

Analisi statistica dell'evento pluviometrico del 15 settembre 2022 nella regione Marche

Gianmarco Guglielmo, Davide Verdicchio

5 ottobre 2022

1 Introduzione

L'evento meteorologico che ha colpito la regione Marche tra le province di Pesaro Urbino ed Ancona nella giornata del 15 settembre 2022 è stato a tutti gli effetti un evento eccezionale, in statistica definito come un *outlier*. Lo scopo di questo studio è di quantificare la gravità dell'evento in questione sulla base di uno studio statistico. I dati pluviometrici utilizzati sono quelli del pluviometro di Cantiano (PU), che possiede una serie storica di 71 anni di registrazioni, sufficienti per un'analisi abbastanza robusta, e che ha registrato, nell'evento in questione, i maggiori quantitativi di pioggia. Sono stati seguiti tre differenti approcci. Nel primo si è effettuato lo studio delle piogge intense definendo delle relazioni altezza-durata a cui è stata associata una legge di probabilità pluviometrica (relazioni HDF), cercando di valutare il tempo di ritorno dell'evento. Un secondo approccio è stato quello di confrontare i valori della serie storica con i risultati forniti da uno studio di regionalizzazione delle piogge intense per la regione Marche finalizzato alla definizione di grandezze idrologiche utili alla progettazione idraulica, verificando il non adattamento del nuovo dato alla distribuzione di probabilità individuata. Nel terzo infine si sono sfruttati i dati forniti dal metodo VAPI per la regionalizzazione delle piogge intense.

2 Evento meteorologico

La situazione meteorologica ha visto lo sviluppo di un temporale autorigenerante di tipo *V-shaped* che ha stazionato per diverse ore, tra il pomeriggio e la sera, nella zona compresa tra il Monte Catria (PU) e l'entroterra della provincia di Ancona. In queste zone si sono verificate precipitazioni violente a carattere di nubifragio, che hanno fatto registrare nelle stazioni pluviometriche della zona delle

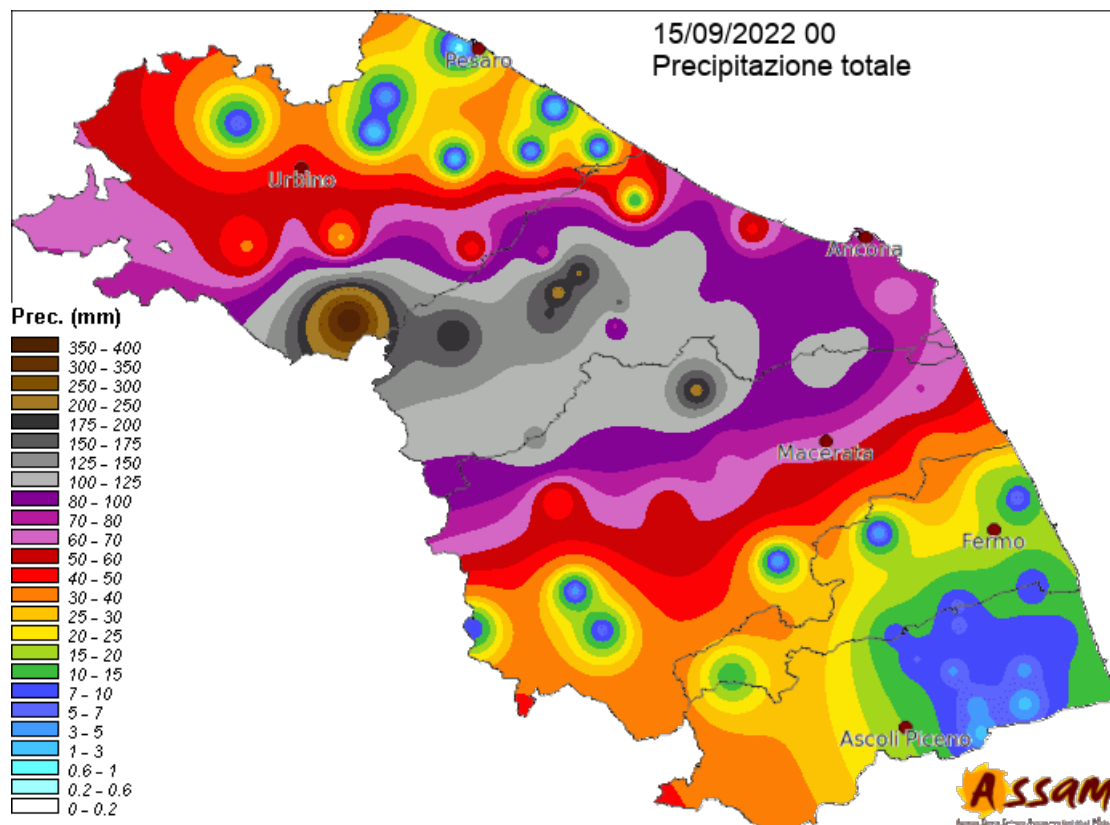


Figura 1: Dati pluviometrici nella regione Marche del 15 settembre 2022

cumulate eccezionali. Nella figura 1 sono disponibili i valori di pioggia cumulata nella giornata del 15 settembre 2022 dalla rete regionale marchigiana, spazializzati tramite *kriging*, elaborati da [1]. Si può notare come nelle zone interne si sono registrati diffusamente valori superiori ai 100 millimetri di pioggia, con varie punte oltre i 200 millimetri ed il massimo valore a Cantiano (PU), pari a 419 millimetri di pioggia [5].

3 Distribuzione probabilistica delle piogge intense

Il primo approccio di studio statistico ha riguardato la costruzione di relazioni altezza-durata-frequenza (HDF) [2] tramite la serie storica del pluviometro di Cantiano, dal 1951 al 2021. Trattandosi di uno studio per durate di pioggia superiori all'ora, è sembrato sufficiente utilizzare una relazione del tipo

$$h(t, T_R) = a(T_R)t^n \quad (1)$$

dove h è la pioggia cumulata in mm nella durata dell'evento t per un tempo di ritorno T_R . La 1 è del tipo monomia a due parametri, in cui il solo parametro a dipende dal tempo di ritorno. La legge di distribuzione di probabilità pluviometrica

Tabella 1: Dati pluviometrici massimi - 15 settembre 2022

STAZIONE	max 3H [mm]	max 6H [mm]	max 12H [mm]	max 24H [mm]
Cantiano	256.6	384	419	419
Monte Acuto	248.4	343	384.2	384.4
Barbara	111.4	121.2	127	127.2
Arcevia	94.8	117.8	128.8	129.2

adottata è quella di Fréchet (log-trasformata della Gumbel), che risulta avere un buon adattamento con i dati empirici.

$$a(T_R) = \exp\left\{\epsilon_{log} - \frac{1}{\alpha_{log}} \left[\log\left(-\log\left(1 - \frac{1}{T_R}\right)\right)\right]\right\} \quad (2)$$

I due parametri della distribuzione α_{log} e ϵ_{log} sono stati stimati sui dati campionari col metodo dei momenti.

Nella figura 2 si sono confrontate le relazioni HDF ottenute per tempi di ritorno eccezionali (1000, 2000 e 3000 anni) con il dato pluviometrico dell'evento, disponibile per le durate di 3, 6, 12 e 24 ore (tabella 1). Si noti come risultino dei tempi di ritorno dell'evento superiori a 3000 anni per le durate fino a 12 ore, mentre il dato delle 24 ore risulta compreso tra i 2000 e i 3000 anni.

4 Regionalizzazione dei dati pluviometrici

In questo secondo approccio si è sfruttato il lavoro svolto dalla fondazione CIMA [3] per la regionalizzazione delle precipitazioni intense di durata 1, 3, 6, 12 e 24 ore con diversi tempo di ritorno per il territorio marchigiano.

In figura 3 è riportato il confronto tra la distribuzione di probabilità GEV su valori adimensionali relativa alla regionalizzazione delle precipitazioni intense (3) e le osservazioni dal 1951 al 2022 di durata 6 ore adimensionalizzate rispetto alla media (dal 1951 al 2014 per omogeneità con i dati utilizzati nello studio di regionalizzazione).

$$F(x) = \exp\left(-\left[1 + \left(\frac{x - 0.8336}{0.2635}\right)0.0524\right]^{-1/0.0524}\right) \quad (3)$$

Come si può facilmente osservare, i dati empirici (pallini arancioni) si adattano bene alla regionalizzazione effettuata nel 2014, mentre l'evento del 15 settembre 2022 rappresenta un'anomalia importante, molto distante dalle altre osservazioni disponibili e dalla distribuzione di probabilità GEV, ovvero può essere definito un *outlier*.

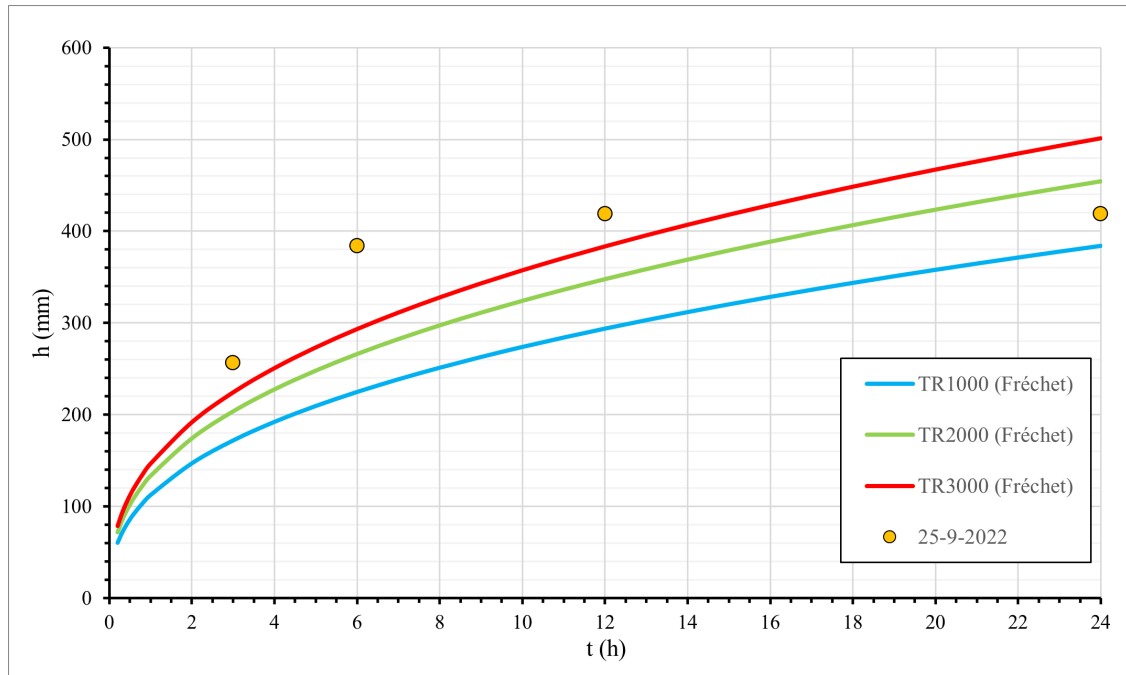


Figura 2: Relazioni altezza-durata-frequenza con modello probabilistico di Fréchet per la serie storica di pioggia a Cantiano (PU) per diversi tempi di ritorno eccezionali, e confronto con i dati dell'evento del 15 settembre 2022

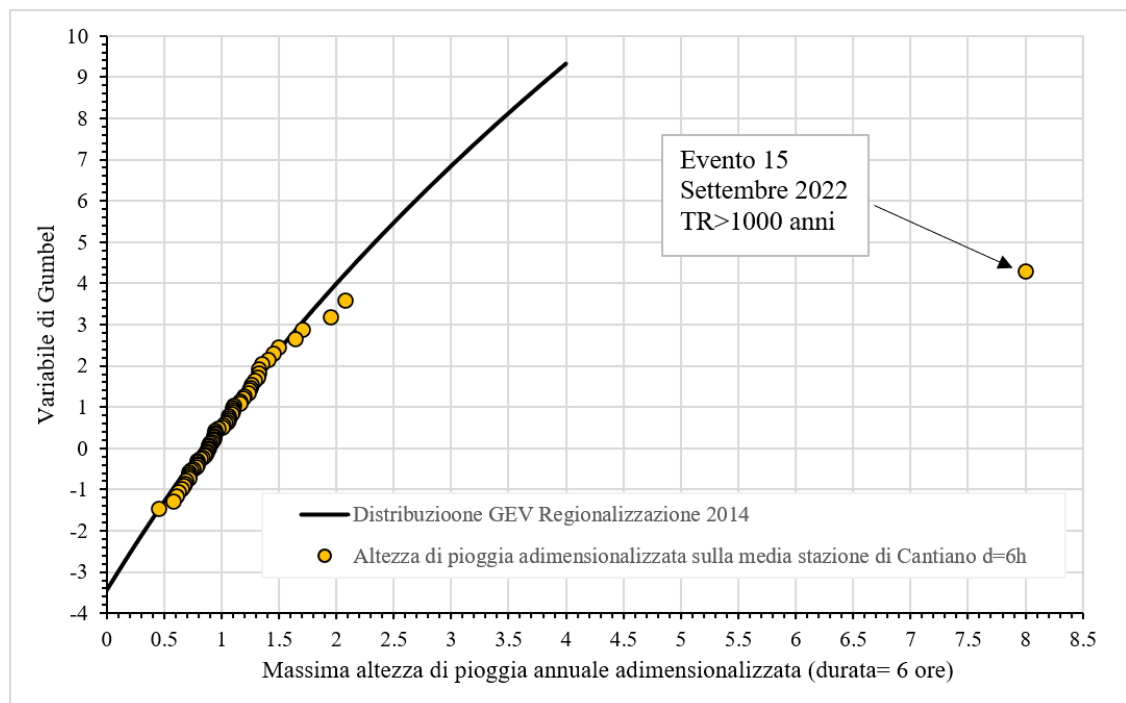


Figura 3: Confronto tra la serie storica di Cantiano (PU) e la funzione di distribuzione GEV ottenuta con il metodo della regionalizzazione

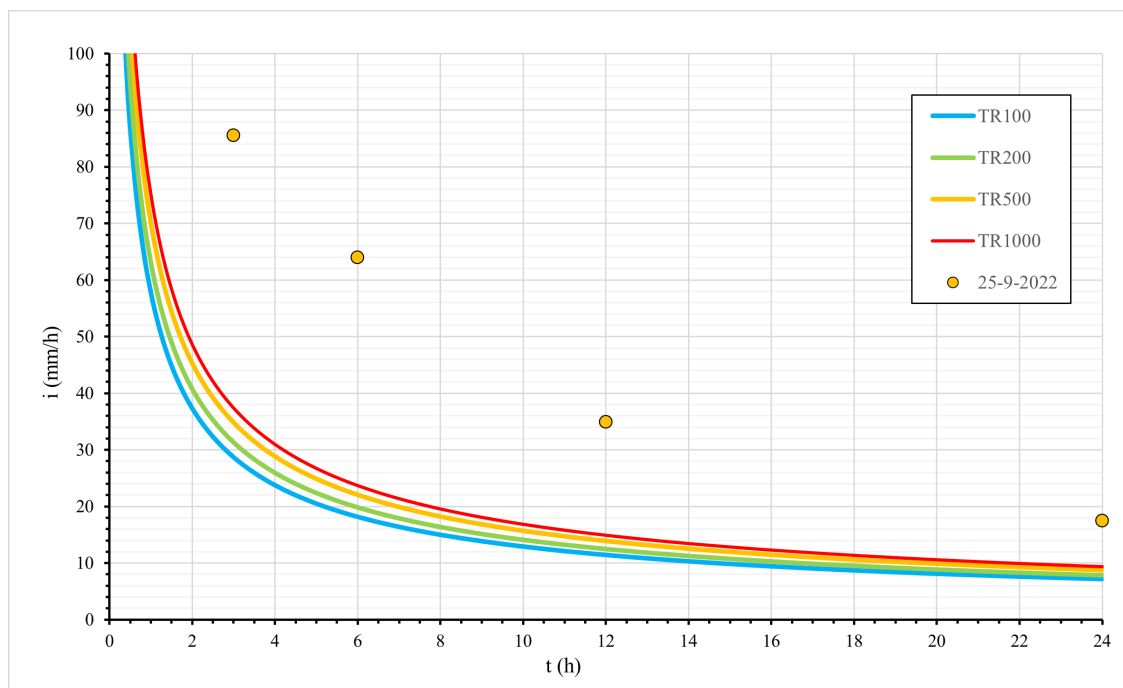


Figura 4: Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica VAPI e confronto con il dato di Cantiano (PU) del 15 settembre 2022

5 Metodo VAPI

Infine si sono utilizzati i valori forniti dal programma VAPI (VALutazione delle PIene) [4], che utilizza una distribuzione di probabilità TCEV a quattro parametri. I dati utilizzati per la costruzione delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica sono quelli relativi alla sottozona B4 dell'Italia centrale, con altitudine fissata a 360 m *s.l.m.* Si nota come il dato osservato risulti abbondantemente oltre la linea segnalatrice per tempo di ritorno di 1000 anni (figura 4).

6 Conclusioni

I risultati ottenuti evidenziano l'eccezionalità dell'evento pluviometrico del 15 settembre 2022 nella regione Marche, che ha un tempo di ritorno decisamente superiore ai 1000 anni per le durate di 3,6 e 12 e 24 ore. Particolarmente gravosi risultano tuttavia i dati per le durate più brevi, che coincidono anche con i tempi di corruzione dei bacini della regione. L'enorme quantità di pioggia ha inevitabilmente prodotto una rapida concentrazione dei deflussi nei diversi bacini imbriferi interessati (Candigliano, Cesano, Misa, Sentino e Musone), provocando esondazioni diffuse a valle con gravi danni e perdita di vite umane, in particolare nella valle del Misa. Si fa presente come sia concettualmente errato attribuire all'evento di piena

lo stesso tempo di ritorno dell'evento di pioggia registrato. Tuttavia, l'eccezionalità di questi dati, che avevano, in base alle serie storiche disponibili, delle probabilità di accadimento irrisorie (ovvero tempi di ritorno ultramillennari), è tale per cui è ragionevole assumere che anche per la piena dei fiumi Misa e Nevola si siano raggiunti tempi di ritorno decisamente più elevati di quelli abitualmente definiti nel dimensionamento di qualsiasi opera idraulica ordinaria di protezione del territorio (generalmente non superiori a 200 anni).

Riferimenti bibliografici

- [1] Carte tematiche ottenute dai valori giornalieri di precipitazione e temperature spazializzate sul territorio regionale tramite l'algoritmo di Kriging, <http://www.meteo.marche.it/cartetematiche>, 2022. pages 2
- [2] Guido Calenda. *Infrastrutture idrauliche. Vol. 1: Idrologia e risorse idriche*. Edizioni Efestò, 2015. pages 2
- [3] Commissario Delegato Maltempo Maggio 2014 e CIMA Research Foundation. La modellazione e definizione delle grandezze idrologiche utili alla progettazione per la messa in sicurezza strutturale e non strutturale del reticolo idrografico principale della regione Marche. 2016. pages 3
- [4] G. Calenda *et alii*. Valutazione delle piene nei bacini delle sezioni idrografiche di Roma e Pescara. (Allegato F), 1994. pages 5
- [5] Regione Marche Centro Funzionale Regionale. Rapporto di evento preliminare. Maltempo 15, 16 e 17 settembre 2022. 2022. pages 2