

LA MODELLISTICA IDROLOGICA PER LE EMERGENZE

NEGLI ULTIMI ANNI I FENOMENI METEO INTENSI SI SONO SUCCEDEUTI CON UNA MAGGIORE FREQUENZA, GENERANDO IN POCHISSIMO TEMPO PIENE IMPREVISTE. UN SISTEMA DI MODELLISTICA IDROLOGICA E IDRAULICA IN TEMPO REALE RISULTA QUINDI DI RILEVANTE IMPORTANZA NELLE ATTIVITÀ DI PREVENZIONE E PREVISIONE DEGLI EVENTI DI PIENA.

Negli ultimi anni, gli eventi precipitativi più intensi hanno generato alluvioni sempre più frequenti, la cui magnitudo ed estensione è risultata essere anche maggiore rispetto al passato.

Senza oltrepassare i confini nazionali, dall'anno 2000 si sono registrati numerosi eventi alluvionali, alcuni dei quali hanno provocato purtroppo la perdita di vite umane e a oggi si contano oltre 200 vittime per alluvione. In Emilia-Romagna si ricordano tra gli eventi alluvionali più recenti e disastrosi:

- settembre 2015, alluvione in Val Nure e Val Trebbia

- ottobre 2014, alluvione torrente Parma

- gennaio 2014, alluvione fiume Secchia

- giugno 2011, alluvione nel parmense.

L'incremento della popolazione e quindi delle aree abitate ha determinato un incremento dei danni prodotti dai fenomeni più intensi, obbligando gli addetti ai lavori al perfezionamento e al miglioramento dei sistemi di gestione del rischio alluvione, in particolar modo dei sistemi di modellistica per la previsione e l'allertamento.

In Emilia-Romagna, l'Area Idrologia e idrografia di Arpaè è il Centro di competenza nazionale per il monitoraggio e la modellistica idrologica a supporto del sistema nazionale di protezione civile; essa garantisce il funzionamento operativo della modellistica idrologica e idraulica per la previsione e il controllo delle piene fluviali applicato al bacino distrettuale del fiume Po, oltre a fornire supporto al Centro funzionale per la Regione Emilia-Romagna. Le osservazioni e le previsioni in tempo reale legate alle variabili idro-meteorologiche consentono di usufruire di utili informazioni inerenti l'entità dell'evento di piena che può svilupparsi in un bacino idrografico, consentendo alle autorità competenti di provvedere alle azioni preventive e di contrasto in rapporto alla severità dell'evento di piena previsto o in atto.



1

Nell'anno 2005 è stato stipulato un importante accordo tra il Dipartimento di protezione civile, l'Autorità di bacino del fiume Po, l'Agenzia interregionale per il fiume Po e tutte le regioni territorialmente interessate al bacino padano, riguardante la realizzazione del sistema di previsione e controllo delle piene fluviali dell'asta principale del fiume Po.

L'accordo ha consentito di dotarsi di un adeguato strumento modellistico, che consente con sufficiente anticipo temporale l'organizzazione del servizio di piena e delle azioni di difesa del suolo e di protezione civile, necessarie alla gestione in tempo reale delle situazioni di emergenza.

Il sistema Fews-Po

Con l'acronimo Fews-Po (*Flood Early Warning System* del bacino del fiume Po) si definisce un sistema di modellazione e previsione delle piene fluviali applicato

al bacino distrettuale del fiume Po; tale sistema è integrato con i sistemi previsionali dei Centri funzionali regionali (*figura 1*). Fews-Po è quindi una piattaforma informatica in grado di gestire i *run* modellistici di più catene idrologico-idrauliche alimentate da campi di precipitazione osservati dalla rete di monitoraggio in tempo reale e previsti dai modelli meteorologici. Fews-Po si connette in tempo reale ai sistemi di acquisizione dei dati, procede alla validazione e alla memorizzazione dei parametri, gestisce l'esecuzione dei modelli numerici inerenti tutti gli aspetti dei processi fisici legati alle piene fluviali e infine consente la condivisione dei risultati.

Questi ultimi consistono in idrogrammi di piena riferiti alle sezioni idrometriche di interesse, ma anche in rappresentazioni grafiche più evolute per facilitarne l'interpretazione.

1 Piena del torrente Parma, 13 ottobre 2014.

L'interfaccia del sistema, basata su un'interfaccia Gis, consente di visualizzare in tempo reale anche i dati georeferenziati provenienti dai sensori in telemisura (pluviometri, termometri, idrometri) dislocati sul territorio e le mappe di precipitazione e temperatura osservata e prevista impiegate come input dai modelli idrologici.

L'input del sistema FewS-Po è costituito da:

- precipitazione osservata
- precipitazione prevista fornita da modellistica previsionale meteorologica
- a) corsa deterministica operativa del modello meteorologico, a ciclo di assimilazione rapido, Cosmo Ruc (2,2 km di risoluzione)
- b) corsa deterministica operativa del modello meteorologico Cosmo-I2 (2,2 km di risoluzione)
- c) corsa deterministica operativa del modello meteorologico Cosmo-I5 (5 km di risoluzione)
- d) corsa ensemble operativa del sistema Cosmo-Leps (7 km di risoluzione)
- e) corsa deterministica del modello Ecmwf del Centro europeo di Reading (16 km di risoluzione).

Fews-Po produce come output una serie di previsioni generate dalla combinazione di tre diverse catene modellistiche costituite dai modelli idrologici Hec-Hms, Mike 11-Nam e Topkapi, a cui sono associati rispettivamente i modelli idraulici Hec-Ras, Mike 11-Hd e Sobek per la simulazione della propagazione della portata in alveo.

Nello specifico, per l'asta del fiume Po e dei relativi affluenti, per il fiume Reno e per i corsi d'acqua romagnoli; il sistema operativo produce a cadenza variabile tra le 3 e le 24 ore, le seguenti elaborazioni:

- una previsione deterministica idrologica a brevissimo termine (+12-18 ore)
- una previsione deterministica idrologica a breve termine (+36-40 ore)
- tre previsioni deterministiche idrologiche a medio termine (+60-64 ore)
- 63 previsioni di ensemble idrologiche a lungo termine (+108-112 ore).

Nel medio-lungo termine l'incertezza delle previsioni del livello idrometrico, condizionata soprattutto dall'incertezza delle previsioni meteo, aumenta all'aumentare della scadenza temporale e al diminuire della superficie del bacino; anche nel brevissimo e breve termine, per i bacini minori come ad esempio quelli emiliano-romagnoli caratterizzati da tempi di risposta di poche ore, l'incertezza locale della previsione meteo influenza sensibilmente le previsioni di livello idrometrico.

In questi casi, i dati pluviometrici e

FIG. 1 FEWS-PO

Schema del sistema di modellistica e previsione delle piene fluviali FewS-Po.

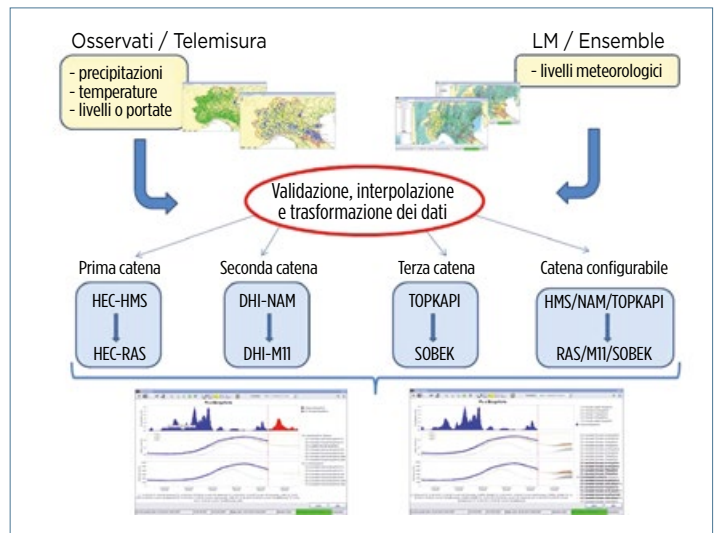
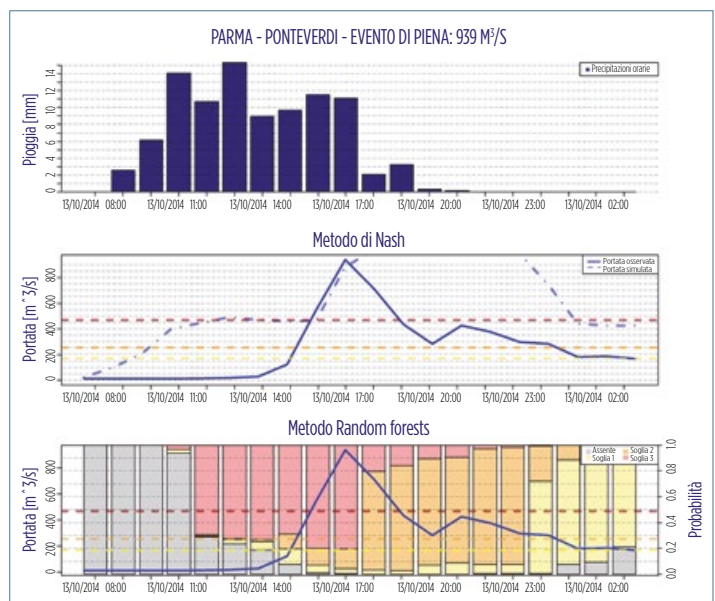


FIG. 2 RANDOM FORESTS

Previsione probabilistica, superamento delle soglie con la tecnica Random forests.



idrometrici acquisiti da una rete in telemisura ad alta frequenza, diventano fondamentali per valutare lo stato e l'evoluzione dell'evento, le condizioni del bacino e per formulare possibili previsioni e/o interventi.

Il sistema FewS-Po è operativo 365 giorni l'anno, 24 ore su 24, con finalità di previsione; può essere altresì impiegato in configurazione *stand alone* per la pianificazione, simulazione o ricostruzione degli eventi.

Tecniche avanzate di previsione

Il sistema FewS-Po, in continuo aggiornamento e sviluppo, recentemente è stato ampliato utilizzando una nuova tecnica di *machine learning* (apprendimento automatico), basata sugli algoritmi che apprendono dai dati disponibili in modo iterativo. Tale tecnica è denominata *Random forests*,

ovvero un classificatore d'insieme composto da numerosi alberi decisionali che fornisce come output la classe corrispondente all'uscita delle classi degli alberi considerati individualmente (figura 2). Questo metodo è stato applicato per realizzare un modello previsionale avente come output il superamento in probabilità delle soglie di allertamento relative alla sezione idrometrica di interesse, utilizzando come dati di input valori di portata e di precipitazione nel bacino sotteso. I risultati ottenuti sono particolarmente incoraggianti in considerazione degli eventi di precipitazione intensa che più severamente stanno interessando il territorio.

Marco Brian, Valentina dell'Aquila, Paolo Leoni, Silvano Pecora

Arpa Emilia-romagna, Servizio IdroMeteoClima, Area Idrologia e idrografia