

## NUBIFRAGI ECCEZIONALI IN ITALIA: ANALISI PRELIMINARE DI RILEVANZA SUGLI EVENTI 1920-2000

*Andrea Libertino<sup>1</sup>, Stefano Macchia<sup>1</sup>, & Pierluigi Claps<sup>1</sup>*

*(1) Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture, Politecnico di Torino, ITALY*

### ASPETTI CHIAVE

- *Non esiste ancora una definizione tecnica univoca dei fenomeni super-estremi di precipitazione*
- *I meccanismi meteorologici alla base dei cicloni 'esplosivi' richiedono un riscontro basato sui dati*
- *Le analisi di rilevanza proposte a scala nazionale possono consentire di individuare direzioni di approfondimento*

### 1 PREFERENZA

Negli ultimi anni i grandi nubifragi si sono rivelati la causa prevalente di vittime da eventi naturali. Dati in proposito sono reperibili in: <http://polaris.irpi.cnr.it/report/last-report/> (v.a. Salvati et al, 2010) anche se l'impatto mediatico di questi eventi è da solo sufficiente a giustificarne la rilevanza. In Claps et al. (2013) si sono suggerite direzioni di approfondimento a supporto dell'analisi statistica dei Super-Estremi pluviometrici. In Claps et al. (2016) tali indicazioni sono rilanciate nella direzione del tentativo di compilare una base di dati aggiornata a scala nazionale.

Per Super-Estremi si intendono qui eventi (pluviometrici) che presentano grandissima intensità relativa (ovvero intensità misurata rapportata al valor medio di lungo periodo) su durate brevi (6 ore o meno) o per durate di 24-36 ore. In merito alla ricostruzione dei meccanismi responsabili delle cosiddette "meteorological bombs" (Sanders e Gyakum, 1980; Koroutzoglou et al, 2011) si rimanda alla corrispondente letteratura. Per questi eventi e per quelli di durata maggiore, che hanno ampie scale spaziali di genesi meteorologica (v. es. Turato et al., 2004, Merz et al, 2012) risulta in ogni caso necessario costruire indagini sistematiche, allo scopo di mettere insieme una base di informazione sufficiente a supportare metodi statistici basati su concetti di "prossimità" degli eventi all'interno di aree suscettibili a questo tipo di precipitazioni. L'analisi di piogge estreme in 24 ore beneficia poi del fatto che eventi accaduti in tempi remoti possono essere documentati anche attraverso gli estremi annui della pioggia giornaliera, misurati con i vecchi strumenti manuali.

In questo lavoro si presentano risultati preliminari relativi all'elaborazione di banche dati relative agli eventi pluviometrici storici in Italia. La finalità attuale è quella di valutare in modo descrittivo criteri di attribuzione di soglie che consentano una coerente selezione di eventi super-estremi, preliminare all'individuazione di aree geografiche 'sensibili', all'interno delle quali indirizzare la ricerca di concause alla formazione di tali eventi. Tali criteri potrebbero essere confrontati con considerazioni su base idro-meteorologica (es. Casas et al, 2011). Scopo finale delle analisi prefigurate è quello di attribuire probabilità non irrilevanti, in particolari aree, ad eventi in cui ci si è avvicinati alle condizioni idrometeorologiche limite, e che palesemente mostrano ricorrenze non basse, difficili da individuare senza raggruppare coerentemente stazioni "omogenee". È importante specificare che, alla luce della limitatissima numerosità degli eventi in questione, diventa fondamentale esaminare con accuratezza i possibili effetti derivanti dalla disomogeneità campionaria e, successivamente, quelli derivanti dalla correlazione spaziale (v. es. De Luca et al, 2010).

### 2 DATI ANALIZZATI

Ancora oggi, l'unica fonte coordinata di dati che possano consentire l'analisi che viene qui prefigurata è quella relativa agli annali idrologici del SIMN (ISPRA, 2009). A seguito delle attività del progetto VAPI (CNR, 1994) i massimi annui di durata 1-24 ore e gli estremi giornalieri VAPI sono confluiti nella banca dati del progetto Cubist (<http://www.cubist.polito.it/>). La consistenza dei dati, in termini di valori annualmente disponibili, è riportata in figura 1, dove si nota come gli estremi giornalieri costituiscano un campione notevolmente più ampio rispetto a quelli relativi alle durate sub-giornaliere almeno fino agli anni '80.

Al fine di proporre elementi utili all'individuazione di un valore soglia per la definizione degli eventi super-estremi i dati a disposizione sono stati esaminati in blocco (si parla di 60633 massimi in 24 h e 179491 massimi giornalieri). In figura 2 sono rappresentate le curve di frequenza di superamento per entrambe le grandezze. Nei due casi, i quantili relativi alla frequenza di superamento dell'1% risultano essere

pari a 250 mm per le 24 ore e 225 mm per le piogge giornaliere, con un rapporto tra i quantili pari a 1.11. In tabella 1 si riportano le frequenze di superamento di quantili compresi tra 200 e 600 mm, ed il conteggio degli eventi corrispondentemente superiori alle date soglie. Pare evidente l'utilità, nelle analisi a venire, di tenere in adeguata considerazione i massimi giornalieri, previa valutazione del rapporto numerico da considerare in relazione ai massimi di 24 ore.

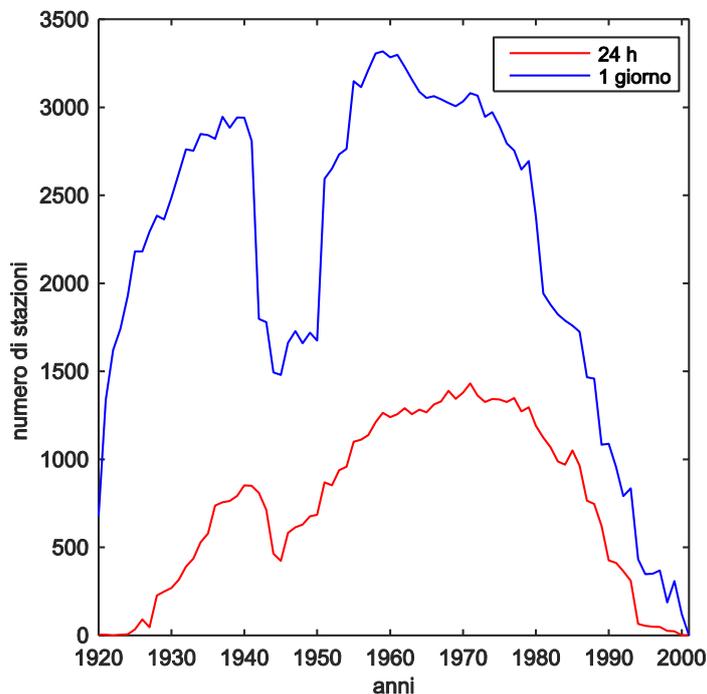


Figura 1. Consistenza della banca dati Cubist per le durate 24 ore e giornaliera tra il 1920 e il 2001.

Soglia	24 ore	24 ore (%)	1 giorno	1 giorno (%)
200 mm	1765	2.911	3235	1.802
300 mm	290	0.478	490	0.273
400 mm	65	0.107	95	0.053
500 mm	24	0.040	18	0.010
600 mm	7	0.012	6	0.003

Tabella 1. Numero e percentuale sul totale di eventi sopra soglia al variare della stessa.

### 3 ANALISI PRELIMINARE DI RILEVANZA

Per quanto detto in precedenza, si è proceduto a valutare, sui valori estremi più importanti, l'effetto di grandezze che consentano di esaminarne la rilevanza (entità relativa). Il fine è quello di selezionare eventi realmente "al limite", distinguendoli da altri, pur intensissimi, verificatisi in località caratterizzate da elevate precipitazioni medie. Una delle possibili ricadute di questa analisi va nella direzione di far emergere aree del territorio nazionale dove, pur a fronte di una chiara esposizione ad eventi di grandissima entità, la storia delle precipitazioni non aiuta le comunità locali ad assumere atteggiamenti prudentiali né nella pianificazione, né nella progettazione e tanto meno nel tramandare comportamenti adeguati in corso di evento.

La prima grandezza di riferimento considerata è la precipitazione media annua. Non essendo disponibile un catalogo delle precipitazioni medie annue per il territorio italiano, si è qui fatto riferimento ad un'analisi geo-statistica che fornisce relazioni di stima per i totali annui sull'intero territorio nazionale (Laguardia, 2011). Le stime sono ottenute mediante serie di Fourier che rappresentano i regimi di precipitazione in punti

qualsiasi del territorio nazionale. I parametri delle serie di Fourier sono legati, tramite regressioni lineari multiple, a parametri geografici e morfologici

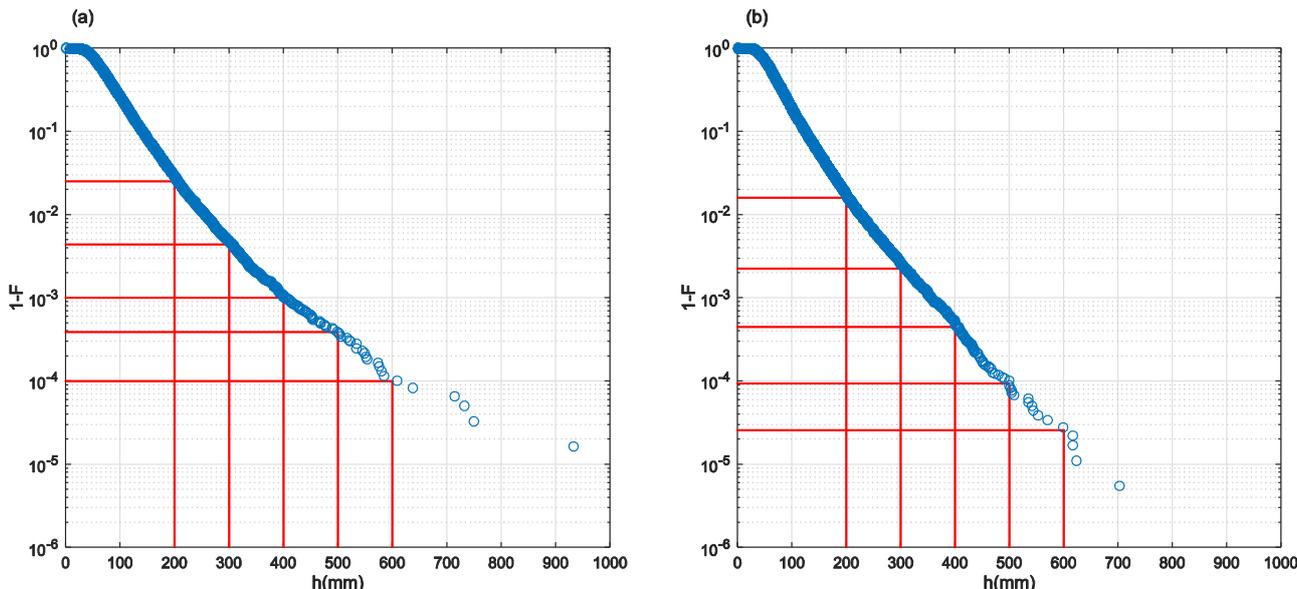


Figura 2. Distribuzione di frequenza empirica dei massimi a (a) 24 ore e (b) 1 giorno contenuti nel database CUBIST

Si propone quindi un indice di severità  $I_s$ , inteso come rapporto tra il massimo assoluto della serie storica (quindi, un valore per ogni stazione, indipendentemente dalla dimensione campionaria della serie), chiamato  $max^2$  e la precipitazione media annua nella posizione corrispondente alla stazione:

$$I_s = \max^2(h_d) / MAR \tag{1}$$

La grandezza  $h_d$  è il massimo annuo di durata  $d$  (24 h o 1g).  $MAR$  è la precipitazione media annua stimata. In figura 3b si riportano le posizioni geografiche delle stazioni nelle quali si sono ottenuti rapporti  $I_s$  superiori 0.3. Verifiche di congruenza sono state fatte per alcune decine di casi singolari, utilizzando i valori medi di stazione per controllo.

Un secondo indice di severità utilizzato è il fattore di crescita, definito nel “metodo indice” come:

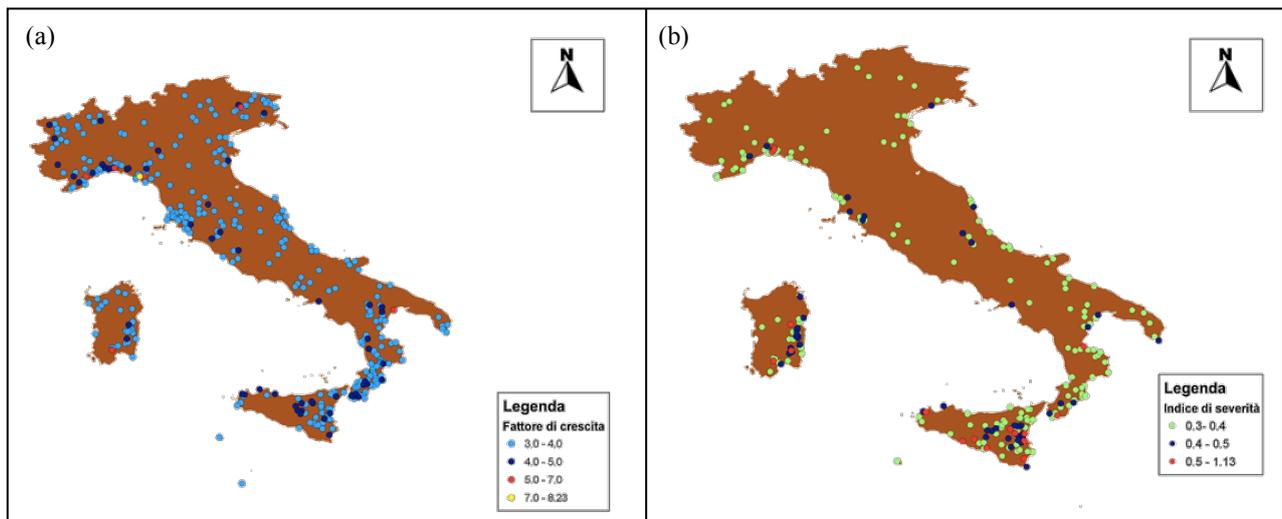
$$K_T = \max^2(h_d) / E(\max(h_d)) \tag{2}$$

La capacità selettiva di questo indicatore è ricavabile dalla mappa riportata nella figura 3 (pannello a). Il passaggio dai valori  $K_T$  ai periodi di ritorno caratteristici degli eventi si presenta improbo, ancorché necessario per fini di valutazione di pericolosità dei territori indagati. Le azioni da intraprendere per effettuare questo passaggio sono state richiamate in Claps et al. (2016).

Da un’analisi qualitativa delle mappe riportate in figura 3 si possono ricavare alcune considerazioni. L’indicatore  $K_T$  non sembra essere particolarmente efficace, dal momento che l’ampia presenza di valori significativi nell’area alpina (Friuli in particolare) non presenta entità di riscontri storici pari alla densità di valori che emergono dalla mappa di figura 3 a). L’indice di severità sul valore medio annuo si presenta indicatore più significativo e, forse, potenzialmente più robusto dell’altro, in ragione della minore variabilità spaziale della media annua rispetto alla media degli estremi in 24 ore / 1 giorno.

Nelle elaborazioni a venire si istituiranno collegamenti tra le evidenze di figura 3 con i quantili emersi dall’analisi statistica descrittiva, ma la figura 3 b) evidenzia già indicazioni chiare sulle aree a maggior incidenza di situazioni di pericolosità idraulica derivante dai grandi nubifragi. Tra le direzioni di successiva indagine si evidenzia quella di valutare il ruolo del rilievo in prossimità della costa nel favorire fenomeni di precipitazione intensi e ad alta persistenza. Sicuramente, un ruolo di primo piano è da attribuire alla posizione dei territori rispetto alle masse d’acqua del Mediterraneo, con relativa connessione alle temperature superficiali del mare, ed in relazione ai flussi tipici dei cicloni extra-tropicali (es. Jansà, 1997,

Koroutzoglou et al., 2011).



**Figura 3.** Eventi identificati come “super-estremi” per il valore del (a) fattore di crescita e (b) dell’indice di severità

Nel rimarcare l’aspetto descrittivo ed il carattere non esaustivo di quanto qui presentato, si sottolinea l’esigenza di mettere insieme una base dati delle piogge intense finalmente completa sul territorio nazionale. Questa rappresenta una condizione indispensabile ad incoraggiare gli sforzi ancora da approfondire per la definizione di metodiche statistiche di nuova generazione, in grado di consentire una stima di pericolosità idrologica da nubifragio compatibile con le percezioni che i media hanno consolidato negli ultimi anni.

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Casas, M. C., Rodriguez, R., Prohom, M., Gazquez, A., & Redaño, A., Estimation of the probable maximum precipitation in Barcelona (Spain), *International Journal of Climatology*, 2011, 31(9), pp. 1322–1327.
- Claps, P., Laio, F., & Allamano, P., Gli Estremi degli Estremi: Eventi eccezionali e piogge di progetto, *Atti dei Convegni Lincei n.270: Cosa non funziona nella difesa dal rischio idro-geologico nel nostro paese? Analisi e rimedi*, Accademia dei Lincei, Roma, 2012.
- Claps, P., Caporali, E., Chiarello, V., Deidda, R., De Luca, L., Giuzio, L., Libertino, A., Lo Conti, F., Manfreda, S., Noto, L., & Versace, P., Stima operativa delle piogge estreme sul territorio nazionale: nuovi metodi e possibili sinergie, XXXV Convegno Nazionale di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Bologna, 2016.
- CNR, Consiglio Nazionale delle Ricerche, *La valutazione delle piene in Italia – Rapporto nazionale di sintesi a cura di Ferrari, E., & Versace, P.*, Roma, 1994.
- De Luca C., Furcolo P., Rossi F., Villani P., & Vitolo C., Extreme rainfall in the Mediterranean, *Proceedings of the STAHY Workshop: Advances in Statistical Hydrology*, Taormina, 2010, pp. 1-11.
- ISPRA, 2009 (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), *Progetto Annali*, [http://www.isprambiente.gov.it/site/it-IT/Progetti/Progetto\\_Annali/](http://www.isprambiente.gov.it/site/it-IT/Progetti/Progetto_Annali/)
- Jansà, A., A general view about Mediterranean meteorology: cyclones and hazardous weather. *Proceedings of the INM/WMO International symposium on Cyclones and Hazardous Weather in the Mediterranean*, Palma de Mallorca, 1997, pp.33-42.
- Kouroutzoglou, J., Flocas, H. A., Keay, K., Simmonds, I., & Hatzaki, M., Climatological aspects of explosive cyclones in the Mediterranean, *International Journal of Climatology*, 2011, 31 (12), pp. 1785-1802.
- Laguardia, G., Representing the precipitation regime by means of Fourier series, *International Journal of Climatology*, 2011, 31, pp.1398-1407.
- Merz, B., Cioffi, F., Rus Peres, E., Purini, R., Reusser, J., & Lall, U., From local to global classification of atmospheric circulation patterns associated with some European floods., *EGU General Assembly Conference Abstracts*, Vienna, 2012, Vol. 14, p. 7721.
- Salvati, P., Bianchi, C., Rossi, M., & Guzzetti, F., Societal landslide and flood risk in Italy. *Natural Hazards and Earth System Science*, 2010, 10(3), pp. 465-483
- Sanders, F., & Gyakum, J., Synoptic-Dynamic Climatology of the “Bomb”, *Mon. Wea. Rev.*, 1980, 108, 1589–1606.
- Turato, B., Reale, O., & Siccardi, F., Water Vapor Sources of the October 2000 Piedmont Flood. *Journal of Hydrometeorology*, 2004, 5(4), pp. 693-712.