

REGIONE AUTONOMA  
FRIULI VENEZIA GIULIA

---

# Gli eventi estremi (*pluviometrici, ma non solo*) in Emilia Romagna nel 2023. Cos'è successo?

---

Pier Paolo Alberoni  
Arpae - SIMC

Venerdì  
1 dicembre 2023

Hotel Savoia Excelsior Palace,  
Riva del Mandracchio, 4 - Trieste

# Sommario

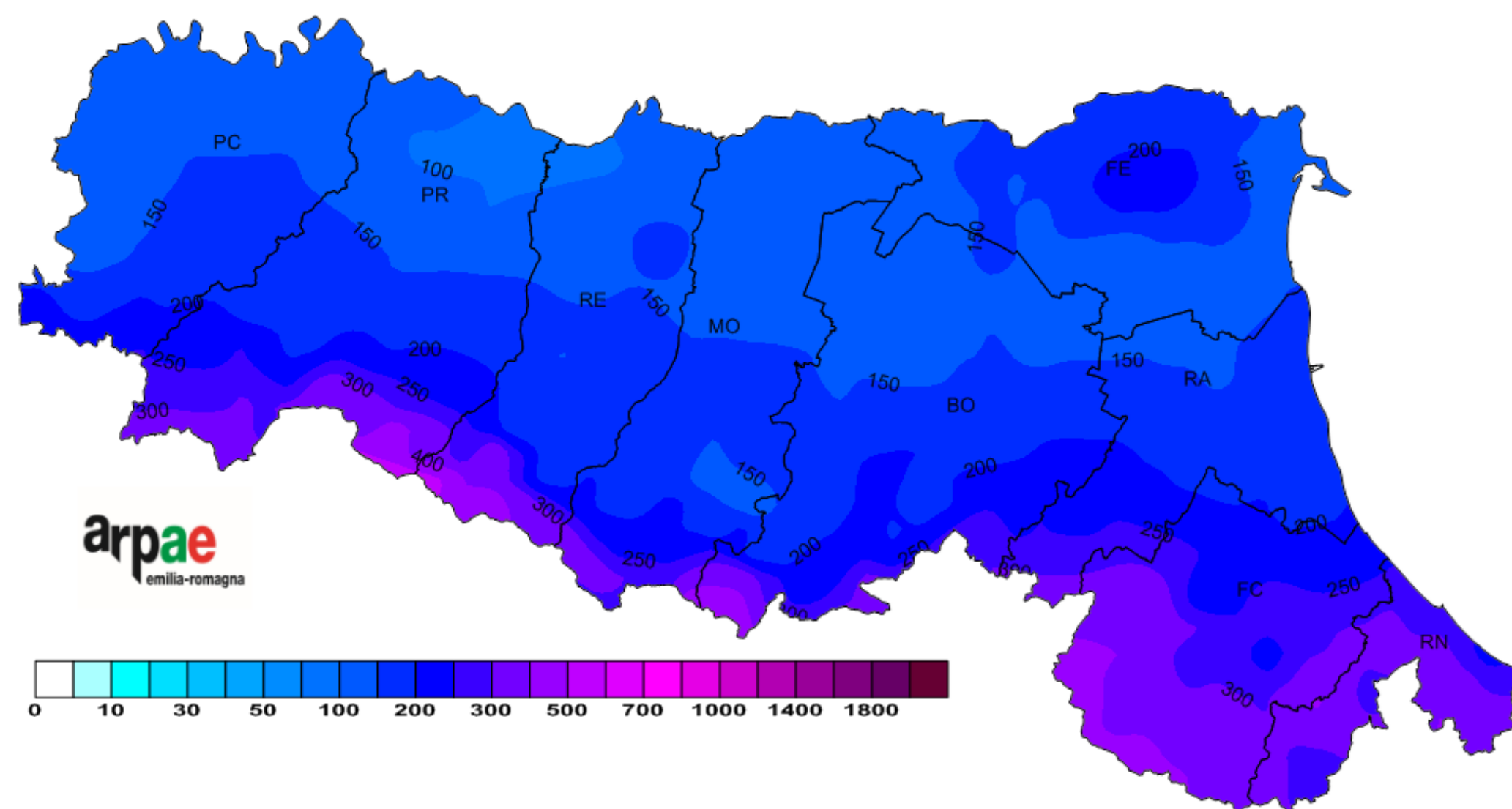
Nel 2023 l'Emilia-Romagna è stata interessata da fenomeni estremi. Il territorio regionale è stato colpito da alluvioni di proporzioni storiche, da temporali grandinigeni importanti, ma anche da prolungate ondate di calore e periodi di siccità.  
(ma non è stato il solo territorio colpito in questo modo)

Verranno ripercorsi in sequenza i principali eventi e gli effetti al suolo conseguenti.

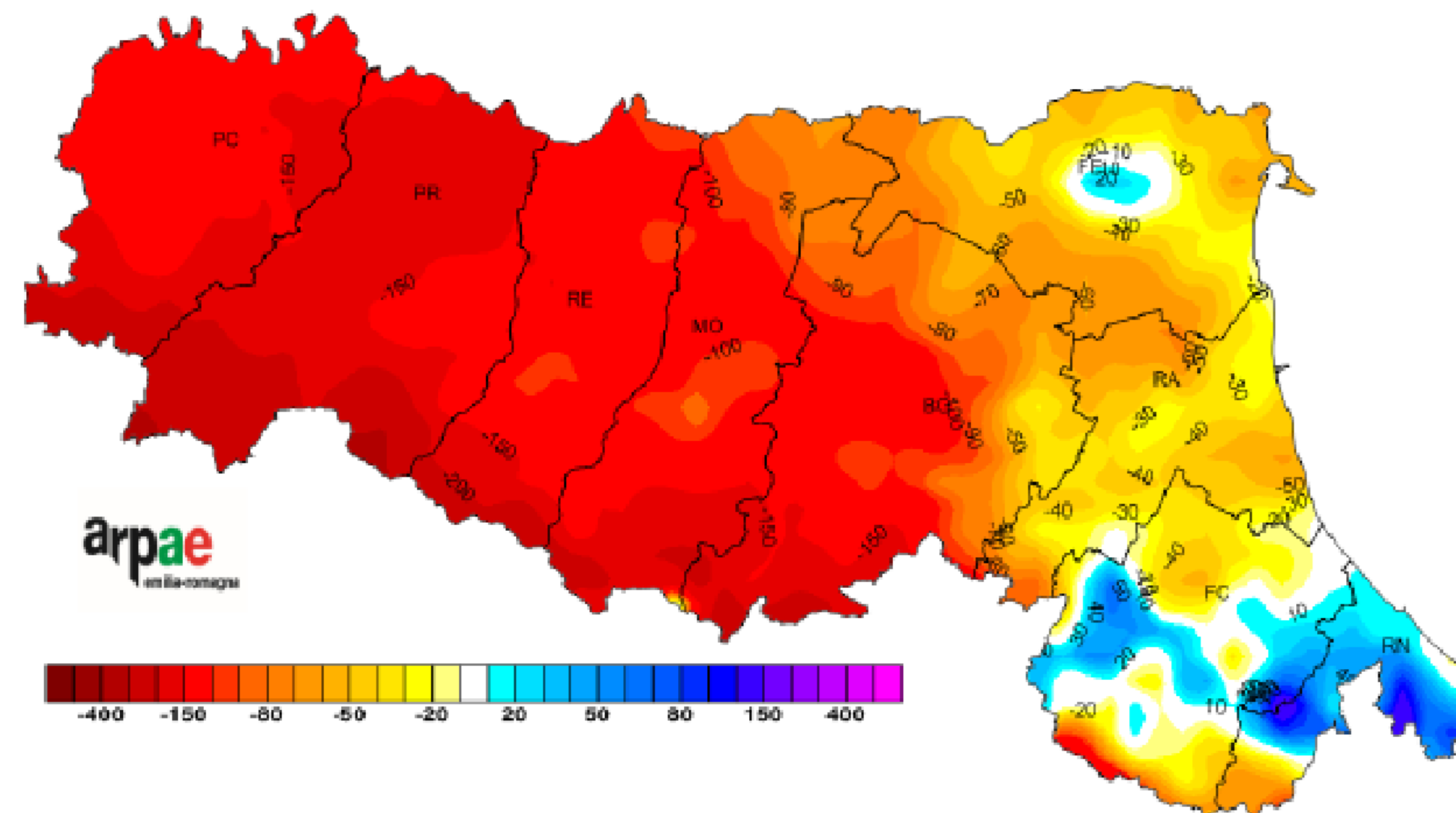
Un focus particolare sarà dedicato all'evento alluvionale di maggio sia in termini meteorologici che di effetti idrologici, idrogeologici ma anche sociali e finanziari

# La situazione al 30 aprile 2023

Precipitazioni cumulate (mm)  
dal 01/01/2023 al 30/04/2023



Anomalia percentuale della precipitazione (%)  
dal 01/01/2023 al 30/04/2023

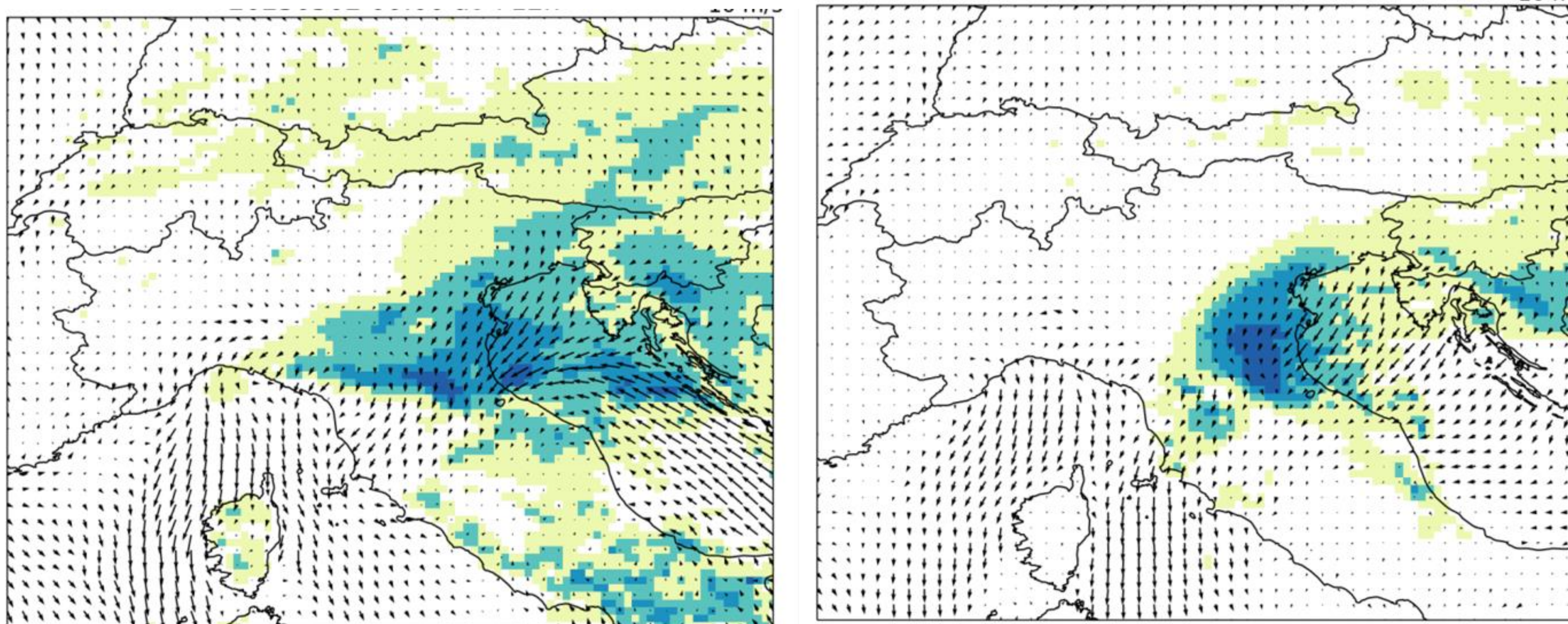


Sul bacino del Santerno le precipitazioni cumulate dal 1 gennaio al 30 aprile 2023 variano da 80 a 200 mm

Sul bacino del Santerno il deficit di precipitazione rispetto al clima nel periodo 1 gennaio - 30 aprile varia tra -10% e -20%

La circolazione ciclonica (antioraria) attorno al minimo di pressione posizionato sull'Italia centrale favorisce l'incontro di una massa d'aria umida sud-orientale, in risalita dal settore adriatico, con correnti d'aria più fredda nord-orientali.

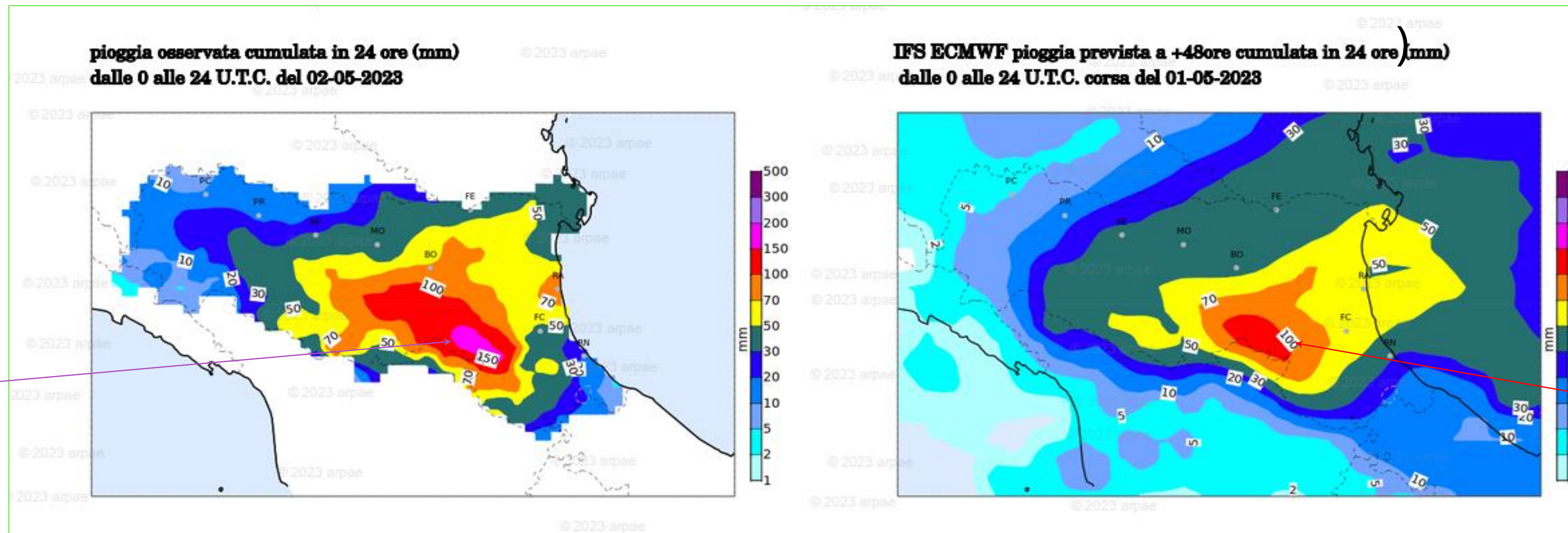
L'interazione con la catena appenninica amplifica il fenomeno nel versante sopravvento (effetto stau), determinando gli accumuli di precipitazione rilevanti (oltre 200 mm) su Romagna e Emilia orientale.



Mappe di precipitazione cumulata in 6 ore (12-18 UTC del 2/5, sinistra e 18-00 a destra) e vento delle ore 12 UTC a sinistra e ore 00 UTC del 3/5 a destra

# Confronto osservazioni-previsioni per il 2 maggio

PREVISIONI DEL 01-05-2023 00 UTC PER IL 2 MAGGIO (cumulata in 24 ore +48h) E OSSERVAZIONI



OSSERVAZIONI

Precipitazione  
max 150-200 mm

PREVISIONI  
ECMWF

Precipitazione  
max 100-150 mm

# Stazione pluviometrica Le Taverne (Fontanelice) dati di precipitazione dal 1 al 3 maggio 2023

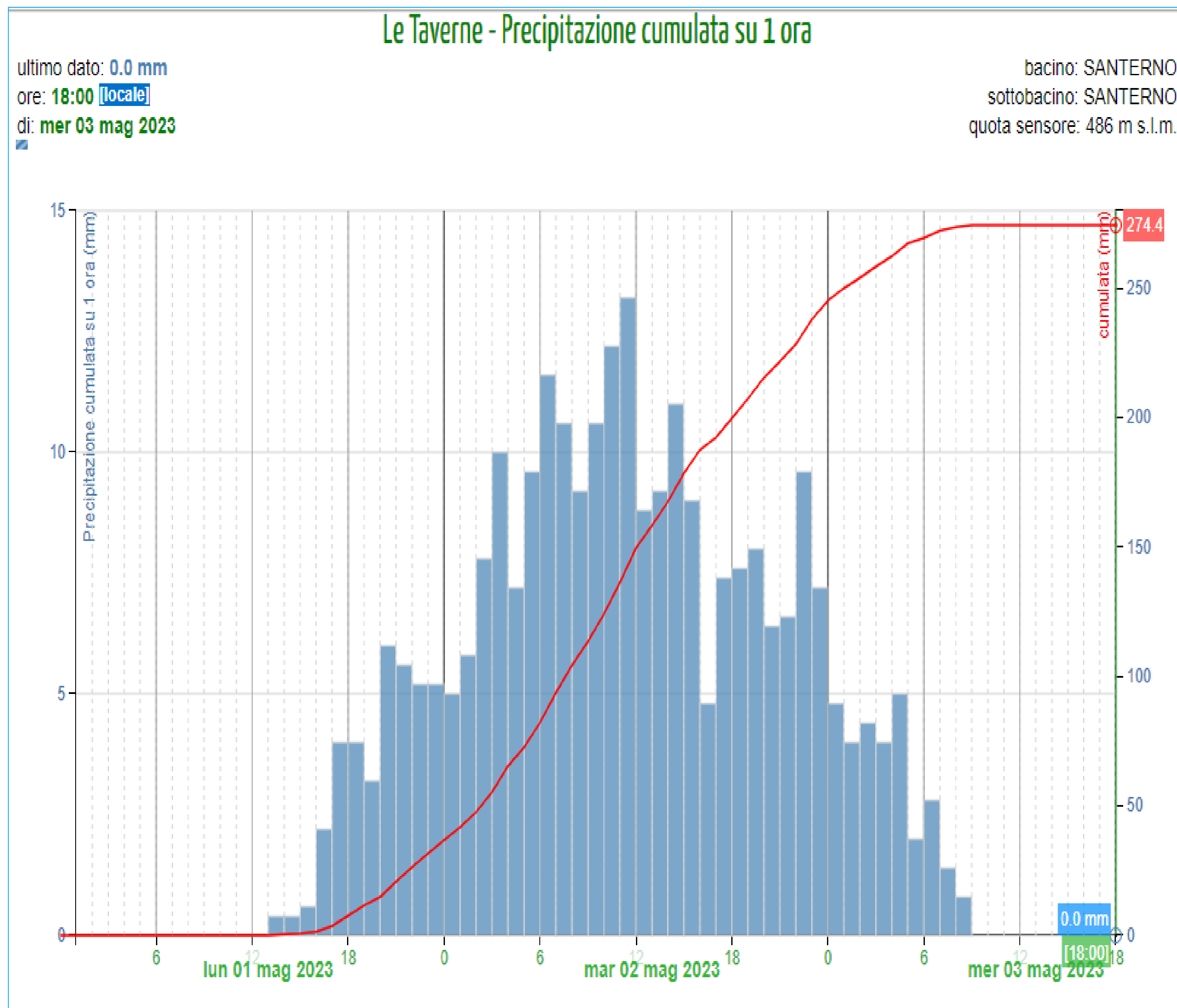


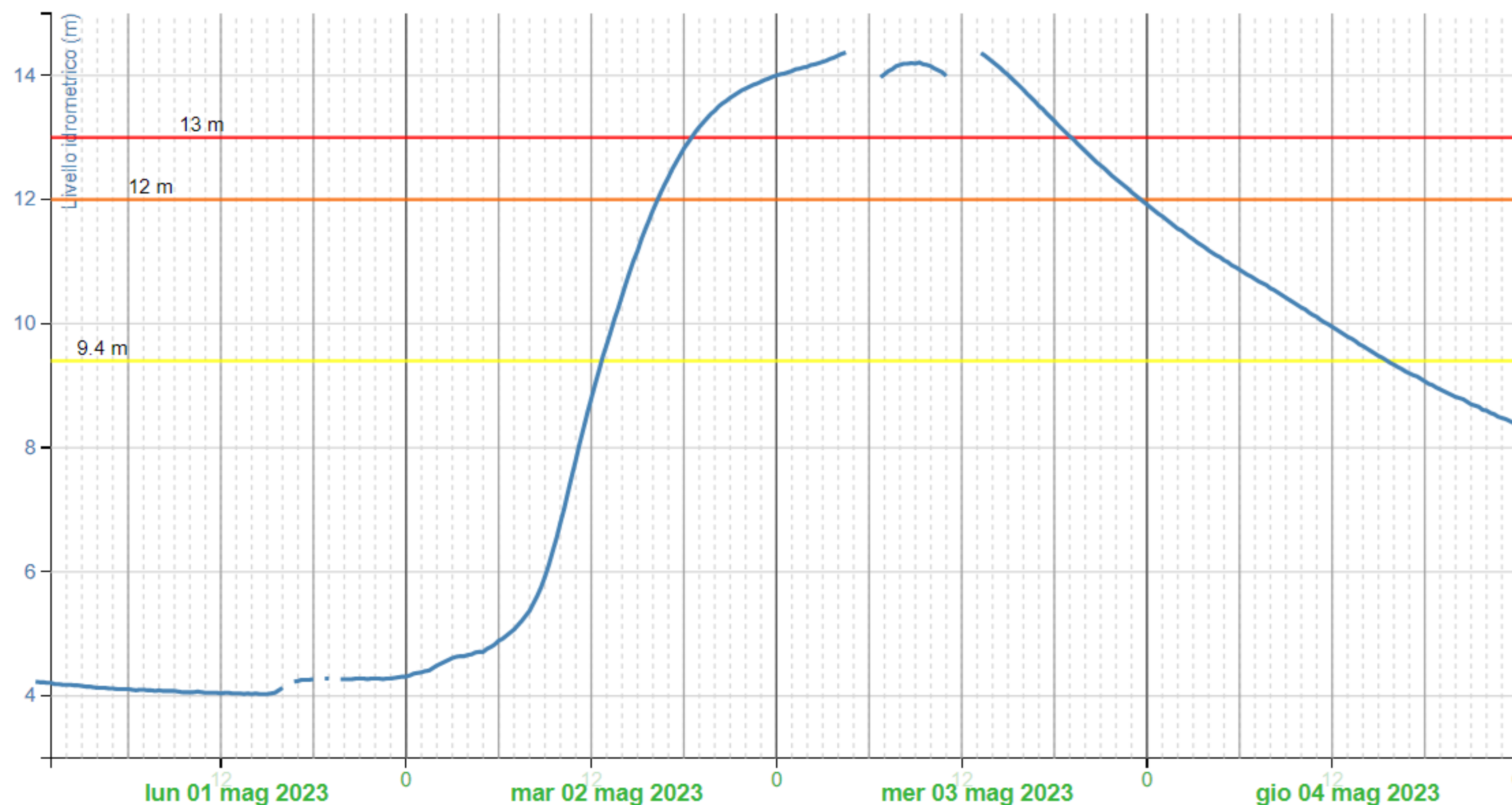
Grafico delle precipitazioni:

- le barre blu rappresentano i dati orari (mm);
- la linea rossa riporta il valore cumulato progressivo : totale del periodo 1-3 maggio, **274,4 mm**

## S. Agata - Livello idrometrico

ultimo dato: **8.38 m**  
ore: **00:00** [\[locale\]](#)  
di: **ven 05 mag 2023**

bacino: SANTERNO  
corso d'acqua: SANTERNO  
quota sensore: 20 m s.l.m.



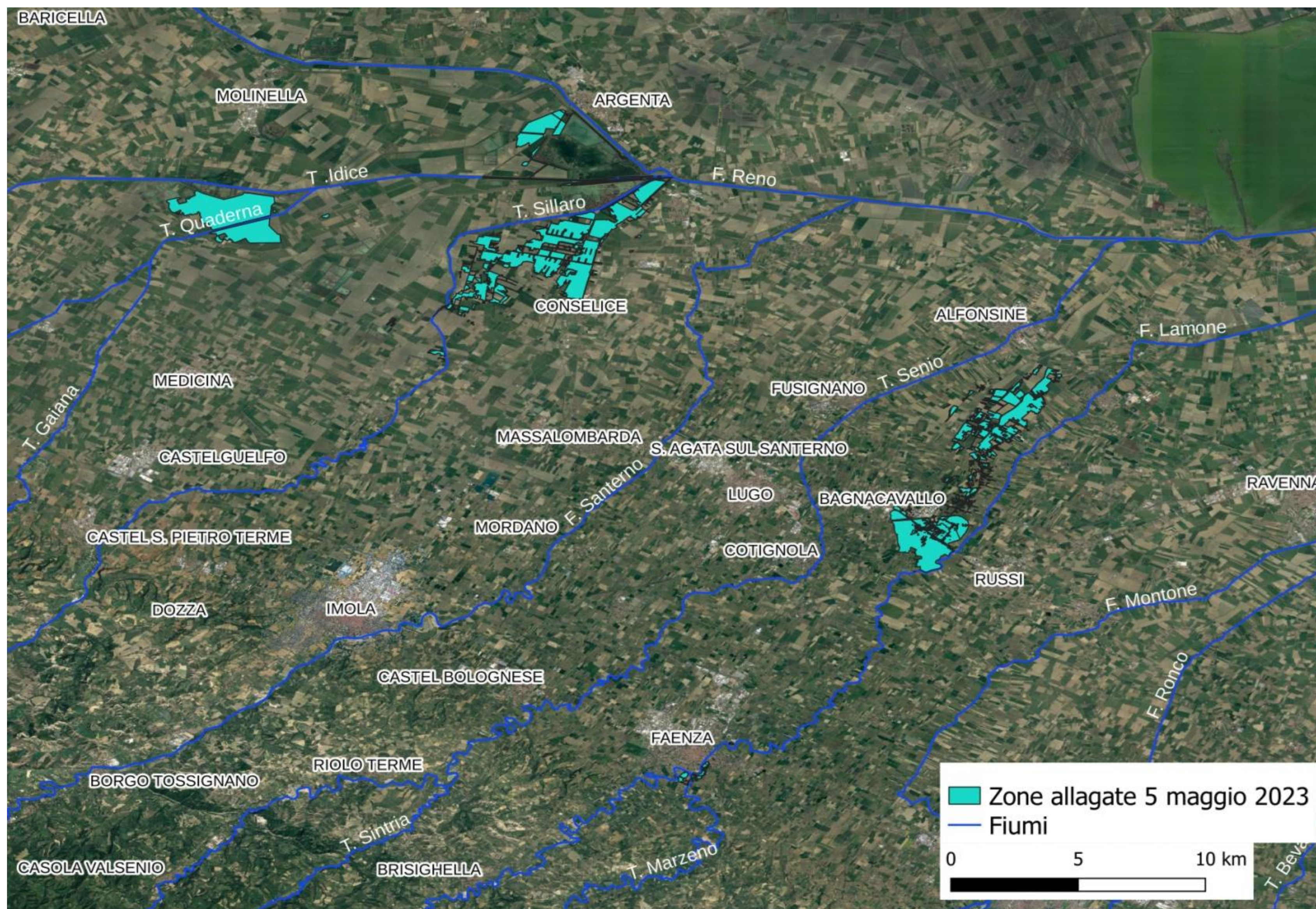
### Soglie idrometriche di riferimento

- **Giallo** : Attenzione
- **Arancio** : Preallarme
- **Rosso** : Allarme (max **14,38 m**)

Nonostante gli elevati livelli al colmo, la piena del 2-3 maggio sul Santerno si è propagata da monte a valle generalmente contenuta all'interno dell'alveo.

Sono stati segnalati danni localizzati ad opere idrauliche e di difesa nella zona Fontanelice per gli intensi fenomeni di erosione e trasporto solido e un fontanazzo nel tratto arginato in località Ca' di Lugo.

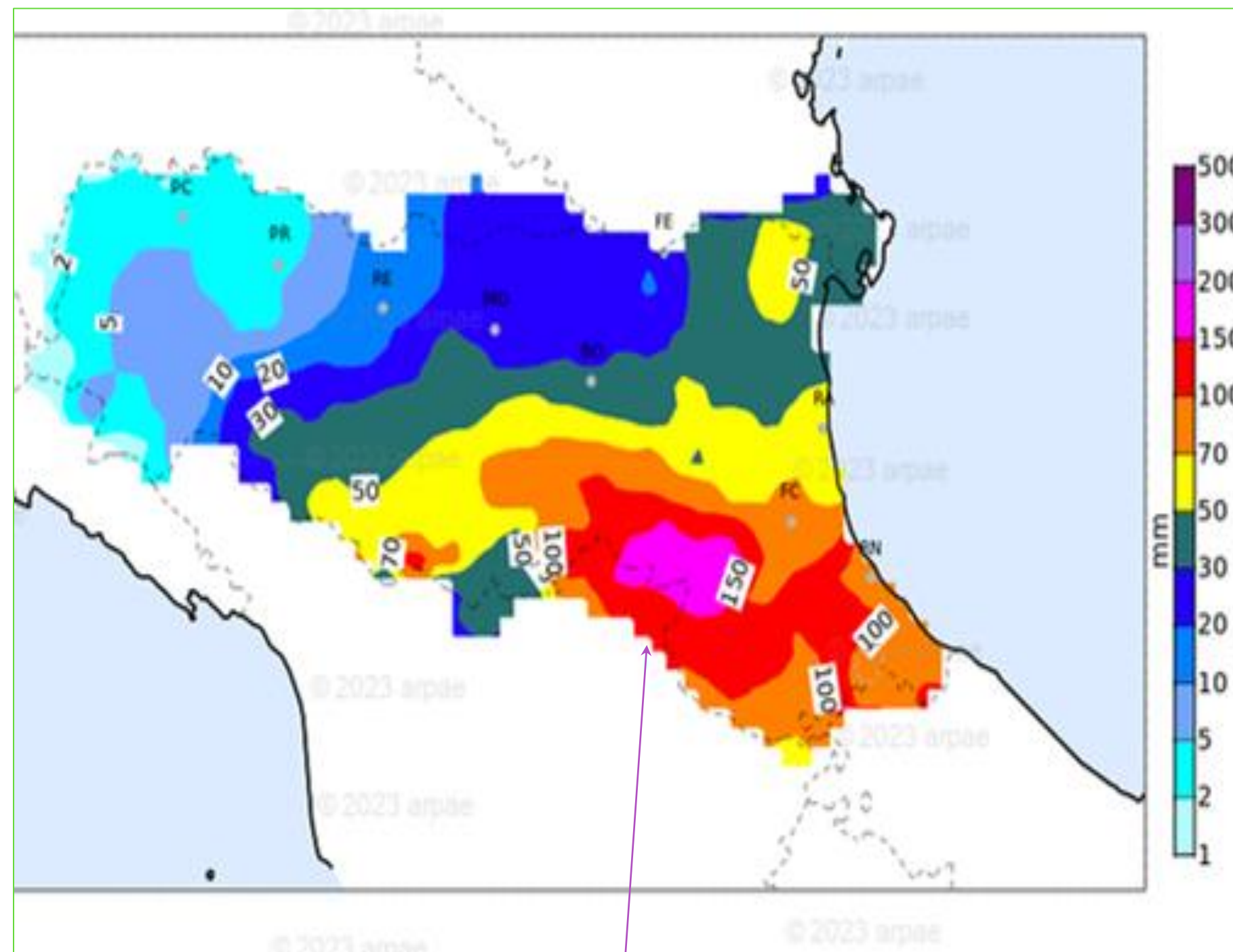
**Immagine satellitare dei territori allagati 5 maggio 2023 ore 12:00 locali: rotte di Quaderna, Sillaro e Lamone nei comuni di Molinella, Medicina, Massa Lombarda, Conselice, Bagnacavallo e Forlì.  
(Progr. UE Copernicus Emergency Management Service)**





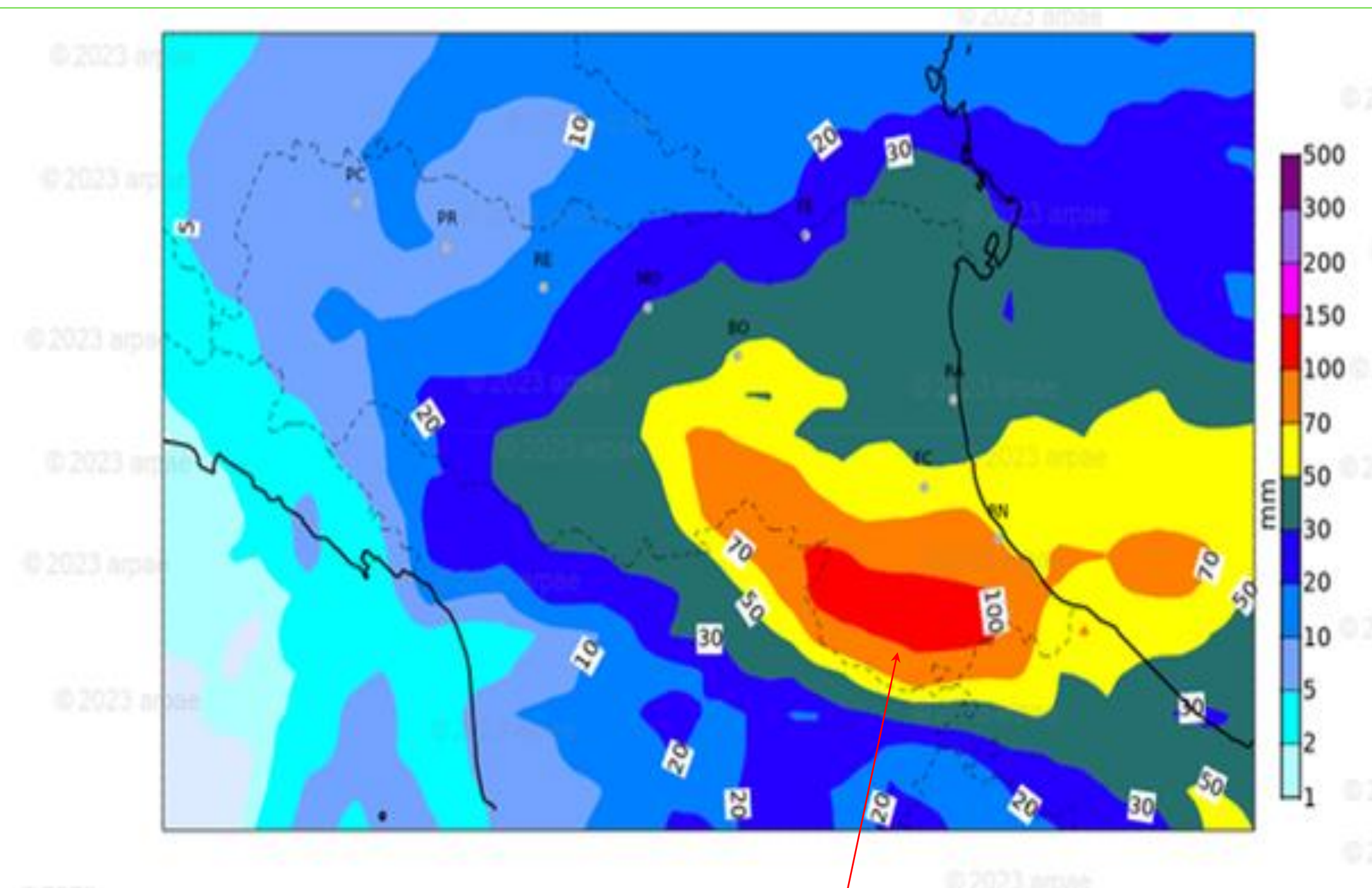
# Confronto osservazioni – previsioni per il 16 maggio

PREVISIONI DEL 15-05-2023 00 UTC PER IL 16 MAGGIO (cumulata in 24 ore +48h) E OSSERVAZIONI



Precipitazione  
max 150-200 mm

**OSSERVAZIONI**



Precipitazione  
max 100-150 mm

**PREVISIONI ECMWF**

Stazione pluviometrica Le Taverne (Fontanelice)  
dati di precipitazione dal 16 al 17 maggio 2023

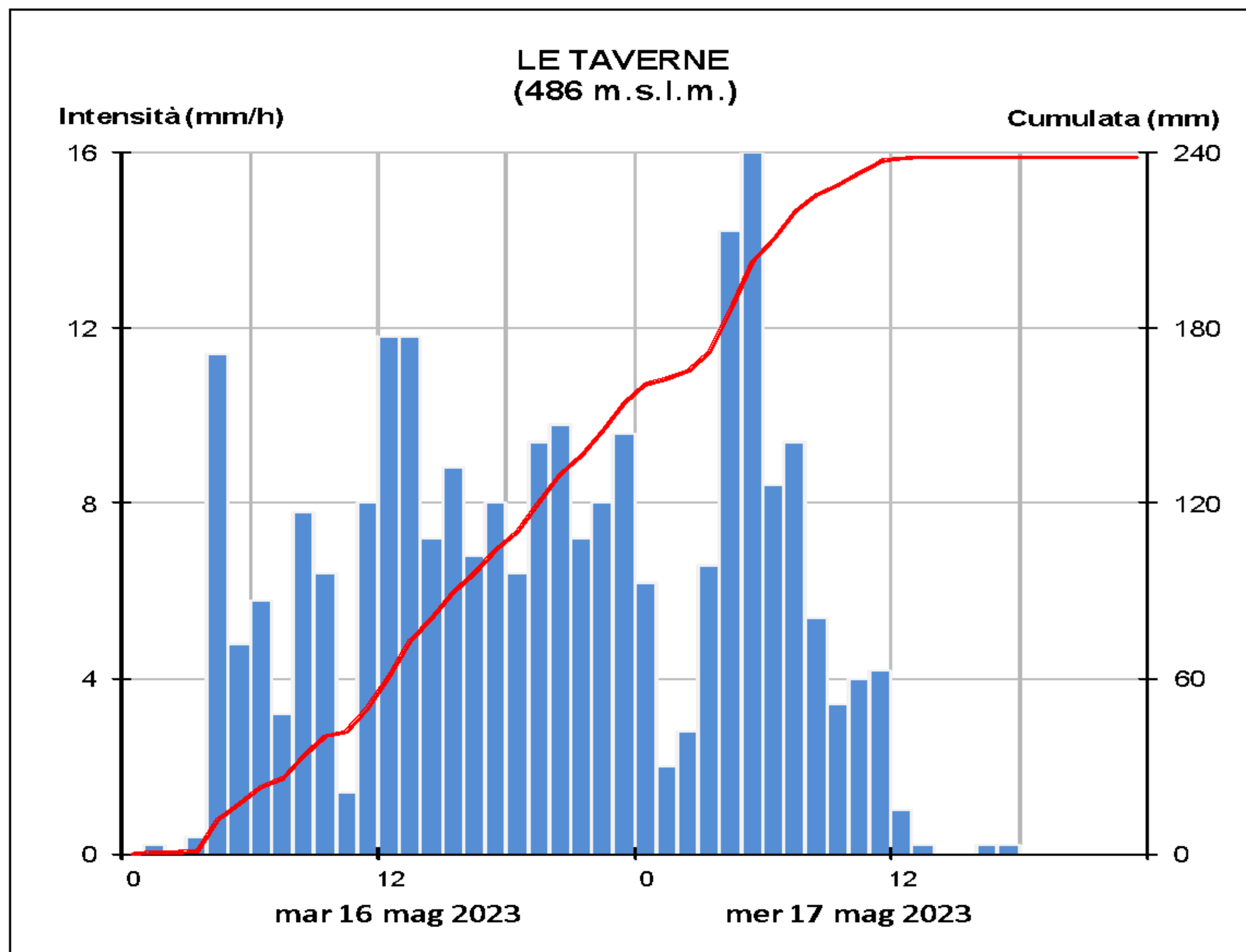


Grafico delle precipitazioni:

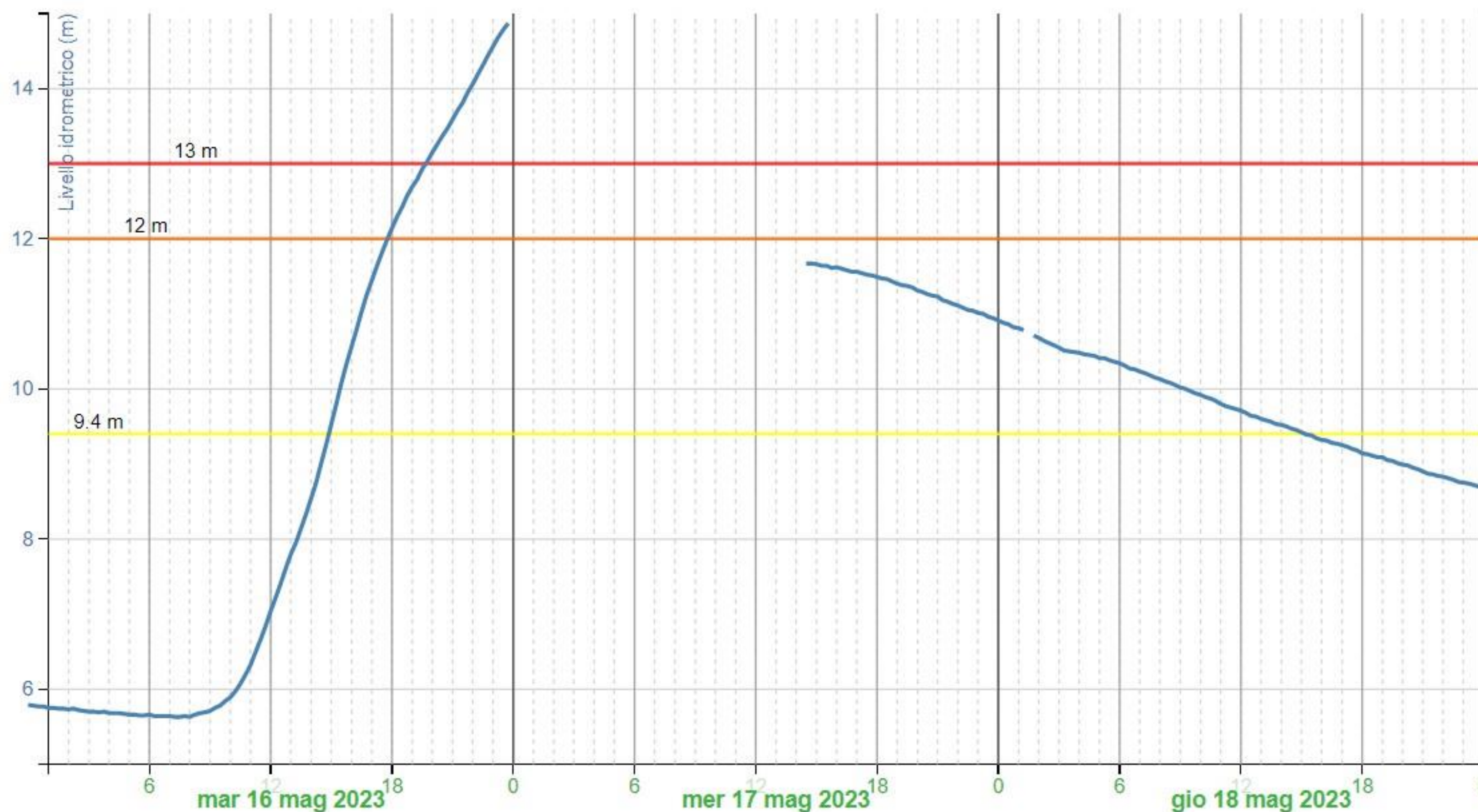
- le barre blu rappresentano i dati orari (mm);
- la linea rossa riporta il valore cumulato progressivo : totale del periodo 16-17 maggio, **238,4 mm**

# Il livello idrometrico misurato a S.Agata nel periodo 16 - 18 maggio

## S. Agata - Livello idrometrico

ultimo dato: 8.70 m  
ore: 00:00 [\[locale\]](#)  
di: ven 19 mag 2023

bacino: SANTERNO  
corso d'acqua: SANTERNO  
quota sensore: 20 m s.l.m.



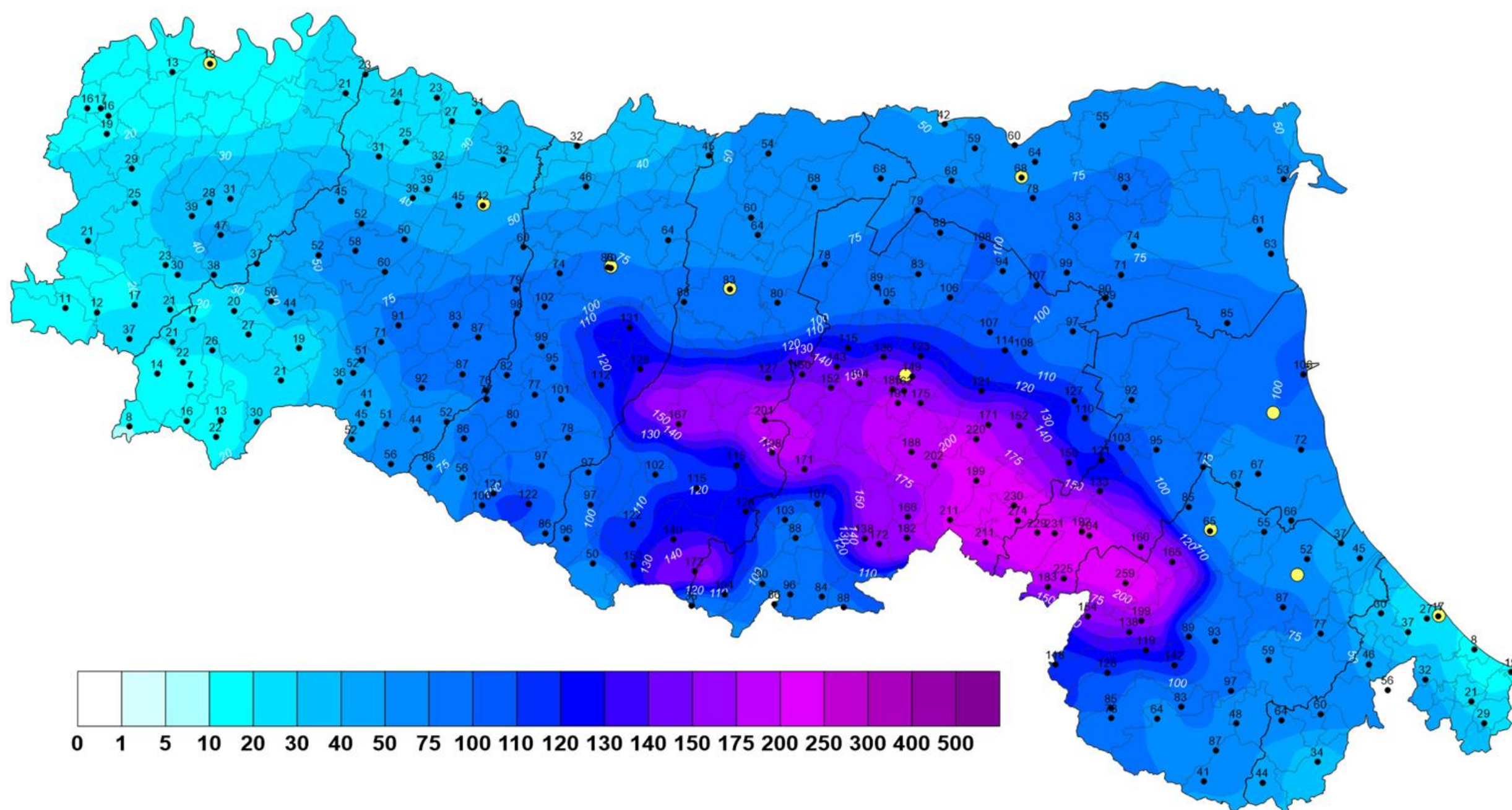
### Soglie idrometriche di riferimento

- **Giallo** : Attenzione
- **Arancio** : Preallarme
- **Rosso** : Allarme

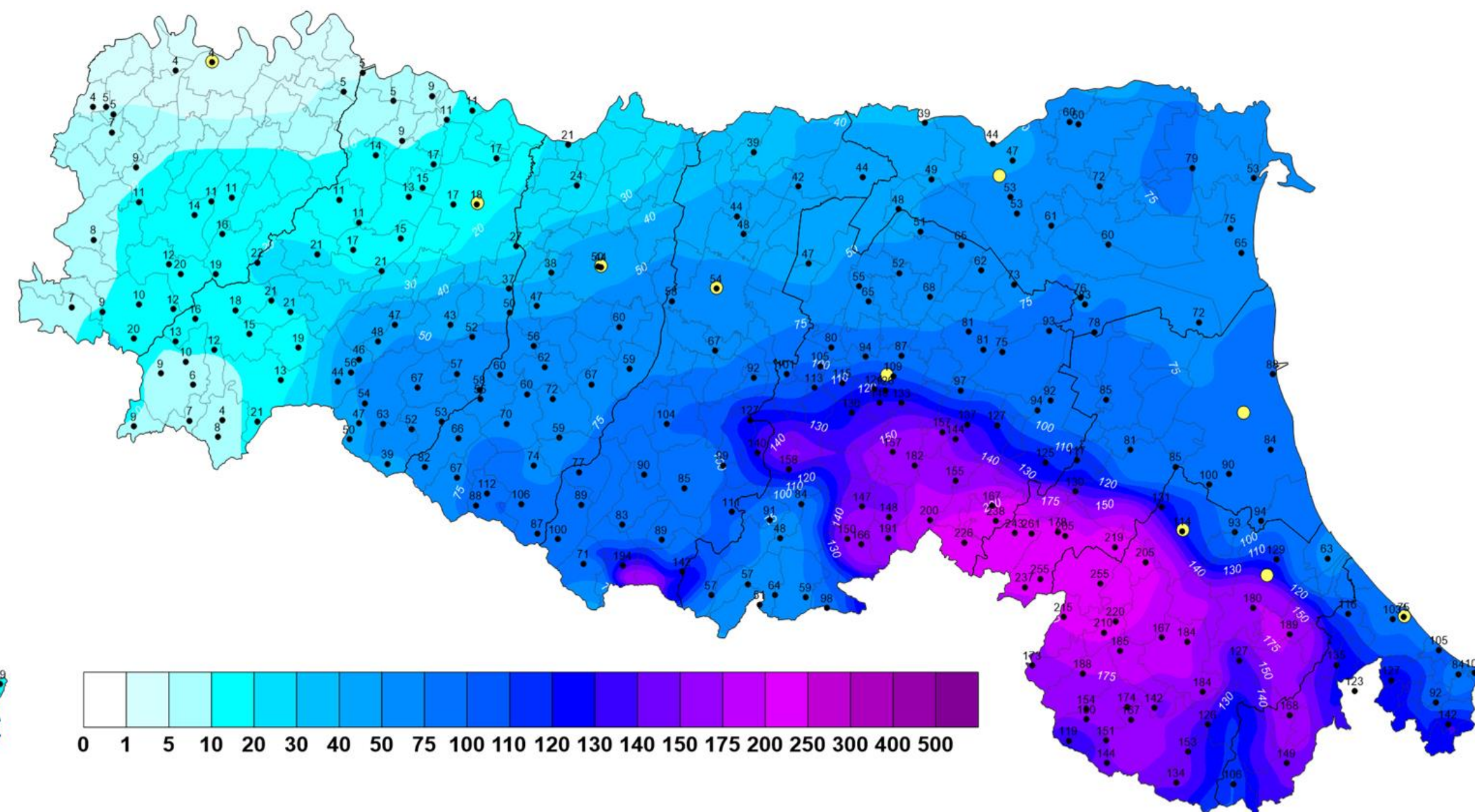
*Localizzate **esondazioni si sono verificate nel tratto montano**, nel tratto del centro abitato di Imola sono state interessate le golene, mentre alcune **rotte e tracimazioni hanno interessato il tratto arginato di valle**.*

*Le più importanti si sono verificate a S. Agata e Ca' di Lugo, con vasti allagamenti nel comune di Sant'Agata e Lugo.*

# Quanto è piovuto a maggio nei due eventi?



1-3 maggio 2023



16-17 maggio 2023

La stazione Le Taverne (Comune di Fontanelice, bacino del Santerno) ha registrato i seguenti valori:

1-3 maggio 274,4 mm

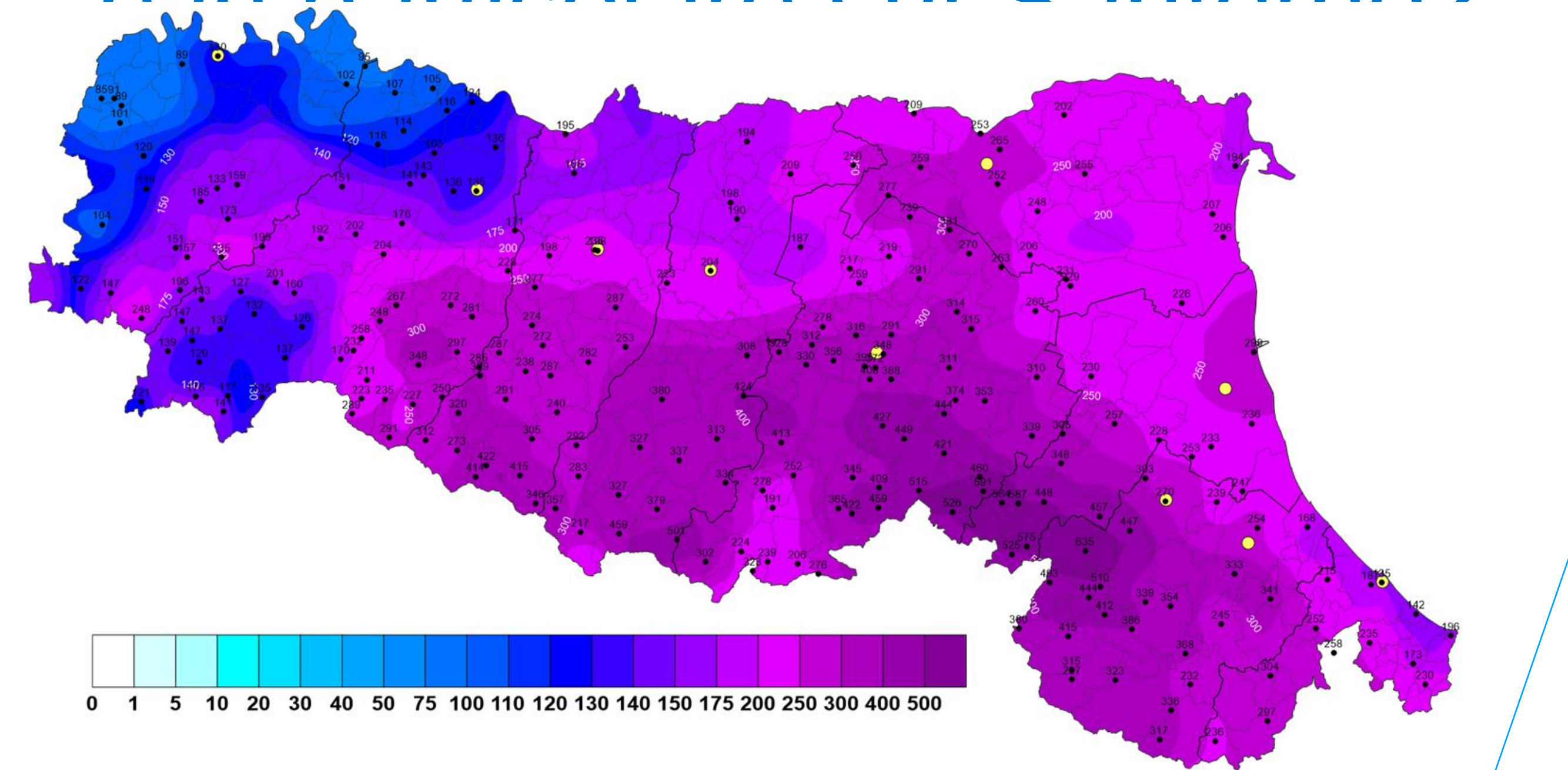
16-17 maggio 238,4 mm

1-17 maggio **563,4 mm** (media annua 928 mm)

Tra il 1 gennaio – 30 aprile (120 giorni) il totale delle precipitazioni registrate a Fontanelice è stato 204,4 mm, nella sola giornata del 2 maggio si sono registrati 206,4 mm

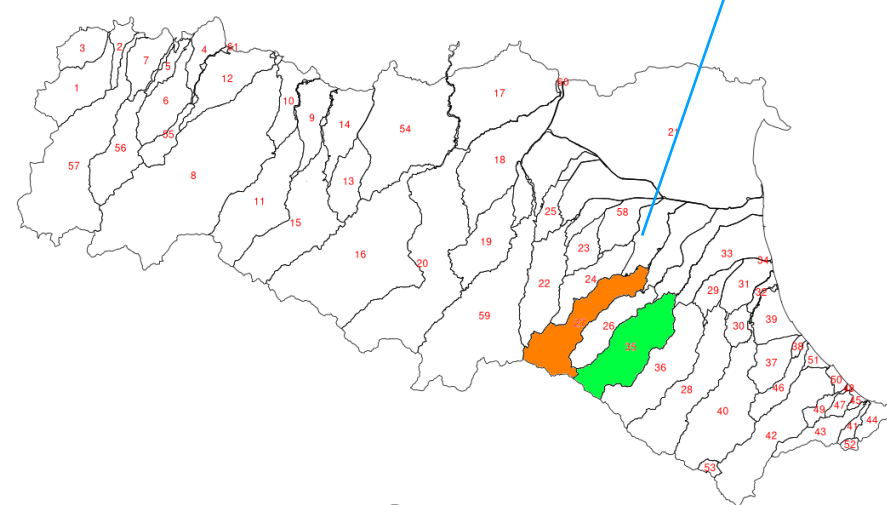
# Quanto è piovuto in tutto il mese

in particolare sul Santerno?

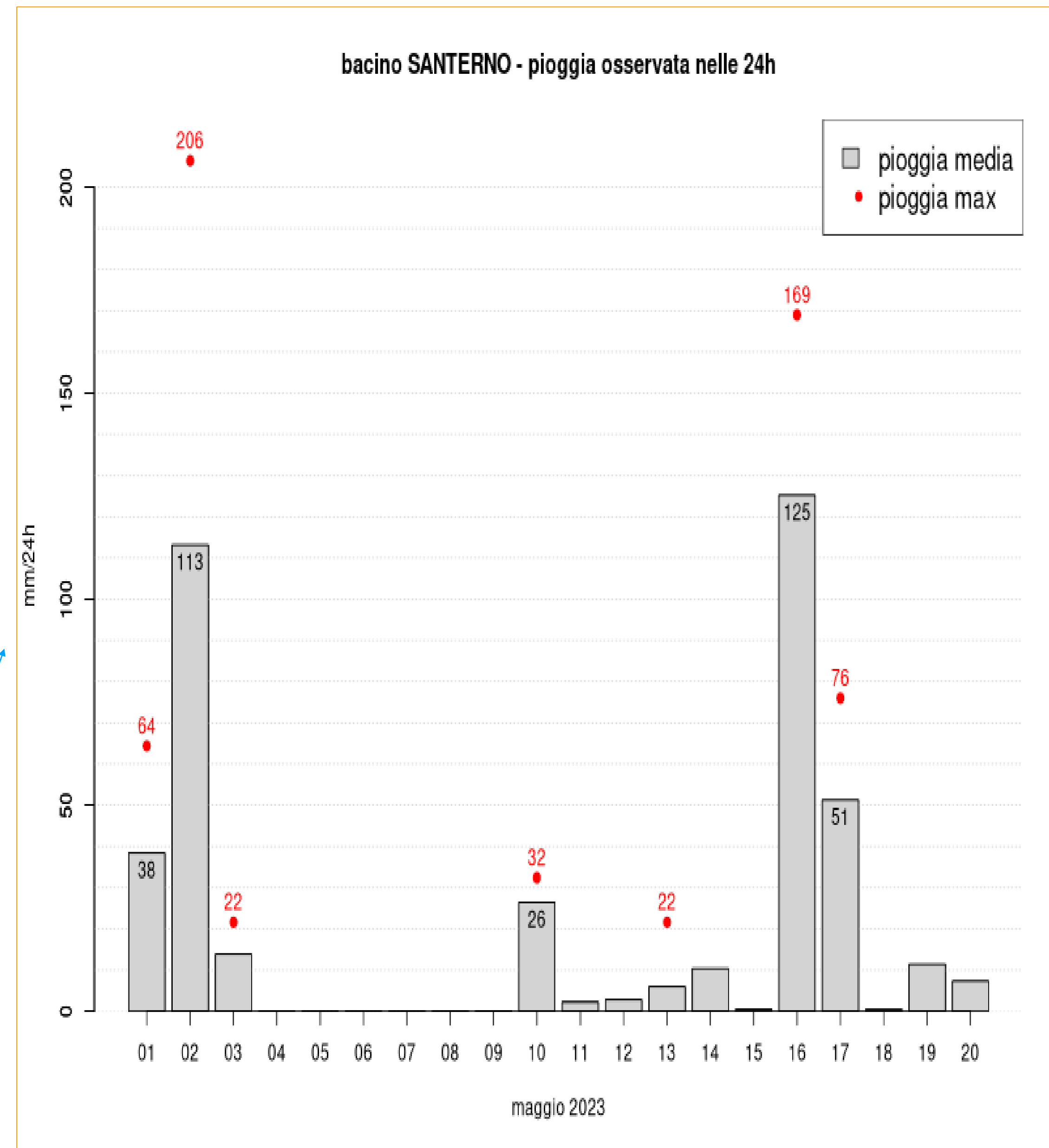


1-31 maggio 2023

La precipitazione cumulata sul bacino è circa **350 mm**



bacini idrografici



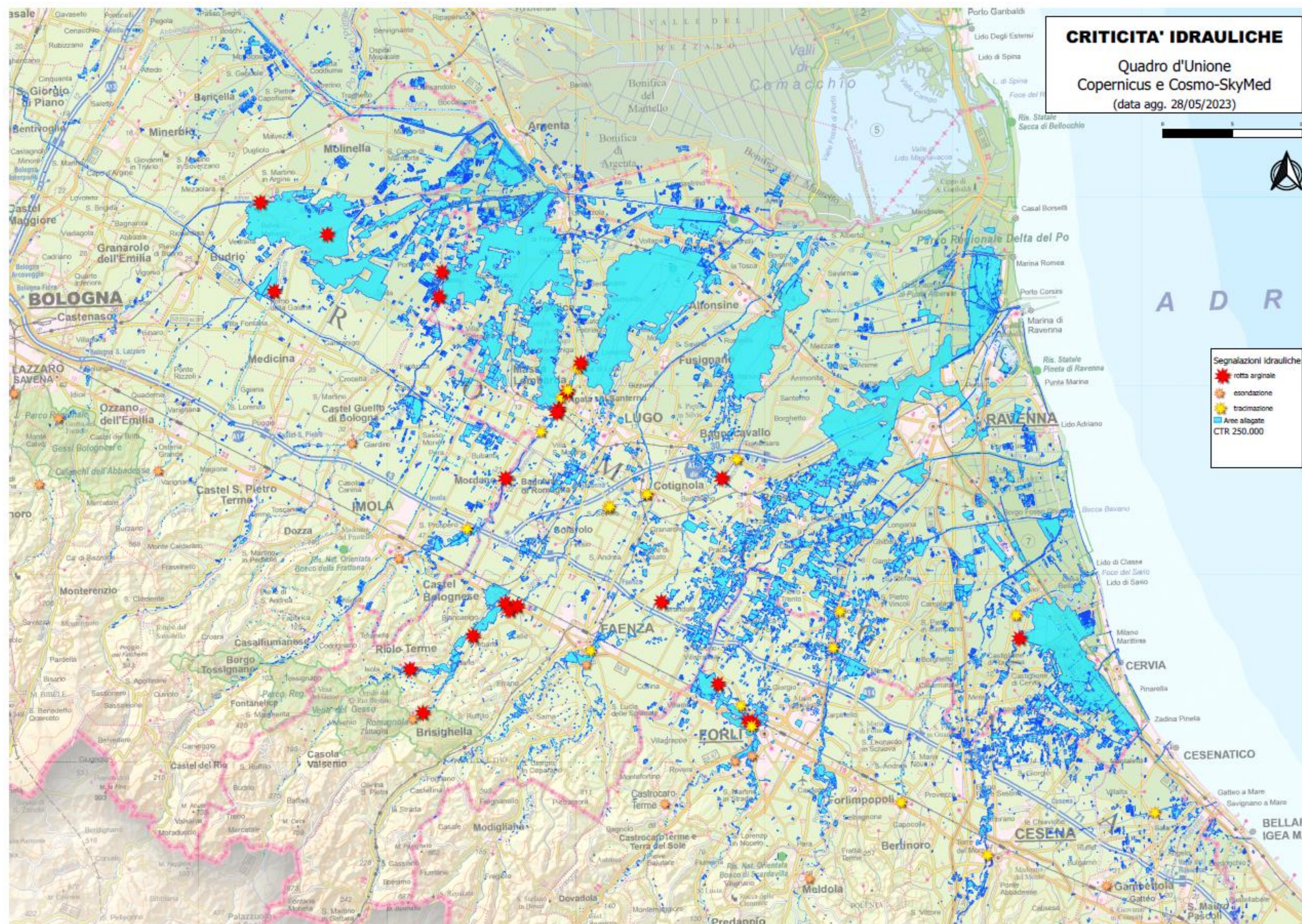
Piogge intense e cumulate sul bacino del Santerno, nell'evento dal 16 al 17 maggio, a confronto con i massimi storici di 1, 2 e 17 gg consecutivi (in grassetto i valori che hanno superato i massimi, in corsivo i massimi registrati nell'evento del 1-3 maggio 2023)

STAZIONE	QUOTA	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		2 gg
<b>Santerno</b>	<b>m.s.l.m.</b>												
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	<b>1920</b>	
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 precipitazioni a Castel del Rio, cumulate su 1 giorno, 2 giorni e 17 giorni sono superiori ai rispettivi massimi storici : serie storica di 103 anni.

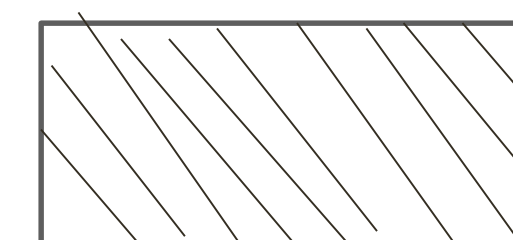
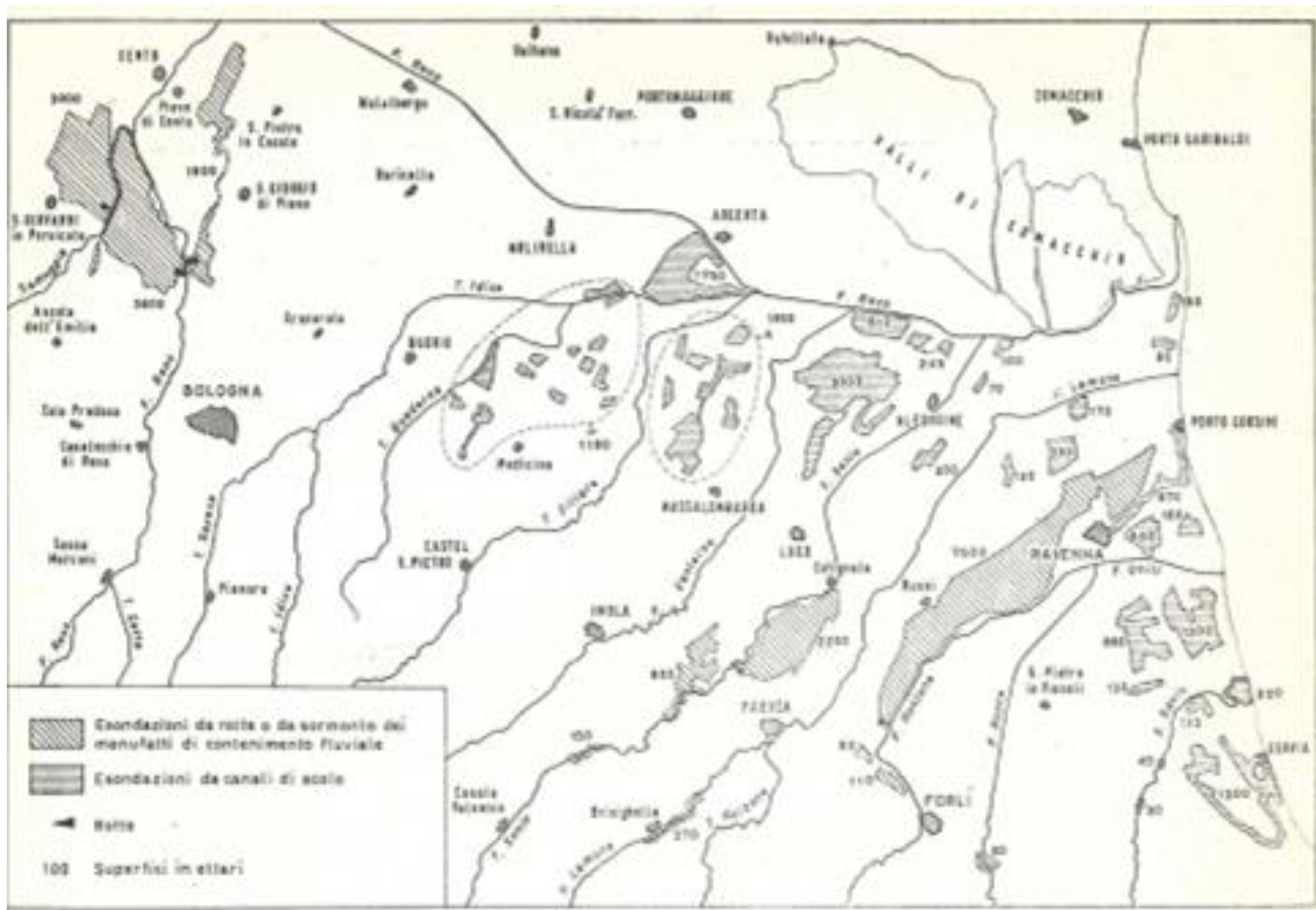
# Immagine satellitare dei territori allagati 17 - 21 maggio 2023

(fonte Agenzia Regionale per la Sicurezza Territoriale e la Protezione Civile su dati Programma UE Copernicus Emergency Management Service).



La superficie interessata dalle acque alluvionali è stimata in **541 km<sup>2</sup>** (alla data del 21 luglio)

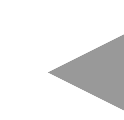
# Mappa degli allagamenti nell'alluvione del 3-5 novembre 1966 (fonte Annale Idrologico 1966 – Parte seconda MLP)



Esondazioni da rotte o sormonti



Esondazioni da canali di scolo



Rotte

La superficie interessata dalle acque alluvionali è stimata in **350 km<sup>2</sup>**



# Alluvione di Maggio 2023: alcuni numeri \*

## Stima dei danni:

- Area interessata: 7 provincie da Reggio Emilia a Rimini, 240 Comuni (73% della Regione);
  - Vittime: 14 persone;
  - Persone che hanno dovuto lasciare la propria casa: 36.600;
  - Numero di imprese coinvolte: 333.339;
  - Patrimonio pubblico: 3,8 Miliardi €
  - Abitazioni: 2,2 Miliardi €
  - Attività produttive: 1,8 Miliardi €
  - Costi eleggibili: 0,68 Miliardi €
- TOTALE: 8,5 Miliardi €**

\* Dal rapporto "Istanza di attivazione del Fondo di Solidarietà dell'Unione Europea (FSUE) per l'eccezionale evento meteo-idrogeologico occorso nelle Regione Emilia-Romagna nel mese di Maggio 2023" - Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento della Protezione Civile

# Gli eventi rilevanti del passato (dagli Annali Idrologici e relazioni di evento )

## Evento di piena del 29-30 maggio 1939 (con successivo evento alluvionale del 15 giugno 1939)

*“ 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.” (55 km<sup>2</sup>)*

## Evento di piena del dicembre 1959

Nella stazione di Castel del Rio in 5 giorni caddero 182 mm (in 2 giorni, 16-17/5/2023, 226,4 mm)

Danni: “il Santerno **sormonta e rompe al Ducato di Fabriago (Lugo)**”

## Evento di piena del 14 settembre 2014

Nella stazione di Firenzuola in **6 ore** caddero 167 mm

Danni: il Santerno sormontò il ponte di Carseggio (Fontanelice) e la traversa di Rineggio

( Borgo Tossignano), laminandosi più a valle.

# Alcune considerazioni sull'alluvione di Maggio 2023

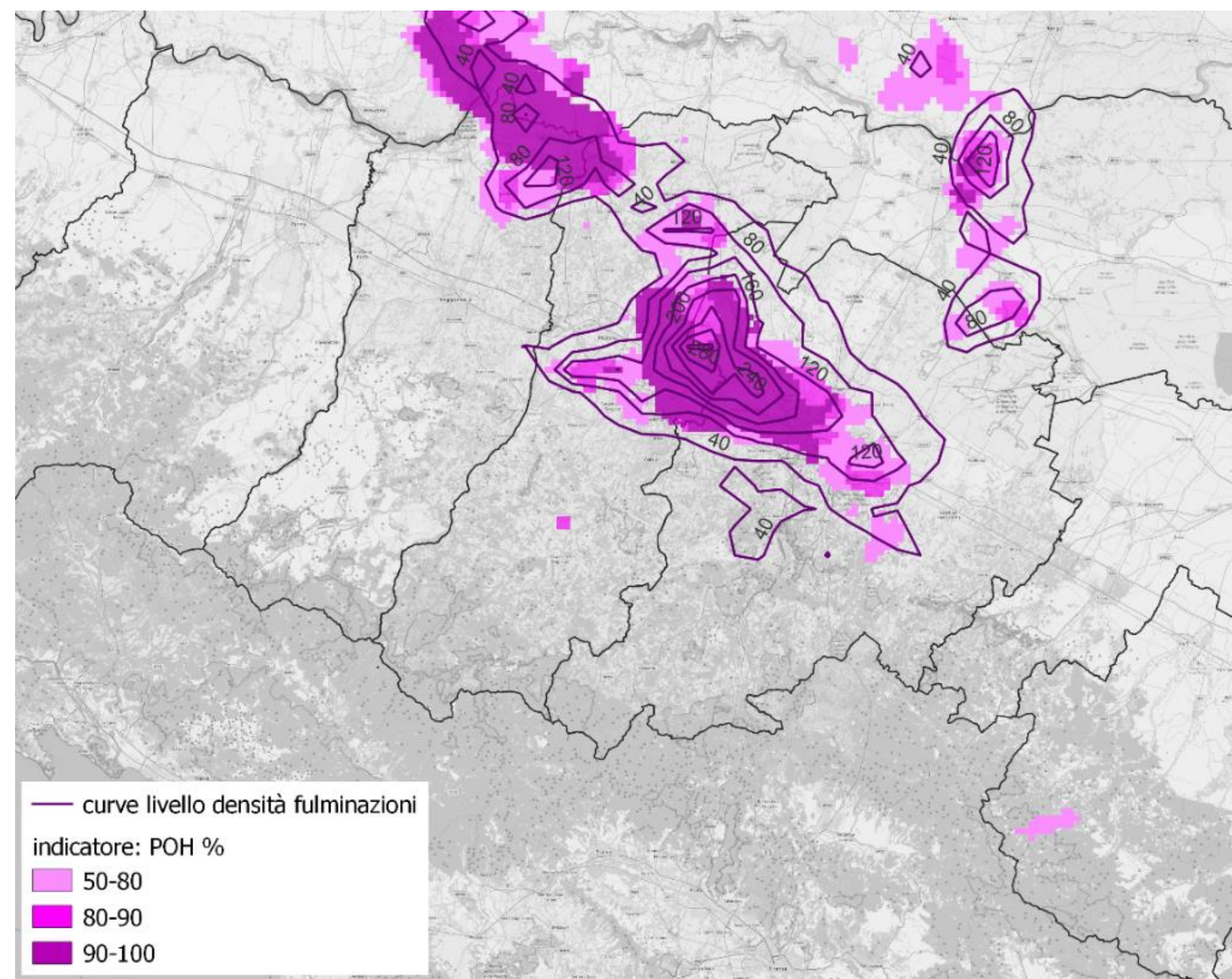
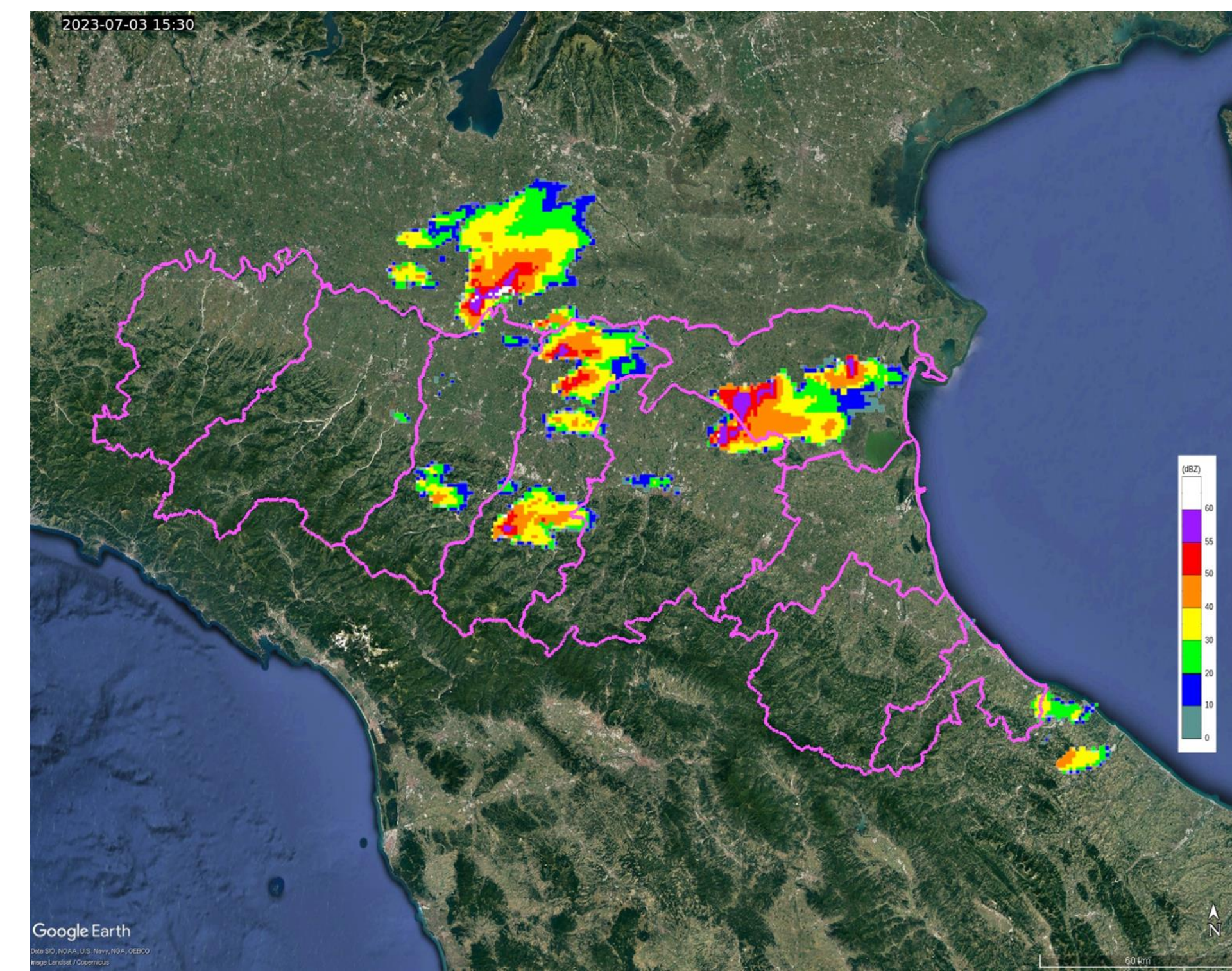
Gli eventi di maggio 2023 non trovano riscontri simili nel passato, sia per:

- durata complessiva del fenomeno (17 giorni);
- vastità dell'area interessata: dal modenese al riminese con continuità per le piene, oltre al reggiano per le frane;
- bacini idrografici coinvolti: si sono registrati 61 punti di esondazione e tracimazione in 23 corsi d'acqua;
- il numero di frane: censite in 1058 al 14/6.  
Tale numero (non definitivo) è già superiore a quello di ogni altro evento in regione da almeno 100 anni.

## 3 luglio

*Lo scenario osservato nella giornata del 3 luglio 2023 è stato influenzato dalla presenza di **due sistemi supercella**, il primo in arrivo da nord sul Reggiano, il secondo sviluppatosi sul territorio della regione tra il Modenese e Bolognese. L'intero evento si è sviluppato nell'arco di circa 8 ore ed è stato caratterizzato da piogge intense con accumuli di precipitazione su 15 minuti massimi di 29.4 mm, forti raffiche di vento e grandine con dimensioni oltre i due centimetri.*

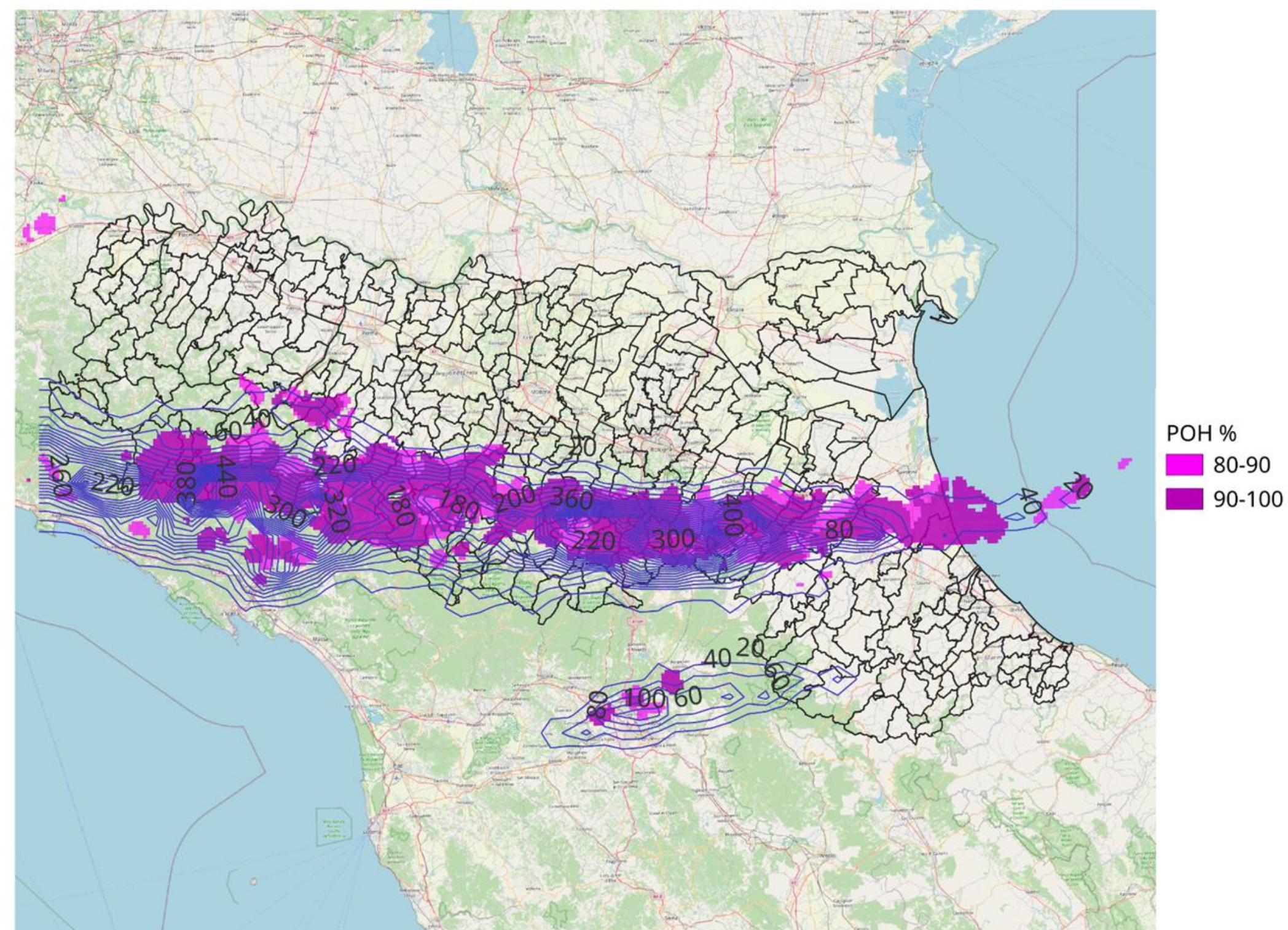
*L'evento ha colpito principalmente le province di Reggio Emilia, Modena, Bologna e Ferrara, causando problemi di allagamenti, caduta piante e danni associati alla grandine.*



## 13 luglio

Il passaggio di un **sistema a multicella** dall'Appennino parmense alla costa ravennate provoca precipitazioni intense, venti forti di **downburst** e grandinate di piccole-medie dimensioni, ma localmente con discreti accumuli. Diversi i danni dovuti alle forti raffiche di vento, soprattutto sull'Appennino modenese, sul Forlivese e sulla costa ravennate.

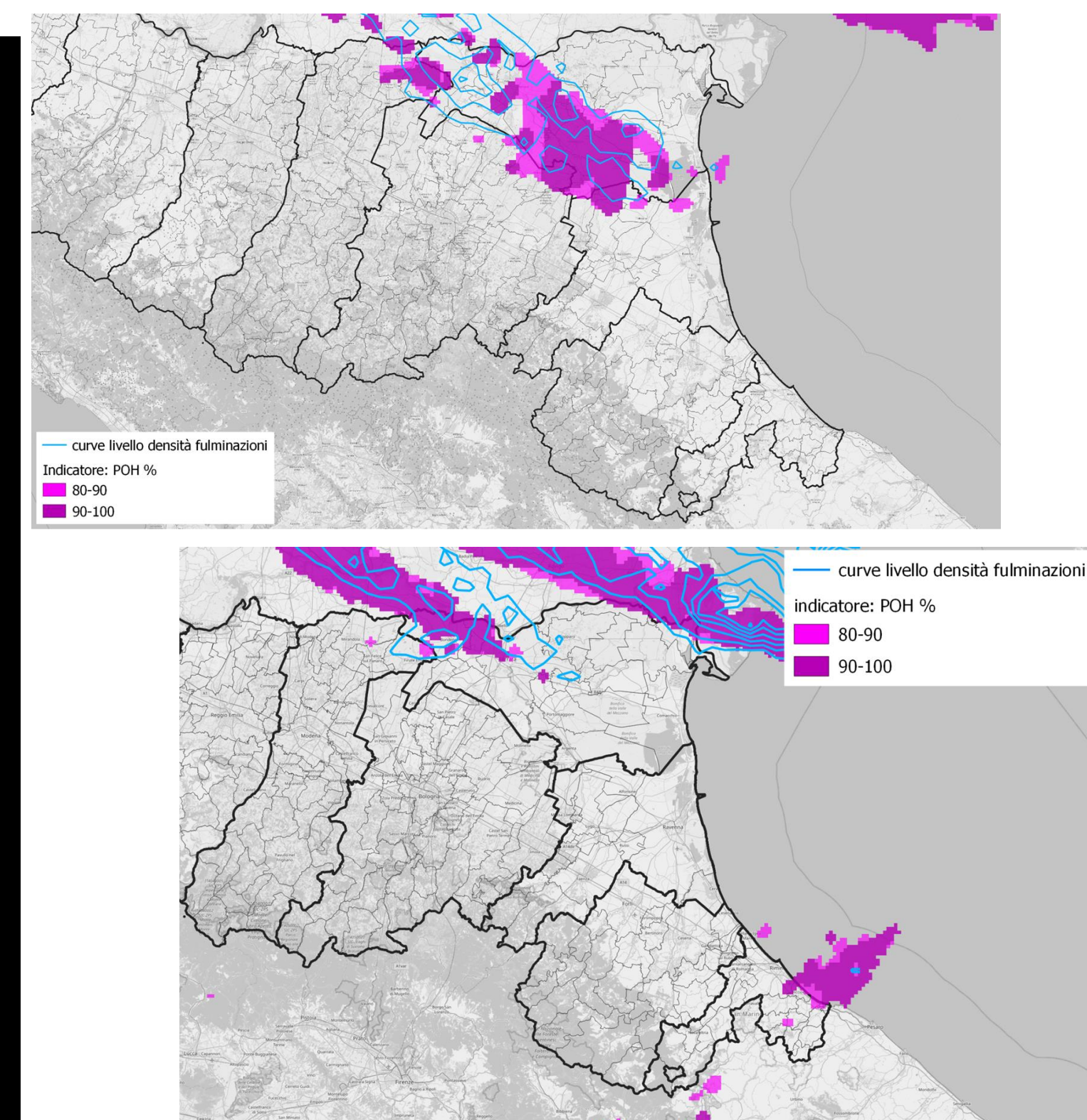
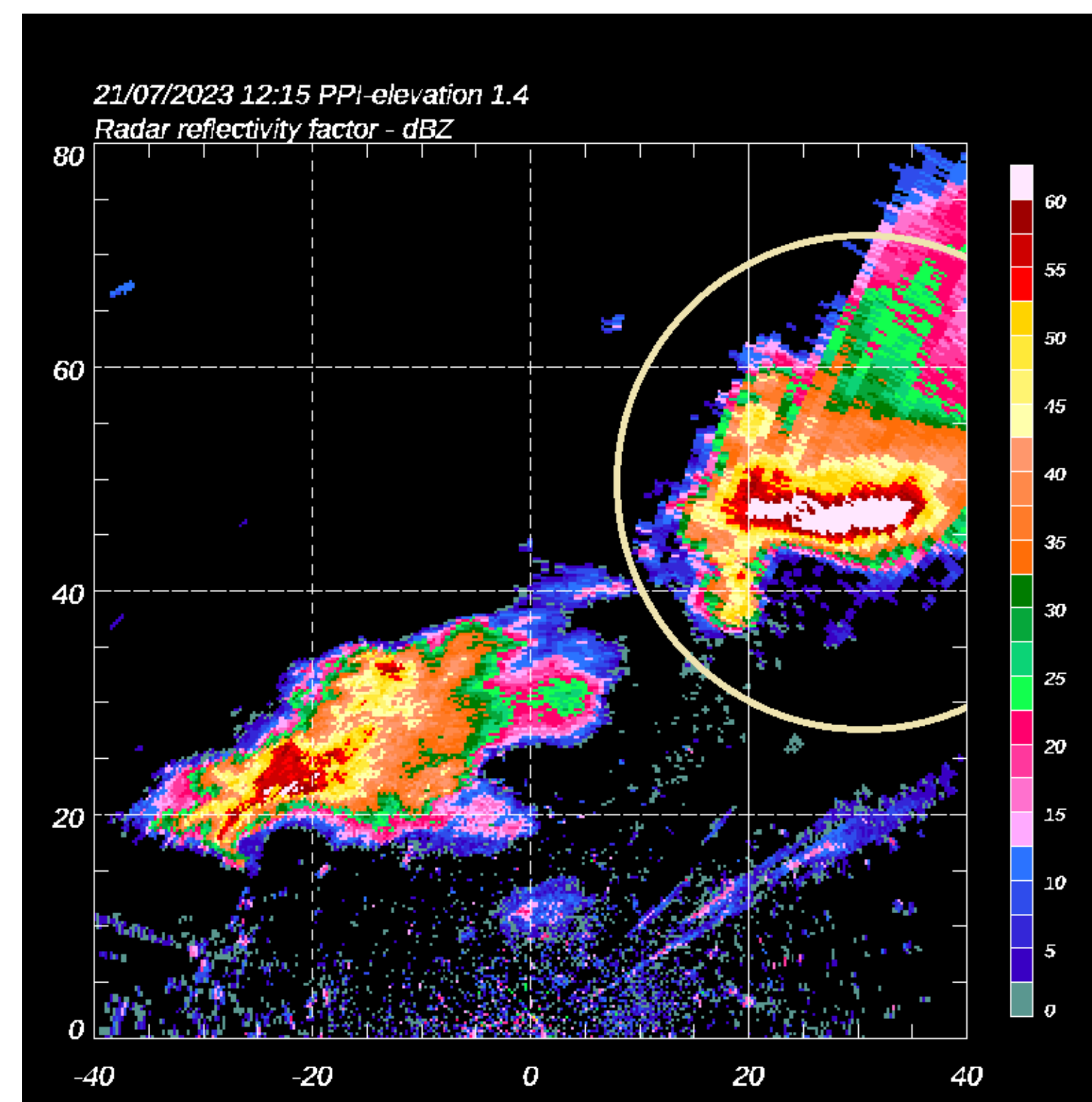
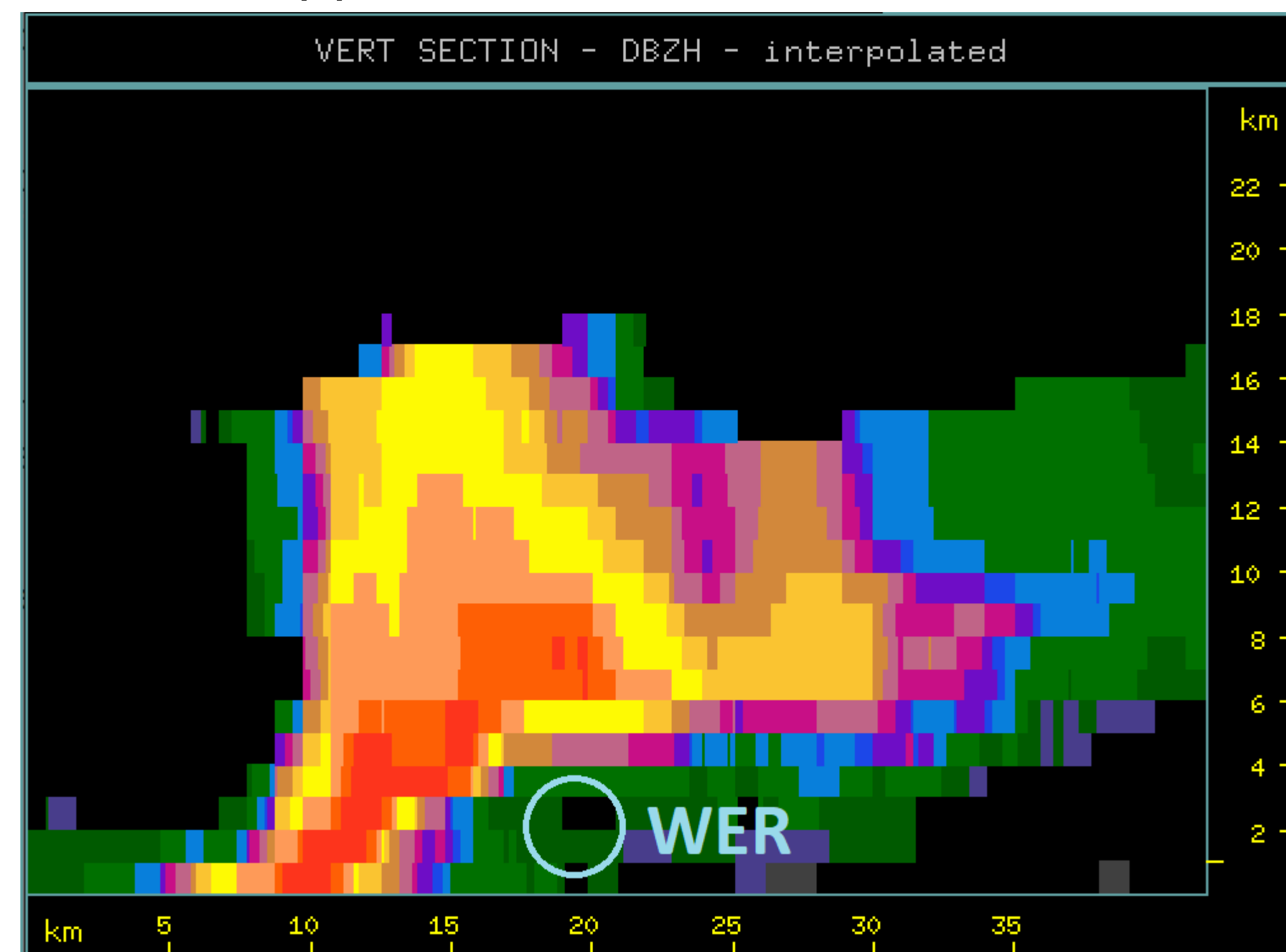
Data e ora	Precipitazioni (mm)			
	Madonna dei Fornelli (900 mslm - BO)	Forlì urbana (51 mslm - FC)	Pennabilli (629 mslm - RN)	Cesenatico porto (1 mslm - FC)
13/07/2023 00:00	19,6	5,6	23	4,5
13/07/2023 00:00	19,4	3,4	24	4,8
13/07/2023 02:00	16,8	5,3	24	3,5
13/07/2023 03:00	10	4,3	23	5,9
13/07/2023 04:00	7,2	7,4	17	5,5
13/07/2023 12:00	20,4	5,3	11	6,4
13/07/2023 13:00	9,5	23	11	18



## 19-21 luglio

Tra la notte del 19 e 20 luglio 2023, un intenso temporale si è abbattuto sulle province di Modena, Bologna, Ferrara e Ravenna. Il passaggio del sistema convettivo è stato **accompagnato dalla caduta di grandine, anche di grosse dimensioni, e forti raffiche di vento (con massimi pari a 25 m/s sul Ferrarese).**

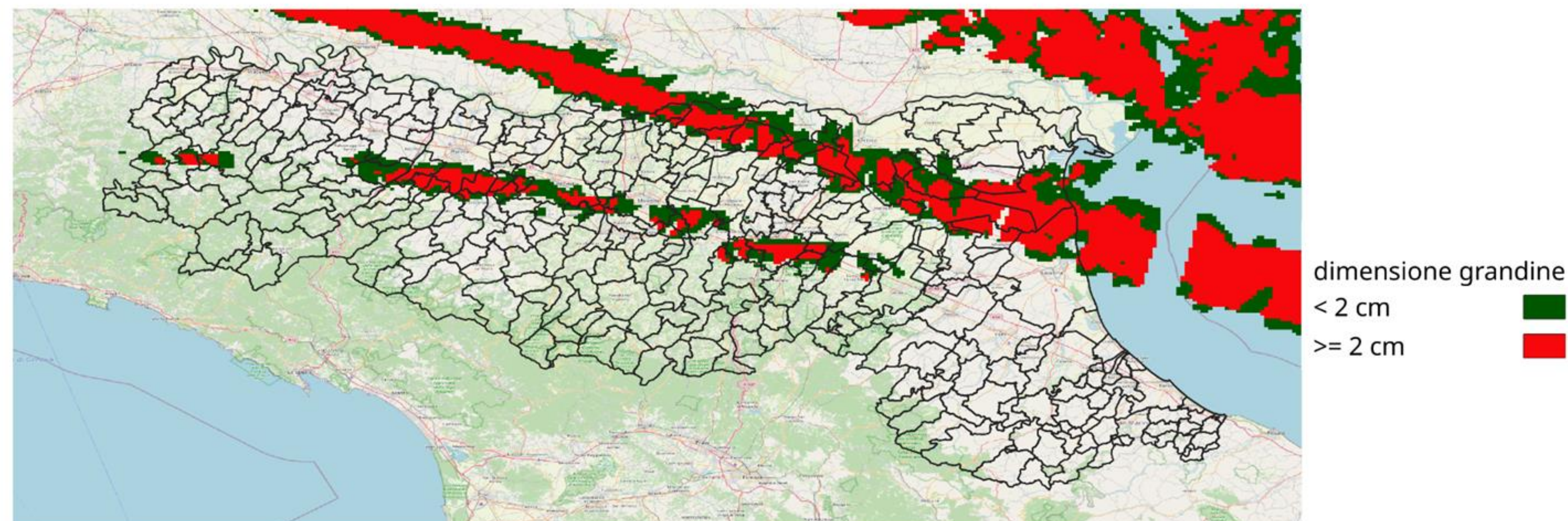
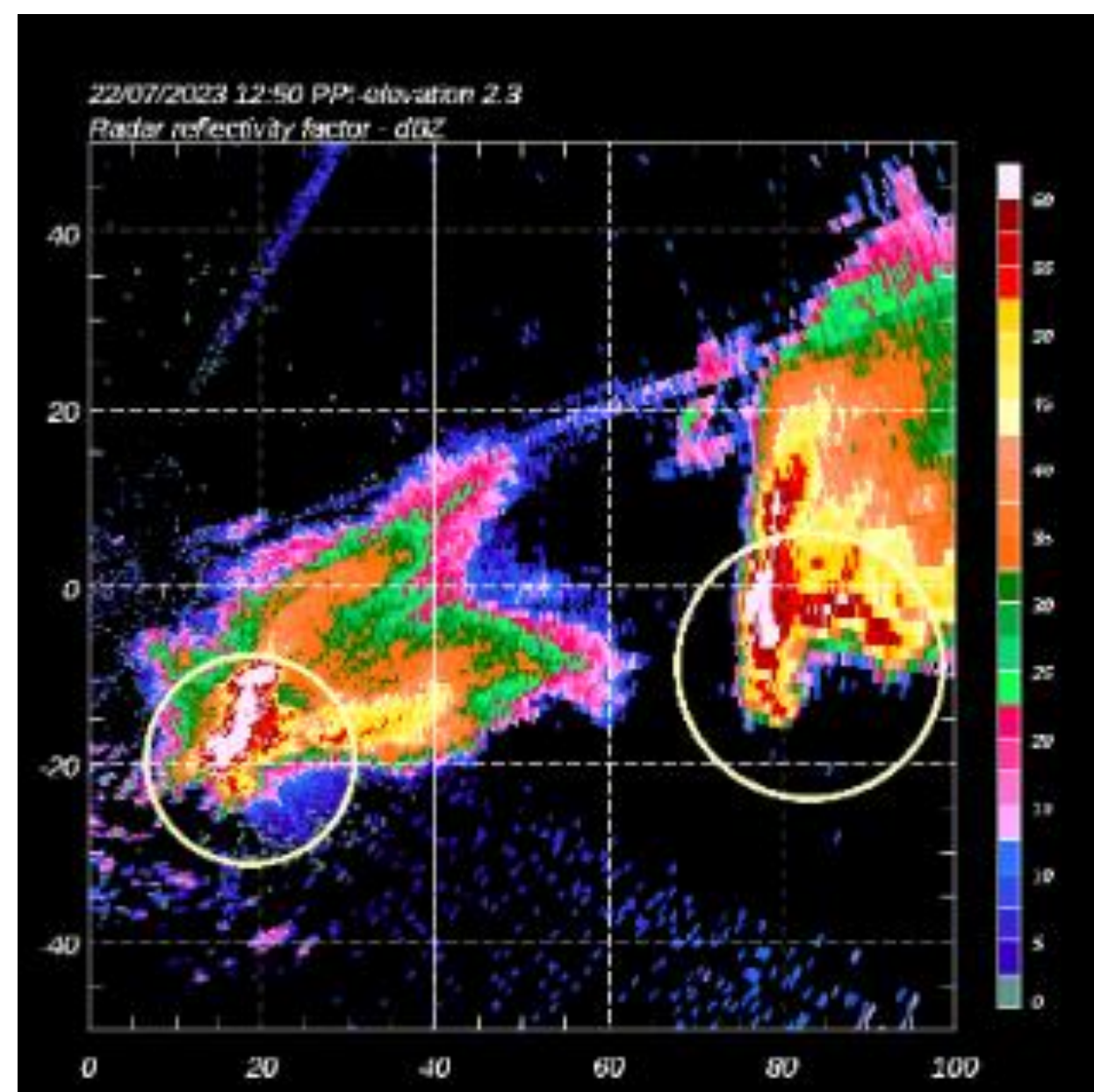
Nella giornata successiva, 21 luglio 2023, **due supercelle**, associate a grandine e vento intenso, hanno colpito la provincia di Ferrara. Temporalità di minore intensità registrati anche sul Riminese, Parmense, Piacentino e lungo la catena Appenninica.



## 22 luglio

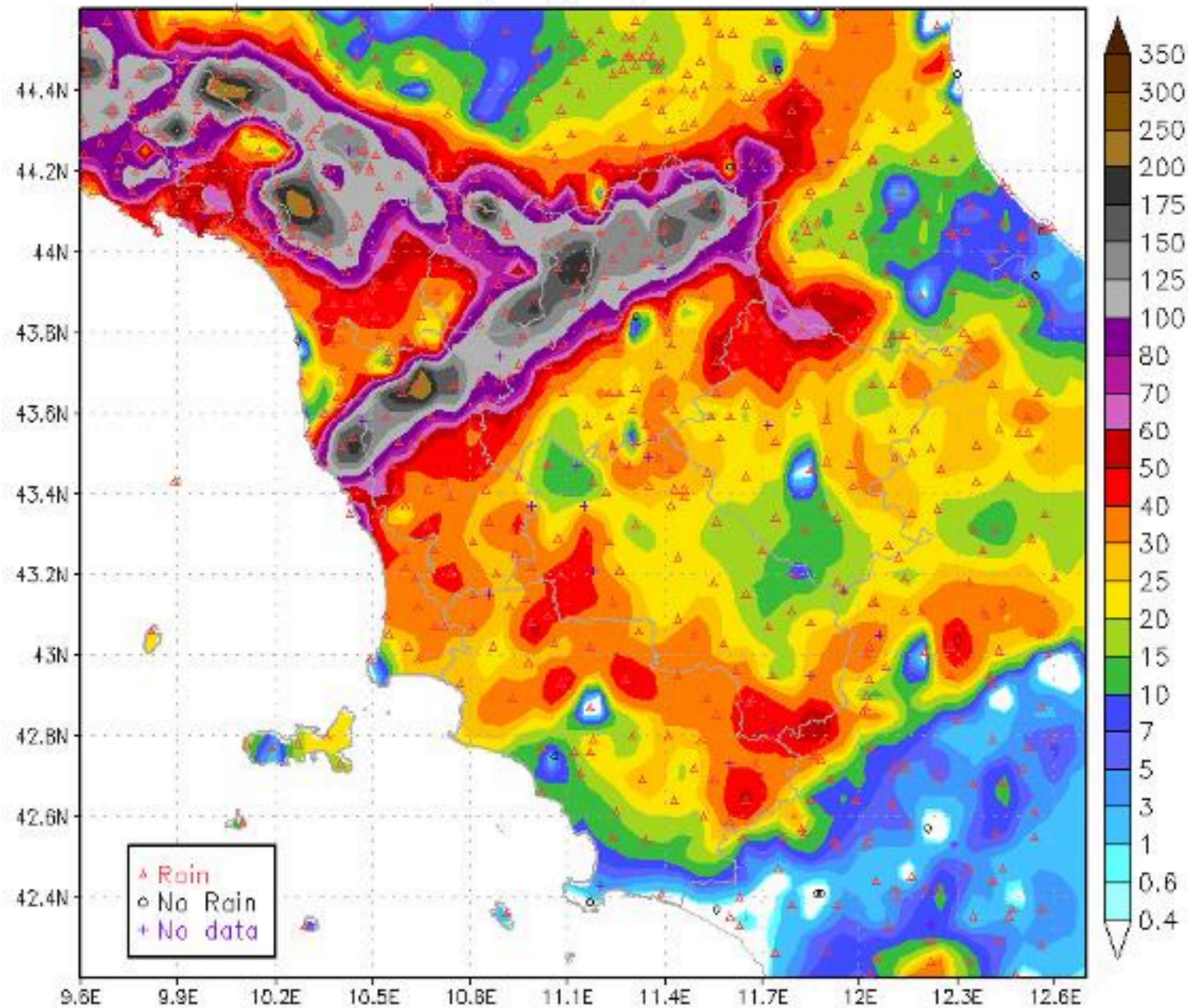
Nella giornata del 22 luglio 2023 si osserva il passaggio di **due temporali a supercella** sull'Emilia-Romagna, il primo sviluppatosi a nord dell'Emilia-Romagna, mentre il secondo formatosi direttamente sulle province ad ovest della Regione. L'evento è stato caratterizzato da piogge intense ma di breve durata, **grandine di dimensioni anche superiori ai 5 cm e raffiche di vento particolarmente intense, fino a massimi di 107.6 km/h.**

Colpite in particolare le province di Modena, Ferrara, Bologna e parte di quella di Ravenna: la grandine di grosse dimensioni ha causato ingenti danni all'agricoltura, edifici ed auto; probabile sviluppo di un tornado nel Ravennate dove il vento ha provocato la caduta di piante e diversi danni alle strutture



# Alluvione in Toscana (e bacino Santerno/Senio) del 2 Nov 2023

Total Precipitation [mm] cumulated on  
Thu, 02/11/2023

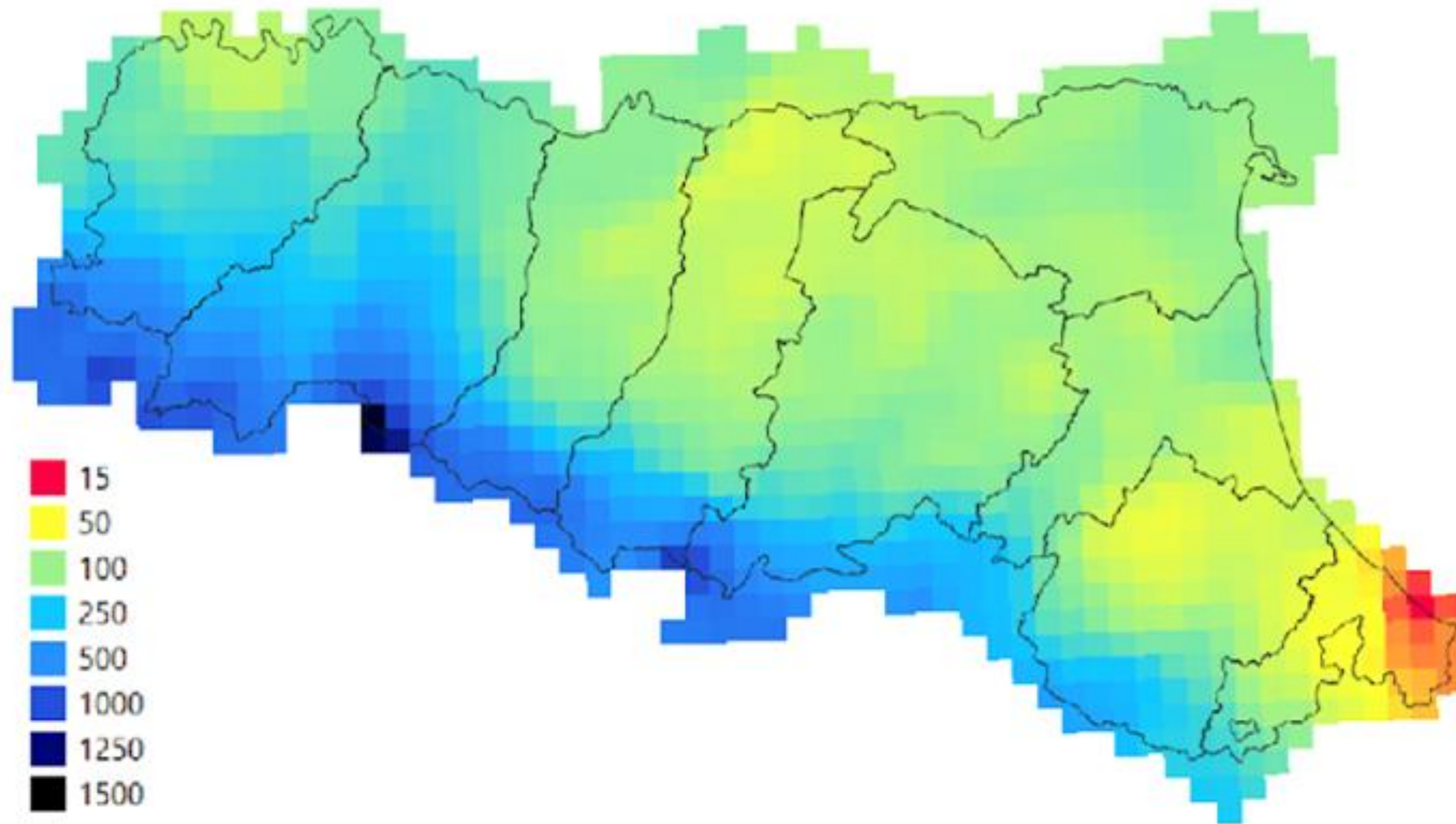


8 persone decedute,  
Danni per almeno  
500Meuro





Dopo un lungo periodo di siccità, dal 18/10 al 6/11, in soli 20 giorni è caduta tanta pioggia in Appennino pari a 7 volte il valore normale mensile



# La siccità \*

La siccità è una normale e ricorrente caratteristica del ciclo idrologico; ha origine da una carenza di precipitazione su un periodo di tempo esteso, di solito una stagione o più e viene valutata in relazione al bilancio locale tra precipitazione ed evapotraspirazione (evaporazione + traspirazione).

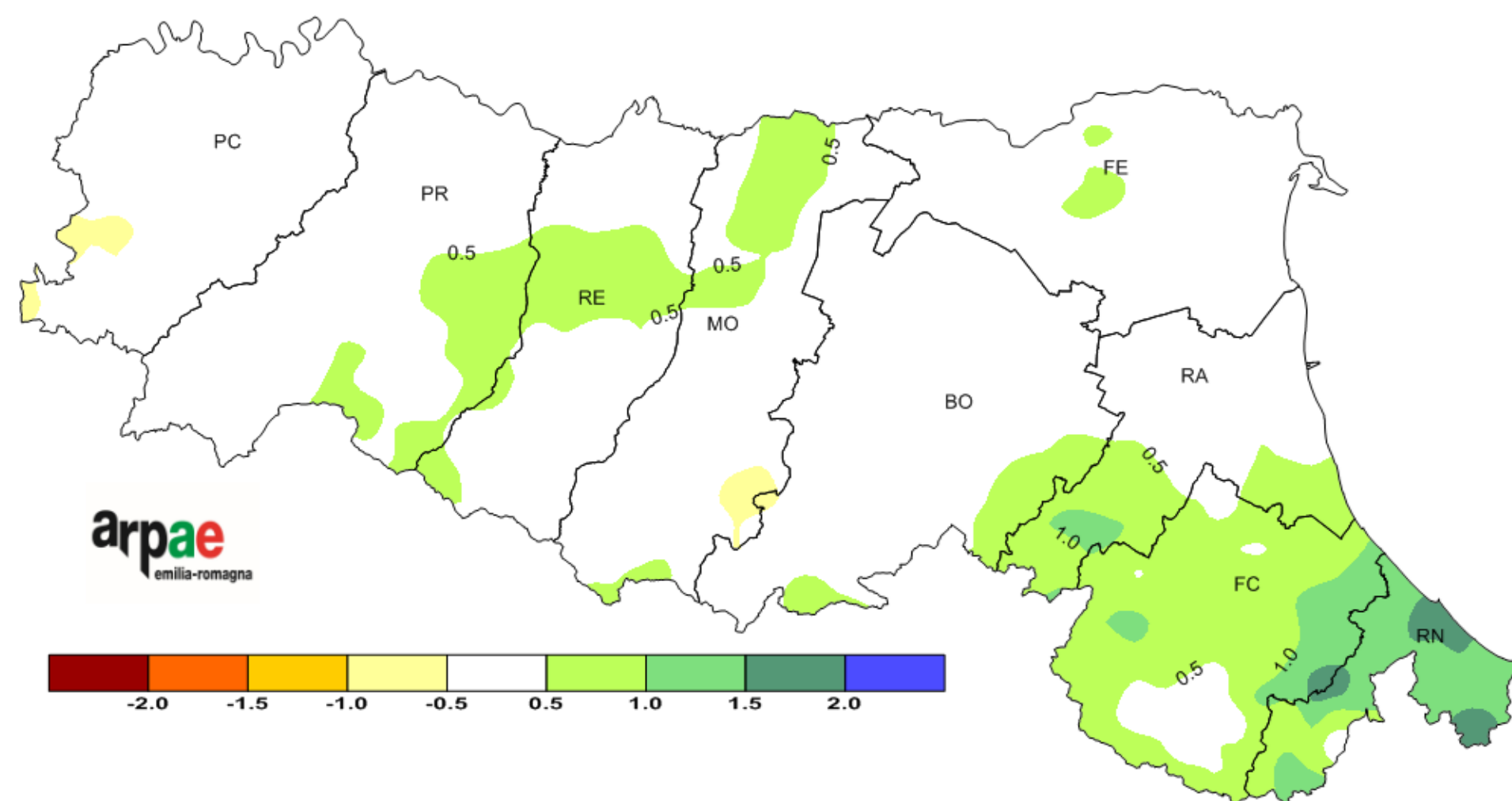
Una definizione operativa di siccità deve identificare l'inizio, la consistenza e la fine di un evento siccitoso. Tale definizione si basa solitamente sulla deviazione del campo di precipitazione dalla media calcolata sugli ultimi 30 anni di dati (secondo lo standard dell'Organizzazione Meteorologica Mondiale).

Differisce dall'aridità, la quale è invece ristretta ad aree geografiche con poca precipitazione e risulta pertanto una caratteristica permanente del clima.

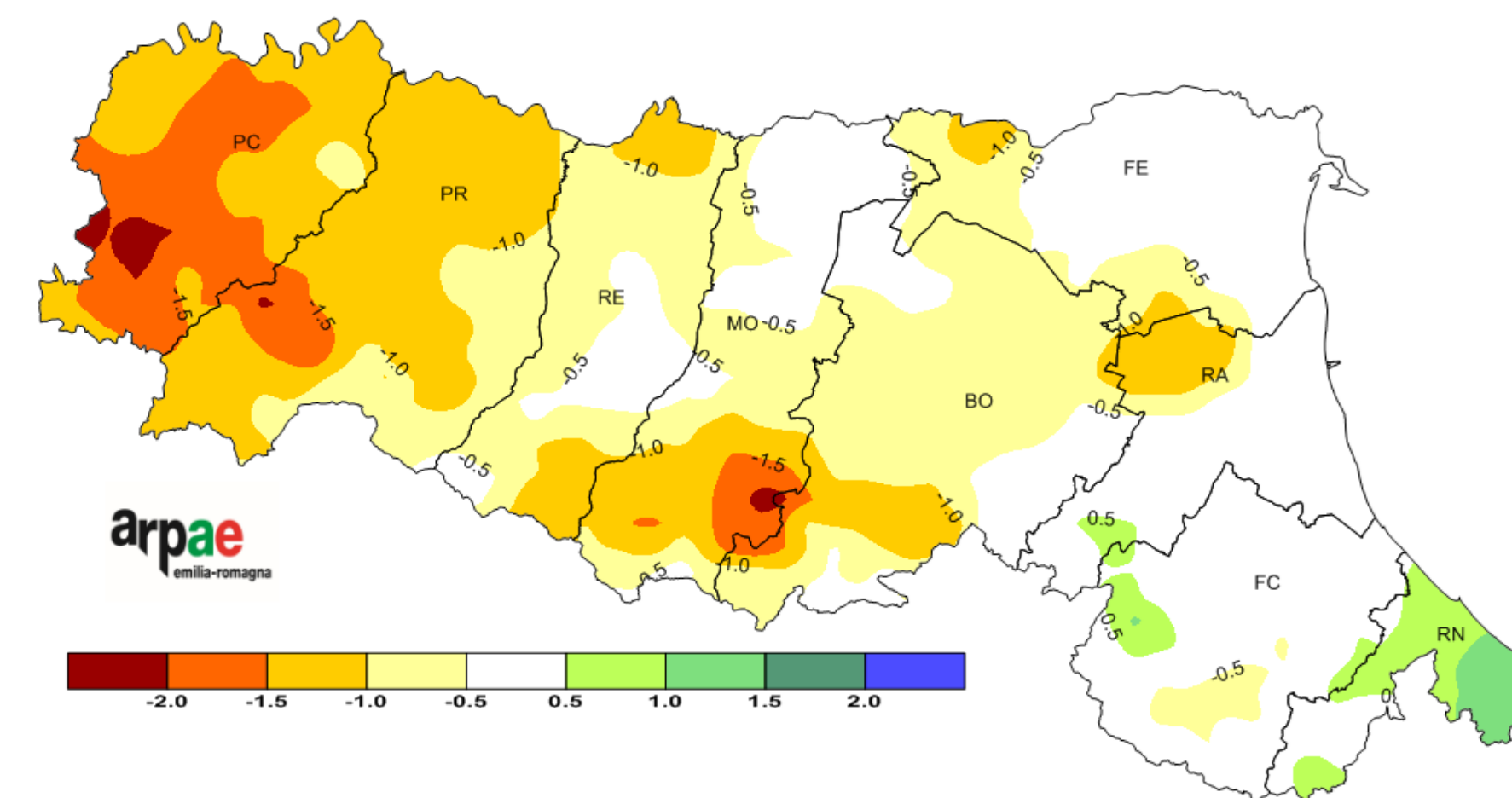
\* Decremento dell'acqua disponibile in un particolare periodo e per una particolare zona “ (Wilhite, 1993)

## SPI a 3, 6, 12 mesi (marzo 2023)

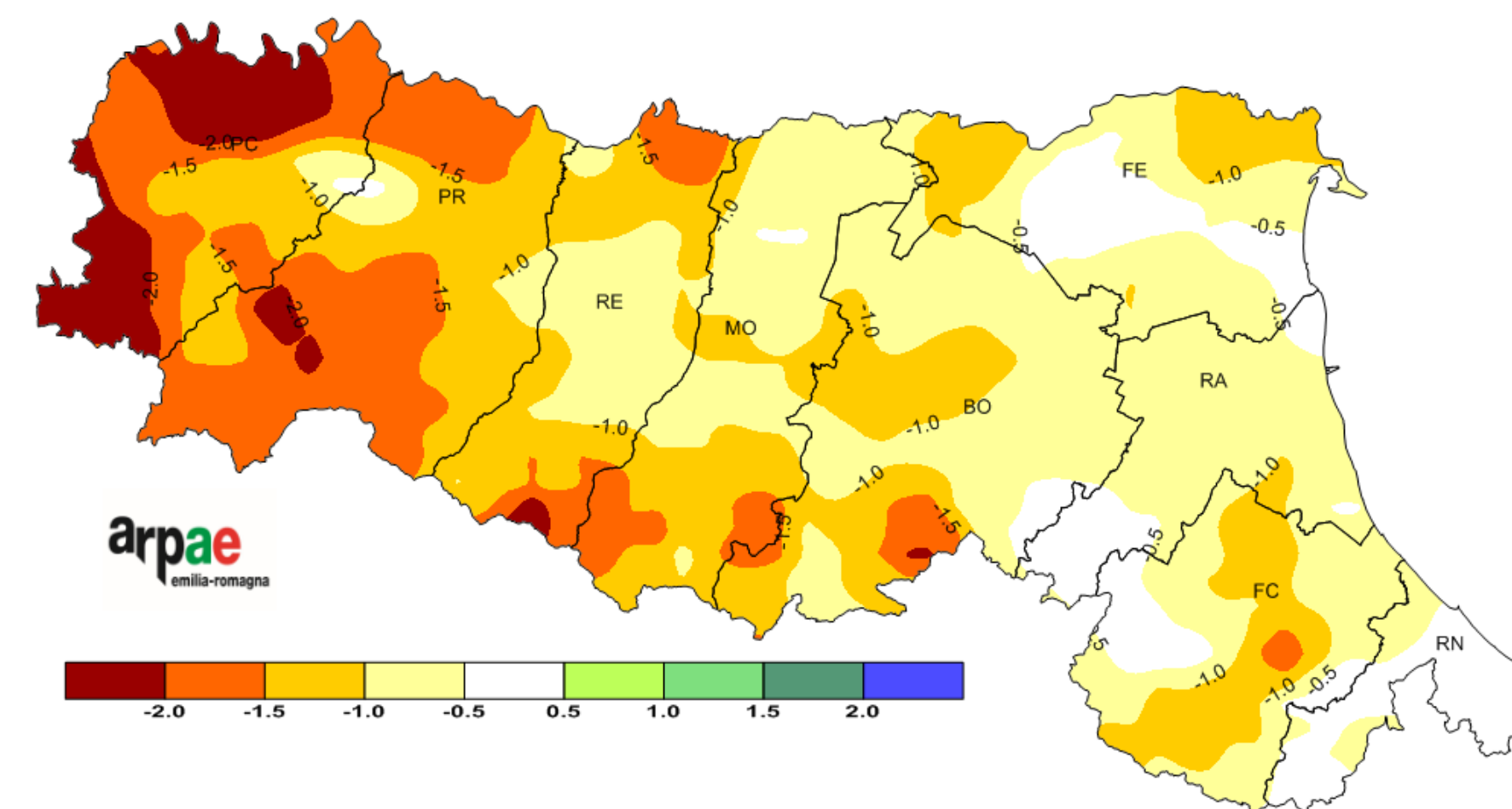
Standardized Precipitation Index a 3 mesi  
febbraio 2023



Standardized Precipitation Index a 6 mesi  
febbraio 2023



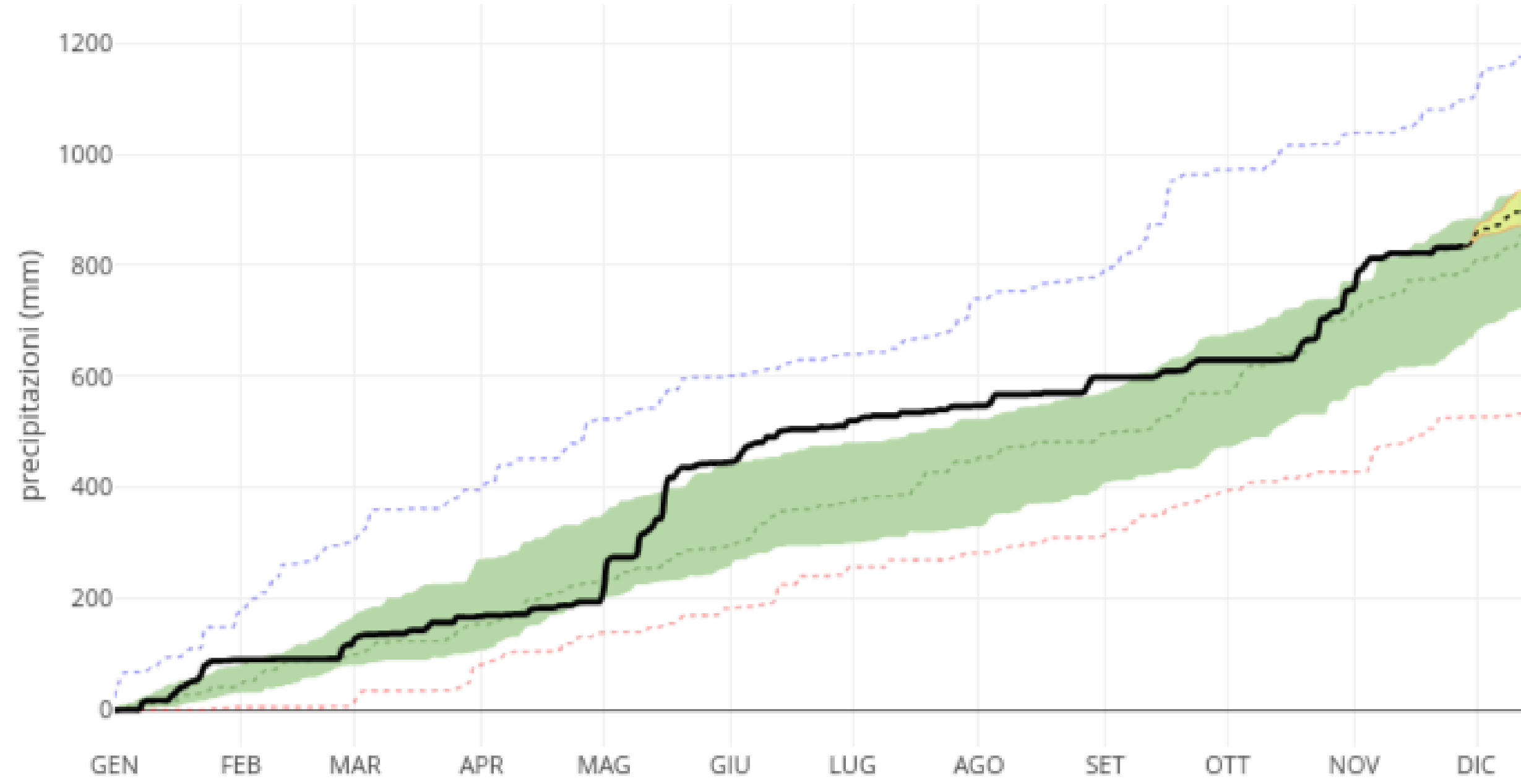
Standardized Precipitation Index a 12 mesi  
febbraio 2023



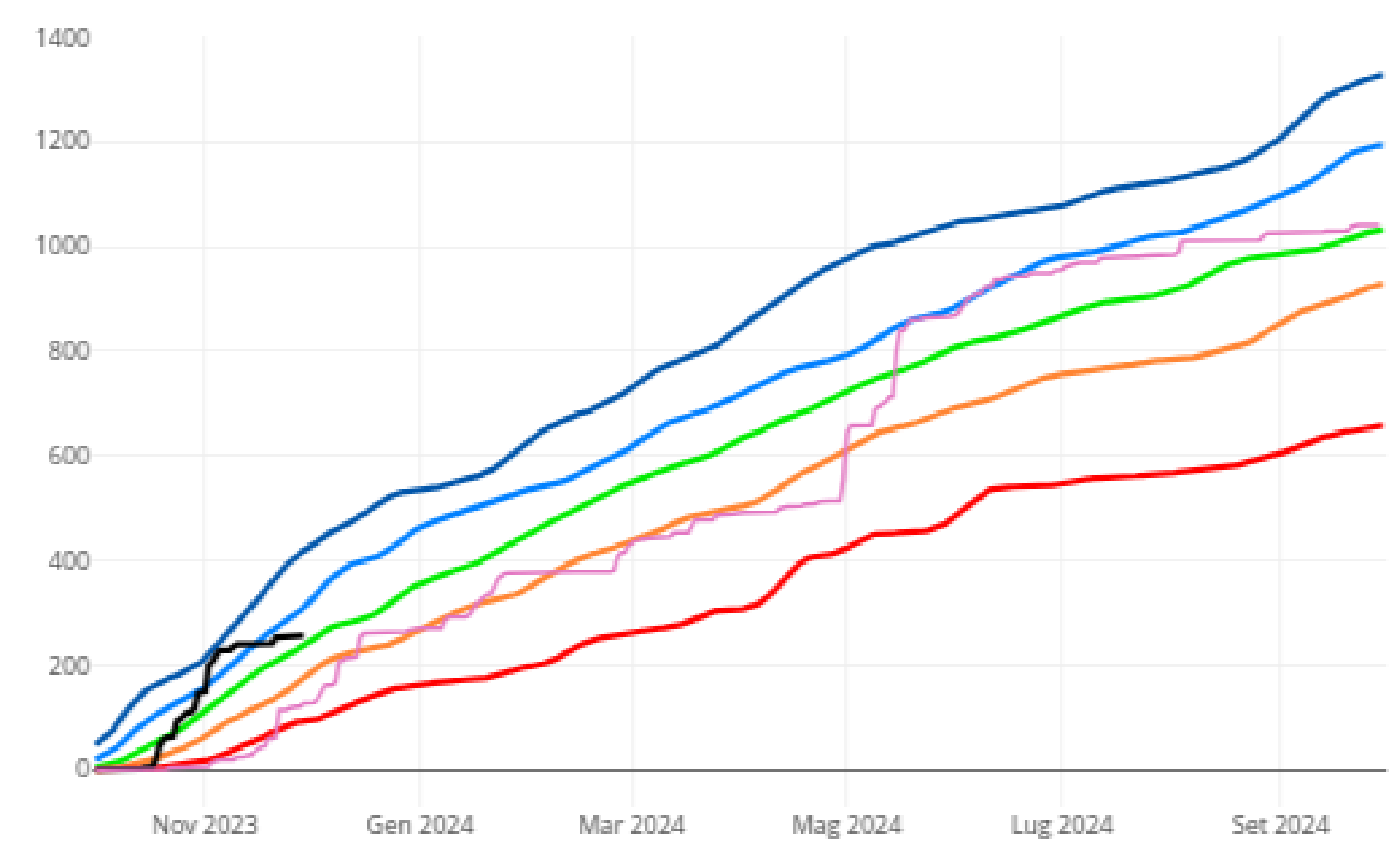
Gli indici di SPI – Standardized Precipitation Index suggeriscono condizioni prossime alla normalità sul breve periodo (no siccità agro-meteorologica), ma la persistenza di condizioni di siccità idrologica severa e localmente estrema nelle aree occidentali.

# Precipitazioni giornaliere cumulate in Emilia-Romagna (anno 2023)

Il valore cumulato del 28/11/2023 è 834,9 mm, ed è nella norma 1991-2020



## Precipitazioni sulla macroarea C (Bacini montani del Reno e dei suoi afflu...)



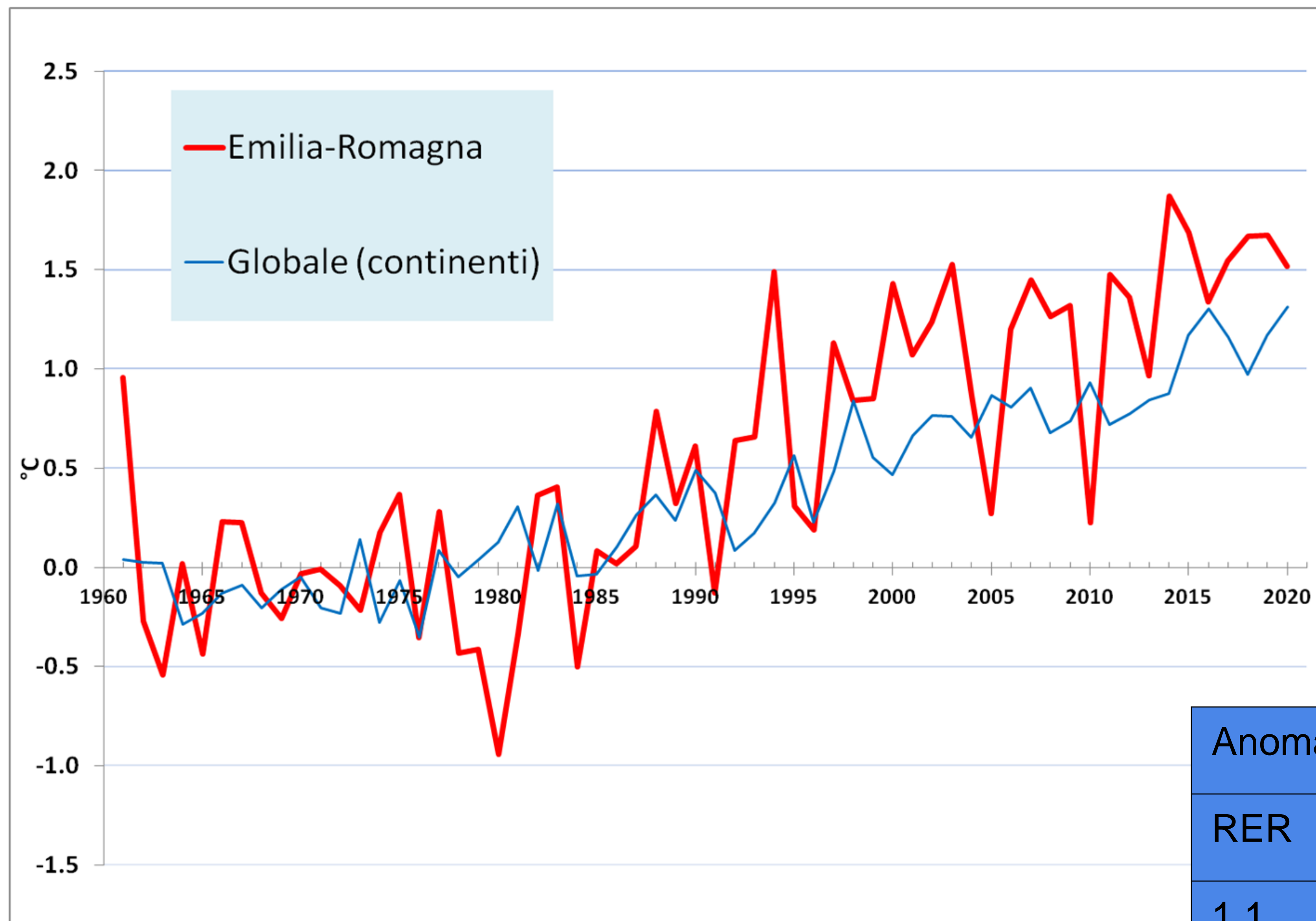
95° perc 75° perc 50° perc 25° perc 05° perc 2023/2024 2022/2023

Anno idrologico di confronto

2022/2023

CHIUDI

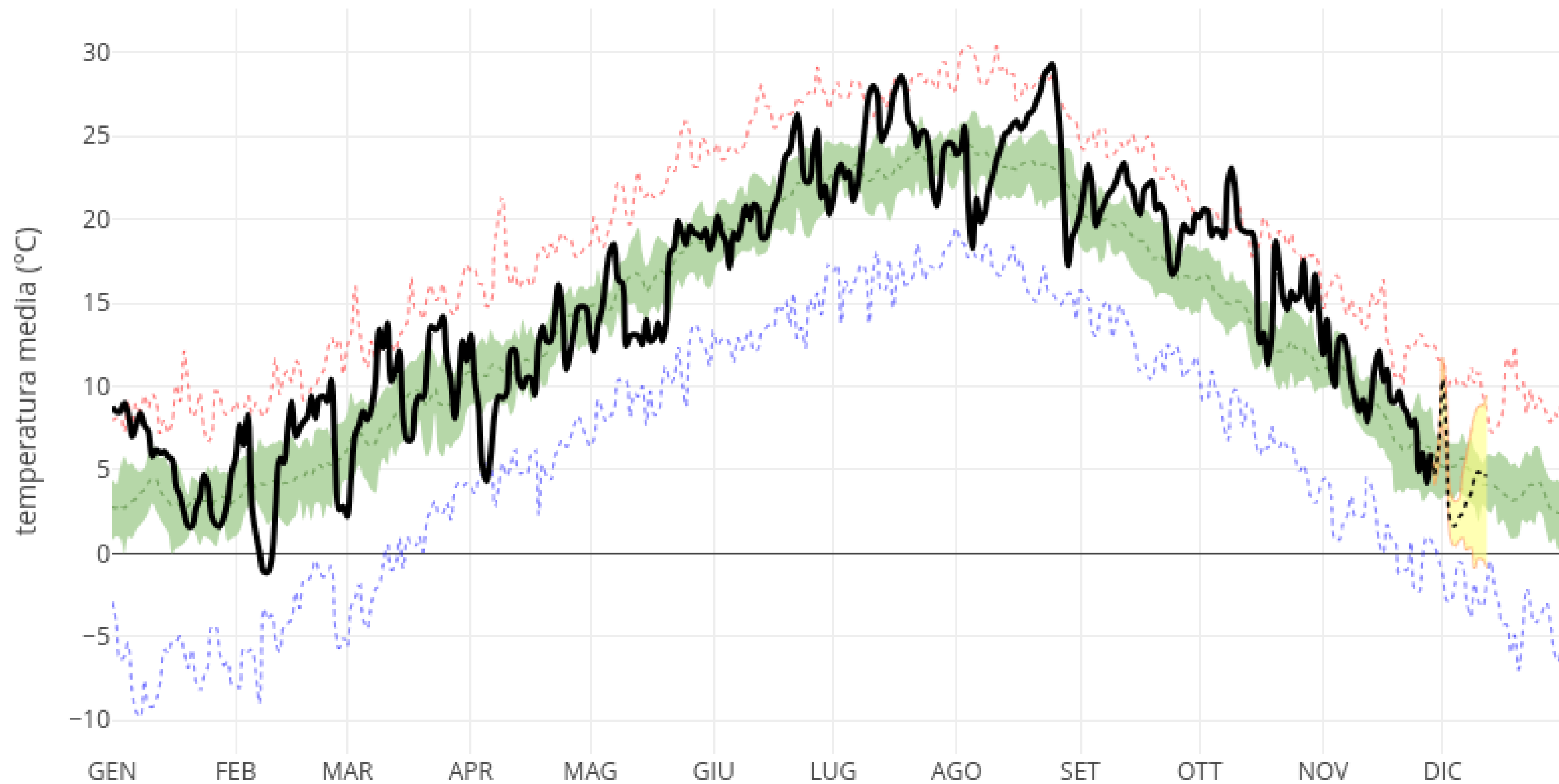
# Cambiamenti climatici - Temperature globali e locali



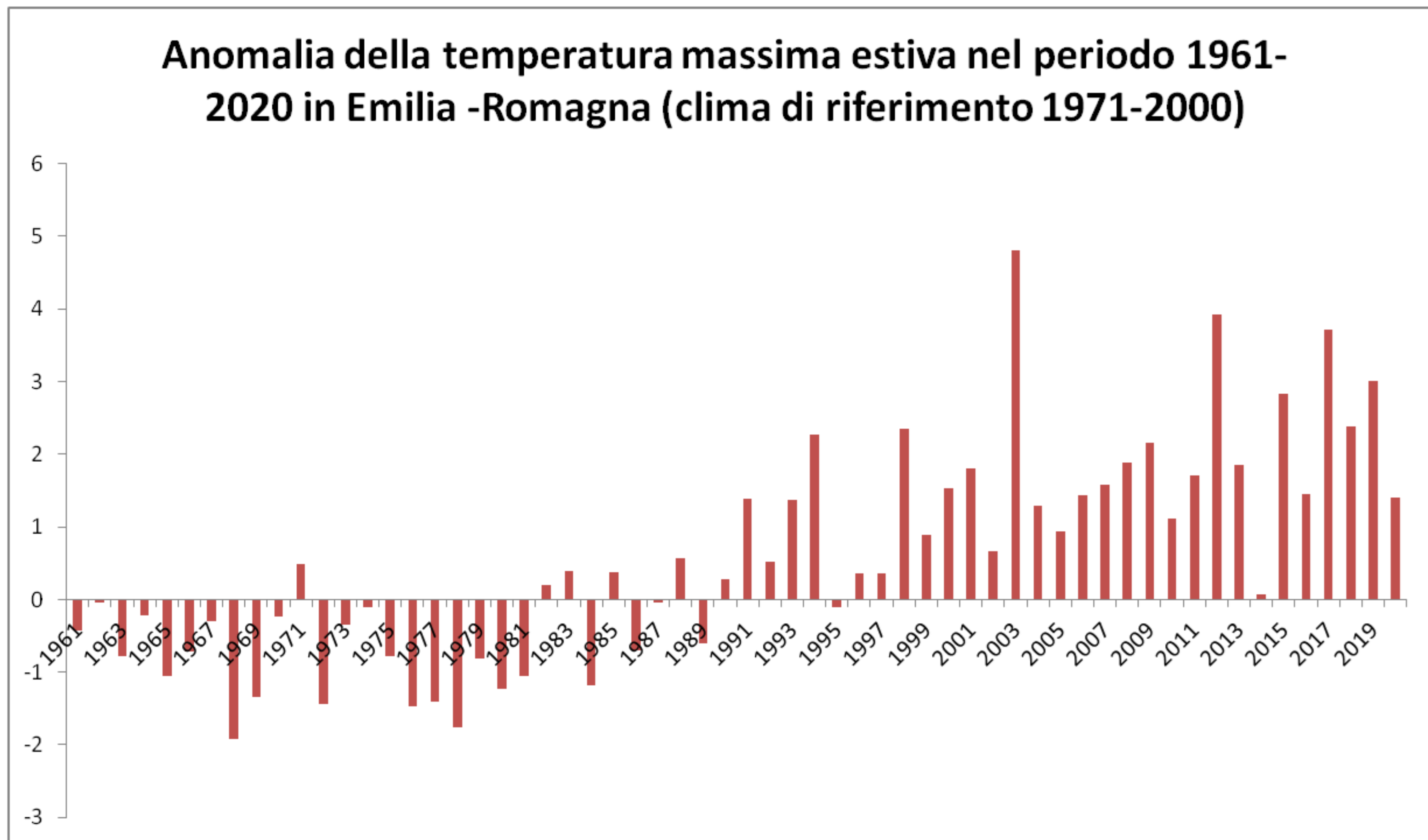
Anomaly 1991-2020	
RER	Globe
1.1	0.7

# Andamento TMed Emilia-Romagna

L'anomalia media dall'1/1/2023 è di 1,12 °C

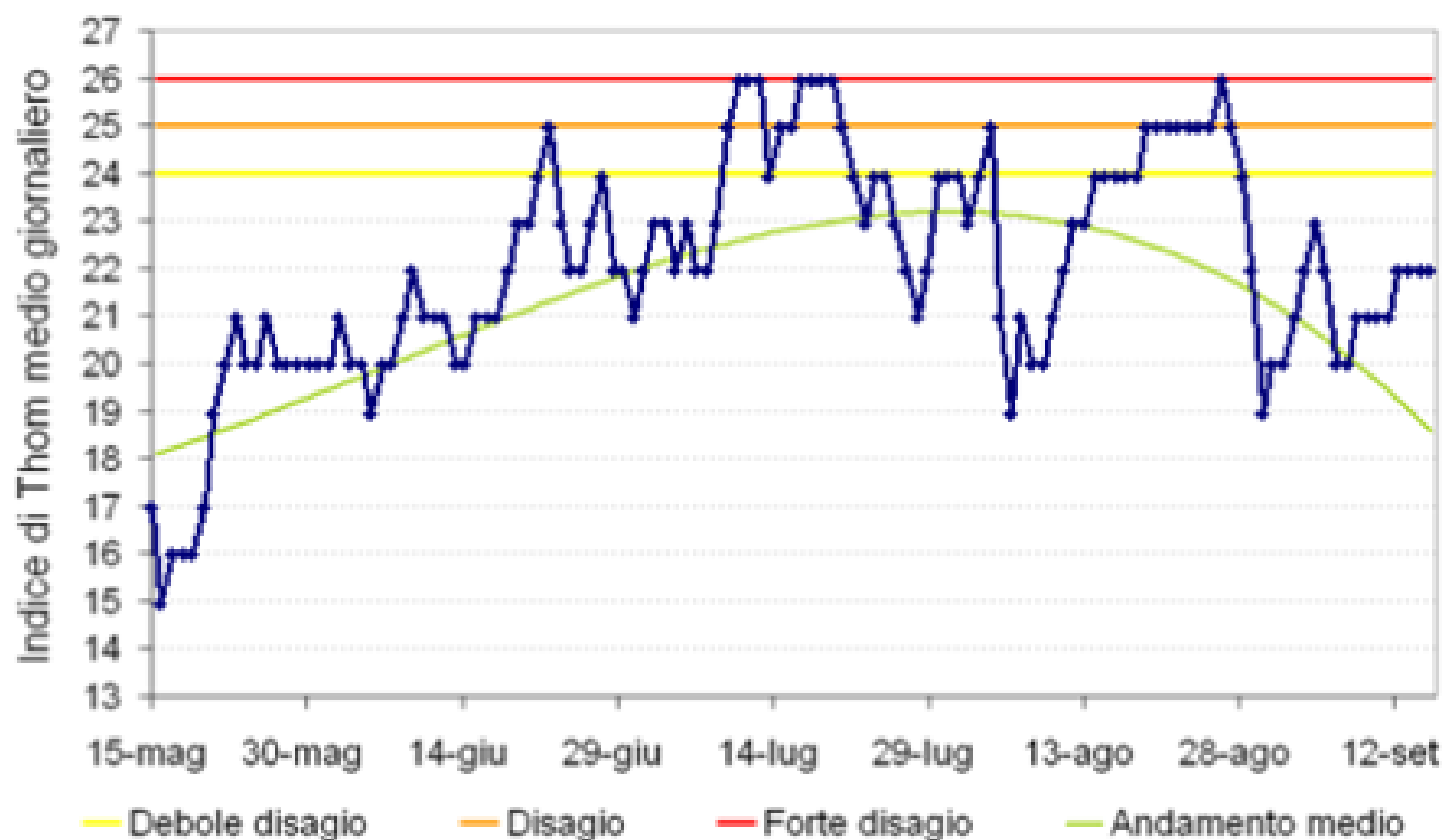


# L'anomalia di temperatura massima estiva in E-R



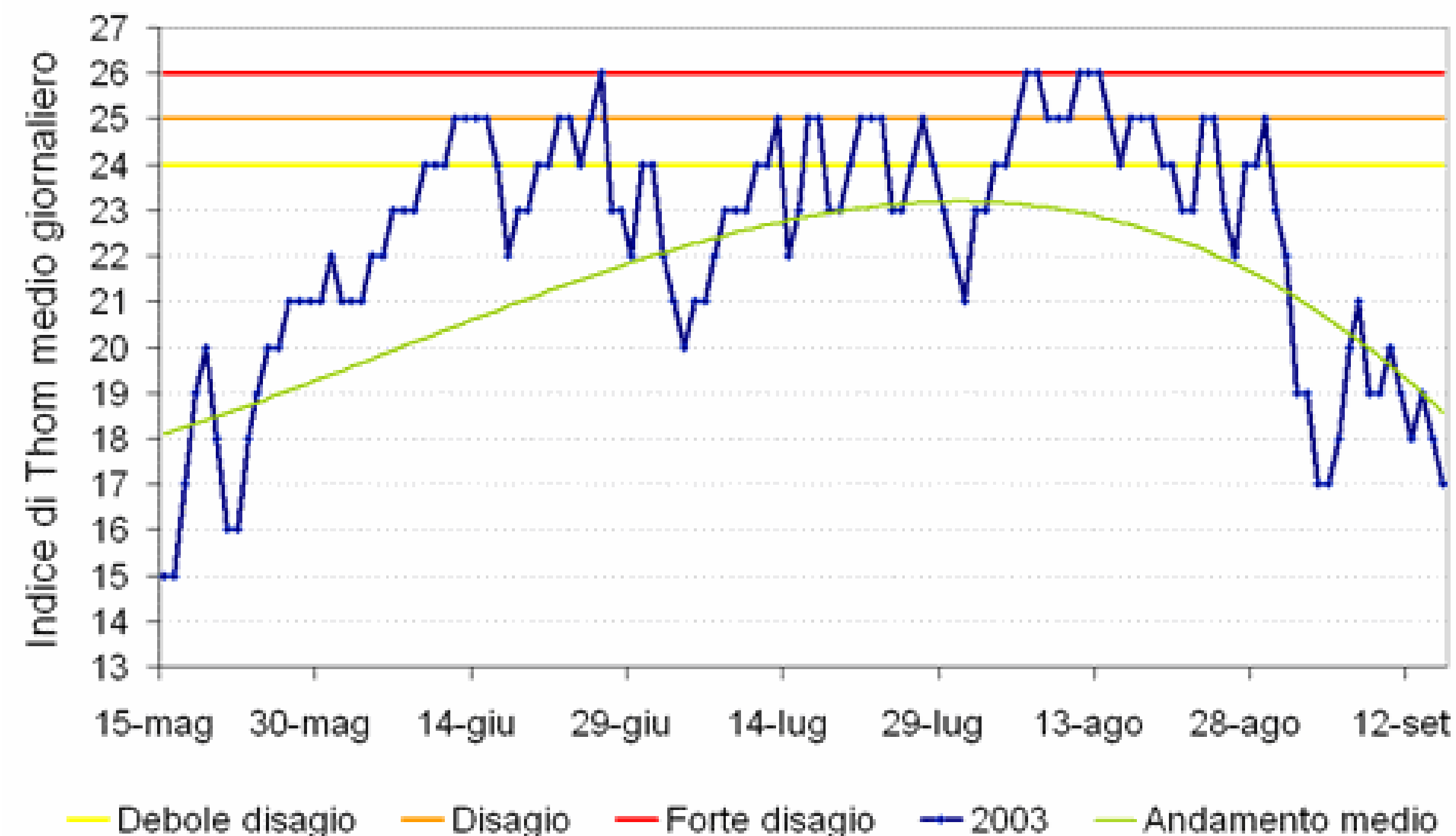
- significativi trend di crescita delle temperature massime estive ( $0.6^{\circ}\text{C}/10\text{anni}$ ), con **intensificazione degli estremi** (onde di calore, giorni torridi, notti tropicali)

# Disagio - Ondate di calore



## Statistiche riassuntive 2023

Media indice di Thom: 22.1  
 Numero di giorni di disagio: 14  
 Numero di giorni di forte disagio: 8



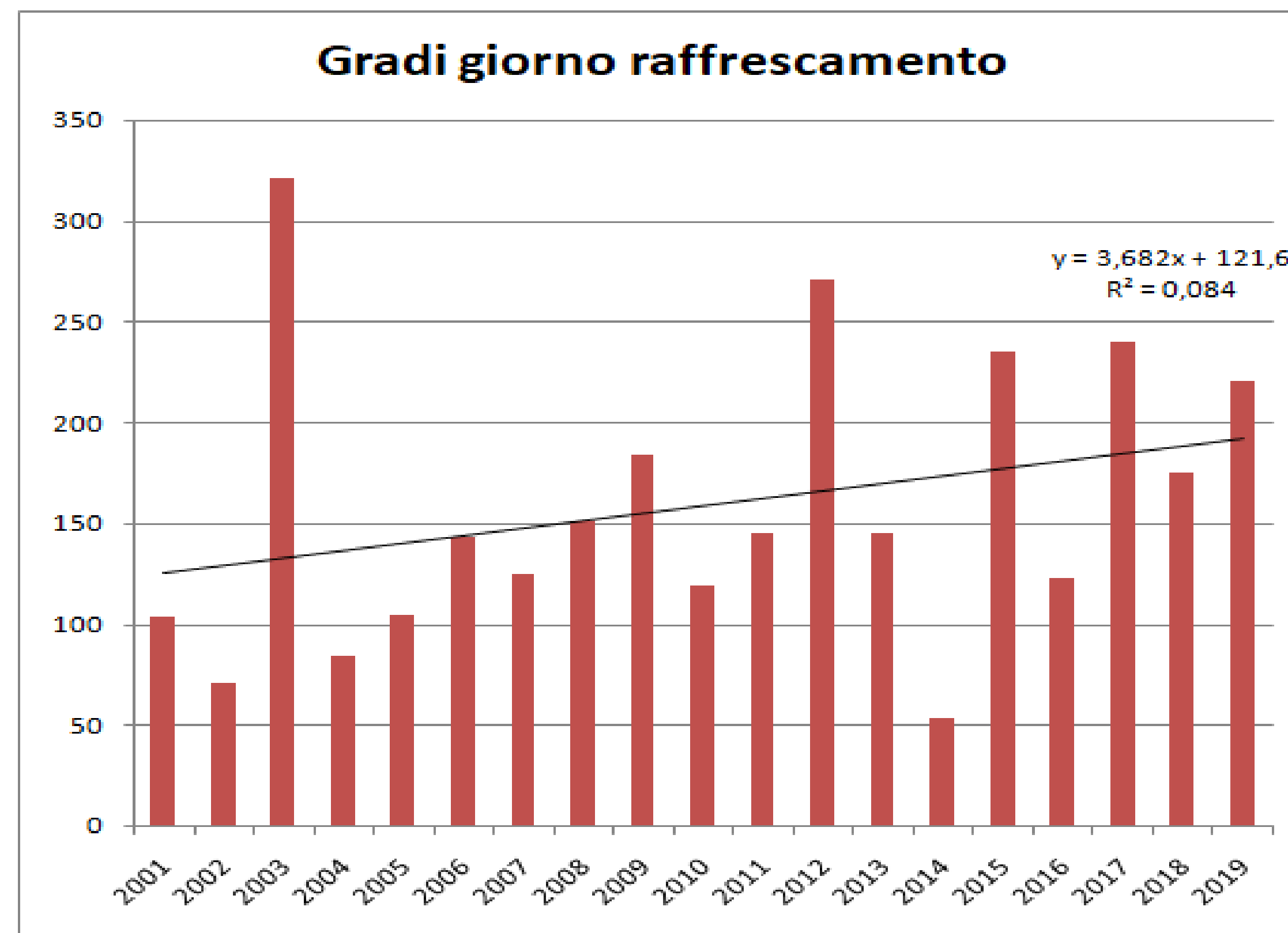
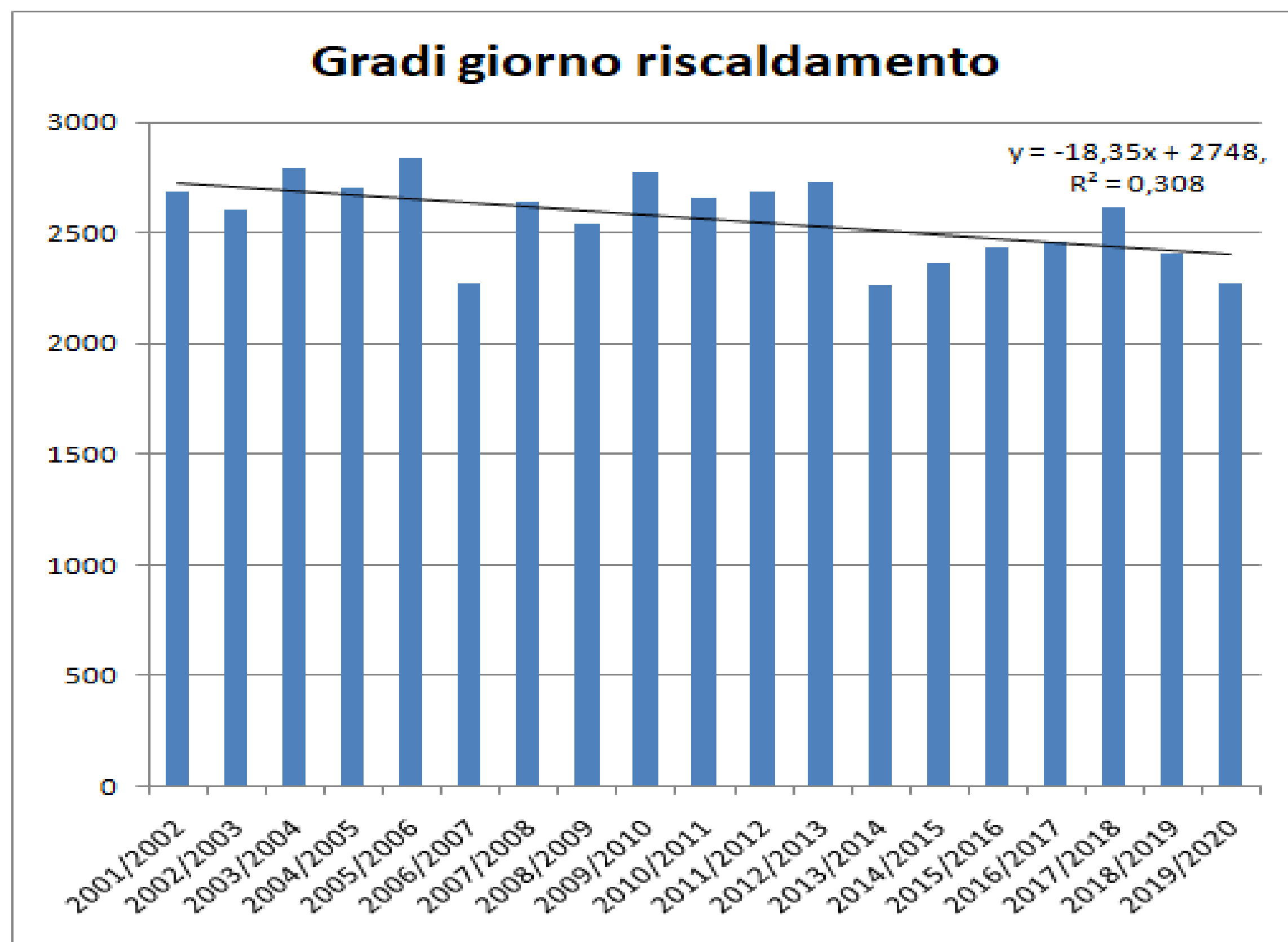
## Statistiche riassuntive 2003

Media indice di Thom: 22.3  
 Numero di giorni di disagio: 25  
 Numero di giorni di forte disagio: 6



# Fabbisogni energetici in E-R

Valore medio regionale dei Gradi giorno di riscaldamento e raffrescamento



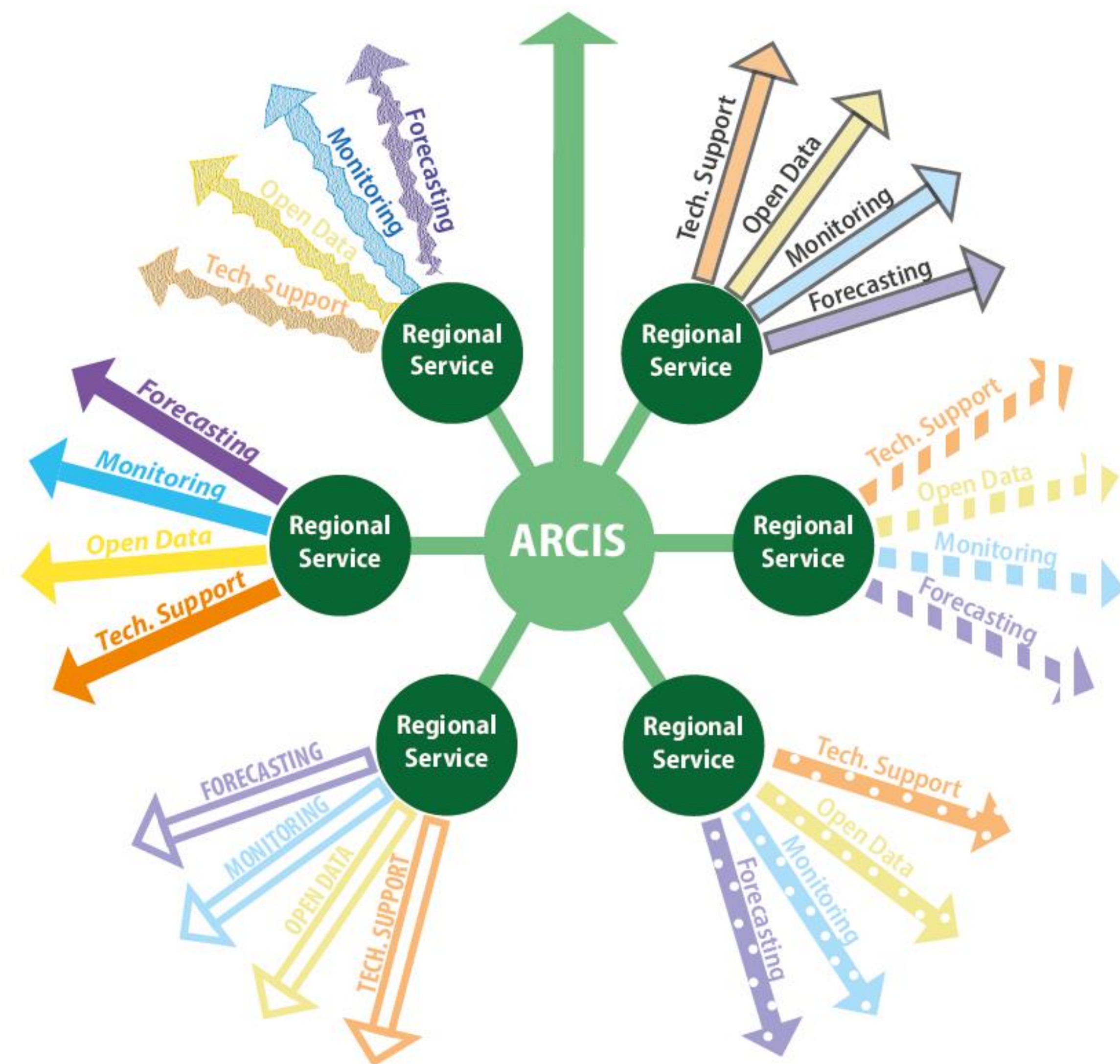
Gradi giorno di riscaldamento =  $20^{\circ}\text{C} - T_{\text{med}}$

Gradi giorno di raffrescamento =  $T_{\text{med}} - 21^{\circ}\text{C}$ ,  
 con  $T_{\text{med}} > 25^{\circ}\text{C}$

# Accordo ARCIS

ARCIS è un accordo formale tra Servizi Meteorologici e Idrologici Regionali italiani che ha come obiettivo pubblicare prodotti climatologici condivisi per i territori coperti dall'unione delle amministrazioni coinvolte.

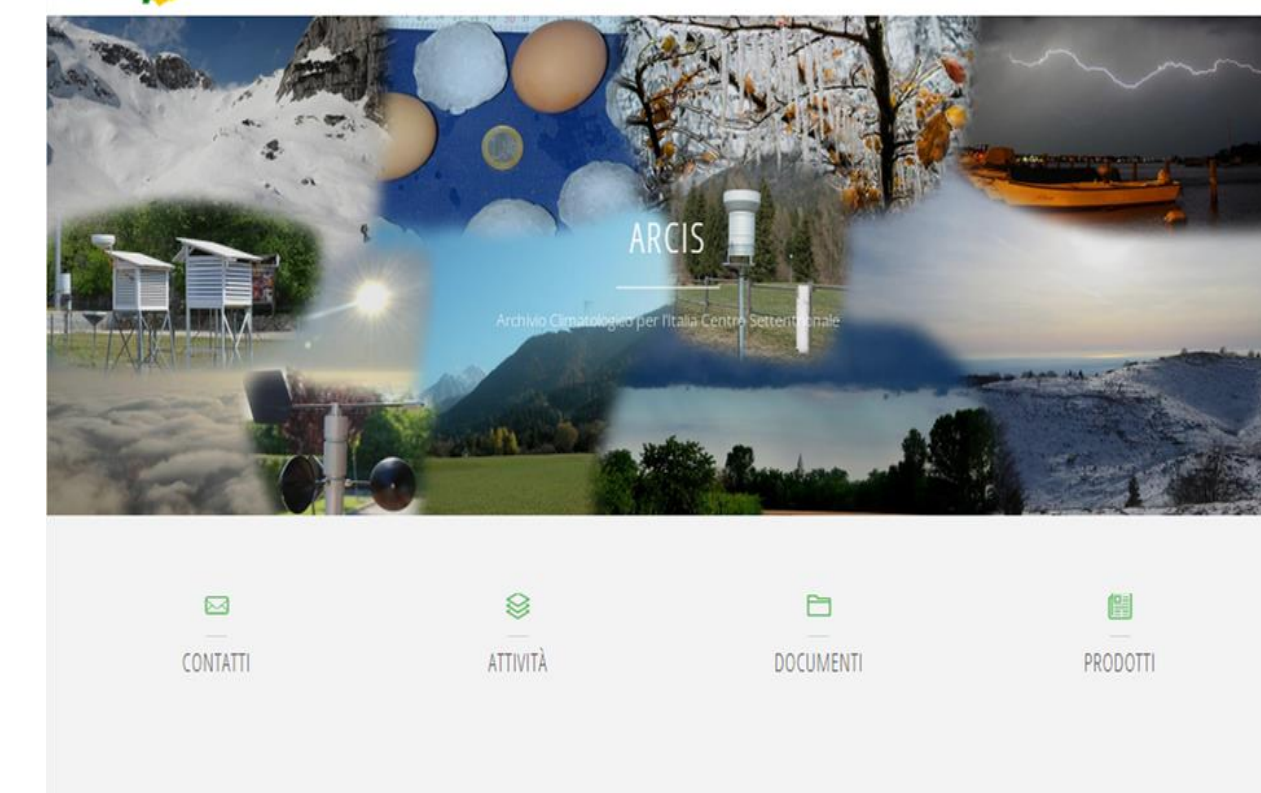
Arcis è stato originariamente firmato dalle regioni del Nord Italia nel 2008, da allora è stato rinnovato ogni 5 anni ed esteso ad un gruppo di regioni che ne hanno fatto richiesta.



# ARCIS prodotti presenti e futuri



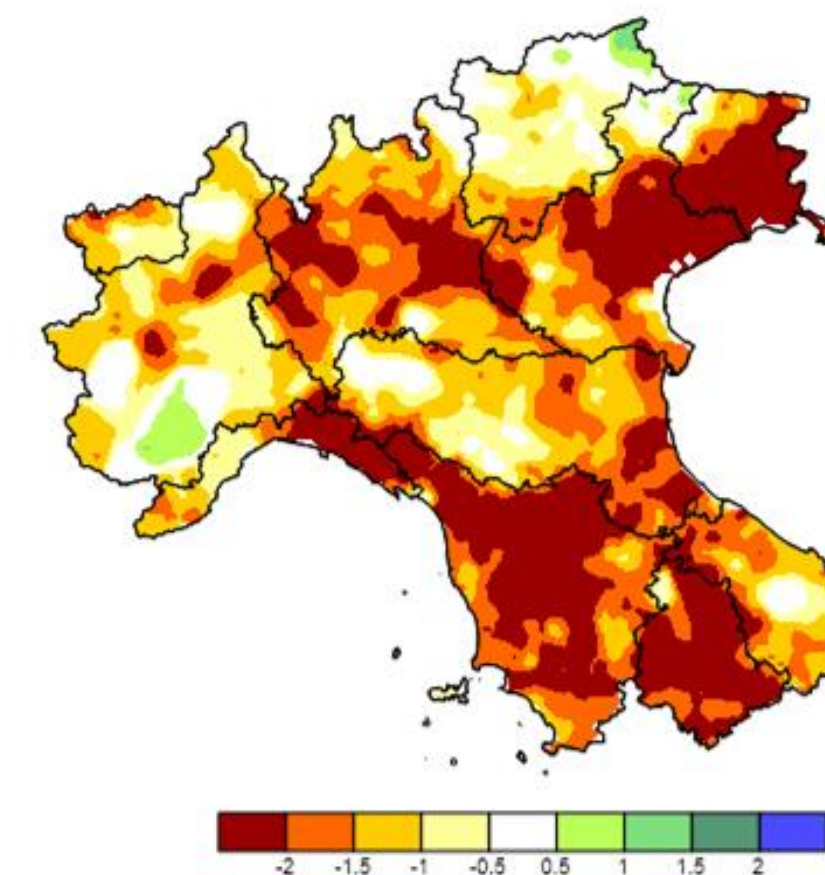
<http://www.arcis.it>



## Prodotti attualmente disponibili

- Analisi osservativa climatica delle precipitazioni giornaliere dal 1-1-1961 ad oggi, pubblicata su griglia regolare a 5 km aggiornata mensilmente in tempo differito (Pavan et al, 2019, Clim Dyn);
- Indice annuale e stagionale di temperatura a 2m per l'intero territorio Arcis usato per descrivere la variabilità interannuale.
- Rapporto climatico delle anomalie climatiche invernali pubblicato ogni anno su Neve&Valanghe (rivista AINEVA)

## SPI 3 mesi MJJ 2022



## Prodotti in via di realizzazione

- Atlante delle precipitazioni
- Analisi climatica di temperature massime e minime giornaliere dall'1-1-1991 ad oggi da aggiornare mensilmente.



# CONCLUSIONI

- Il 2023 ha visto il territorio regionale interessato da una sequenza di eventi meteorologici estremi.
- In maggio sono caduti praticamente su tutto l'Appennino (regionale) almeno 200 mm con punte superiori ai 500 mm.
- Area interessata: 7 provincie da Reggio Emilia a Rimini, 240 Comuni (73% della Regione) con 14 vittime e danni stimati di 8,5 Miliardi di Euro.
- Luglio caratterizzato da eventi convettivi intensi (svariate supercelle e grandine severa).
- Tutto questo intramezzato da periodi di siccità e ondate di calore.
- Necessità di una visione più ampia (sia nello spazio che nel tempo).