

RICOSTRUZIONE MODELLISTICA DELLA PIENA DELL'OTTOBRE 2018 NEL BACINO DEL FIUME PIAVE

Elena Crestani^{1*}, *Giulia Passadore*¹, *Riccardo Mel*^{1,2}, *Enrico Bertuzzo*^{1,3}, *Daniele Pietro Viero*¹, *Luca Carniello*¹,
Andrea Rinaldo^{1,4} & *Luigi D'Alpaos*¹

(1) Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale, Università degli Studi di Padova

(2) Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, Università della Calabria

(3) Dipartimento di Scienze Ambientali, Informatica e Statistica, Università Ca' Foscari

(4) Laboratory of Echohydrology (ECHO/IIE/ENAC), École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Switzerland

*email: elena.crestani@unipd.it

ASPETTI CHIAVE

- Ricostruzione della piena del Fiume Piave a seguito della tempesta "Vaia" di ottobre 2018
- Stima degli idrogrammi di portata tramite l'applicazione di modelli matematici
- Analisi della dinamica dell'evento di piena e della congruenza dei dati misurati
- Individuazione delle problematiche della rete di monitoraggio del corso d'acqua

1 INTRODUZIONE

L'evento di piena che ha interessato il bacino del fiume Piave (Fig. 1) tra il 28 e il 30 ottobre 2018, denominato "tempesta Vaia", è stato secondo, in termini di risposta del bacino, solo al memorabile evento del 1966. Durante il passaggio della piena generata dall'evento di ottobre 2018 lungo il corso del Piave, tuttavia, la rete di misura è stata messa in crisi dall'entità dell'evento stesso: più stazioni idrometriche hanno interrotto il loro rilevamento o hanno fornito dati non attendibili, soprattutto nell'alto e nel medio corso del Piave. Le successive analisi hanno inoltre messo in discussione la validità delle scale di portata di molte sezioni strumentate, rendendo problematica la ricostruzione dell'evento di piena e la stima delle portate massime che sono transitate lungo il corso d'acqua.

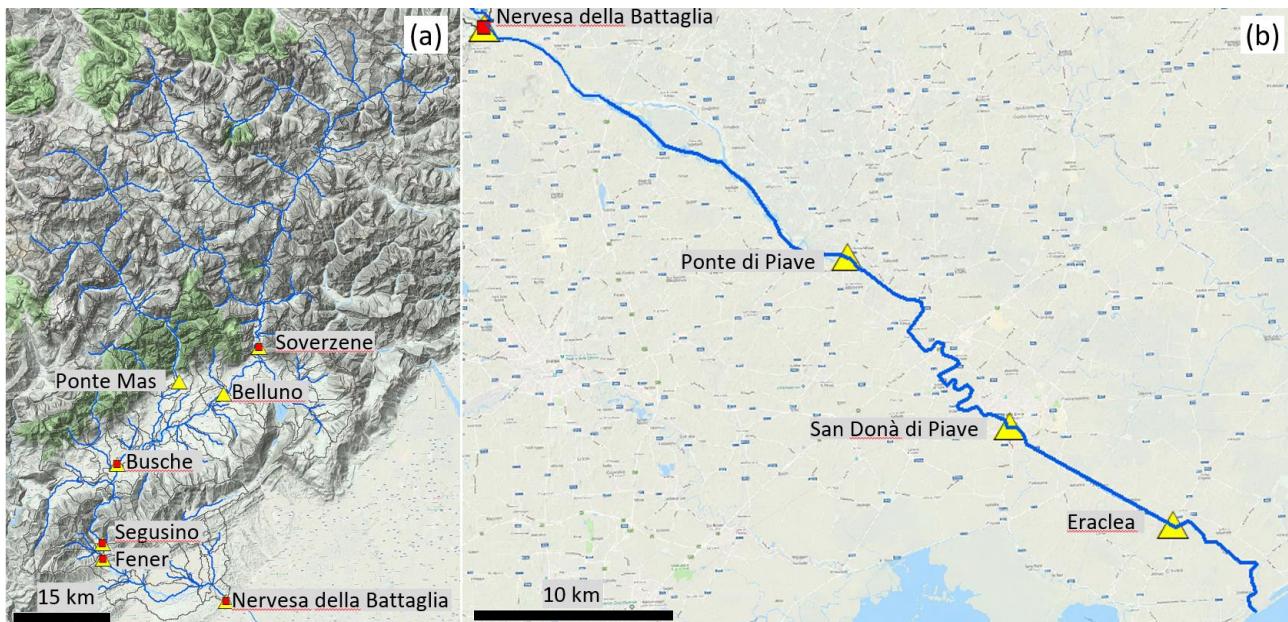


Figura 1. Il bacino del Piave nel tratto montano (a) e nel tratto vallivo (b). I triangoli gialli e i quadrati rossi indicano, rispettivamente, le stazioni idrometriche e gli sbarramenti fluviali di interesse.

Alla luce di ciò, nel presente lavoro si propone una ricostruzione della piena del Piave dell'ottobre 2018, in particolare la stima dell'idrogramma di piena propagatosi lungo il corso del fiume, basata sull'utilizzo

congiunto delle misure disponibili e sull'applicazione di strumenti modellistici. L'utilizzo di modelli matematici idrologici e idrodinamici, sviluppati dal Dipartimento ICEA a supporto delle attività di protezione civile della Regione Veneto, si è reso necessario proprio a causa dell'incompletezza e, talora, dell'inaffidabilità delle misure di livello e delle stime di portata fornite dalla rete di misura. L'obiettivo è quello di analizzare la dinamica dell'evento di piena e di evidenziare le problematiche legate all'attuale rete di monitoraggio con il fine ultimo di poter disporre di dati utili per ridefinire con maggiore attendibilità le scale di portata in alcune sezioni significative.

2 IL BACINO DEL PIAVE E I DATI MISURATI DISPONIBILI

Durante la tempesta Vaia, nel bacino del Piave sono stati misurati i livelli idrometrici in corrispondenza di 8 sezioni strumentate, facenti parte della rete di monitoraggio gestita da ARPAV (Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente Veneto), e gli idrogrammi di portata agli sbarramenti di Soverzene e Busche, per i quali l'ente gestore (ENEL Green Power) dispone di scale di deflusso ufficiali (Fig. 2). Inoltre, sono state eseguite alcune misure di portata alla sezione di Ponte di Piave e, post evento, il picchettamento dei massimi livelli raggiunti nel tratto vallivo. In molteplici casi, localizzati soprattutto a monte della sezione di Nervesa della Battaglia che chiude il bacino montano, i dati raccolti da ARPAV, da ENEL, dai Consorzi di Bonifica Piave e Veneto Orientale e dalla Regione Veneto, sono incompleti in prossimità del colmo di piena, o perché gli strumenti sono stati danneggiati dal passaggio dalla piena stessa, o per il raggiungimento del fondo scala degli strumenti.

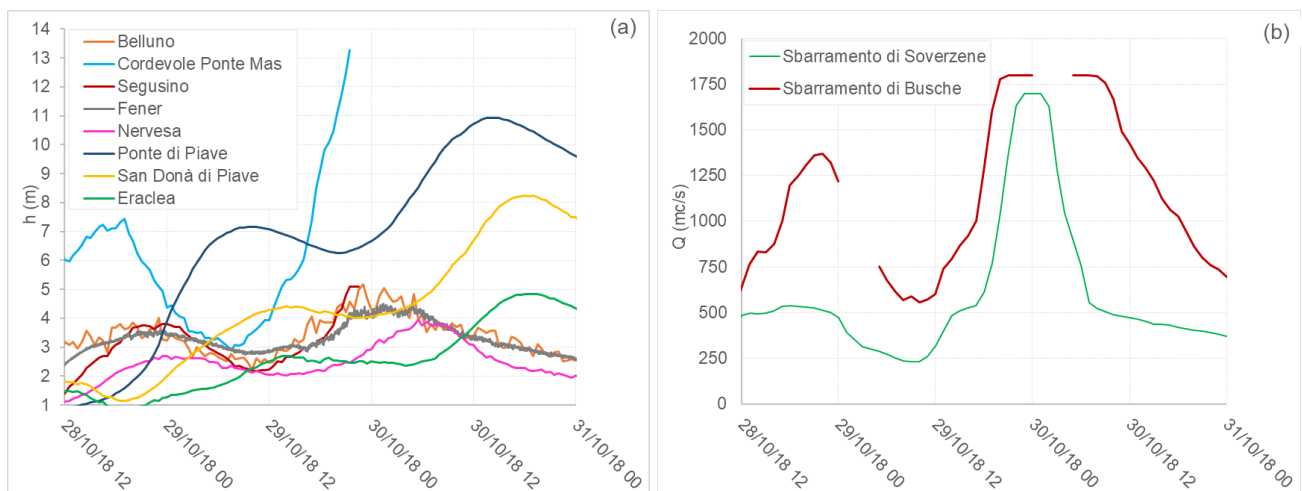


Figura 2. (a) Livelli idrometrici, rispetto al riferimento locale dei singoli idrometri, registrati dalle stazioni idrometriche presenti nel bacino del Piave; (b) portate scaricate agli sbarramenti di Soverzene e Busche secondo le stime dell'ente gestore (ENEL).

3 ANALISI DELL'EVENTO E APPLICAZIONE DEI MODELLI

Inizialmente, avvalendosi di informazioni parzialmente incomplete, si è utilizzato il modello idrologico per analizzare la risposta idrologica del bacino montano, ottenendo una stima delle portate transitate nelle sezioni di riferimento del tratto montano del fiume. Successivamente, in maniera indipendente dalle stime idrologiche, l'applicazione del modello idrodinamico ha permesso di stimare la portata transitata nel fiume fra le sezioni di Nervesa della Battaglia e la foce. In questo modo si è cercato di ottenere un riscontro incrociato delle stime effettuate al fine di valutare l'attendibilità delle stesse.

Si sottolinea che i modelli idrologico e idrodinamico utilizzati e brevemente descritti nel seguito fanno parte del sistema di previsione delle piene IMAGE (Rinaldo et al., 2017), sviluppato dai ricercatori del Dipartimento ICEA dell'Università di Padova in collaborazione e per conto della Regione Veneto, per la previsione e la gestione delle allerte in tempo reale. Il sistema IMAGE è attualmente operativo, per il sistema idrografico Brenta e Bacchiglione, presso il centro Funzionale Decentrato della Protezione Civile Regionale.

3.1 Applicazione del modello idrologico al bacino montano

Il modello idrologico implementato in IMAGE stima, a partire dai dati di precipitazione e da altre variabili meteo-climatiche, la dinamica dell'umidità nel suolo e le portate che interessano i corsi d'acqua, su base geomorfologica (Rinaldo & Rodriguez-Iturbe, 1996). Per caratterizzare la risposta idrologica del bacino in continuo e non solo in fase di piena, il modello necessita di essere opportunamente tarato. A tale scopo, deve essere disponibile una serie storica *sufficientemente* lunga di misure di portate che, confrontate con le portate modellate, consentano l'identificazione dei parametri del modello.

Nel caso specifico, la difficoltà delle operazioni di taratura, legata alla complessità del bacino del Piave e all'incertezza sui dati, è stata accresciuta dall'inattendibilità, emersa post-Vaia, della scala delle portate di Segusino, ultima stazione di misura dei livelli idrometrici nel bacino montano e per la quale era disponibile una serie storica di registrazioni. Di conseguenza, alla taratura in continuo si è dovuta preferire l'applicazione a scala di evento, forzando il modello idrologico con i dati parziali misurati durante la piena nelle sezioni di Soverzene, Ponte Mas e Busche. Il risultato di questa applicazione ha consentito di stimare una portata di circa 3000 m³/s a Nervesa della Battaglia (Fig. 3), sezione di chiusura del bacino montano.

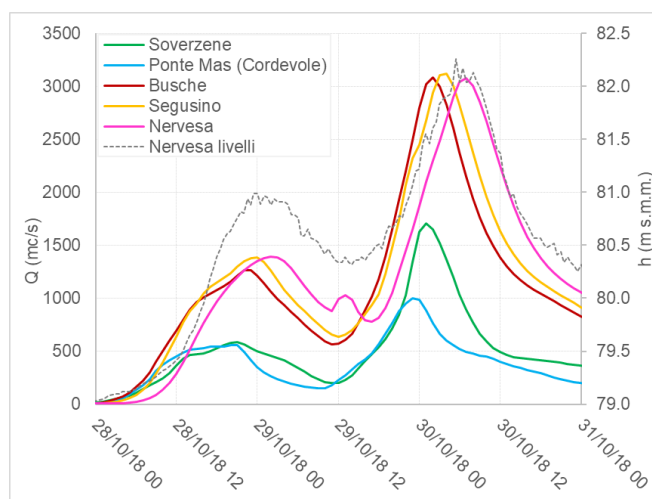


Figura 3. Stima degli idrogrammi di piena nella sezione di chiusura e in sezioni interne al bacino, ottenuta applicando il modello idrologico a scala di evento.

3.2 Applicazione del modello idrodinamico al tratto vallivo

Il modello idrodinamico 2DEF (Defina, 2000) descrive la propagazione delle onde di piena lungo le aste fluviali simulando opportunamente anche l'eventuale presenza di organi di regolazione idraulica. La taratura del modello idrodinamico riguarda essenzialmente la scelta dei coefficienti di scabrezza tali da ridurre al minimo le differenze fra i valori osservati (livelli e portate) e quelli modellati.

Nel caso in esame è stato schematizzato il tratto di fiume Piave che va dall'idrometro ARPAV posto poco a monte della traversa fluviale di Nervesa della Battaglia sino alla foce. Nella sezione di monte del modello idrodinamico sono state imposte come condizioni al contorno i livelli misurati all'idrometro stesso, i quali non presentano lacune. La portata è quindi stimata direttamente dal modello in modo da rispettare le leggi fisiche che governano tanto la propagazione della piena nel tratto compreso tra l'idrometro e la traversa, quanto il deflusso attraverso lo sbarramento di Nervesa, opportunamente schematizzato tramite appositi elementi speciali unidimensionali, che implementano direttamente nel modello le leggi di efflusso di soglie e paratoie, assegnando ad essi degli opportuni coefficienti di deflusso. Anche in questo caso la definizione delle condizioni al contorno soffre di una serie di incertezze legate alla non conoscenza delle manovre delle paratoie, soprattutto nelle fasi iniziali della piena (nelle fasi di picco le paratoie sono state infatti completamente aperte), all'assunzione dei coefficienti di efflusso degli sfioratori all'interno del modello idrodinamico e dei parametri di resistenza che caratterizzano il tratto compreso tra l'idrometro e la traversa. I valori più opportuni da assegnare a tali parametri sono stati scelti cercando di massimizzare l'accordo sia con le misure di livello e di portata disponibili lungo il tratto di valle sia con i livelli massimi rilevati post evento.

I risultati ottenuti hanno portato, anche in questo caso, a stimare per la sezione di Nervesa della Battaglia un valore di portata al colmo intorno ai 3000 m³/s (Fig. 4), in ottimo accordo con la stima ottenuta, in modo indipendente, con il modello idrologico applicato al tratto montano del Piave. A ulteriore conferma di ciò, è stato propagato con il modello idrodinamico, lungo il tratto vallivo del fiume, anche l'idrogramma ottenuto dal modello idrologico (Fig. 3), ottenendo ancora un accordo più che soddisfacente con le misure disponibili.

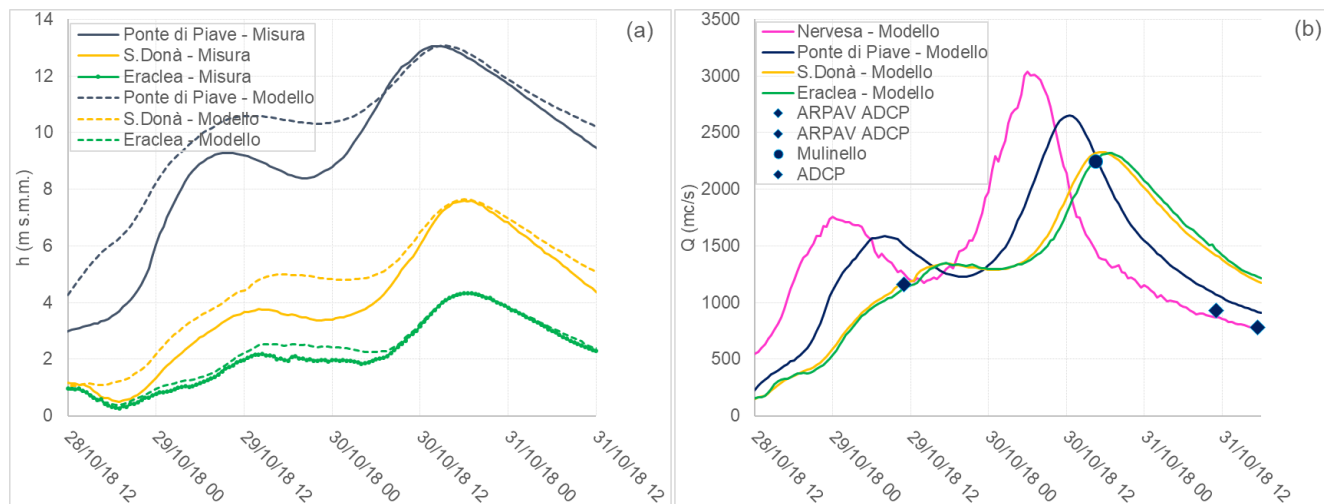


Figura 4. (a) Confronto tra livelli misurati e modellati nel tratto di valle; (b) idrogrammi modellati e confronto con le misure di portata effettuate a Ponte di Piave.

4 CONCLUSIONI

Con riferimento ai massimi valori di portata, l'evento di piena di ottobre 2018 nel bacino del Piave può essere classificato secondo solo a quello del 1966. La piena del 2018, oltre a mettere nuovamente in luce la fragilità del bacino, ha evidenziato alcune problematiche della rete di monitoraggio: molti tele-idrometri hanno interrotto le rilevazioni durante il passaggio del colmo di piena e molte delle scale di portata associate a sezioni dotate di tele-idrometro, ricavate e utilizzate in precedenza, si sono rivelate non attendibili.

Queste lacune hanno determinato seri limiti nell'utilizzo dei dati misurati al fine di ricostruire dettagliatamente la dinamica dell'evento di piena e la determinazione delle portate al colmo nei diversi tratti del fiume. Per queste ragioni, l'evento di piena è stato analizzato mediante l'applicazione indipendente di un modello idrologico, per la parte montana del bacino, e di uno idrodinamico, per la parte valliva. L'analisi ha consentito di verificare la congruenza generale dei dati raccolti durante la piena e di stimare le massime portate transitate nelle diverse sezioni. Si ritiene che la coerenza dei risultati forniti dai due modelli, ottenuti in maniera indipendente, unitamente ai riscontri locali forniti dall'analisi dei dati disponibili, sia indice della robustezza e dell'attendibilità dell'analisi svolta, che ha portato a stimare in circa 3000 m³/s la portata in uscita dal bacino montano del Piave a Nervesa della Battaglia.

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano la Regione Veneto, ARPAV, il Consorzio di bonifica Piave, il Consorzio di bonifica del Veneto Orientale, ENEL Green Power, IPROS Ingegneria Ambientale.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Defina, A. Two dimensional shallow flow equations for partially dry areas. *Water Resources Research*, 36(11):3251–3264, 2000.
- Rinaldo, A., D'Alpaos, L., Botter, G., Carniello, L., Viero, D.P., Passadore, G., Crestani, E. & Mel, R. Modellazione idrologica-idraulica per la previsione in tempo reale delle piene del sistema Bacchiglione-Brenta. Relazione finale, Università degli Studi di Padova - Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale, 2017.
- Rinaldo, A. & Rodriguez-Iturbe, I. Geomorphological theory of the hydrological response, *Hydrological Processes*, 10(6):803–829, 1996.