

RICHIESTA DI ATTRIBUZIONE  
DI UN ASSEGNO DI COLLABORAZIONE ALLA RICERCA

- Richiesta di nuovo assegno di ricerca -

**ANALISI DI FREQUENZA A SCALA REGIONALE DEGLI ESTREMI IDROLOGICI  
OSSERVATI NELL'AREA DI COMPETENZA DELL'AUTORITÀ DI BACINO  
DISTRETTUALE DEL FIUME PO**

**REGIONAL FREQUENCY ANALYSIS OF HYDROLOGICAL EXTREMES IN THE  
DISTRICT OF PO RIVER-BASIN AUTHORITY**

**Descrizione del Progetto di Ricerca:**

I catastrofici eventi alluvionali che negli ultimi decenni hanno interessato il territorio europeo, e nello specifico quello italiano, hanno innescato una crescente preoccupazione nei confronti dei possibili effetti del cambiamento climatico-ambientale sul regime di frequenza degli estremi idro-pluviometrici e, in generale, alimentano la percezione comune che il rischio alluvionale sia in forte aumento a livello europeo. Recenti studi mostrano che il rischio alluvionale in termini di danno atteso risulta in costante aumento: nonostante la popolazione coinvolta da eventi alluvionali nel corso degli ultimi tre decenni sia rimasta pressoché stabile sul territorio italiano, l'aumento dei danni registrati risulta considerevole. La letteratura scientifica è concorde nell'identificare le cause di tali cambiamenti nell'effetto combinato di variabilità climatica e pressione antropica. In tale contesto, gli enti competenti hanno avviato estese attività di revisione degli studi passati relativi alla valutazione delle sollecitazioni idro-pluviometriche di progetto (i.e. precipitazione e portata di progetto), allo scopo di fornire strumenti utili per una corretta identificazione degli scenari.

In questo contesto, il Contratto D.R. n. 644 del 5.11.2020 tra DICAM e Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po (AdBPo) ha come obiettivo quello di eseguire l'approfondimento della conoscenza del regime di frequenza degli estremi idro-pluviometrici nel distretto idrografico del fiume Po, sulla base dei dati più recenti e delle tecniche più avanzate ad oggi disponibili, tenendo in opportuna considerazione gli effetti del cambiamento climatico in atto, oltre che le possibili variazioni indotte dall'intervento antropico sul territorio. A tal proposito, è opportuno tenere presente che, considerata la notevole eterogeneità con la quale le stazioni di misura idro-pluviometriche (in particolare quelle idrometriche) sono distribuite sul territorio, risulta frequente il caso in cui le osservazioni idro-pluviometriche presso la sezione di interesse siano assenti o comunque insufficienti per poter pervenire a stime attendibili mediante analisi condotte alla scala locale. In tali casi, si ricorre tipicamente all'analisi regionale di frequenza, tradizionalmente basata sull'identificazione di raggruppamenti di siti idrologicamente simili tra loro, con l'obiettivo di fornire per ciascuno di essi strumenti oggettivi per la stima delle grandezze idro-pluviometriche di progetto, anche laddove non sono disponibili osservazioni. Le tecniche disponibili per la regionalizzazione sono numerose e i risultati che ne

scaturiscono possono essere notevolmente differenti a seconda dell'approccio prescelto e delle modalità con cui esso viene attuato. Recenti studi hanno messo in luce i limiti delle procedure di riferimento a scala nazionale per la valutazione della portata di progetto (v. progetto VAPI, basato su regioni omogenee individuate sulla base di confini geografici e amministrativi), a vantaggio di tecniche di raggruppamento di siti basate su criteri di similitudine idrologica rispetto al sito di interesse (v. approccio della Regione di Influenza, Region of Influence, RoI). Occorre inoltre tener presente la crescente diffusione degli approcci geostatistici, che risultano essere particolarmente affidabili e di semplice utilizzo in quanto richiedono un quantitativo limitato di dati in ingresso e consentono di evitare la fase preliminare di identificazione dei gruppi omogenei di siti richiesta negli approcci regionali tradizionali. Tra tali metodi, il Top-kriging (Topological kriging), evoluzione dell'Ordinary kriging, risulta essere particolarmente performante in quanto tiene conto della struttura annidata e delle dimensioni dei bacini idrografici.

In questo contesto, il presente Progetto di Ricerca si propone di estendere ulteriormente le suddette analisi, prendendo in esame metodologie innovative sempre più diffuse in ambito tecnico-scientifico internazionale, ma la cui applicazione sul territorio nazionale deve essere meglio indagata. Con riferimento all'area di competenza dell'AdBPo, il Progetto intende sperimentare l'applicazione delle suddette tecniche innovative per operare un aggiornamento delle stime regionali degli estremi idrologici (i.e. portate di piena e piogge in assegnata durata) in assegnata frequenza. Nello specifico, la prima fase delle attività prevederà l'applicazione delle tecniche regionali basate sulla similitudine idrologica al fine di ottenere le stime degli estremi idrologici presso sezioni strumentate. Inoltre, per quanto concerne le portate di piena, una volta eseguita la stima della portata di progetto presso stazioni strumentate, si prevede l'applicazione di tecniche di interpolazione geostatistica al fine di eseguire la propagazione delle stesse lungo il reticolo idrografico.

I risultati delle attività condotte risulteranno di grande interesse nel contesto del Contratto tra DICAM e Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po (AdBPo), per il quale costituiranno parte fondante per l'ottenimento delle stime delle sollecitazioni idro-pluviometriche di progetto.

### **Piano delle attività:**

Le indagini condotte nell'ambito del presente Progetto di Ricerca si concentreranno sulla valutazione delle seguenti tematiche ed attività:

- 1) Preliminare fase di costituzione per l'area del distretto AdBPo di una base dati degli estremi idro-pluviometrici il più possibile completa ed affidabile. Nello specifico, i dati di interesse riguardano serie ai massimi annuali (Annual Maximum Series, AMS) di precipitazione di durata sub-giornaliera (1, 3, 6, 12, 24 ore) e giornaliera (1, 2, 3, 4 e 5 giorni), oltre a quelli di portata di piena. In tale fase, verranno eseguite anche attività volte a verificare la qualità e l'omogeneità delle serie disponibili, con l'obiettivo di identificare eventuali errori e/o possibili situazioni di alterazione antropica significativa delle serie storiche (ad es. presenza di bacini di invaso, argini e opere simili).

- 2) Applicazione delle tecniche regionali basate sulla similitudine idrologica al fine di pervenire alla stima delle sollecitazioni idro-pluviometriche di progetto (in assegnata frequenza) presso i siti strumentati contenuti nei dataset aggiornati al punto (1). In tale contesto, si prevede lo sviluppo di opportuni codici di calcolo che consentano un'applicazione il più possibile automatizzata delle procedure sopra menzionate.
- 3) Con riferimento alle portate di piena temibili, propagazione delle stime ottenute al punto (2) lungo il reticolo idrografico mediante l'applicazione di tecniche geostatistiche con riferimento a diversi periodi storici con l'obiettivo di costituire un atlante delle sollecitazioni di progetto, corredato da un'evoluzione storica.

Nel complesso delle tematiche sopra riportate, i risultati delle attività condotte porteranno alla caratterizzazione del regime di frequenza degli estremi idro-pluviometrici a livello puntuale per una probabilità data (espressa in termini di tempo di ritorno) nell'area di pertinenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po (AdBPo).

#### **Pubblicazioni più recenti del proponente nel contesto della valutazione del rischio alluvionale:**

1. Curran A., De Bruijn K., Domeneghetti A., Bianchi F., Kok M., Vorogushyn S., Castellarin A. (2020). Large-scale stochastic flood hazard analysis applied to the Po River. *NATURAL HAZARDS*, vol. 104, p. 2027-2049, ISSN: 0921-030X, doi: 10.1007/s11069-020-04260-w
2. Samela C., Persiano S., Bagli S., Luzzi V., Mazzoli P., Humer G., Reithofer A., Essenfelder A., Amadio M., Mysiak J., Castellarin A. (2020). Safer\_RAIN: A DEM-based hierarchical filling-&-spilling algorithm for pluvial flood hazard assessment and mapping across large urban areas. *WATER*, vol. 12, p. 1514-1-1514-20, ISSN: 2073-4441, doi: 10.3390/W12061514
3. Shustikova I., Neal J. C., Domeneghetti A., Bates P. D., Vorogushyn S., Castellarin A. (2020). Levee breaching: A new extension to the LISFLOOD-FP model. *WATER*, vol. 12, p. 1-17, ISSN: 2073-4441, doi: 10.3390/W12040942
4. Tavares da Costa R., Zanardo S., Bagli S., Hilberts A. G. J., Manfreda S., Samela C., Castellarin A. (2020). Predictive Modeling of Envelope Flood Extents Using Geomorphic and Climatic-Hydrologic Catchment Characteristics. *WATER RESOURCES RESEARCH*, vol. 56, p. 1-23, ISSN: 0043-1397, doi: 10.1029/2019WR026453
5. Wietzke L. M., Merz B., Gerlitz L., Kreibich H., Guse B., Castellarin A., Vorogushyn S. (2020). Comparative analysis of scalar upper tail indicators. *HYDROLOGICAL SCIENCES JOURNAL*, vol. 65, p. 1625-1639, ISSN: 0262-6667, doi: 10.1080/02626667.2020.1769104 - Articolo in rivista
6. Amadio M., Rita Scorzini A., Carisi F., Essenfelder H. A., Domeneghetti A., Mysiak J., Castellarin A. (2019). Testing empirical and synthetic flood damage models: The case of Italy. *NATURAL HAZARDS AND EARTH SYSTEM SCIENCES*, vol. 19, p. 661-678, ISSN: 1561-8633, doi: 10.5194/nhess-19-661-2019
7. Blöschl G., Hall J., Viglione A., Perdigao R. A. P., Parajka J., Merz B., Lun D., Arheimer B., Aronica G. T., Bilibashi A., Bohac M., Bonacci O., Borga M., Canjevac I., Castellarin A., Chirico G. B., Claps P., Frolova N., Ganora D., Gorbachova L....(2019). Changing climate both increases and decreases European river floods. *NATURE*, vol. 573, p. 108-111, ISSN: 0028-0836, doi: 10.1038/s41586-019-1495-6
8. Shustikova I., Domeneghetti A., Neal J. C., Bates P., Castellarin A. (2019). Comparing 2D capabilities of HEC-RAS and LISFLOOD-FP on complex topography. *HYDROLOGICAL SCIENCES JOURNAL*, vol. 64, p. 1769-1782, ISSN: 0262-6667, doi: 10.1080/02626667.2019.1671982
9. Tavares da Costa, Ricardo, Manfreda, Salvatore, Luzzi, Valerio, Samela, Caterina, Mazzoli, Paolo, Castellarin, Attilio, Bagli, Stefano (2019). A web application for hydrogeomorphic flood hazard mapping. *ENVIRONMENTAL MODELLING & SOFTWARE*, vol. 118, p. 172-186, ISSN: 1364-8152, doi: 10.1016/j.envsoft.2019.04.010
10. Alessio Pugliese, Simone Persiano, Stefano Bagli, Paolo Mazzoli, Juraj Parajka, Berit Arheimer, René Capell, Alberto Montanari, Günter Blöschl, Attilio Castellarin (2018). A geostatistical data-assimilation technique for enhancing macro-scale rainfall-runoff simulations. *HYDROLOGY AND EARTH SYSTEM SCIENCES*, vol. 22, p. 4633-4648, ISSN: 1027-5606, doi: 10.5194/hess-22-4633-2018