

STUDENTE: Lucia Pizzichini (matr. 1466144)

E-MAIL STUDENTE: lucia.pzz@libero.it - pizzichini.1466144@studenti.uniroma1.it

TITOLO TESI: EFFETTI IDROLOGICI DELL'ETEROGENEITÀ SPAZIALE DEI CAMPI DI PIOGGIA

RELATORE: prof. Ing. Francesco Napolitano

ABSTRACT LUNGO

Il nostro territorio è estremamente vulnerabile dal punto di vista idraulico: basti pensare che negli ultimi 80 anni in Italia si sono verificate 5400 alluvioni, molte delle quali hanno presentato i caratteri di vere e proprie catastrofi naturali, provocando la perdita di numerose vite umane e ingenti danni economici alle infrastrutture, ai beni storico-culturali e al sistema produttivo in generale.

La normativa italiana in materia di protezione idraulica del territorio e gestione delle acque precede le emanazioni delle direttive europee. Infatti in Italia il dibattito tecnico-scientifico è ampio e si è sviluppato già a partire dalla fine degli anni '60 ed ha prodotto buoni risultati in materia di protezione idraulica del territorio: ciò che si deve fare per prevenire le catastrofi idrauliche è implementare un corretto sistema di gestione del rischio (previsione, prevenzione e preannuncio), a partire dalla determinazione delle carte delle aree inondabili e quindi della mappatura del rischio. Tale sistema presenta a monte il problema della valutazione della portata al colmo per un dato tempo di ritorno. La stima della portata associata ad un tempo di ritorno può essere effettuata in due diverse modalità: o attraverso analisi statistiche su serie osservate di portata (che necessitano di un gran numero di anni di osservazione e sono scarsamente distribuite sul territorio) o tramite la modellazione afflussi-deflussi sfruttando l'ipotesi che il tempo di ritorno della portata modellata sia lo stesso della pioggia usata come input al modello.

Nella normativa non si hanno prescrizioni specifiche per la modellazione afflussi-deflussi da adottare, ciò perché la scelta della tipologia di modello da utilizzare è dettata da specifiche peculiarità del caso.

Vari autori hanno studiato l'effetto della variabilità spaziale dei campi di pioggia sulla determinazione della risposta idrologica di un bacino idrografico: è noto già da tempo che la portata al colmo sia influenzata dall'evoluzione spaziotemporale dell'*input* pluviometrico sul bacino e recentemente sono stati indagati alcuni aspetti del fenomeno, con l'intento di produrre metodologie di validità generale che consentano così una migliore valutazione delle situazioni idrometeorologiche corrispondenti ad un determinato livello di rischio idraulico.

Lo scopo del presente lavoro di tesi è quello di implementare un modello concettuale che sia in grado di simulare meglio la risposta idrologica del bacino sollecitato da piogge eterogenee.

Inizialmente sono stati seguiti gli *step* tipici della modellazione classica geomorfologica: analisi geomorfologica del bacino, calcolo delle velocità e dei tempi di residenza, interpolazione delle piogge lorde e calcolo delle piogge nette, calcolo della funzione di ampiezza e dell'idrogramma unitario basato sulla funzione di ampiezza (*WFIUH*), calcolo della portata mediante convoluzione di piogge nette e *WFIUH*. Nell'approccio classico la funzione di ampiezza è una caratteristica intrinseca del bacino, pertanto risulta essere tempo-invariante, così come la risposta impulsiva *WFIUH*. L'approccio proposto fa variare il *WFIUH* nel tempo a scala oraria tramite un sistema di pesatura della funzione di ampiezza il quale tiene conto in modo opportuno delle caratteristiche dell'evento di pioggia (intensità e distribuzione spaziale). La risposta idrologica complessiva sarà ottenuta dalla sovrapposizione degli effetti, sfruttando le proprietà dei sistemi lineari.

Poiché trattasi di un *WFIUH* tempo-variante il nuovo approccio proposto nel presente lavoro di tesi è stato denominato *T-var WFIUH*.

Il caso di studio analizzato è il bacino idrografico del fiume Mignone: per esso sono disponibili misurazioni di pioggia e di portata nel decennio 1999-2008; tra tutti sono stati selezionati gli eventi di pioggia che hanno prodotto le piene rilevanti e, relativamente a tali eventi, sono state confrontate le simulazioni effettuate con l'approccio tradizionale e con quello proposto in questo lavoro di tesi. Tutte le analisi sono state condotte in ambiente *MATLAB*.

Nonostante la scelta di un bacino piccolo e coperto da soli 4 pluviometri sono stati evidenziati gli effetti dell'eterogeneità spaziale delle piogge sulla risposta idrologica, ottenendo un generale miglioramento nella modellazione della piena. Il miglioramento è stato valutato mediante l'indice di *Nash-Sutcliffe* e il coefficiente di determinazione e, come atteso, tale miglioramento è risultato crescente con l'eterogeneità spaziale dei campi di pioggia.

Alla luce delle analisi effettuate è stato in generale osservato che assumendo una pioggia uniforme e stazionaria si potrebbe sottostimare la portata con conseguente sottostima dei livelli di rischio: in tal senso il miglioramento effettuato con il nuovo modello proposto in questo lavoro si traduce in una corretta valutazione del livello di rischio e in un corretto preannuncio dell'evento di piena.

Inoltre è stato osservato che, anche per campi di pioggia sostanzialmente concentrati nel baricentro e quindi caratterizzati da bassi valori di eterogeneità spaziale, con il *T-var WFIUH* è stato ottenuto un sensibile miglioramento della modellazione, particolarmente visibile nel ramo di crescita dell'idrogramma di piena simulato.

È stato altresì evidenziato che la modellazione risulta migliorata anche nel caso di eventi di piena di modesta entità ($30 \text{ m}^3/\text{s}$).

È importante infine sottolineare che la modifica apportata al modello tradizionale è di tipo concettuale: è stato cioè introdotto un effetto senza far perdere di generalità al modello, né aumentarne la complessità.

Per un miglioramento ulteriore del modello proposto, gli sviluppi futuri potrebbero riguardare una più accurata modellazione delle perdite iniziali, ad esempio facendo variare la classe *AMC* del *Curve Number* in funzione dell'intensità e della distribuzione spaziale dell'evento pluviometrico; si potrebbe altresì condurre l'analisi con un maggior grado di dettaglio.

Dal punto di vista dell'*input* pluviometrico si ritiene che, sia nel caso di piccoli che di grandi bacini, un'analisi condotta con il nuovo modello può aiutare nella ricerca di una migliore disposizione dei pluviometri affinché si possano cogliere con maggior grado di dettaglio informazioni relative al movimento delle piogge; si potrebbe altresì pensare ad un utilizzo del radar meteorologico per ottenere in tempo reale dati di *input* che traducano dettagliatamente l'evoluzione spaziotemporale dell'evento di pioggia.

Tra gli ulteriori possibili utilizzi del *T-var WFIUH* vi è lo studio del legame tra tempo di ritorno delle piogge e tempo di ritorno delle portate: implementando il modello proposto nel caso di un bacino idrologico più grande, per il quale gli eventi pluviometrici hanno ragionevolmente maggior probabilità di manifestarsi con spiccati caratteri di variabilità spaziale, è possibile ottenere una mole di dati con numerosità sufficiente a poterne effettuare un'analisi statistica.

Sarebbe altresì interessante rivalutare le soglie pluviometriche di allerta togliendo l'ipotesi di pioggia uniformemente distribuita. Attraverso la riorganizzazione del sistema di soglie in funzione non solo dell'intensità ma anche della distribuzione spaziale dei campi di pioggia, e unitamente all'ottenimento di una più dettagliata informazione sull'eterogeneità spaziale dei campi di pioggia in tempo reale, sarebbe possibile migliorare sensibilmente il sistema di allertamento e ridurre così la percentuale dei *mancati allarmi* e dei *falsi allarmi*.