.

Dall'osservazione degli idrogrammi di piena delle sezioni vallive, illustrati in Figura 46, appare evidente l'improvvisa decrescita dei livelli nelle sezioni di Reda e Pieve Cesato, causata dalle rotte a monte e a valle.

Nella Tabella 26 sono riportate le massime altezze registrate nelle stazioni teleidrometriche del Lamone e del suo affluente Marzeno durante la piena del 16-17 maggio, con l'indicazione dei tempi di propagazione dei colmi e dei massimi delle serie storiche superati.



*Figura 46: Idrogrammi di piena nelle sezioni idrometriche più significative del fiume Lamone (dati validati – ora solare).*

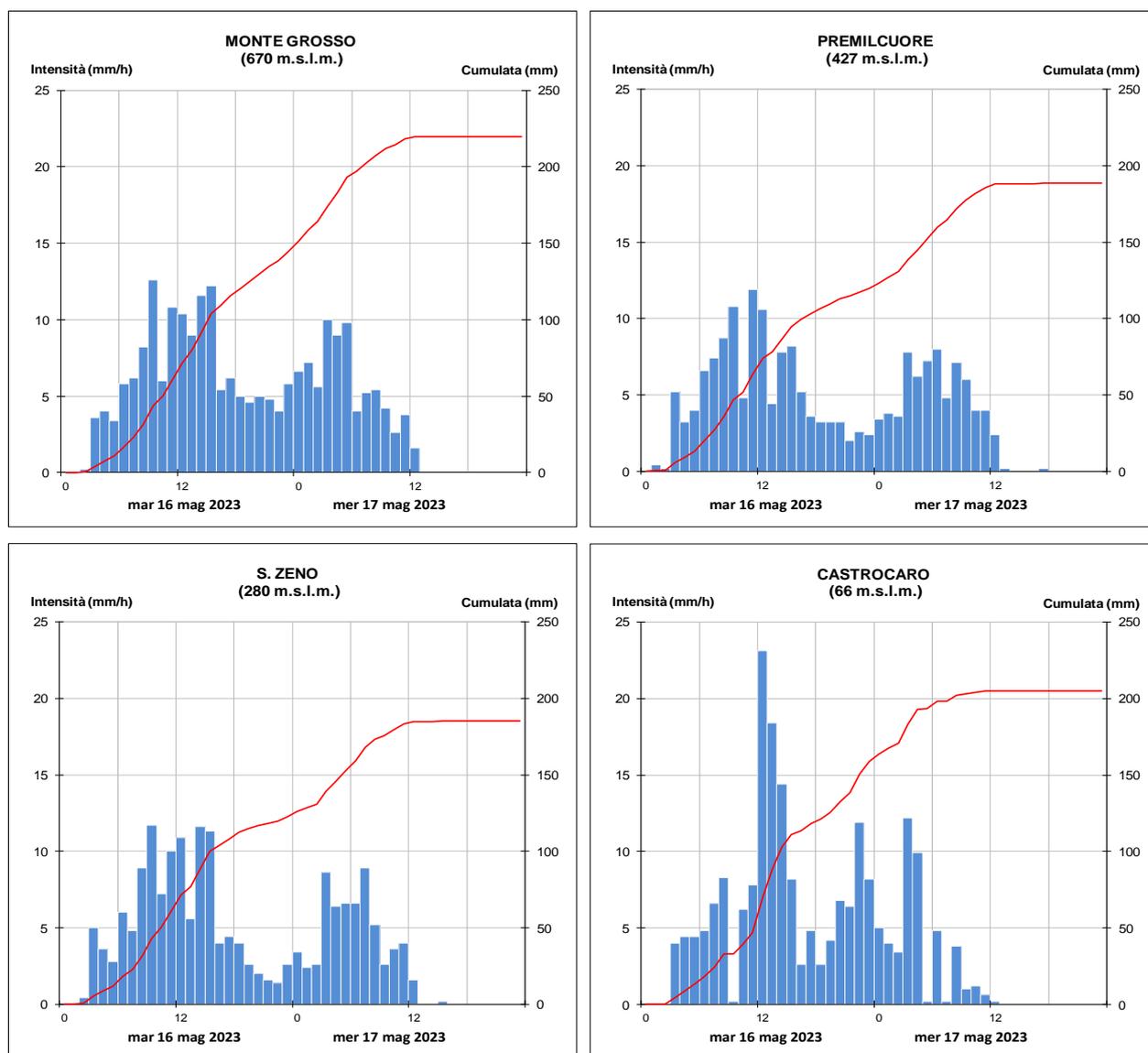
**Tabella 26: Punte massime registrate nella piena del Lamone e del suo affluente Marzeno il 16-17 maggio, con i tempi di propagazione dei colmi di piena (dati validati – ora solare).**

| Fiume LAMONE              |          |          |                       |                      |       |       |          |          |  |
|---------------------------|----------|----------|-----------------------|----------------------|-------|-------|----------|----------|--|
| Denominazione del SENSORE | Distanze |          | Livelli rif. soglia 2 | Punta max registrata |       |       | Tempi    |          | Note                                       |
|                           | parziali | progres. |                       | H idr.ca             | qior. | ora   | parziali | progres. |  |
| origine                   | 0,0      | 0,0      |                       |                      |       |       |          |          |  |
| MARRADI                   | 15,1     | 15,1     | 1,40                  | <b>2,00</b>          | 16    | 15:45 | -        | 0:00     | max=1^ punta                               |
| STRADA CASALE             | 18,8     | 33,8     | 1,40                  | <b>2,82</b>          | 16    | 18:00 | 2:15     | 2:15     | max=1^ punta                               |
| SARNA                     | 20,1     | 54,5     | 3,00                  |                      |       |       |          |          | fuori uso                                  |
| confluenza Marzeno        | 12,7     | 67,2     |                       |                      |       |       |          |          |  |
| FAENZA                    | 1,6      | 68,8     | 4,50                  | <b>&gt;9,74</b>      |       |       | -        | -        | strumento in finestra misura/ max dal 1998 |
| REDA                      | 7,7      | 76,5     | 7,00                  | <b>11,77</b>         | 17    | 0:15  | 6:15     | 8:30     | nuova rotta a valle/max dal 1990           |
| PIEVE CESATO              | 4,2      | 80,7     | 6,00                  | <b>11,23</b>         | 16    | 23:45 | -        | -        | ulteriore rotta a valle/max dal 1992       |
| MEZZANO                   | 20,6     | 101,5    | 6,00                  | <b>7,45</b>          | 17    | 0:30  | -        | -        | ulteriore rotta a valle                    |
| sbocco in mare            | 18,7     | 120,2    |                       |                      |       |       |          |          |  |
| Torrente MARZENO          |          |          |                       |                      |       |       |          |          |  |
| Denominazione del SENSORE | Distanze |          | Livelli rif. soglia 2 | Punta max registrata |       |       | Tempi    |          | Note                                       |
|                           | parziali | progres. |                       | H idr.ca             | qior. | ora   | parziali | progres. |  |
| origine                   | 0,0      | 0,0      |                       |                      |       |       |          |          |  |
| MODIGLIANA                | 21,1     | 21,1     | 1,00                  | <b>3,07</b>          | 16    | 15:30 | -        | 0:00     |  |
| RIVALTA                   | 24,9     | 46,0     | 4,00                  | <b>6,68</b>          | 16    | 19:30 | 4:00     | 4:00     | max dal 2000                               |
| sbocco in Lamone          | 7,6      | 53,5     |                       |                      |       |       |          |          |  |

Note: Idrometro di Sarna fuori uso dopo evento del 1-3 maggio.  
 Idrometro di Faenza entrato in finestra misura tra ore 23 del 16 maggio e le 4:00 del 17 maggio, nuovo sormonto/rottura argine con estesi allagamenti nel centro cittadino.  
 Le rotte arginali tra Reda e Mezzano hanno determinato una rapida decrescita dei livelli nel tratto arginato con anticipo e sottostima dei colmi

### 3.11. La piena del fiume Montone

Le precipitazioni sul bacino del Montone sono iniziate nelle prime ore del 16 maggio, con intensità sostenute, e si sono protratte con impulsi successivi ma senza sostanziali interruzioni fino alla mattina del 17 maggio (vedi Figura 47). Le massime intensità sono state registrate a **Castrocaro**, con **28 mm/h**, e a **Monte Grosso** con **15 mm/h**.



*Figura 47: Andamento delle precipitazioni orarie e cumulate registrate dai pluviometri più significativi nella zona pedecollinare del bacino del Montone (dati validati – ora solare).*

Le cumulate di pioggia, mediamente superiori ai 170 mm/48 ore nella maggior parte delle stazioni pluviometriche, hanno superato le massime precipitazioni storiche in 24 e 48 ore a **Monte Grosso**, **Premilcuore**, **S. Zeno** e **Castrocaro** (vedi Tabella 27). Anche le piogge registrate nel periodo 1-17 maggio risultano le massime storiche in 17 giorni nelle stazioni suddette.

**Tabella 27: Piogge intense e cumulate sul bacino del fiume Montone, nell'evento dal 16 al 17 maggio, a confronto con i massimi storici di 1, 2 e 17 gg consecutivi (in grassetto i valori che hanno superato i massimi, in corsivo i massimi registrati nell'evento del 1-3 maggio 2023).**

| STAZIONE                | QUOTA<br>m.s.l.m. | PIOGGE INTENSE |      |      |       |              | Tot Evento<br>48 h | Tot da 1/05/23<br>17 gg | max più giorni al 14/05/23 |       |       | Inizio serie<br>registrazioni |
|-------------------------|-------------------|----------------|------|------|-------|--------------|--------------------|-------------------------|----------------------------|-------|-------|-------------------------------|
|                         |                   | 1h             | 3h   | 6h   | 12h   | 24h          |                    |                         | 1 gg                       | 2 gg  | 17 gg |                               |
| Pratacci                | 750               | 13,0           | 30,0 | 54,6 | 87,6  | 130,6        | 162,8              | <b>356,0</b>            | 213,0                      | 214,6 | 284,8 | 1996                          |
| Monte Grosso            | 670               | 15,0           | 32,8 | 62,4 | 105,2 | <b>182,0</b> | <b>211,8</b>       | <b>481,0</b>            | 141,8                      | 199,0 | 229,4 | 1999                          |
| Premilcuore             | 427               | 12,3           | 28,7 | 55,2 | 90,8  | <b>141,2</b> | <b>177,5</b>       | <b>371,1</b>            | 140,0                      | 160,2 | 267,6 | 1946                          |
| Vallicelle              | 405               | 9,2            | 20,6 | 37,0 | 54,6  | 88,4         | 108,2              | 276,4                   | 176,8                      | 253,6 | 534,2 | 1994                          |
| S. Zeno                 | 280               | 14,5           | 30,3 | 58,4 | 96,4  | <b>145,3</b> | <b>175,7</b>       | <b>374,6</b>            | 132,5                      | 175,7 | 265,0 | 1945                          |
| Castrocaro              | 66                | 28,0           | 56,9 | 78,1 | 111,8 | <b>184,4</b> | <b>202,8</b>       | <b>435,1</b>            | 175,0                      | 190,0 | 269,1 | 1945                          |
| <b>Medie sul bacino</b> |                   | 15,3           | 33,2 | 57,6 | 91,1  | 145,3        | 173,1              |                         |                            |       |       |                               |

Le intense precipitazioni, su suoli notevolmente saturi dalla piogge cadute dall'inizio del mese, hanno generato nei tratti montani del Montone e del suo principale affluente Rabbi, un'onda con due colmi di piena consecutivi: il primo ha raggiunto a Castrocaro un livello di 5,72 m s.z.i. alle ore 16:45 del 16 maggio, massimo storico, superiore di quasi 2 m al massimo livello già registrato nella piena di inizio maggio. Il secondo colmo ha invece raggiunto sul Rabbi a Ponte Calanca un livello massimo di 3,67 m s.z.i. alle ore 13:15 del 17 maggio, anch'esso massimo storico registrato. Localizzate esondazioni si sono verificate già a monte della Via Emilia, ben visibili nell'idrogramma di Castrocaro, dove i livelli decrescono improvvisamente prima del raggiungimento del colmo di piena (Figura 48).

A valle della confluenza, nel tratto arginato, un'unica onda di notevole volume ha superato i massimi livelli storici in tutte le sezioni, nonostante le notevoli perdite di volume dovute alle rotte e sormonti tra Forlì e Ponte Vico, anch'esse riscontrabili negli idrogrammi di piena in Figura 48. Il colmo di piena a Forlì ha superato la finestra di misura dello strumento.

Nella Tabella 28 sono riportate le massime altezze registrate nelle stazioni teleidrometriche del Montone e del suo affluente Rabbi durante la piena del 16-17 maggio, con l'indicazione dei tempi di propagazione dei colmi e dei massimi delle serie storiche superati.

**Tabella 28: Punte massime registrate nella piena del Montone e del suo affluente Rabbi il 16-17 maggio, con i tempi di propagazione dei colmi di piena (dati validati - ora solare).**

| Fiume MONTONE - Fiumi UNITI |          |          |                       |                      |       |       |          |          |  |
|-----------------------------|----------|----------|-----------------------|----------------------|-------|-------|----------|----------|--|
| Denominazione del SENSORE   | Distanze |          | Livelli rif. soglia 2 | Punta max registrata |       |       | Tempi    |          | Note                                       |
|                             | parziali | progres. |                       | H idr.ca             | gior. | ora   | parziali | progres. |  |
| origine                     | 0,0      | 0,0      |                       |                      |       |       |          |          |  |
| ROCCA.S.CASCIANO            | 28,7     | 28,7     | 0,80                  | 1,44                 | 16    | 13:00 | -        | 0:00     | max=1^ punta                               |
| CASTROCARO                  | 22,7     | 51,4     | 2,00                  | 5,72                 | 16    | 16:45 | 3:45     | 3:45     | max=1^ punta/ max dal 1990                 |
| confluenza Rabbi            | 12,4     | 63,7     |                       |                      |       |       |          |          |  |
| FORLÌ                       | 1,9      | 65,6     | 5,00                  | >8,36                |       |       | -        | -        | strumento in finestra misura/ max dal 1990 |
| P.BRALDO                    | 6,1      | 71,7     | 6,50                  | 9,54                 | 17    | 3:45  | 3:45     | 14:45    | rotta a monte e valle/ max dal 1990        |
| P.VICO                      | 9,7      | 81,4     | 6,00                  | 9,39                 | 17    | 6:00  | 2:15     | 17:00    | rotta a monte/ max dal 1990                |
| S.MARCO                     | 13,9     | 95,4     | 3,80                  | 4,68                 | 17    | 9:00  | 3:00     | 20:00    | rotta a monte/ max dal 1999                |
| confluenza Ronco            | 2,7      | 98,1     |                       |                      |       |       |          |          |  |
| RASPONI                     | 5,9      | 104,0    | 3,00                  | 4,48                 | 17    | 10:15 | 1:15     | 21:15    | max dal 1998                               |
| sbocco in mare              | 3,8      | 107,8    |                       |                      |       |       |          |          |  |
| Fiume RABBI                 |          |          |                       |                      |       |       |          |          |  |
| Denominazione del SENSORE   | Distanze |          | Livelli rif. soglia 2 | Punta max registrata |       |       | Tempi    |          | Note                                       |
|                             | parziali | progres. |                       | H idr.ca             | gior. | ora   | parziali | progres. |  |
| origine                     | 0,0      | 0,0      |                       |                      |       |       |          |          |  |
| SAN ZENO                    | 17,0     | 17,0     | -                     | 2,23                 | 16    | 13:15 | -        | -        | max=1^ punta/ max dal 2021                 |
| PREDAPPPIO                  | 18,0     | 35,5     | 1,20                  | >3,98                |       |       | -        | -        | strumento in finestra misura/ max dal 1989 |
| P.CALANCA                   | 12,2     | 47,6     | 1,30                  | 3,67                 | 17    | 13:15 | -        | -        | max=2^ punta/ max dal 1996                 |
| sbocco in Montone           | 10,3     | 57,9     |                       |                      |       |       |          |          |  |

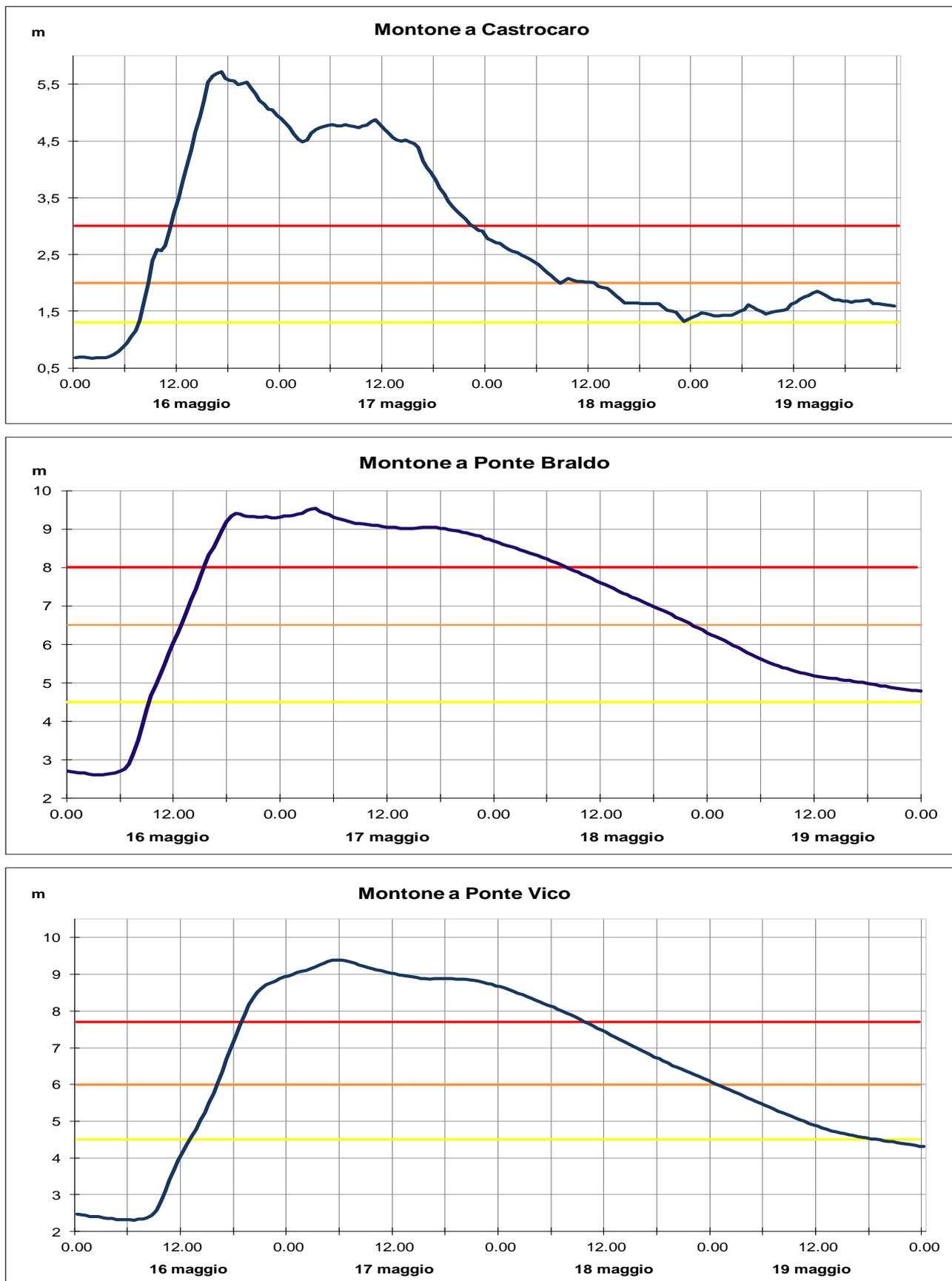
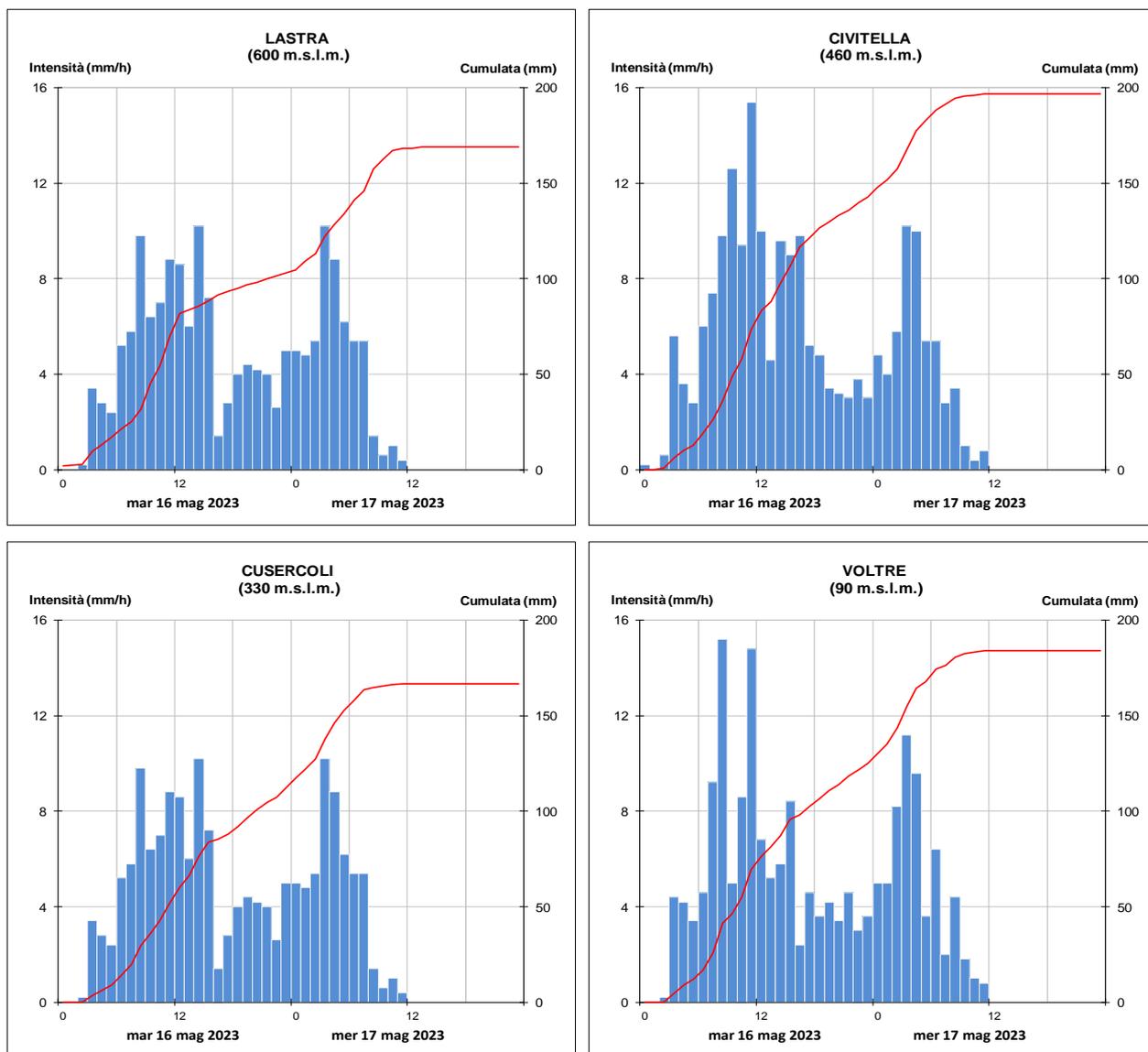


Figura 48: Idrogrammi di piena nelle sezioni idrometriche più significative del fiume Reno (dati validati – ora solare).

### 3.12. La piena del fiume Ronco

Il bacino del Ronco è stato interessato da precipitazioni persistenti, con due principali impulsi, uno nella mattina del 16 maggio, con **intensità massime di 15,5 mm/ora a Civitella e di 15,2 mm/ora a Voltre**, l'altro generalmente inferiore, nelle prime ore del 17 maggio (vedi Figura 49).



**Figura 49: Andamento delle precipitazioni orarie e cumulate registrate dai pluviometri più significativi nella zona pedecollinare del bacino del Ronco (dati validati – ora solare).**

Le cumulate di precipitazione dell'evento, mediamente superiori ai 150 mm, **nelle stazioni di Lastra, Civitella e Cusercoli hanno superato i massimi storici per le piogge di durata 24, 48 ore, nonché per le piogge cumulate nell'intero periodo 1- 17 maggio** (vedi Tabella 29).

Da sottolineare che la diga di Ridracoli, preventivamente alleggerita nella giornata del 15 maggio a seguito dell'emissione dell'allerta, ha contribuito alla laminazione della piena invadendo i volumi provenienti da monte nella giornata del 16 maggio, fino alla quota di massima regolazione. Nella Tabella 30 sono descritte nel dettaglio le manovre effettuate durante l'evento, regolarmente comunicate come prescritto dal Piano Emergenza Dighe.

**Tabella 29: Piogge intense e cumulate sul bacino del fiume Ronco, nell'evento dal 16 al 17 maggio, a confronto con i massimi storici di 1, 2 e 17 gg consecutivi (in grassetto i valori che hanno superato i massimi).**

| STAZIONE                | QUOTA<br>m.s.l.m. | PIOGGE INTENSE |      |      |       |              | Tot Evento<br>48 h | Tot da 1/05/23<br>17 gg | max più giorni al 14/05/23 |       |       | Inizio serie<br>registrazioni |
|-------------------------|-------------------|----------------|------|------|-------|--------------|--------------------|-------------------------|----------------------------|-------|-------|-------------------------------|
|                         |                   | 1h             | 3h   | 6h   | 12h   | 24h          |                    |                         | 1 gg                       | 2 gg  | 17 gg |                               |
| Corniolo                | 735               | 13             | 29,6 | 48,4 | 79,8  | 121,2        | 154,4              | 292,6                   | 248,2                      | 259,6 | 423,8 | 1966                          |
| Montriolo               | 685               | 11             | 27,6 | 45,6 | 70,2  | 104,2        | 142,0              | 250,2                   | 117,4                      | 174,8 | 255,0 | 1999                          |
| Lastra                  | 600               | 15             | 37,8 | 60,4 | 82,8  | <b>127,4</b> | <b>167,2</b>       | 296,0                   | 105,6                      | 159,6 | 392,2 | 1994                          |
| Civitella               | 460               | 15,4           | 37,6 | 64,8 | 109,2 | <b>170,2</b> | <b>196,6</b>       | <b>364,2</b>            | 113,0                      | 166,8 | 262,0 | 1945                          |
| Cusercoli               | 330               | 11,6           | 28   | 48,2 | 80,6  | <b>146,0</b> | <b>166,8</b>       | <b>325,0</b>            | 94,0                       | 119,4 | 208,2 | 2007                          |
| Voltre                  | 90                | 15,2           | 31,6 | 59,8 | 91,2  | <b>157,4</b> | 184,2              | <b>344,0</b>            | 134,6                      | 194,6 | 276,4 | 1996                          |
| <b>Medie sul bacino</b> |                   | 12,5           | 30,0 | 50,6 | 79,0  | 122,0        | 151,2              |                         |                            |       |       |                               |

In condizioni di elevata saturazione iniziale dei suoli, con livelli idrometrici ancora sostenuti nel tratto montano per l'esaurimento della piena precedente, le intense precipitazioni hanno generato rapidi innalzamenti dei livelli idrometrici. Due colmi distinti e ravvicinati nelle sezioni montane, si sono propagati nel tratto arginato in un unico lungo colmo di piena, che ha mantenuto livelli superiori alle soglie 3 per oltre 30 ore nella sezione di Ronco, per oltre 40 nella sezione di Coccolia (vedi Figura 50). Nonostante le perdite di volume dovute alle esondazioni tra le sezioni di Ronco e S. Bartolo, **la piena ha superato i massimi storici registrati in tutte le sezioni da monte a valle.**

Nella Tabella 30 sono riportate le massime altezze registrate nelle stazioni teleidrometriche del Ronco e del suo affluente Voltre durante la piena del 16-17 maggio, con l'indicazione dei massimi delle serie storiche superati e del comportamento della diga di Ridracoli.

**Tabella 30: Punta massime registrate nella piena del Ronco e del suo affluente Voltre il 16-17 maggio, con i tempi di propagazione dei colmi di piena (dati validati - ora solare).**

| Fiume RONCO  |                 |                  |                       |                      |       |                             |          |          |  |
|--|-----------------|------------------|-----------------------|----------------------|-------|-----------------------------|----------|----------|--|
| Denominazione del SENSORE  | Distanze        |                  | Livelli rif. soglia 2 | Punta max registrata |       |                             | Tempi    |          | Note                                       |
|  | parziali        | progres.         |                       | H idr.ca             | qior. | ora                         | parziali | progres. |  |
| origine  | 0,0             | 0,0              |                       |                      |       |                             |          |          |  |
| S.SOFIA  | 23,0            | 23,0             | 1,50                  | <b>2,24</b>          | 17    | 10:00                       | -        | 0:00     | influenzato da scarico diga di Ridracoli   |
| confluenza Voltre  | 30,4            | 53,5             |                       |                      |       |                             |          |          |  |
| MELDOLA  | 2,3             | 55,7             | 1,10                  | <b>3,32</b>          | 16    | 16:30                       | -        | -        | max = 1^ punta/ max dal 2000               |
| RONCO  | 17,3            | 73,1             | 6,00                  | <b>9,59</b>          | 17    | 5:45                        | -        | -        | esondazioni a valle/ max dal 1998          |
| COCCOLIA   | 11,5            | 84,5             | 5,50                  | <b>&gt;9,8</b>       | -     | -                           | -        | -        | strumento in finestra misura/ max dal 1989 |
| S.BARTOLO  | 9,6             | 94,2             | 4,50                  | <b>7,64</b>          | 17    | 11:15                       | -        | -        | esondazioni a monte/ max dal 1999          |
| sbocco in Montone - F.Uni  | 4,1             | 98,3             |                       |                      |       |                             |          |          |  |
| Torrente VOLTRE  |                 |                  |                       |                      |       |                             |          |          |  |
| Denominazione del SENSORE  | Distanze        |                  | Livelli rif. soglia 2 | Punta max registrata |       |                             | Tempi    |          | Note                                       |
|  | parziali        | progres.         |                       | H idr.ca             | qior. | ora                         | parziali | progres. |  |
| origine  | 0,0             | 0,0              |                       |                      |       |                             |          |          |  |
| TEODORANO  | 23,7            | 23,7             | 1,20                  | <b>3,16</b>          | 16    | 12:30                       | -        | -        | max = 1^ punta/ max dal 1990               |
| sbocco in Ronco  | 2,6             | 26,3             |                       |                      |       |                             |          |          |  |
| DIGHE  |                 |                  |                       |                      |       |                             |          |          |  |
| Denominazione del SENSORE  | Quota di sfioro | max. Invaso (mc) | manovre nel bacino    |                      |       | Scarico e/o Sfiore (mc/sec) |          |          |  |
|  |                 |                  | livello (quota)       | giorno               | ora   |                             |          |          |  |
| RIDRACOLI  | 557,30          | 33.060.000       | 557,61                | 16                   | 16:00 |                             | -        |          |  |
| <p>Note: La Diga di Ridracoli ha rilasciato 16 mc/s dalle ore 17:00 del 15 maggio fino alle ore 8:00 del 16 maggio, al fine di liberare volume di laminazione come da richiesta Assessore alla Protezione Civile, in seguito all'Allerta 61/2023.</p> <p>Dalle ore 8:00 del 16 maggio la Diga ha invaso tutto il volume di piena proveniente da monte, raggiungendo la massima quota di massima regolazione alle ore 14:00, quando è iniziato lo sfioro dagli scarichi di superficie, cui si è aggiunto uno scarico dalle paratoie di fondo dalle ore 8:00 alle ore 13:00 del 17 maggio, in ottemperanza alle norme di contenimento del rischio idraulico a valle.</p> <p>Lo sfioro dagli scarichi di superficie si è progressivamente attenuato fino a raggiungere, intorno alle ore 00:00 del 19 maggio, nuovamente la quota di massima regolazione.</p> |                 |                  |                       |                      |       |                             |          |          |  |

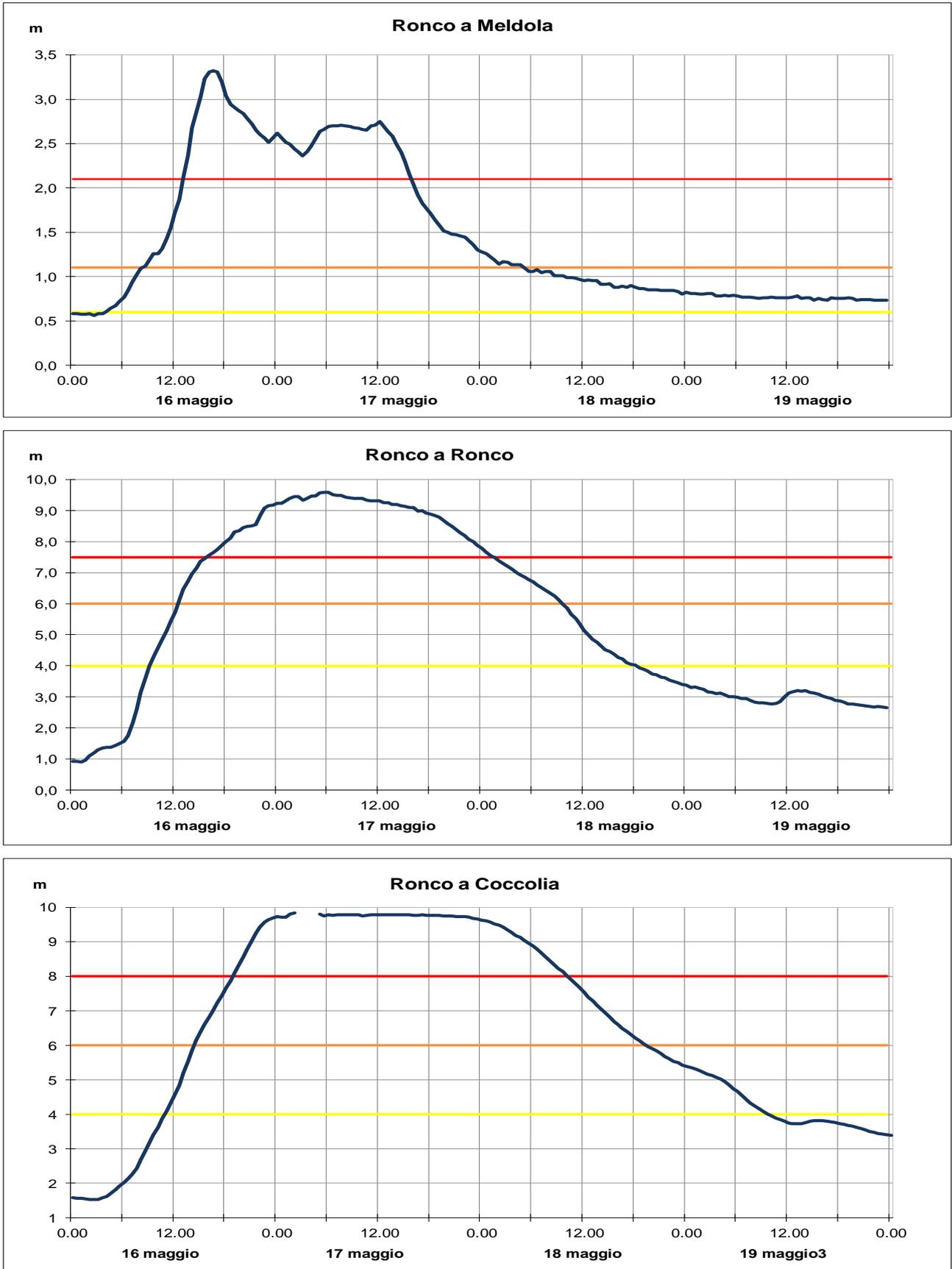
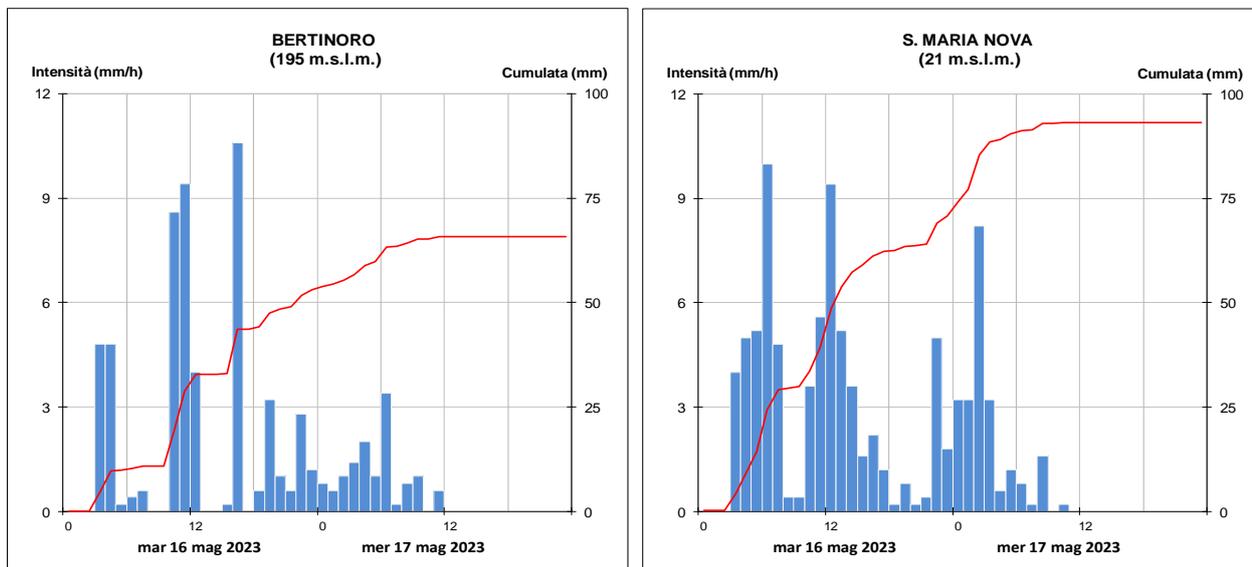


Figura 50: Idrogrammi di piena nelle sezioni idrometriche più significative del fiume Ronco (dati validati – ora solare).

### 3.13. La piena del torrente Bevano

Il bacino del Bevano è stato interessato da tre principali impulsi di precipitazione intensa, dalla mattina del 16 fino alle prime ore del 17 maggio (vedi Figura 51), con valori massimi di 10,6 mm/h a Bertinoro e 11,4 mm/h a S. Maria Nova.



**Figura 51: Andamento delle precipitazioni orarie e cumulate registrate dai pluviometri più significativi del bacino del Bevano (dati validati – ora solare).**

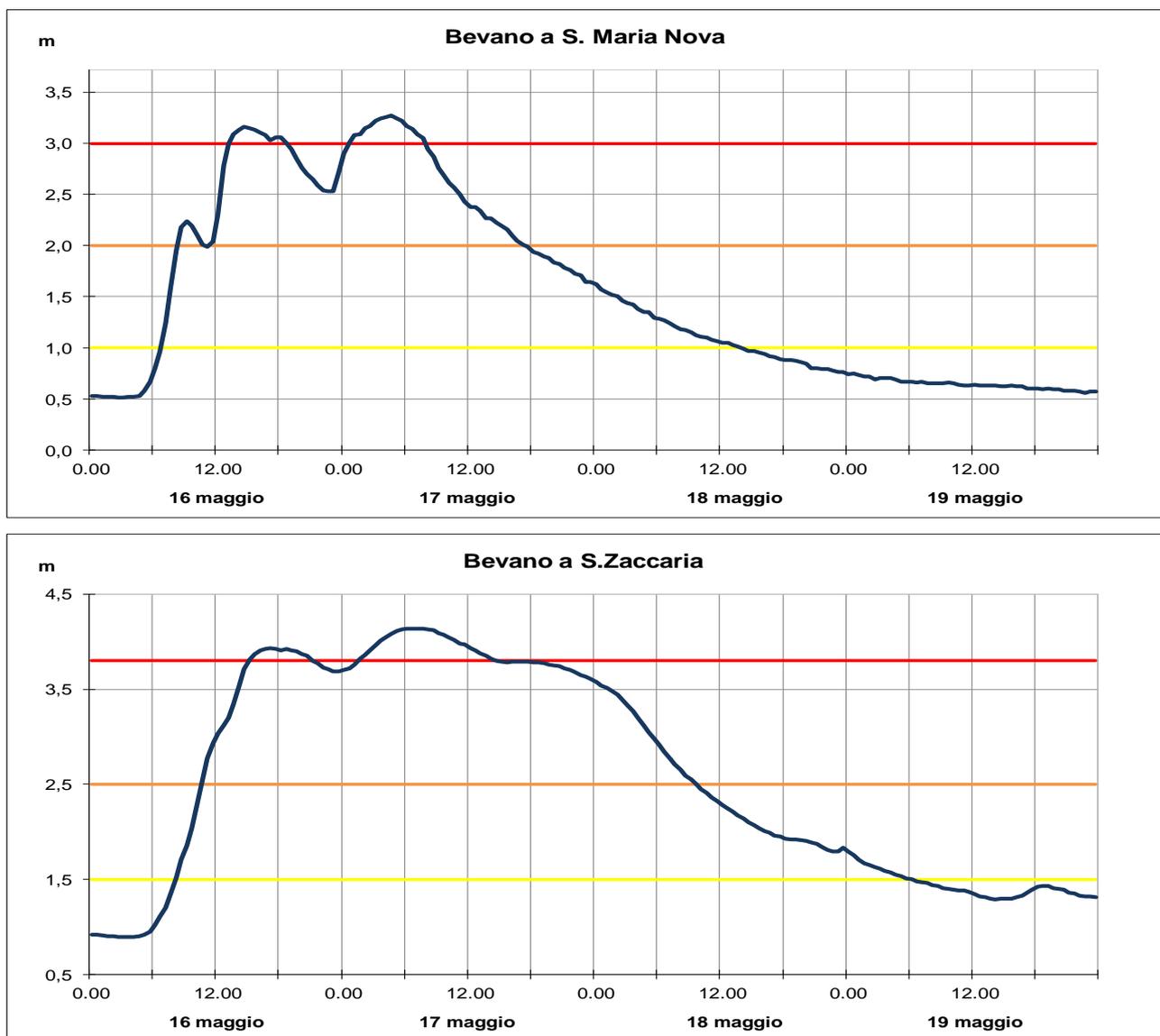
Sebbene le cumulate di precipitazione dell’evento siano state inferiori ai 100 mm/48 nelle due stazioni pluviometriche del bacino, hanno generato una piena di elevato volume, con tre colmi ravvicinati corrispondenti ai tre impulsi di pioggia, superiori alle soglie 3.

La piena ha raggiunto i livelli massimi di **3,27 m s.z.i. nella sezione di S. Maria Nova alle ore 4:15, e 4,14 m s.z.i. nella sezione di S. Zaccaria alle ore 7:00 del 17 maggio, entrambi superiori ai massimi storici registrati** (Figura 52). Localizzate esondazioni si sono verificate all’altezza della Via Emilia, a monte della sezione di S. Maria Nova.

Nella Tabella 31 sono riportate le massime altezze registrate nelle stazioni teleidrometriche del Bevano durante la piena del 16-17 maggio, con l’indicazione dei massimi delle serie storiche superati.

**Tabella 31: Punte massime registrate nella piena del Bevano il 16-17 maggio, con i tempi di propagazione dei colmi di piena (dati validati - ora solare).**

| Torrente BEVANO           |          |          |                       |                      |       |       |          |          |                            |
|---------------------------|----------|----------|-----------------------|----------------------|-------|-------|----------|----------|----------------------------|
| Denominazione del SENSORE | Distanze |          | Livelli rif. soglia 2 | Punta max registrata |       |       | Tempi    |          | Note                       |
|                           | parziali | progres. |                       | H idr.ca             | qior. | ora   | parziali | progres. |                            |
| origine                   | 0,0      | 0,0      |                       |                      |       |       |          |          |                            |
| S.MARIA NOVA              | 9,5      | 9,5      | 2,20                  | 3,27                 | 17    | 04:15 | -        | 0:00     | max=3° punta/ max dal 1998 |
| S.ZACCARIA                | 7,5      | 17,0     | 2,50                  | 4,14                 | 17    | 07:00 | 2:45     | 2:45     | max=2° punta/ max dal 1990 |
| BEVANO ADRIATICA          | 10,1     | 27,1     | 2,20                  | 3,00                 | 17    | 11:00 | 4:00     | 6:45     | max=2° punta/ max dal 1990 |
| sbocco in Mare            | 6,4      | 33,5     |                       |                      |       |       |          |          |                            |



*Figura 52: Idrogrammi di piena nelle sezioni idrometriche più significative del fiume Bevano (dati validati – ora solare).*

### 3.14 La piena del fiume Savio

Le precipitazioni sul bacino del Savio sono state caratterizzate da più impulsi consecutivi a partire dalle prime ore del 16 maggio, con le massime intensità di 16,8 mm/h raggiunte a Corsicchie e 19 mm/h a Roversano nella mattina del 17 maggio (vedi Figura 53).

Le cumulate di precipitazione dell'evento hanno superato mediamente i 150 mm, con **180 mm/48 ore a Roversano, 195,4 mm/48 ore a Rullato e 153,6 mm a Corsicchie, superiori ai massimi storici registrati in 48 ore.** Nelle 3 stazioni suddette anche la pioggia cumulata dall'1 al 17 maggio ha superato i massimi della serie storica (vedi Tabella 32).

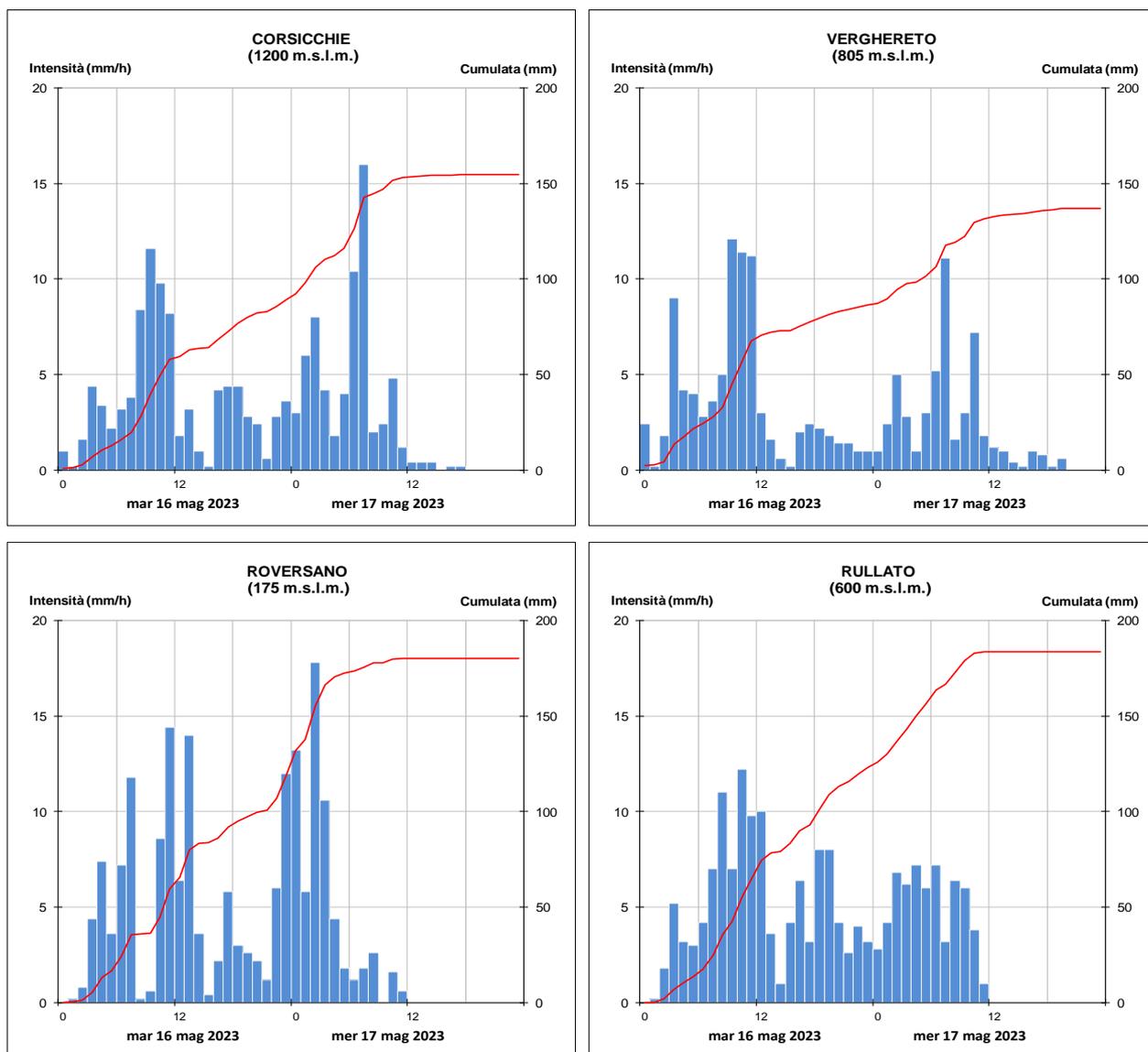


Figura 53: Andamento delle precipitazioni orarie e cumulate registrate dai pluviometri più significativi del bacino del Savio (dati validati – ora solare).

Tabella 32: Piogge intense e cumulate sul bacino del fiume Savio, nell'evento dal 16 al 17 maggio, a confronto con i massimi storici di 1, 2 e 17 gg consecutivi (in grassetto i valori che hanno superato i massimi storici).

| STAZIONE                | QUOTA<br>m.s.l.m. | PIOGGE INTENSE |      |      |      |              |       | Tot Evento<br>48 h | Tot da 1/05/23<br>17 gg | max. più giorni al 14/05/23 |       |      | Inizio serie<br>registrazioni |
|-------------------------|-------------------|----------------|------|------|------|--------------|-------|--------------------|-------------------------|-----------------------------|-------|------|-------------------------------|
|                         |                   | 1h             | 3h   | 6h   | 12h  | 24h          | 1 gg  |                    |                         | 2 gg                        | 17 gg |      |                               |
| Corsicchie              | 1200              | 16,8           | 31,8 | 45,4 | 66,6 | <b>122,8</b> | 153,6 | 312,8              | 89,3                    | 136,7                       | 308,0 | 1994 |                               |
| Verghereto              | 805               | 13,6           | 34,7 | 46,7 | 69,9 | 90,3         | 134,4 | 268,2              | 225,0                   | 233,4                       | 398,6 | 1945 |                               |
| Maiano                  | 680               | 5,2            | 14,2 | 27,2 | 49,2 | 79,6         | 138,6 | 183,2              | 91,6                    | 123,6                       | 224,0 | 1994 |                               |
| Monte Iottone           | 365               | 12,0           | 25,0 | 42,4 | 64,2 | 103,2        | 127,0 | 237,4              | 143,0                   | 155,9                       | 266,1 | 1946 |                               |
| Roversano               | 175               | 19,0           | 38,0 | 65,8 | 85,2 | <b>160,8</b> | 180,0 | 325,4              | 122,0                   | 153,4                       | 214,4 | 1994 |                               |
| Rullato                 | 600               | 13,0           | 32,0 | 57,0 | 85,8 | 145,8        | 195,4 | 349,4              | 163,4                   | 181,2                       | 300,0 | 1994 |                               |
| <b>Medie sul bacino</b> |                   |                | 13,3 | 29,3 | 47,4 | 70,2         | 117,1 | 154,8              |                         |                             |       |      |                               |

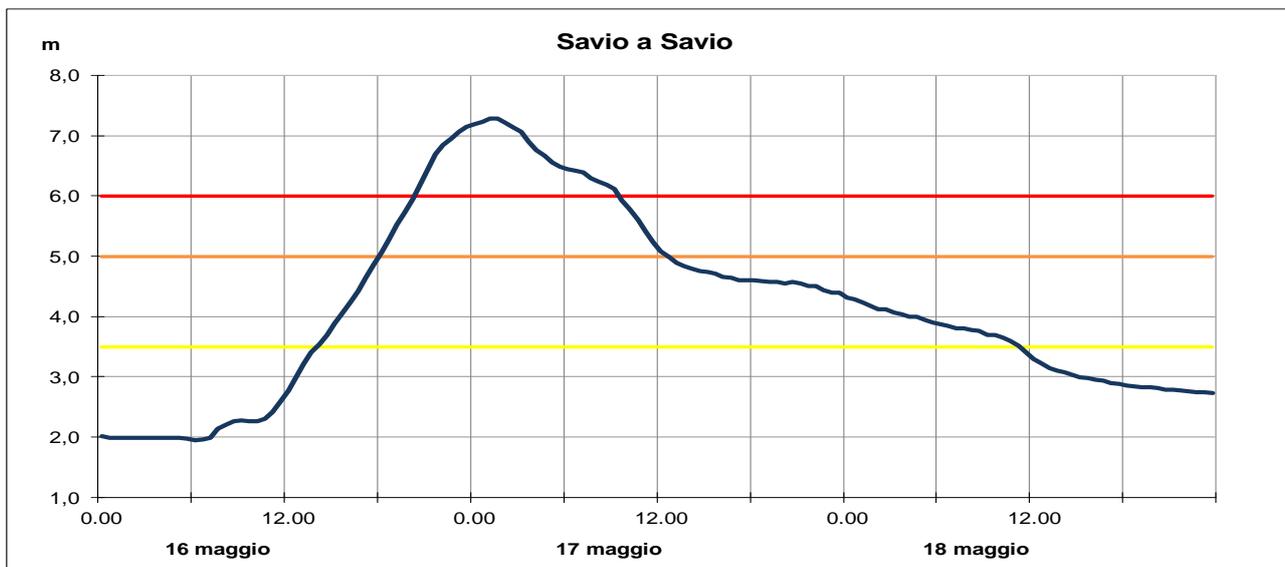
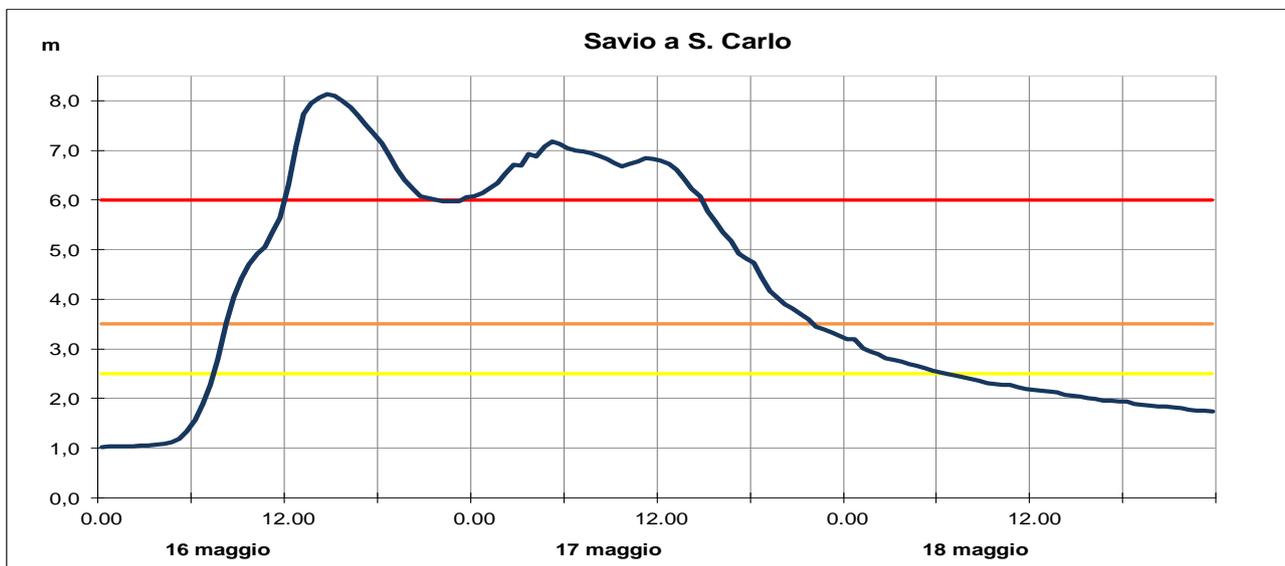
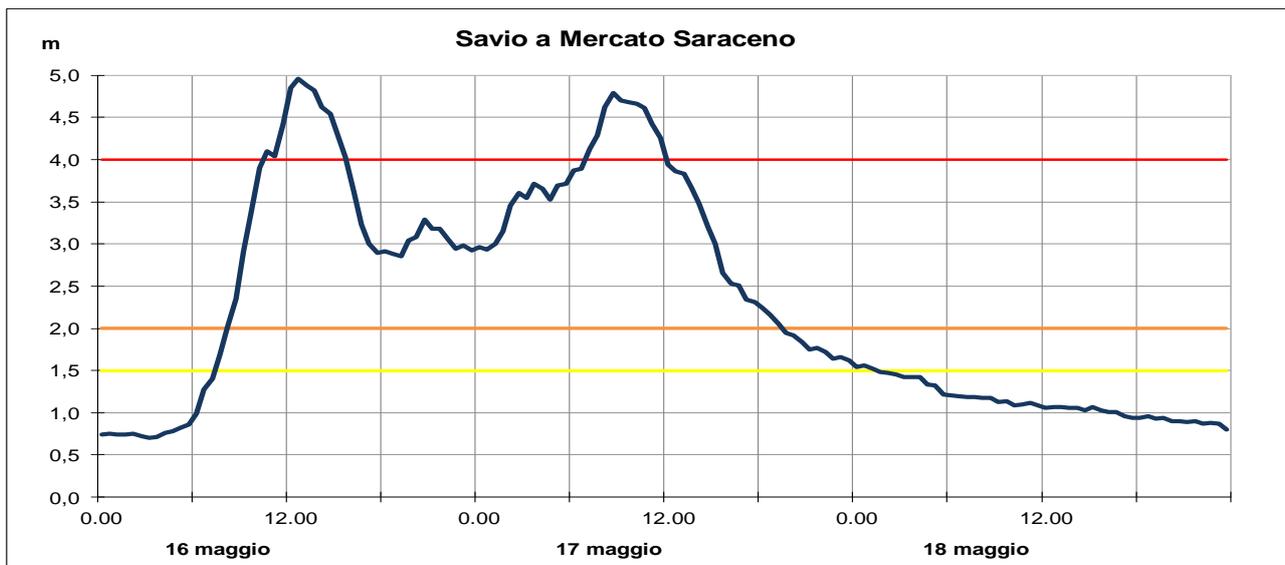
Sebbene il Savio sia stato interessato solo marginalmente dagli eventi di piena del 2-3 maggio, la pioggia del 16-17 maggio ha generato rapidi innalzamenti dei livelli idrometrici e due distinti colmi di piena, entrambi superiori alle soglie 3, nel tratto montano, con un colmo di **8,14 m s.z.i. registrato a S. Carlo alle ore 14:30, massimo storico dal 1990. Nel tratto arginato la piena ha superato i massimi storici in tutte le sezioni**, nonostante le perdite di volume causate da rotte ed esondazioni, superando in alcune la finestra di misura degli strumenti (vedi Figura 54).

Localizzate tracimazioni hanno interessato il centro abitato di Cesena, anche a causa dell'occlusione del ponte della ferrovia, con conseguente rigurgito della piena a monte. Un'importante rotta arginale in destra si è verificata a Castiglione di Cervia, in via Ragazzena angolo via Viazza, dove le acque hanno invaso la zona circostante, causando l'improvvisa decrescita dei livelli idrometrici, ben visibile nell'idrogramma della sezione di Savio (Figura 54).

Nella Tabella 33 sono riportate le massime altezze registrate nelle stazioni teleidrometriche del Savio e del suo affluente Borello durante la piena del 16-17 maggio, con l'indicazione dei tempi di propagazione della piena, dei massimi delle serie storiche superati e del comportamento della diga di Quarto.

**Tabella 33: Punte massime registrate nella piena del Savio e del suo affluente Borello il 16-17 maggio, con i tempi di propagazione dei colmi di piena (dati validati - ora solare).**

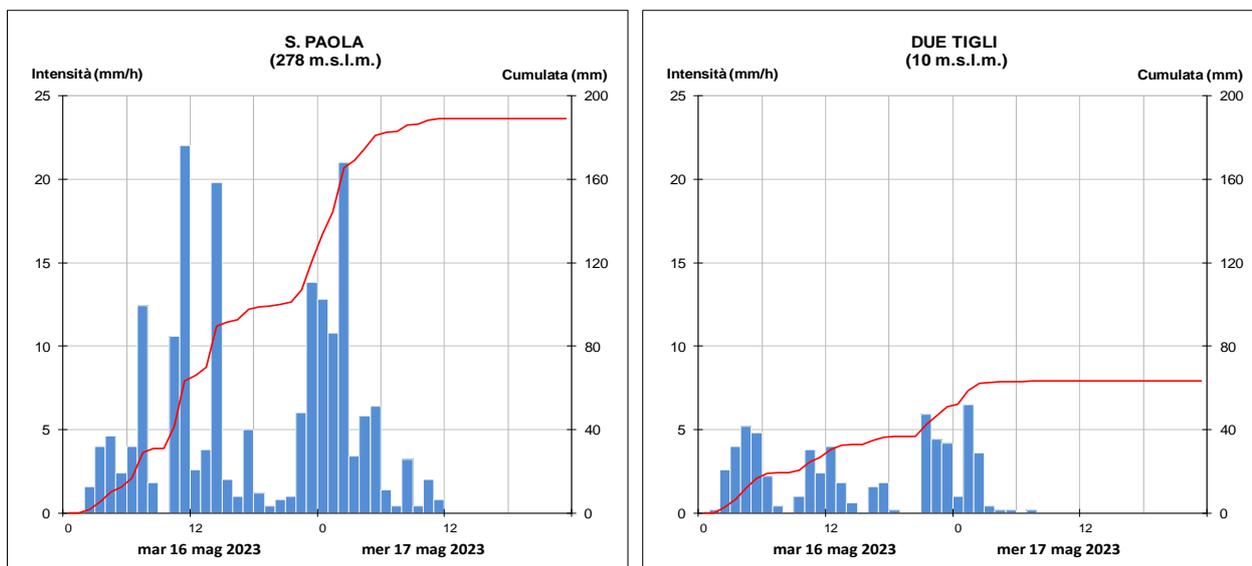
| Fiume SAVIO   |          |          |                       |                      |       |       |          |          |  |
|---|----------|----------|-----------------------|----------------------|-------|-------|----------|----------|--|
| Denominazione del SENSORE   | Distanze |          | Livelli rif. soglia 2 | Punta max registrata |       |       | Tempi    |          | Note                                       |
|   | parziali | progres. |                       | H idr.ca             | gior. | ora   | parziali | progres. |  |
| origine   | 0,0      | 0,0      |                       |                      |       |       |          |          |  |
| QUARTO  | 30,7     | 30,7     | 2,00                  | <b>4,76</b>          | 16    | 12:45 | -        | 0:00     | max=1^ punta                               |
| MERCATO SARACENO  | 14,9     | 45,6     | 2,00                  | <b>4,91</b>          | 16    | 13:00 | 0:15     | 0:15     | max=1^ punta/ max dal 1989                 |
| confluenza Borello  | 12,9     | 58,5     |                       |                      |       |       |          |          |  |
| S.CARLO   | 5,8      | 64,3     | 4,00                  | <b>8,14</b>          | 16    | 14:30 | 1:30     | 1:45     | max=1^ punta/ max dal 1990                 |
| CESENA  | 8,6      | 72,9     | 5,50                  | <b>&gt;7,51</b>      |       |       | -        | -        | strumento danneggiato dalla piena          |
| MATELLICA   | 18,1     | 90,9     | 3,50                  | <b>7,10</b>          | 17    | 12:00 |          |          | max=2^ punta/ max dal 1990                 |
| CASTIGLIONE   | 6,2      | 97,1     | 6,00                  | <b>&gt;10,4</b>      |       |       |          |          | strumento in finestra misura/ max dal 1990 |
| SAVIO   | 7,2      | 104,3    | 5,00                  | <b>7,29</b>          | 17    | 1:30  |          |          | rotta a monte/ max dal 1991                |
| sbocco in Mare  | 8,5      | 112,9    |                       |                      |       |       |          |          |  |
| Torrente BORELLO  |          |          |                       |                      |       |       |          |          |  |
| Denominazione del SENSORE   | Distanze |          | Livelli rif. soglia 2 | Punta max registrata |       |       | Tempi    |          | Note                                       |
|   | parziali | progres. |                       | H idr.ca             | gior. | ora   | parziali | progres. |  |
| origine   | 0,0      | 0,0      |                       |                      |       |       |          |          |  |
| BORELLO   | 34,9     | 34,9     | 1,00                  | <b>2,82</b>          | 16    | 13:15 | -        | -        | max=1^ punta/ max dal 2000                 |
| sbocco in Savio   | 0,8      | 35,8     |                       |                      |       |       |          |          |  |
| Note:   |          |          |                       |                      |       |       |          |          |  |
| Estese esondazioni a Cesena e una rotta in destra nella zona di Castiglione hanno causato notevoli perdite di volume della piena a valle.   |          |          |                       |                      |       |       |          |          |  |
| Lo scarico della diga di Quarto è iniziato alle ore 8:00 del 16 maggio, con una portata iniziale di 40 mc/sec, ha raggiunto il valore massimo di 400 mc/sec alle ore 13:30, per poi diminuire progressivamente fino alle ore 8:00 del 19 maggio, quando la portata scaricata è risultata al nuovamente di sotto di 40 mc/sec. |          |          |                       |                      |       |       |          |          |  |



*Figura 54: Idrogrammi di piena nelle sezioni idrometriche più significative del fiume Savio (dati validati – ora solare).*

### 3.15. La piena dei torrenti Rubicone e Pisciatello

Sui bacini del Rubicone e Pisciatello il pluviometro di S. Paola ha registrato due impulsi successivi di precipitazione intensa, con un valore massimo di 24,6 mm/ora, ed **una cumulata dell'evento di 189,2 mm/48 ore, superiore ai massimi storici registrati** (vedi Figura 55 e Tabella 34).



*Figura 55: Andamento delle precipitazioni orarie e cumulate registrate dai pluviometri più significativi del bacino del Rubicone e del suo affluente Pisciatello (dati validati – ora solare).*

*Tabella 34: Piogge intense e cumulate sul bacino del torrente Rubicone e Pisciatello, nell'evento dal 16 al 17 maggio, a confronto con i massimi storici di 1, 2 e 17 gg consecutivi (in grassetto i valori che hanno superato i massimi).*

| STAZIONE                | QUOTA<br>m.s.l.m. | PIOGGE INTENSE |             |             |             |              | Tot Evento<br>48 h | Tot da 1/05/23<br>17 gg | max giorn. 1924-2015 |       |       | Inizio serie<br>registrazioni |
|-------------------------|-------------------|----------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------------|-------------------------|----------------------|-------|-------|-------------------------------|
|                         |                   | 1h             | 3h          | 6h          | 12h         | 24h          |                    |                         | 1 gg                 | 2 gg  | 17 gg |                               |
| S. Paola                | 278               | 24,6           | 47          | 69,4        | 88          | <b>168,4</b> | <b>189,2</b>       | <b>333,8</b>            | 102,4                | 128   | 181,6 | 2003                          |
| Due tigli               | 10                | 6,9            | 14,6        | 25,6        | 32,6        | 61,2         | 63,2               | 164,4                   | 79,8                 | 106,4 | 231,2 | 2001                          |
| <b>Medie sul bacino</b> |                   | <b>15,8</b>    | <b>30,8</b> | <b>47,5</b> | <b>60,3</b> | <b>114,8</b> | <b>126,2</b>       |                         |                      |       |       |                               |

Le suddette precipitazioni hanno generato una piena di elevati volumi defluenti, con **due colmi successivi e crescenti, e livelli superiori ai massimi storici in tutte le stazioni**: sul Rubicone a Savignano è stato registrato un colmo di piena di 3,67 m s.z.i. alle ore 3:45 del 17 maggio, mentre sul Pisciatello a Calisele il colmo ha superato la finestra di misura dello strumento teleidrometrico (vedi Figura 56).

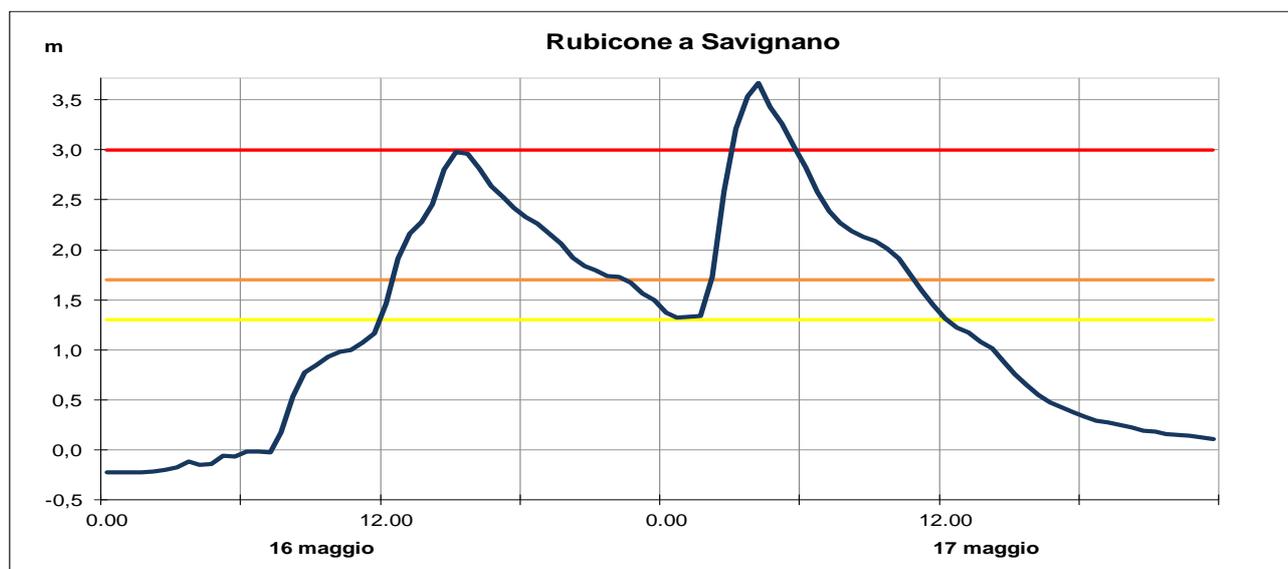
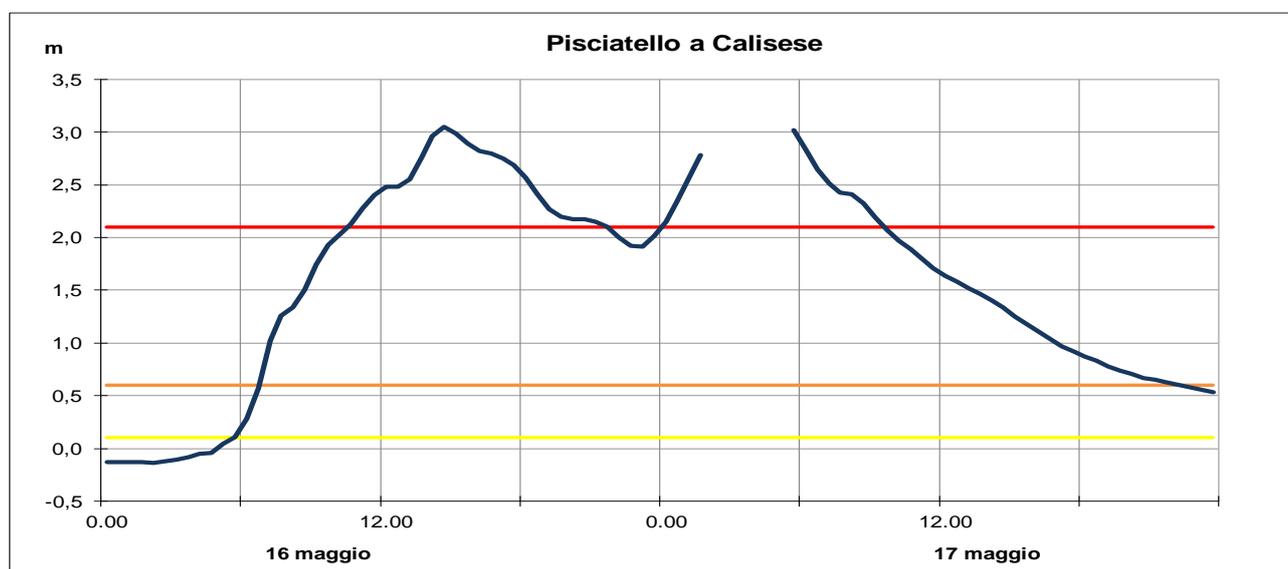
Intensi fenomeni di erosione e localizzate esondazioni si sono verificati sia sul Rubicone che sul Pisciatello, con allagamento dei territori circostanti e numerose interruzioni della viabilità secondaria.

**Tabella 35: Punte massime registrate nella piena del Rubicone e del suo affluente Pisciatello il 16-17 maggio, con i tempi di propagazione dei colmi di piena (dati validati - ora solare).**

| Fiume RUBICONE            |          |          |                       |                      |       |       |          |          |   |
|---------------------------|----------|----------|-----------------------|----------------------|-------|-------|----------|----------|---|
| Denominazione del SENSORE | Distanze |          | Livelli rif. soqlia 2 | Punta max registrata |       |       | Tempi    |          | Note  |
|                           | parziali | progres. |                       | H idr.ca             | qior. | ora   | parziali | progres. |   |
| origine                   | 0,0      | 0,0      |                       |                      |       |       |          |          |   |
| CALISESE                  | 23,0     | 23,0     | 0,80                  | >3,08                |       |       |          |          | strumento in finestra di misura/ max dal 1998 |
| DUE TIGLI                 | 9,2      | 32,2     | -2,20                 | -0,18                | 17    | 05:15 |          |          | max=2^ punta/ max dal 2001                    |
| sbocco in mare            | 0,9      | 33,1     |                       |                      |       |       |          |          |   |

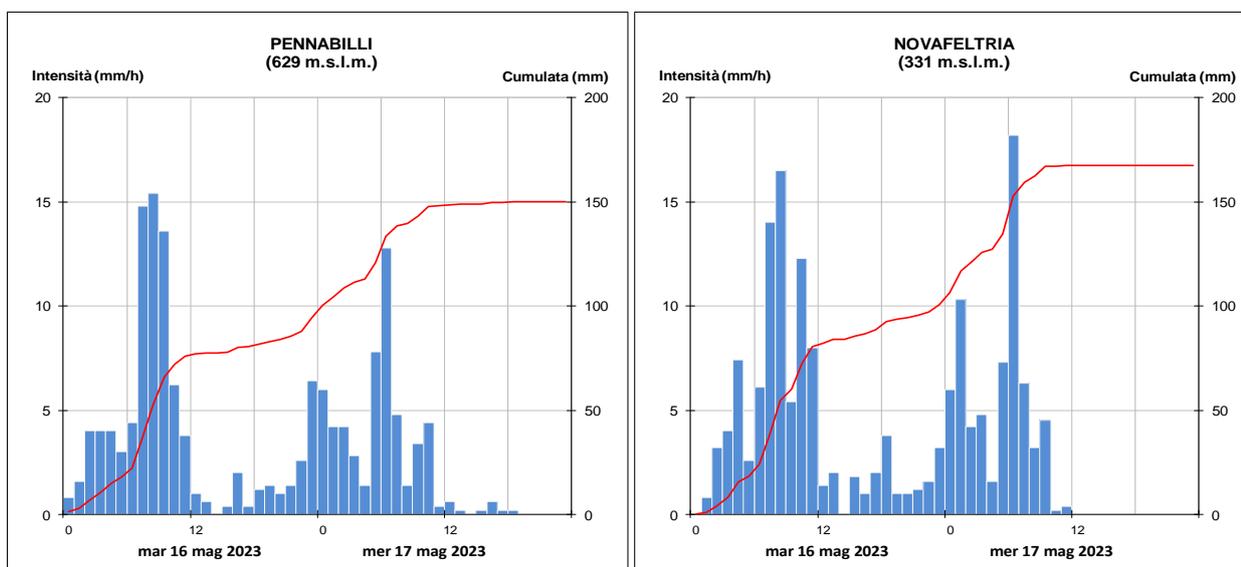
| Torrente PISCIADELLO      |          |          |                       |                      |       |       |          |          |                            |
|---------------------------|----------|----------|-----------------------|----------------------|-------|-------|----------|----------|----------------------------|
| Denominazione del SENSORE | Distanze |          | Livelli rif. soqlia 2 | Punta max registrata |       |       | Tempi    |          | Note                       |
|                           | parziali | progres. |                       | H idr.ca             | qior. | ora   | parziali | progres. |                            |
| origine                   | 0,0      | 0,0      |                       |                      |       |       |          |          |                            |
| SAVIGNANO                 | 20,5     | 20,5     | 2,00                  | 3,67                 | 17    | 03:45 | -        | -        | max=2^ punta/ max dal 1998 |
| sbocco in Rubicone        | 16,4     | 36,9     |                       |                      |       |       |          |          |                            |



**Figura 56: Idrogrammi di piena nelle sezioni idrometriche più significative del fiume Rubicone e del suo affluente Pisciatello (dati validati – ora solare).**

### 3.16. La piena del fiume Marecchia

Le precipitazioni sul bacino del Marecchia del 16-17 maggio si sono concentrate soprattutto nella porzione collinare del bacino, con due impulsi di precipitazione successivi (vedi Figura 57), che hanno fatto registrare le massime cumulate di 150,8 mm/48 ore a Pennabilli e 167,5 mm/48 ore a Novafeltria.



**Figura 57: Andamento delle precipitazioni orarie e cumulate registrate dai pluviometri più significativi del bacino del Marecchia (dati validati – ora solare).**

Nonostante il Marecchia fosse stato interessato marginalmente dall’evento dei primi di maggio, il 16-17 è stata registrata una piena con livelli superiori alle soglie 2 nel tratto montano e alla soglia 3 nella sezione di Rimini SS16, dove lo strumento è stato travolto dalla piena in fase di crescita della stessa non consentendo la misura del colmo (vedi Tabella 36). Intensi fenomeni di erosione e trasporto solido sono stati registrati al passaggio della piena, che nel tratto terminale ha causato il temporaneo allagamento del parco fluviale di Rimini.

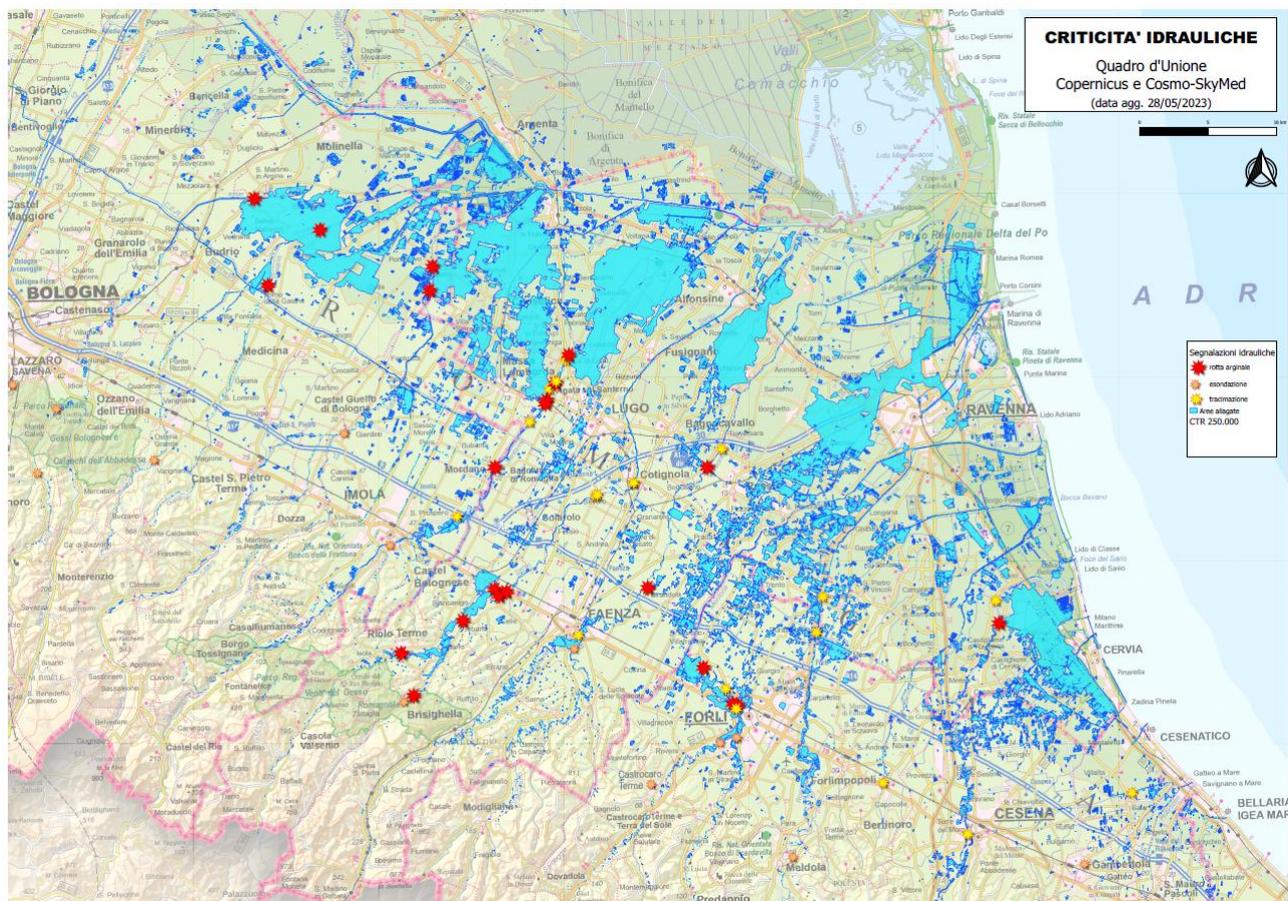
**Tabella 36: Punte massime registrate nella piena del Marecchia e del suo affluente Ausa il 16-17 maggio, con i tempi di propagazione dei colmi di piena (dati validati - ora solare).**

| Fiume MARECCHIA           |          |          |                      |                      |       |       |          |          |                                   |
|---------------------------|----------|----------|----------------------|----------------------|-------|-------|----------|----------|-----------------------------------|
| Denominazione del SENSORE | Distanze |          | Soglia 2<br>H idr.ca | Punta max registrata |       |       | Tempi    |          | Note                              |
|                           | parziali | progres. |                      | H idr.ca             | qior. | ora   | parziali | progres. |                                   |
| origine                   | 0,0      | 0,0      |                      |                      |       |       |          |          |                                   |
| PONTE MESSA               | 38,3     | 38,3     | 2,00                 | 2,54                 | 16    | 11:00 | -        | 0:00     | max=1^ punta/ max dal 2020        |
| P.VERUCCHIO               | 23,8     | 62,1     | 3,20                 | 3,78                 | 16    | 12:00 | 1:00     | 1:00     |                                   |
| RIMINI SS16               | 17,2     | 79,3     | 3,00                 | >4,38                |       |       |          |          | strumento danneggiato dalla piena |
| sbocco in Mare            | 2,4      | 81,7     |                      |                      |       |       |          |          |                                   |
| Torrente AUSA             |          |          |                      |                      |       |       |          |          |                                   |
| Denominazione del SENSORE | Distanze |          | Soglia 2<br>H idr.ca | Punta max registrata |       |       | Tempi    |          | Note                              |
|                           | parziali | progres. |                      | H idr.ca             | qior. | ora   | parziali | progres. |                                   |
| origine                   | 0,0      | 0,0      |                      |                      |       |       |          |          |                                   |
| RIMINI AUSA               | 20,5     | 20,5     | 2,20                 | 3,73                 | 16    | 12:45 | -        | -        | max=1^ punta/ max dal 2011        |
| sbocco in Marecchia       | 16,4     | 36,9     |                      |                      |       |       |          |          |                                   |

#### 4. GLI EFFETTI SUL TERRITORIO CONNESSI AL PASSAGGIO DELLE PIENE

Come descritto nei precedenti paragrafi, le eccezionali piene del 16-17 maggio hanno causato ingenti ed estesi effetti su tutti i corsi d'acqua collinari del settore centro-orientale della regione, che hanno aggravato i danni già in atto per le piene del 2-4 maggio, e generato nuove esondazioni, fontanazzi e rotture arginali.

La Figura 58 mostra la localizzazione delle principali criticità idrauliche censite dall'Agenzia regionale per la sicurezza territoriale e la protezione civile dopo l'evento del 16-17 maggio, insieme alla mappa delle aree allagate nella pianura bolognese, ravennate e forlivese.



**Figura 58: Sintesi delle criticità idrauliche occorse sui corsi d'acqua, ed immagine satellitare dei territori allagati a seguito delle piene dal 17 al 21 maggio 2023 (fonte Agenzia Regionale per la Sicurezza Territoriale e la Protezione Civile su dati Programma UE Copernicus Emergency Management Service).**

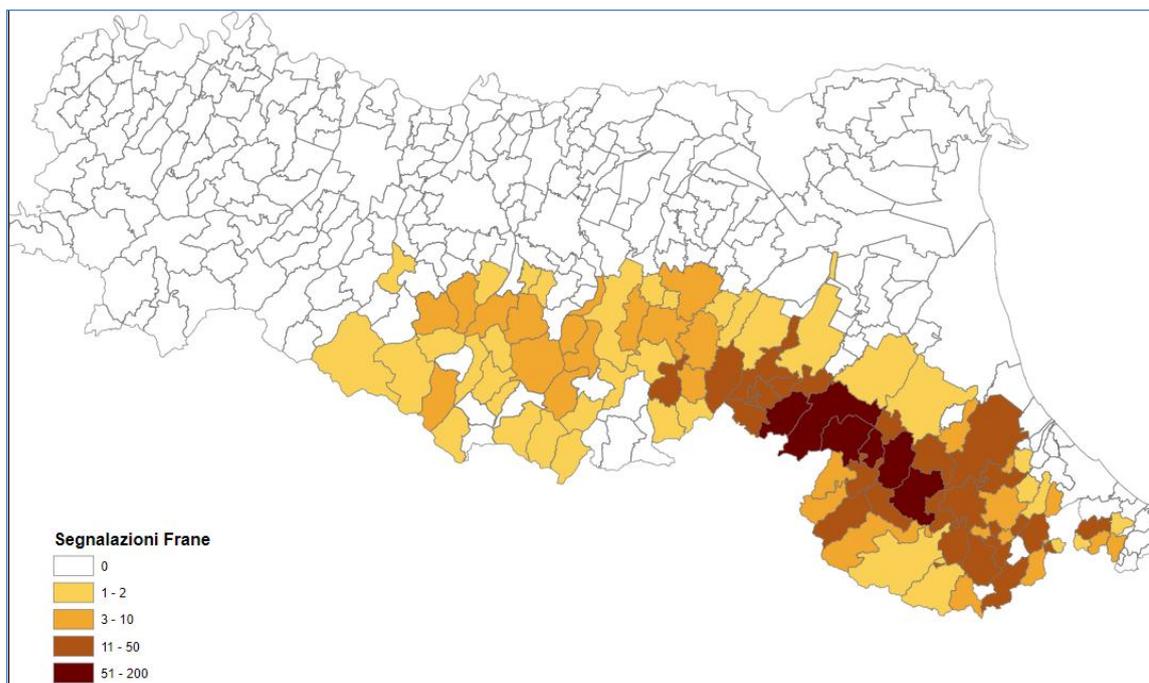
Tali dati potranno subire ulteriori aggiornamenti nelle prossime settimane, alla luce della ricognizione dettagliata dei danni, ancora in corso di completamento da parte dell'Agenzia per la sicurezza territoriale e la protezione civile.

## 5. I FENOMENI FRANOSI SUL TERRITORIO REGIONALE

In seguito alle precipitazioni descritte nei precedenti capitoli, si sono verificati numerosissimi fenomeni franosi sul territorio regionale, in particolare nelle Province di Bologna, Ravenna e Forlì-Cesena, e con relativa minore frequenza anche nelle province di Reggio Emilia, Modena e Rimini. Tali fenomeni seguono quelli già verificatisi dopo l'evento del 2 – 3 maggio.

Vista l'estensione dell'area interessata da entrambi gli eventi ed il gran numero di frane innescate, che può essere stimato in varie centinaia per ciascuno, è da segnalare la difficoltà di distinguere agevolmente in tantissimi casi le date precise di innesco, anche per i danni creati alle reti infrastrutturali (viabilità e comunicazioni) che hanno reso difficili le attività di sopralluogo. E' in corso un'attività di censimento sistematico dei dissesti attraverso fotointerpretazione, supportata da sopralluoghi, sulla base dei dati satellitari della costellazione Sentinel del programma Copernicus di ESA, e attraverso foto aeree e satellitari ad alta risoluzione, che permetterà, nelle prossime settimane, di distinguere le frane innescate dai due eventi.

Riguardo all'evento meteorologico del 16-18 maggio è da sottolineare che esso si è sviluppato su un territorio ancora fortemente influenzato dalle precipitazioni dell'1- 3 maggio e dai frequenti episodi temporaleschi successivi. Lo stato di saturazione dei suoli e dei versanti alla vigilia dell'evento era infatti ancora molto elevato. Le abbondanti precipitazioni su suolo già saturo hanno pertanto creato le condizioni per lo sviluppo di fenomeni in numero probabilmente superiore al precedente, con la caratteristica di una diffusa presenza di fenomeni misti idraulici e di versante. In linea generale la distribuzione e la frequenza dei fenomeni ha rispecchiato abbastanza fedelmente, come era prevedibile, la distribuzione areale delle cumulate di pioggia: le aree più colpite dai fenomeni sono state le fasce collinari e di bassa montagna tra le valli Reno - Setta nel bolognese e del Bidente - Savio nel forlivese (vedi Figura 59). Le immagini seguenti sono tutte relative al periodo 16 - 18 maggio.



**Figura 59: Numero di frane segnalate per comune. Pur essendo i dati provvisori (aggiornati al 15/06/2023) l'immagine restituisce una corretta indicazione della densità relativa delle frane sul territorio.**

Si riassumono brevemente gli eventi riscontrati a carico dei versanti.

1. Si sono sviluppati almeno 1500 fenomeni franosi a seguito del complesso degli eventi meteo del periodo considerato ( 1 – 18 maggio). Tale numero è ancora da considerarsi indicativo.
2. Pur essendo le caratteristiche delle frane innescate dipendenti essenzialmente dalle condizioni geologiche locali, il territorio maggiormente colpito (Appennino bolognese e romagnolo) avendo un assetto geologico relativamente omogeneo, è stato interessato da fenomeni con caratteristiche ricorrenti. In linea di massima si possono classificare le seguenti tipologie:
  - a. **Scorrimenti in terra di dimensioni medio-piccole** su versanti ripidi, generalmente boscati, e sulle scarpate stradali. Si tratta di una tipologia di frana numerosissima (ordine di grandezza di varie centinaia di fenomeni, Figura 60).
  - b. **Colate in terra di dimensioni molto variabili** (da piccole a grandi) avvenute su versanti ripidi e con spessore della coltre interessata limitato a decimetri o pochi metri. Si tratta della tipologia di frana più numerosa (ordine di grandezza superiore a 1000 fenomeni). In molti casi i fenomeni di colata di terra sono stati canalizzati in alvei del reticolo minore e si sono sviluppati per lunghezze da decine a centinaia di metri. Il materiale trasportato costituito da fango, detriti e legname asportato dai versanti, ha causato notevolissimi danni a strade ed abitazioni (Figura 61).
  - c. **Scivolamenti in roccia su piano di strato**, avvenuti su versanti generalmente poco inclinati a franapoggio. Sono numericamente inferiori (alcune decine) ma hanno coinvolto aree anche molto estese (> 1 ha e in vari casi > 10 ha, Figura 62).



**Figura 60: Scivolamenti e colate in terra che hanno impattato sulla SP 610 nel comune di Castel del Rio (BO), parzialmente rimossi dal piano stradale.**



*Figura 61: Esempio della ricorrenza di colate in terra nelle aree più colpite. Sono visibili decine di punti di innesco, tra il versante in primo piano e quelli in secondo piano. Località Sorrivoli in comune di Roncofreddo (FC). Da <https://teleromagna.it/it/cronaca/2023/5/18/sorrivoli-paese-spaccato-in-due-diverse-famiglie-isolate-da-frane-e-acqua-video>*



*Figura 62: Scivolamento planare in roccia in comune di Casalfiumanese (BO).*

Tutte e tre queste tipologie di frana hanno avuto movimenti da rapidi a molto rapidi. Sono stati inoltre frequenti i fenomeni misti, costituiti da tipologie concomitanti (Figura 63).



***Figura 63: Frana nei pressi di Baffadi (Casola Valsenio, RA) caratterizzata da tipologie concomitanti di scivolamento in roccia, scivolamento di terra, colata di terra o di detrito.***

Dal punto di vista del substrato geologico, le aree maggiormente colpite sono caratterizzate da terreni a litologie arenacee od arenaceo-marnose, appartenenti alla Formazione marnoso-arenacea romagnola, alla Successione epiligure ed alla Successione plio-pleistocenica in facies sabbiosa o arenacea. I territori caratterizzati da terreni argillosi, costituiti dalle Unità geologiche liguri ed in parte epiliguri, colpiti stagionalmente in modo ricorrente da frane su vaste aree dell'Appennino emiliano – romagnolo, sono stati viceversa, in questo evento, interessati da dissesti in misura relativamente minore. Infatti, rispetto al numero di colate di terra e detrito segnalate sui ripidi versanti della collina bolognese e romagnola, il numero delle colate su argille è stato relativamente basso, come riscontrabile ad esempio confrontando gli effetti tra le due valli adiacenti dell'Idice, caratterizzata da prevalenza di terreni arenaceo sabbiosi, fortemente colpita, e del Sillaro, caratterizzata da prevalenza di terreni argillosi e versanti mediamente meno acclivi, meno colpita.

Le cause di tali diversi comportamenti sono indicativamente dovute alla diversa geologia e conseguentemente anche acclività dei versanti, nonché alla diversa permeabilità dei terreni, che hanno originato differenti risposte alle precipitazioni. I suoli limoso sabbiosi delle aree maggiormente colpite, con discreta permeabilità primaria, hanno subito una forte saturazione per effetto delle precipitazioni molto intense per circa due giorni in entrambi gli eventi, che ha permesso l'innesco di numerosissime frane. I suoli delle aree prevalentemente argillose viceversa

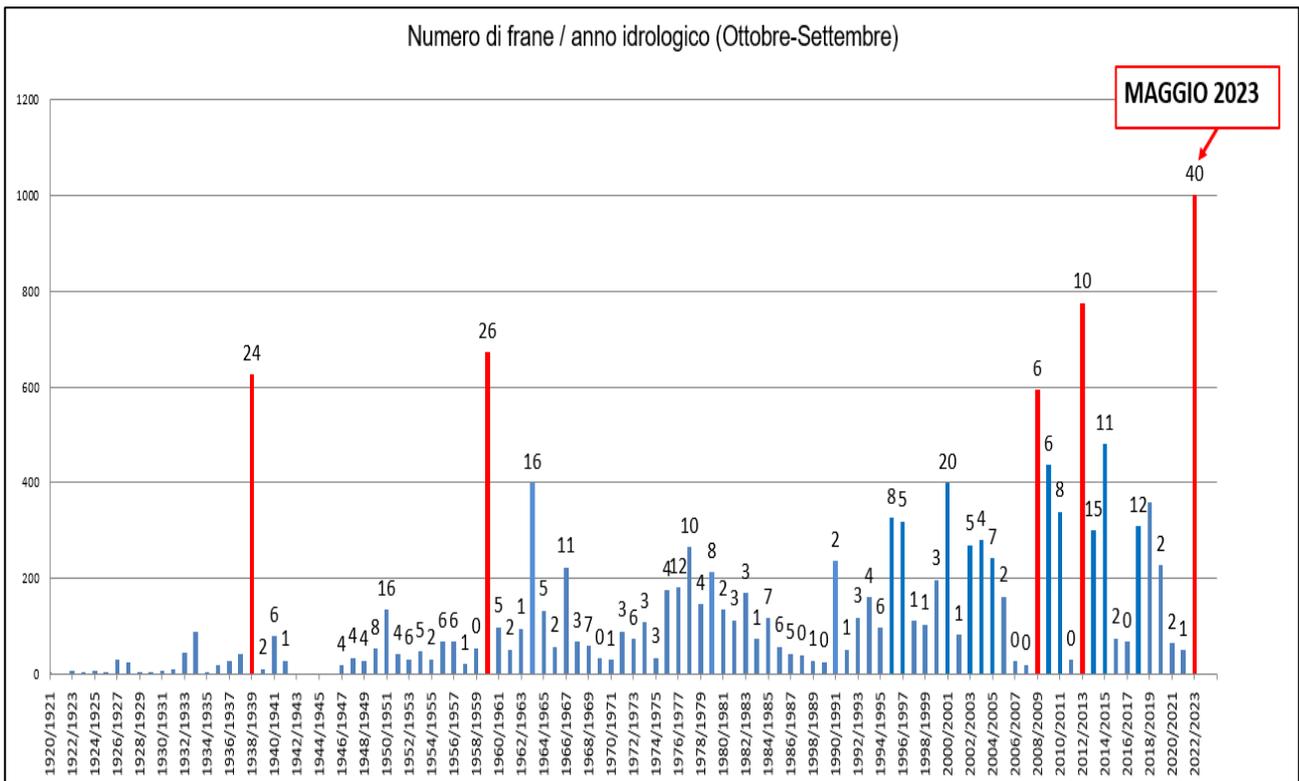
necessitano per essere saturati e quindi per l'innescò delle frane, di precipitazioni frequenti su periodi prolungati di più settimane, nei quali, oltre alla intensità, svolge un ruolo importante anche la durata complessiva delle precipitazioni (pioggia o neve), causa la minore permeabilità dei suoli stessi.

Vi sono comunque eccezioni, poiché sono stati riscontrati casi di attivazioni di frane in terreni argillosi, ma queste sono in prevalenza legate a versanti già in condizioni di equilibrio precario come, ad esempio, quello della vastissima frana di Cà Lita nel Reggiano, riattivatasi a seguito dell'evento del 16 - 18 maggio (Figura 64).



*Figura 64: La frana in argilla di Cà Lita – Poggio del Bue in comune di Baiso (RE). È visibile il fronte di scavo sul quale operano le ruspe al piede della frana, nel tentativo di fronteggiarne l'avanzamento, che ha raggiunto la velocità di 7 m/giorno a inizio giugno, per poi rallentare nelle settimane successive ( foto di Giovanni Bertolini, Agenzia Regionale per la Sicurezza territoriale e Protezione civile).*

Dal punto di vista del tempo di ritorno dell'evento, riferito al complesso delle frane **dell'intero periodo di maggio 2023, il numero dei fenomeni innescati è superiore a quello di ogni altro evento verificatosi sul territorio regionale da almeno 100 anni**, sulla base delle informazioni contenute nell'archivio storico dei movimenti franosi della Regione Emilia-Romagna (Figura 65).



**Figura 65: Confronto tra numero di frane attivate nel maggio 2023 e le frane attivate negli anni idrologici precedenti degli ultimi 100 anni in Emilia-Romagna. A sinistra in asse verticale il numero complessivo di frane. I numeri sugli istogrammi indicano le grandi frane (> 1 ha). Per il 2023 i dati sono ancora provvisori. Info: <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/dissesto-idrogeologico/larchivio-storico-dei-movimenti-franosi>**

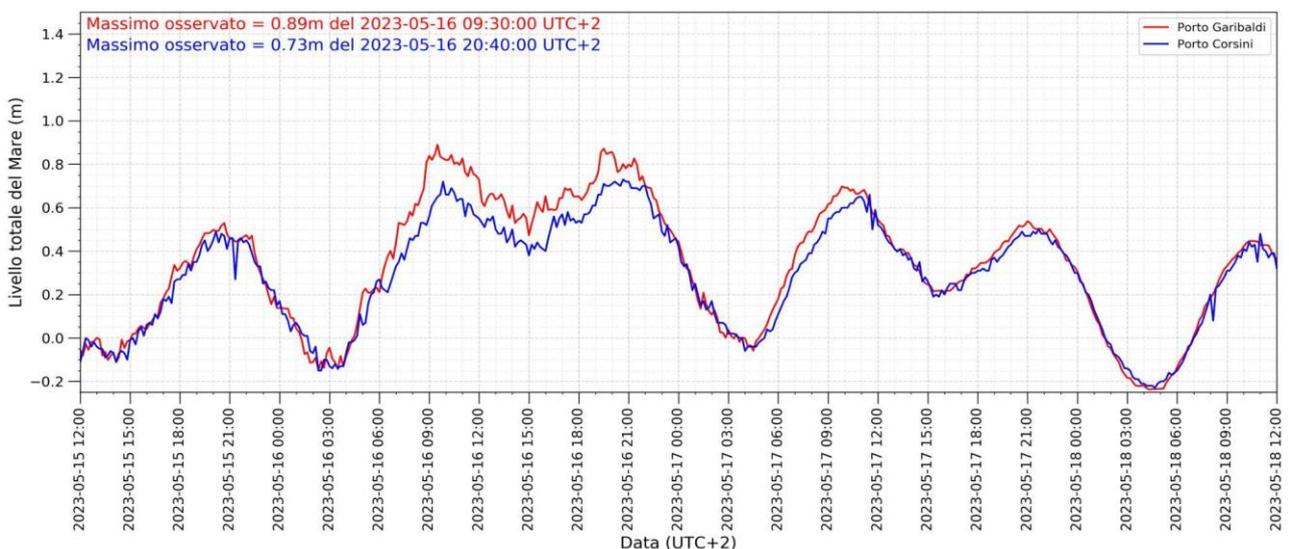
Anche sulla base dei resoconti storici, il solo evento che può essere accostato a quello di maggio 2023 è quello verificatosi a fine maggio del 1939, che interessò il territorio regionale tra l'Appennino modenese e quello riminese, e con particolare intensità le stesse aree più colpite a maggio 2023, e che provocò anch'esso centinaia di frane, sia pure in un contesto di insediamenti e infrastrutture non confrontabile con l'attuale.

## 6. LE MAREGGIATE ED I RELATIVI EFFETTI SULLA COSTA ROMAGNOLA

### 6.1. Caratteristiche dell'evento meteo-marino

Nel periodo compreso tra le 12:00 del 15 maggio e le 12:00 del 18 maggio, il livello del mare misurato dal mareografo di Porto Garibaldi (linea rossa nella Figura 66) ha mostrato oscillazioni ad alta frequenza, normalmente associate al moto ondoso sostenuto. Poco dopo le 08:40 del 16 maggio il livello totale dell'acqua ha superato il valore di soglia di 0,8 m e ha mantenuto valori superiori fino alle 11:10 dello stesso giorno, per un totale di circa 2,5 ore. Durante tale innalzamento, è stato raggiunto il picco di livello del mare alle ore 9:30 del 16 maggio pari a 0,89 m. A seguire, i valori di livello hanno superato nuovamente la soglia di 0,8 m a partire dalle ore 19:20 del 16 maggio, per un periodo di circa 2 ore e 10 minuti, durante le quali è stato rilevato il secondo picco della giornata pari a 0,87 m alle 19:30.

Come è possibile vedere nella linea blu della Figura 66, il mareografo di Porto Corsini non ha registrato nessun superamento della soglia di 0,8 m durante il periodo. Il valore massimo di 0,73 m è stato misurato alle 20:40. Essendo i due mareografi situati in luoghi relativamente vicini, il superamento della soglia da parte di uno e il non superamento dell'altro suggeriscono una forte influenza locale del vento, che potrebbe aver spinto una maggiore quantità d'acqua verso specifiche località costiere.

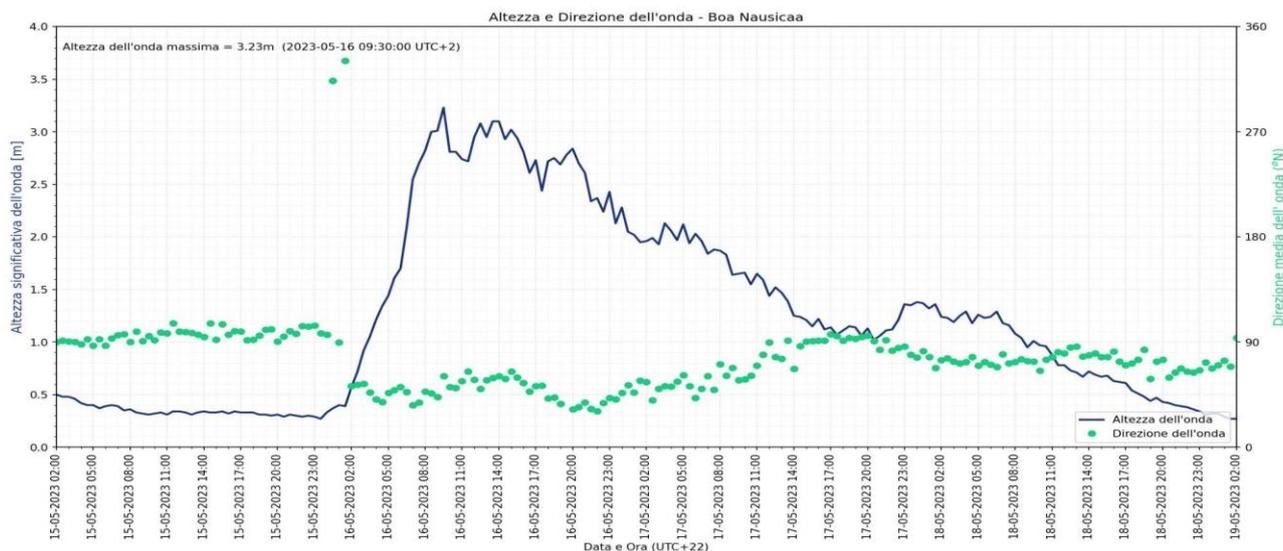


**Figura 66: Il livello totale del mare misurato ai mareografi di Porto Garibaldi (linea rossa) e Porto Corsini (linea blu) nel periodo compreso dal 15/05/2023 alle 12:00 al 18/05/2023 alle 12:00, ora locale.**

La boa ondometrica Nausicaa, posizionata al largo di Cesenatico, ha rilevato un innalzamento repentino dell'onda a partire dalle ore 1:30 circa del 16 maggio, raggiungendo un picco d'onda pari a 3,23 m alle ore 9:30 dello stesso giorno (vedi Figura 67). Le condizioni di onda con altezza superiore a 1,35 m, soglia utilizzata per identificare l'inizio e la fine di un evento di mareggiata in Emilia-Romagna (corrispondente al 95° percentile del dataset ondometrico disponibile dal 2007 a oggi), sono perdurate per molte ore. L'altezza dell'onda è scesa sotto soglia per qualche ora dalle 14:00 del 17 maggio, per poi superare nuovamente il valore di 1,35 per altre 2,5 ore. Sulla base di tale soglia, l'evento di mareggiata ha avuto una durata totale di circa 35,5 ore. La direzione di

propagazione media dell'onda durante l'evento è di circa 60°N (proveniente da NE), caratteristica delle mareggiate generate dai venti di Bora.

Analizzando tutte le mareggiate occorse dal 2007 ad oggi, su oltre 300 eventi solo 18 hanno raggiunto un picco superiore a 3,23 m, posizionando questo evento di onda come uno dei più alti della serie storica attualmente disponibile.



**Figura 67: Dati di altezza e direzione dell'onda misurati dalla Boa Nausicaa posizionata al largo di Cesenatico dal 15 al 18 maggio 2023.**

## 6.2. Gli effetti sulla costa connessi alla mareggiata

La mappatura degli effetti sulla costa connessi alla mareggiata, che ha interessato la fascia costiera dell'Emilia-Romagna, nei giorni 16-17 maggio, è illustrata in Figura 68. Le informazioni di seguito riportate derivano dall'analisi delle web-cam in fase di evento, dalle comunicazioni in sede briefing, dal censimento svolto dai servizi territoriali ARSTPC, dalla cronaca (Stampa e web) e dall'analisi delle immagini satellitari Copernicus successivamente elaborate.

L'evento meteomarinario, pur essendo stato caratterizzato da un'onda al largo con altezza significativa superiore a 2 metri per una durata di circa 24 ore, non ha prodotto impatti molto gravi lungo la costa. Si è trattato soprattutto di abbassamenti della quota di spiaggia e di ingressioni marine che hanno raggiunto numerosi stabilimenti balneari e, solo localmente, le strade retrostanti. L'ingressione marina, in questo caso, non è stata determinata da valori di surge (acqua alta) particolarmente sostenuti, ma dalla concomitanza con venti di bora piuttosto intensi che, nella giornata del 16 maggio, hanno raggiunto valori di 88 km/h, favorendo la risalita dell'onda fino al retrospiaggia, oltre a provocare danni diretti alle infrastrutture turistico/balneari, diffusi data la stagione.

Come indicato nel testo dell'Allerta 061/2023, la mareggiata ha inoltre ostacolato il deflusso di fiumi e canali, provocando locali tracimazioni in prossimità delle foci. È inoltre da segnalare l'ingente quantità di materiale spiaggiato, soprattutto legname, che si è accumulato prevalentemente nelle spiagge poste nelle vicinanze delle foci fluviali. Ciò ha richiesto un massiccio e rapido intervento con mezzi meccanici per la loro asportazione ed il ripristino delle infrastrutture balneari, gravemente impattate dal fenomeno.



**Figura 68: Mappa dei principali effetti sulla costa connessi alla mareggiata del 16-17 maggio 2023.**

La Tabella 37 riporta l'ubicazione delle località oggetto di impatto durante l'evento di mareggiata, con le tipologie di danno riscontrate e l'ente che ha eseguito la segnalazione.

**Tabella 37: Sintesi delle segnalazioni dei principali impatti sulla costa sulla costa connessi alla mareggiata del 16-17 maggio.**

| Id | Prov | Località                                       | Tipologia impatto   | Dettaglio  | Fonte segnalazione |
|----|------|--|---|--|--------------------|
| 1  | FE   | -  | -   | -  | -                  |
| 2  | RA   | Marina di Ravenna                              | Erosione spiaggia, danni stabilimenti                                 | Impatti diffusi  | Stampa             |
| 3  | FC   | Cesenatico - Gatteo                            | Erosione spiaggia, inondazione e danni agli stabilimenti, danni opere | Impatti diffusi lungo il litorale, danni molo porto          | Stampa             |
| 4  | FC   | Cesenatico - Valverde                          | Erosione spiaggia, danni stabilimenti, inondazione aree urbane        | Impatti diffusi lungo il litorale, allagamento V.le Carducci | Stampa, ARSTPC     |
| 5  | RN   | Bellaria Igea Marina, Rimini, Riccione, Misano | Erosione spiaggia, inondazione e danni stabilimenti                   | Impatti diffusi lungo il litorale                            | Stampa, ARSTPC     |
| 6  | RN   | Cattolica, Portoverde                          | Danni stabilimenti  | Impatti diffusi  | Stampa, ARSTPC     |



*Figura 69: Dettaglio impatti a marina di Ravenna il 16-17 maggio*



*Figura 70: Dettaglio impatti nel cesenate il 16-17 maggio. Danni molo porto Gatteo (a sinistra) e impatti diffusi lungo il litorale (al centro e a destra).*

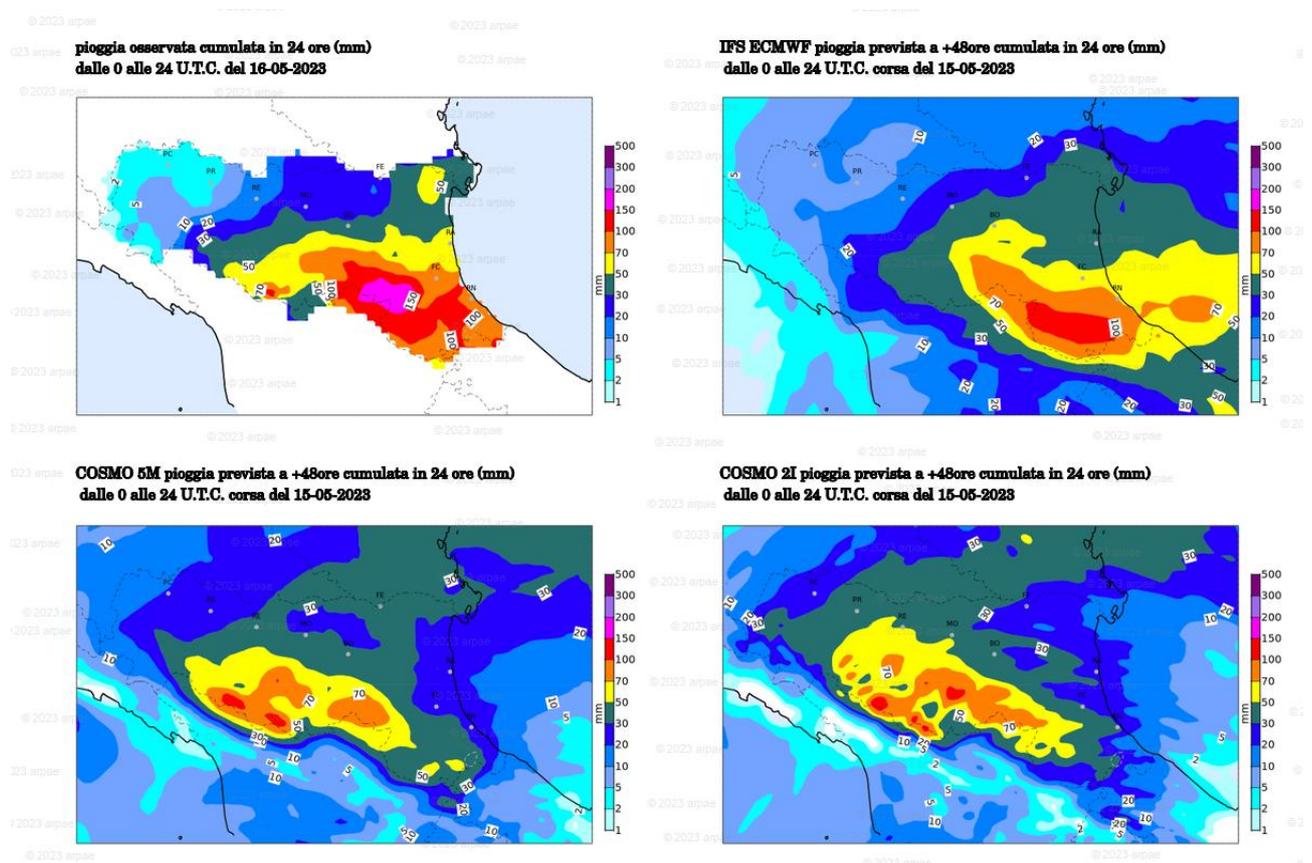


*Figura 71: Erosione arenile in prossimità di manufatti (a sinistra) a Riccione, e allagamenti spiaggia e stabilimenti a Rimini (a destra) il 16-17 maggio.*

## 7. L'ATTIVITÀ DI PREVISIONE E MONITORAGGIO DEL CENTRO FUNZIONALE

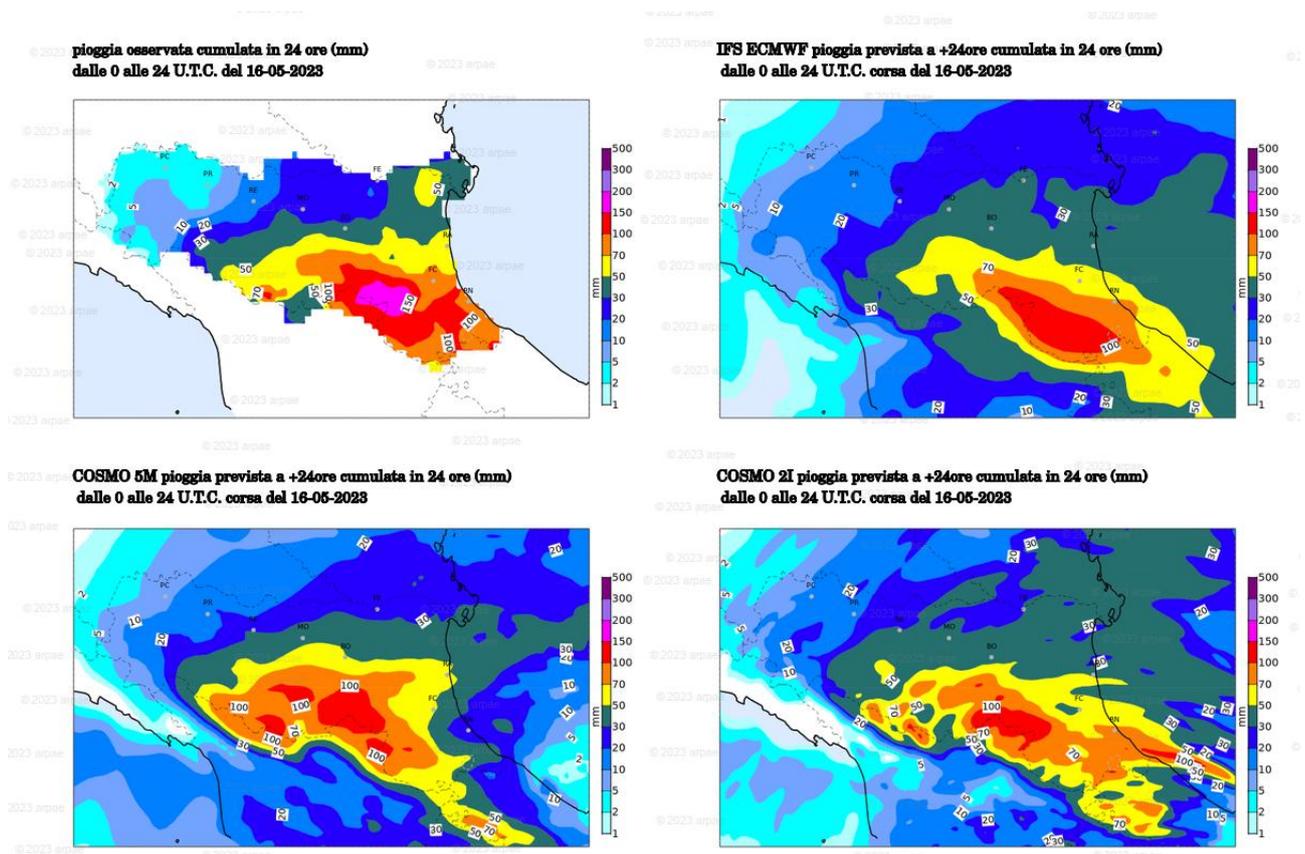
Il 15 maggio, alla luce della previsione di precipitazioni diffuse su tutta la regione in particolare sull'Appennino centro-orientale, il cui territorio versava già in condizioni di elevata vulnerabilità a causa degli eventi occorsi dall'inizio del mese di maggio, il Centro Funzionale ARPAE-SIMC e l'Agenzia per la sicurezza territoriale e la protezione civile hanno emesso, con 24 ore di anticipo, un'**Allerta rossa per criticità idrogeologica e idraulica** sul settore centro-orientale della regione, arancione sul settore occidentale, gialla per criticità costiera (Allerta n. 061/2023). La descrizione dei fenomeni contenuta nell'allerta indicava, in particolare, una **previsione di colmi di piena prossimi ai franchi arginali e ai massimi storici sui bacini Romagnoli e affluenti di Reno e numerosi ed estesi dissesti su tutto il territorio collinare e montano nel settore centro-orientale**.

All'Allerta è stata data la massima diffusione sia attraverso i canali istituzionali, sia sui media, affinché tutta la popolazione fosse informata. Gli enti e le strutture di Protezione Civile regionale hanno messo in campo il livello più alto di mobilitazione, attraverso l'attivazione dell'Unità di Crisi nazionale, attiva già dagli eventi di inizio maggio, e delle colonne mobili di 12 regioni. E' stata inoltre disposta la chiusura delle scuole e consigliata la limitazione degli spostamenti in molti dei comuni interessati dall'allerta. In alcuni abitati a rischio sono state disposte evacuazioni preventive, mentre molte altre evacuazioni ed azioni di soccorso alla popolazione sono state effettuate in corso di evento.



*Figura 72: Precipitazione prevista il 15 maggio per la giornata del 16, dal modello meteorologico a scala globale ECMWF (in alto a destra), e dai modelli meteorologici ad area limitata COSMO5M (in basso a sinistra) e COSMO2I (in basso a destra), a confronto con la pioggia realmente osservata dell'evento (in alto a sinistra).*

Come per l'evento di inizio maggio, le precipitazioni sono state ancor più elevate di quanto previsto dai modelli meteorologici, sia con 48 (Figura 72) che con 24 ore di anticipo (Figura 73), in particolar modo sulla collina romagnola. Tuttavia l'attività di monitoraggio del Centro Funzionale ARPAE-SIMC, iniziata dalle prime ore del 16 maggio attraverso il presidio h24 della Sala Operativa, ha permesso di seguire gli eventi di precipitazione e di piena in atto fornendo, tramite l'emissione di documenti di monitoraggio periodici, la previsione a breve termine delle precipitazioni e della propagazione delle piene sui corsi d'acqua.

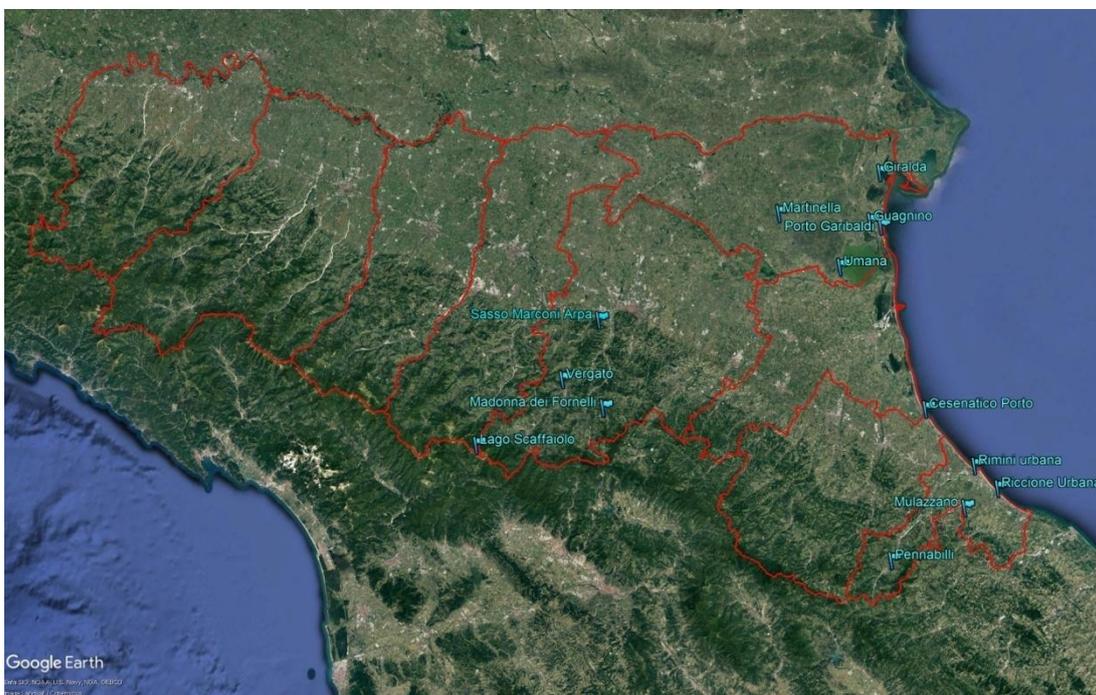


**Figura 73: Precipitazione prevista il 15 maggio per la giornata del 16, dal modello meteorologico a scala globale ECMWF (in alto a destra), e dai modelli meteorologici ad area limitata COSMO5M (in basso a sinistra) e COSMO2I (in basso a destra), a confronto con la pioggia realmente osservata dell'evento (in alto a sinistra).**

Lo stato di allerta di codice rosso per criticità idrogeologica e idraulica sul settore centro-orientale della regione è stato mantenuto per diversi giorni successivi all'evento meteorologico, in considerazione delle gravi criticità occorse, aggravate dal permanere di precipitazioni sparse, a carattere temporalesco, fino alla fine del mese di maggio.

Tutte le Allerte ed i 16 documenti di monitoraggio emessi dal 16 al 23 maggio, comunicati in tempo reale agli enti e alle strutture di protezione civile sul territorio, e diffusi alla popolazione anche tramite i canali social Twitter e Telegram, sono disponibili sul portale ufficiale AllertameteoER della Regione Emilia Romagna: <https://allertameteo.regione.emilia-romagna.it/web/guest/homepage/>, dove sono stati pubblicati in tempo reale anche tutti i dati di precipitazione e livelli idrometrici osservati durante l'evento.

## ALLEGATO 1



*Figura 74: Posizione delle stazioni anemometriche della regione che hanno registrato valori  $\geq 17.2$  m/s*

*Tabella 38: Legenda dei colori delle intensità del vento in riferimento alla scala Beaufort.*

| Valore scala Beaufort | Termine descrittivo | Velocità del vento medio in m/s | Velocità del vento medio in km/h |
|-----------------------|---------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 8                     | Burrasca moderata   | 17.2-20.7                       | 62-74.5                          |
| 9                     | Burrasca forte      | 20.8-24.4                       | 74.9-87.9                        |
| 10                    | Burrasca fortissima | 24.5-28.4                       | 88-102.2                         |
| 11                    | Fortunale           | 28.5-32.6                       | 102.3-117,4                      |
| 12                    | Uragano             | $\geq 32.7$                     | $>117.5$                         |



Struttura Idro-Meteo-Clima

Viale Silvani, 6 – Bologna

051 6497511

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