

# L'INQUADRAMENTO METEO DELLE ALLUVIONI DEL 2024

GLI EVENTI SONO RICONDUCEBILI A SITUAZIONI METEOROLOGICHE CHE HANNO GENERATO QUANTITÀ DI PIOGGE ECCEZIONALI E INEDITE IN EMILIA-ROMAGNA. È INDISPENSABILE INDAGARE IL RUOLO DELLE ANOMALIE CLIMATICHE CHE SI VANNO ACCUMULANDO IN MARE PER QUANTIFICARNE IL CONTRIBUTO.

FOTO: AGENZIA SICUREZZA TERRITORIALE E PROT. CIV. ER

**L**e alluvioni di settembre e ottobre 2024 sono riconducibili a situazioni meteorologiche particolari che hanno generato quantità di piogge inedite sul territorio dell'Emilia-Romagna il cui dettaglio ed eccezionalità dal punto di vista statistico saranno discussi più avanti in un contributo specifico. In questo articolo ci concentriamo invece sulla dinamica atmosferica che ha reso questi eventi possibili.

In continuità con una delle estati tra le più calde di sempre, i primi giorni di settembre sono stati caratterizzati dalla presenza dell'alta pressione subtropicale sul Mediterraneo. Un primo sistema perturbato atlantico entra nel Mediterraneo il giorno 8 e genera in Emilia-Romagna forti precipitazioni, soprattutto nel settore orientale e in provincia di Bologna dove è stato registrato un accumulo sulle 24 ore pari a 106,8 mm. Ma è a metà mese che la circolazione cambia radicalmente. L'espansione dell'alta pressione sull'Atlantico (*Atlantic ridge*) apre la strada a correnti da nord con la discesa di una massa d'aria polare. Questa circostanza, oltre a portare un brusco calo delle temperature

genera l'11 settembre una depressione sul golfo di Genova denominata Boris, con conseguenti precipitazioni temporalesche al centro-nord. Fra il 13 e il 16 settembre, Boris, nel suo spostamento verso l'est, acquisisce carattere di eccezionalità in termini di piogge, creando alluvioni devastanti nel centro-est Europa che causano 24 morti e danni enormi fra Repubblica Ceca, Polonia, Austria e Slovacchia. Successivamente il ciclone Boris torna verso il Mediterraneo con un movimento retrogrado, andando a posizionarsi a ovest della Corsica a partire dal 17 settembre. In questa posizione il ciclone attiva intensi flussi di scirocco nei bassi strati lungo l'Adriatico, convergenti sulla Romagna con flussi di bora alla superficie (*figura 1*, pannello di sinistra). La convergenza permette lo sviluppo di temporali molto intensi lungo una linea estesa dal mare al largo di Rimini fino ai rilievi romagnoli, la cui persistenza ha determinato le alluvioni del 18 e 19 settembre (*figura 2*).

Esaurita questa fase di maltempo il flusso atlantico si mantiene molto attivo con alcuni sistemi perturbati in arrivo sul Mediterraneo, specialmente fra il 4 e 10 ottobre, caratterizzati da un elevato

trasporto di vapor d'acqua, anche in relazione a alla presenza di numerosi cicloni tropicali presenti nell'Atlantico il quel periodo. Dopo alcuni giorni di stabilità, una nuova profonda onda depressionaria, derivante proprio dalla transizione di un uragano tropicale (Leslie), si forma il 16 ottobre sulla penisola iberica generando nubifragi diffusi dapprima sulla Liguria di ponente (Savona allagata) e poi sul resto delle regioni del centro nord. Il 17 si registrano forti precipitazioni lungo il settore appenninico con piene significative dei fiumi emiliani e del Reno. L'isolamento dell'onda dal flusso principale rende particolarmente persistenti i fenomeni sull'Italia e, dal giorno 19 ottobre, si assiste a una riattivazione della circolazione depressionaria con intensi flussi da scirocco che determinano forti temporali sulle costa romagnola (*figura 3*), con conseguenti allagamenti nella zona di Cesenatico. Temporali che poi nella sera del 19 entrano nell'entroterra e raggiungono la zona collinare centrale. Trovando un terreno ormai saturato di acqua dalle piogge dei giorni precedenti, gli intensi rovesci generano le catastrofiche alluvioni nella fascia pedemontana bolognese. La stazionarietà del ciclone sul Mediterraneo, le anomalie

record della temperatura del mare, l'elevato flusso di vapor d'acqua (molto più alto del normale) sono tutti elementi che hanno giocato un ruolo importante nel determinare intensità e accumulo totale delle precipitazioni estreme osservate in questi due eventi.

In particolare le altissime temperature superficiali del mare hanno favorito l'intensificazione dei fenomeni in maniera duplice: tramite un aumento dell'instabilità termodinamica, palesata dalla significativa attività convettiva sul mare Adriatico in entrambi gli episodi, e incrementando l'evaporazione dal

mare. La temperatura media mensile del Mediterraneo nel 2024 è stata infatti sempre prossima ai valori record della serie storica recente (1961-2023) e comunque superiore a due deviazioni standard, a eccezione del solo mese di giugno (figura 4) caratterizzato dal passaggio di molte perturbazioni e quindi da un raffreddamento dovuto al rimescolamento degli strati superficiali. In agosto la temperatura superficiale del mare ha raggiunto il massimo storico, con una anomalia pari a tre deviazioni standard rispetto al periodo recente. Con l'arrivo delle prime perturbazioni di settembre le condizioni erano quindi

ideali per lo sviluppo di fenomenologia intensa, così come poi in effetti è avvenuto.

Dal confronto in figura 1 emerge la somiglianza dei flussi che hanno generato le due alluvioni del settembre e ottobre 2024 a loro volta simili al primo evento del maggio 2023. Il comune denominatore di questi tre eventi è sicuramente il forte contributo di umidità delle correnti di scirocco al quale si è sommata anche una non trascurabile componente orientale proveniente dai Balcani. Rispetto alle correnti che affluiscono verso un ciclone mediterraneo,

FIG. 1  
CIRCOLAZIONE  
SETTEMBRE E  
OTTOBRE 2024

Quadro sinottico della circolazione nei bassi strati associata ai due principali eventi alluvionali di settembre e ottobre 2024. Le frecce rappresentano il vento nella libera atmosfera a 950 hPa, corrispondente a circa 500 m di altitudine, le isolinee rappresentano la pressione al suolo, mentre la campitura colorata mostra il trasporto di vapor d'acqua integrato lungo tutta la colonna atmosferica. I campi sono ottenuti dalle previsioni a breve termine di Ecmwf. Il pannello di sinistra si riferisce al 18 settembre 2024 alle ore 11.00 locali, il pannello di destra al 19 ottobre 2024 alle ore 19.00 locali.

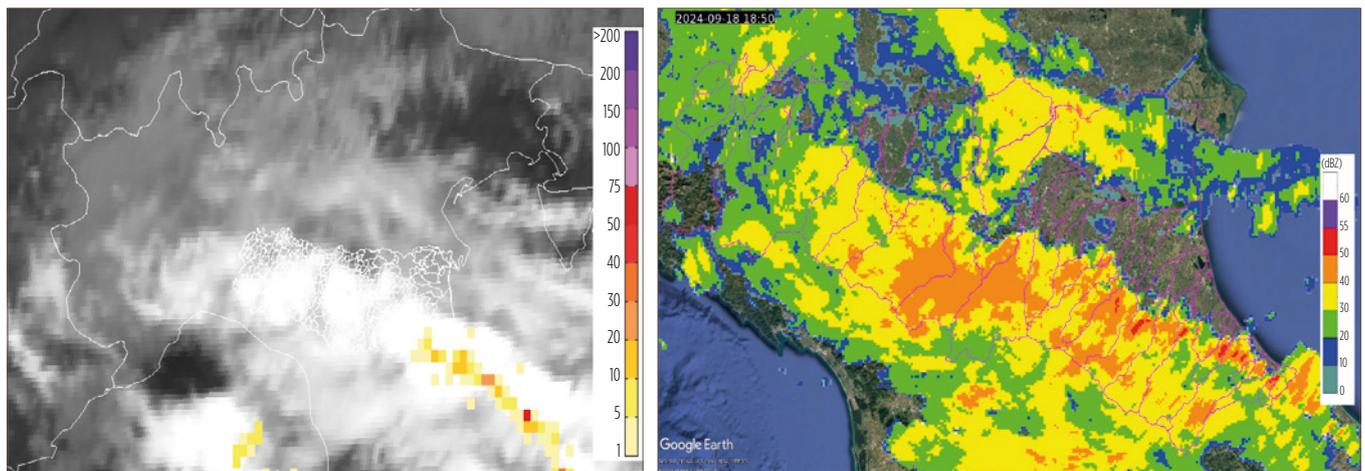
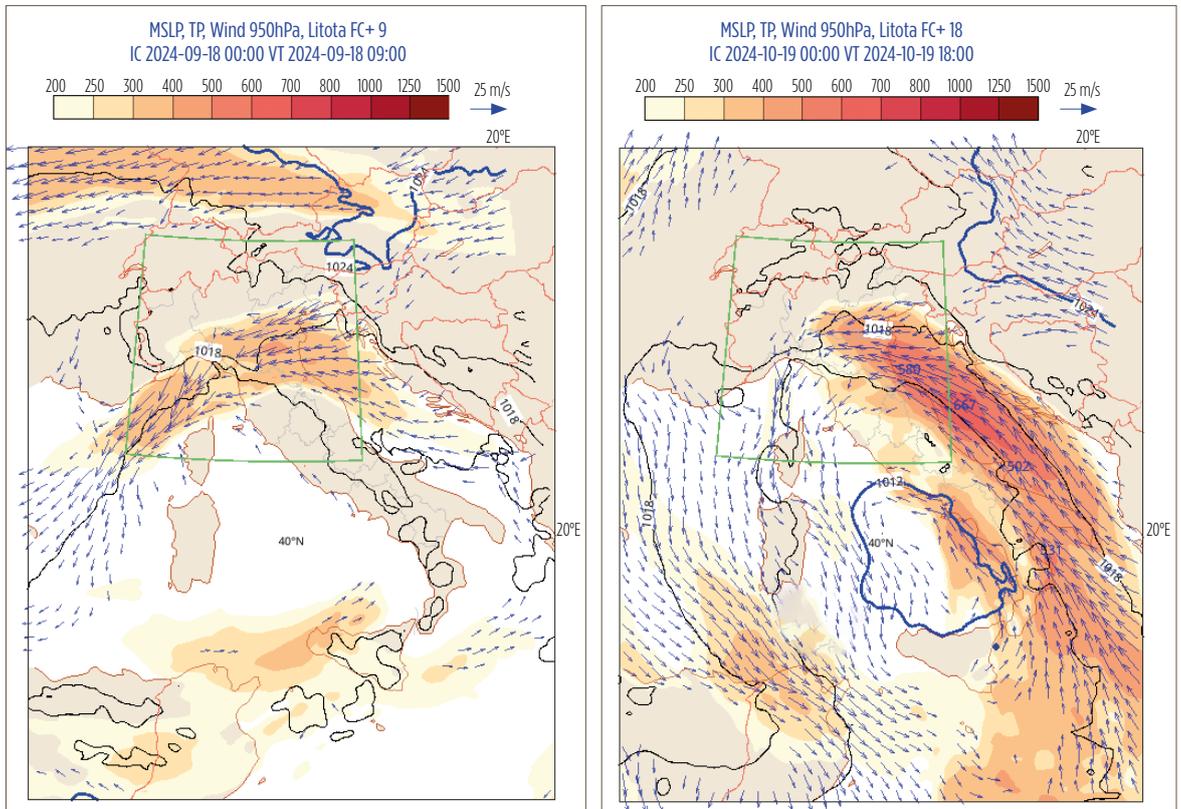


FIG. 2 TEMPORALI 18 SETTEMBRE 2024

I temporali molto intensi dal mare a largo di Rimini fino ai rilievi romagnoli. A sinistra, mappa di densità di fulminazioni da rete Lampinet dell'Aeronautica militare sovrapposta al canale Ir da satellite Meteosat-10 del 18/09/2024 alle 20.30 (18.30 Utc). A destra, la mappa di riflettività del composito radar del 18/09/2024 ore 20.50 (18.50 Utc). I quadratini colorati della figura a sinistra mostrano le aree dove sono stati rilevati fulmini, che corrispondono grossomodo alle aree con colore arancio e rosso di riflettività radar.

la componente orientale è normalmente quella più povera di umidità perché proveniente dalle zone continentali, con una ridotta interazione con la superficie marina. In queste tre alluvioni invece anche la componente orientale ha giocato un ruolo non trascurabile come documentato in un recente studio sul maggio 2023 (Dorrington et al. 2024). È probabile che questo extra contributo sia anch'esso un effetto a lungo termine e cumulato delle anomalie della temperatura del mare che si protraggono ormai da fine 2022, attraverso il riciclo di precipitazione caduta in eventi precedenti sulla terraferma. È ragionevole pensare che le protratte anomalie di calore del mare possano aver alterato inoltre la sequenza dei regimi meteorologici favorendo questo tipo di configurazione meteorologica potenzialmente critica per la nostra regione o perlomeno intensificando i fenomeni. È un dato di fatto che nei quattro mesi fra settembre e dicembre è caduta una quantità di precipitazione mai registrata prima. È quindi indispensabile indagare il ruolo delle anomalie climatiche che si vanno accumulando nel mare per capire e quantificare il loro contributo, rispettivamente riguardo a un ipotetico cambio di frequenza dei regimi meteorologici e sull'aumento delle precipitazioni dovuto al fattore termodinamico che dipende dalla maggiore quantità d'acqua che potenzialmente l'atmosfera può trattenere. Gli studi di attribuzione rapida condotti sui due casi (Faranda et al. 2024 per Boris, e Coppola et al. 2024 per il ciclone di ottobre) hanno evidenziato che depressioni mediterranee simili a quella che hanno causato molteplici alluvioni in Italia nell'autunno 2024 mostrano un aumento delle precipitazioni fino al 25% in più (stima conservativa a causa della scarsa risoluzione dei modelli) e producono venti più forti, con un aumento pari al 10% della forza del vento, nel presente rispetto al passato. Eventi di questa intensità in un clima più freddo non sarebbero stati quindi possibili.

**Federico Grazzini,  
Maria Stefania Tesini**

Struttura IdroMeteoClima,  
Arpa Emilia-Romagna

FIG. 3  
CIRCOLAZIONE  
DEPRESSIONARIA 19  
OTTOBRE 2024

La riattivazione della circolazione depressionaria con intensi flussi da scirocco determina forti temporali. Mappa di riflettività del composito della rete radar regionale del 19 ottobre 2024 alle ore 16.20 (14.20 Utc, in alto) e alle ore 20.35 (18.35 Utc, in basso). Fino al primo pomeriggio le precipitazioni più intense sono confinate lungo la fascia costiera e pianura ferrarese, con valori di riflettività elevati, corrispondenti a temporali con rovesci molto intensi, spesso superiori ai 30-40 mm/ora, mentre dalla sera si addossano ai rilievi.

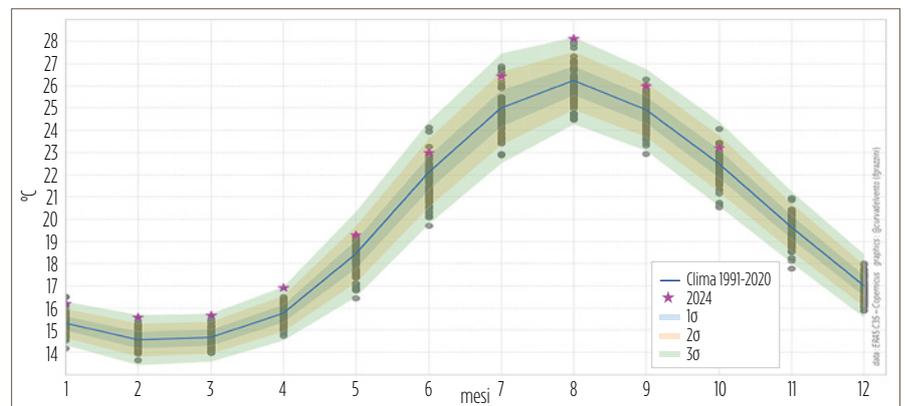
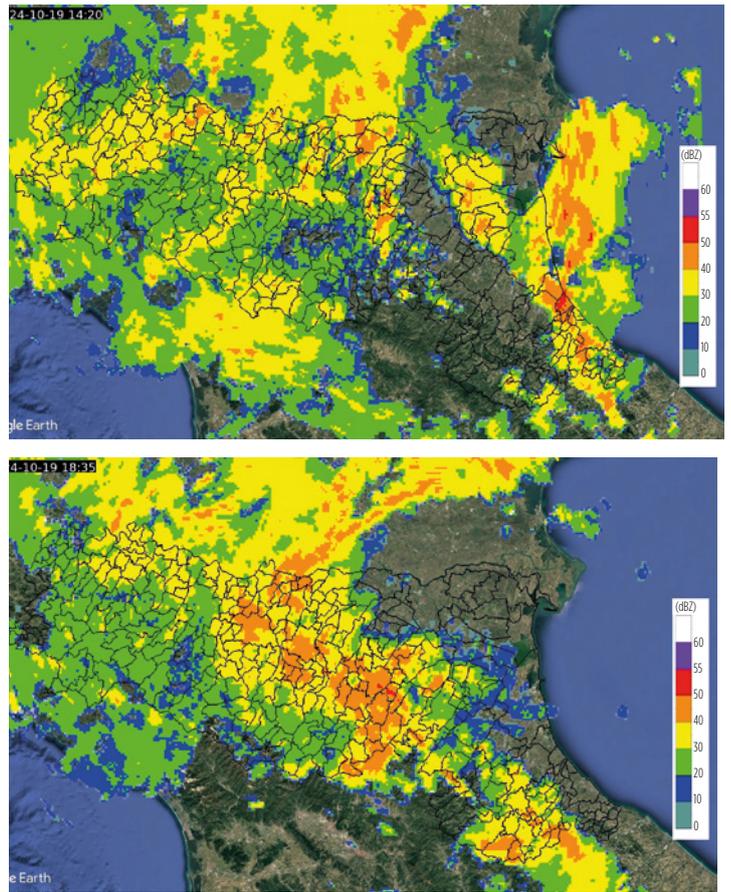


FIG. 4 TEMPERATURA MARE MEDITERRANEO

Temperatura media mensile della superficie del mar Mediterraneo nel 2024.

I pallini verdi mostrano la media nei rispettivi mesi dal 1961 al 2023. La linea continua blu rappresenta la media mensile calcolata sul periodo recente fra il 1990 e il 2021. Le fasce colorate rappresentano rispettivamente 1,2,3 deviazione standard rispetto al valore medio mensile recente. La stella mostra il valore medio mensile del 2024.

Fonte: dati Ecmwf Era5 CS5.

### RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Coppola E., Pons F.M.E., Alberti T., Portal A., Faranda D., 2024, "October 2024 Italy multiple floods mostly strengthened by human-driven climate change", *ClimaMeter, Institut Pierre Simon Laplace, Cnrs*, <https://doi.org/10.5281/zenodo.14054627>

Dorrington J., Wenta M., Grazzini F., Magnusson L., Vitart F., Grams C.M., "Precursors and pathways: dynamically informed extreme event forecasting demonstrated on the historic Emilia-Romagna 2023 flood", *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* 2024, 24, 2995-3012, <https://doi.org/10.5194/nhess-24-2995-2024>

Faranda D., Alberti T., Coppola E., Antonescu B., 2024, "Heavy precipitations in storm Boris exacerbated by both human-driven climate change and natural variability", *ClimaMeter, Institut Pierre Simon Laplace, Cnrs*, <https://doi.org/10.5281/zenodo.14054777>