

	REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA	
PROTEZIONE civile DELLA REGIONE		
tel + 39 0432 926 111 fax + 39 0432 926 000		protezione.civile@regione.fvg.it www.protezionecivile.fvg.it I - 33057 Palmanova, via Natisone 43

CENTRO FUNZIONALE DECENTRATO

ALTA MAREA DEL 12 NOVEMBRE 2019

Analisi e modellazione matematica della ingressione marina a Grado

Introduzione

Gli ambienti costieri soffrono di diverse problematiche che richiedono un attento studio essendo sede di centri abitati o di aree produttive che devono essere salvaguardate.

L'elaborato prodotto effettua un'analisi della problematica della vulnerabilità alla ingressione marina concentrandosi sulla realtà della città di Grado.

In questo contesto si colloca l'utilizzo di un modello matematico utilizzato al fine di effettuare la simulazione dell'evento di inondazione del 12 Novembre nella città stessa e verificare quali siano le aree esposte maggiormente all'ingressione.

Per tarare il modello è stato utilizzato il rilievo eseguito dalla Protezione Civile del comune di Grado riportata in calce (Figura 1).

La taratura del modello permetterà di valutare gli effetti di fenomeni di magnitudo anche superiore a quella del 12 Novembre.



Figura 1: il rilievo degli allagamenti eseguito dalla Protezione Civile di Grado.

Il modello matematico

Gli scenari combinati di alti livelli idrici in condizioni di storm-surge, subsidenza ed eustatismo, fanno sì che Grado si trovi ora ad essere soggetta a frequenti casi di inondazione.

Le misure preventive di difesa sono ad oggi poche e in alcuni casi poco efficaci.

Ciò porta alla necessità di prevedere quali possano essere le conseguenze delle inondazioni in modo da mettere in atto una strategia decisionale e pianificatoria che miri alla salvaguardia della popolazione e dei beni e delle attività di interesse. Il metodo che più si presta al processo di previsione è quello dell'applicazione di un modello matematico, che simuli i vari scenari di rischio.

Come noto, il supporto di un modello matematico richiede comunque un atteggiamento critico verso i risultati restituiti in modo da essere in grado di verificare la veridicità degli stessi e apportare eventuali modifiche ai dati di input nel caso in cui si riscontrino output poco veritieri.

Ciò richiede necessariamente la conoscenza delle equazioni che regolano il modello e delle condizioni al contorno che sostanzialmente definiscono il campo applicativo dello stesso.

Il modello HEC-RAS

Si tratta di un software ingegneristico di simulazione per le correnti a pelo libero con schema mono e bidimensionale, sviluppato all'Hydrologic Engineering Center (HEC) della U.S. Army Corps of Engineers.

E' utilizzabile per la simulazione bidimensionale di fenomeni correlati all'idraulica in fiumi, laghi, estuari, baie; la modellazione dell'ingressione marina rappresenta un'applicazione di frontiera.

La modellazione bidimensionale si propone di quantificare le zone maggiormente vulnerabili, la rapidità e la intensità della inondazione negli scenari selezionati.

Una generica simulazione si articola su diversi passi. In primo luogo si deve generare una griglia (mesh) a maglie regolari o irregolari che costituiscono gli elementi nei quali viene suddivisa tutta l'area oggetto della simulazione numerica; il programma lavora sulla base di dati di input necessari alla ricostruzione della superficie topografica da investigare. Tale superficie è ricostruita servendosi di un dettagliato rilievo LIDAR.

Una volta inseriti i dati è possibile inserire i valori della scabrezza (nel nostro caso assunta costante) e le condizioni idrodinamiche al contorno (andamento della marea).

A questo punto è possibile lanciare la simulazione di moto vario. I metodi di risoluzione utilizzabili dal programma sono quello alle differenze finite (da noi utilizzato) o a volumi finiti.

Limiti del modello

L'utilizzo di un modello bidimensionale è necessario per valutare le altezze e le velocità idriche in aree golenali o comunque in quegli alvei in cui è complicato definire a priori il percorso dell'acqua. L'analisi 2D è quindi necessaria per valutare il flusso idrico in un'area urbana, data la grandissima quantità di ostacoli che indebolisce l'ipotesi di moto monodimensionale.

Gli svantaggi principali rispetto ai modelli 1D riguardano il tempo di calcolo e la maggiore quantità di dati geometrici da inserire in input.

Il modello utilizzato non è poi un modello idrologico e, pertanto durante la propagazione non si possono impostare e modellare i fenomeni di infiltrazione nel suolo così come non viene tenuto conto del reticolo fognario urbano.

Evento del 12 Novembre 2019

Il 12 Novembre la città di Grado è stata interessata da un'eccezionale acqua alta che è arrivata alle ore 22:40 a toccare i 1.81 metri (riferimento Punta Salute) ossia a 1.58 metri slmm di quota geoidica.

Dell'evento è stato modellato il picco dalle ore 19:00 del giorno 12 Novembre alle ore 00:30 del giorno successivo (Figura 2).

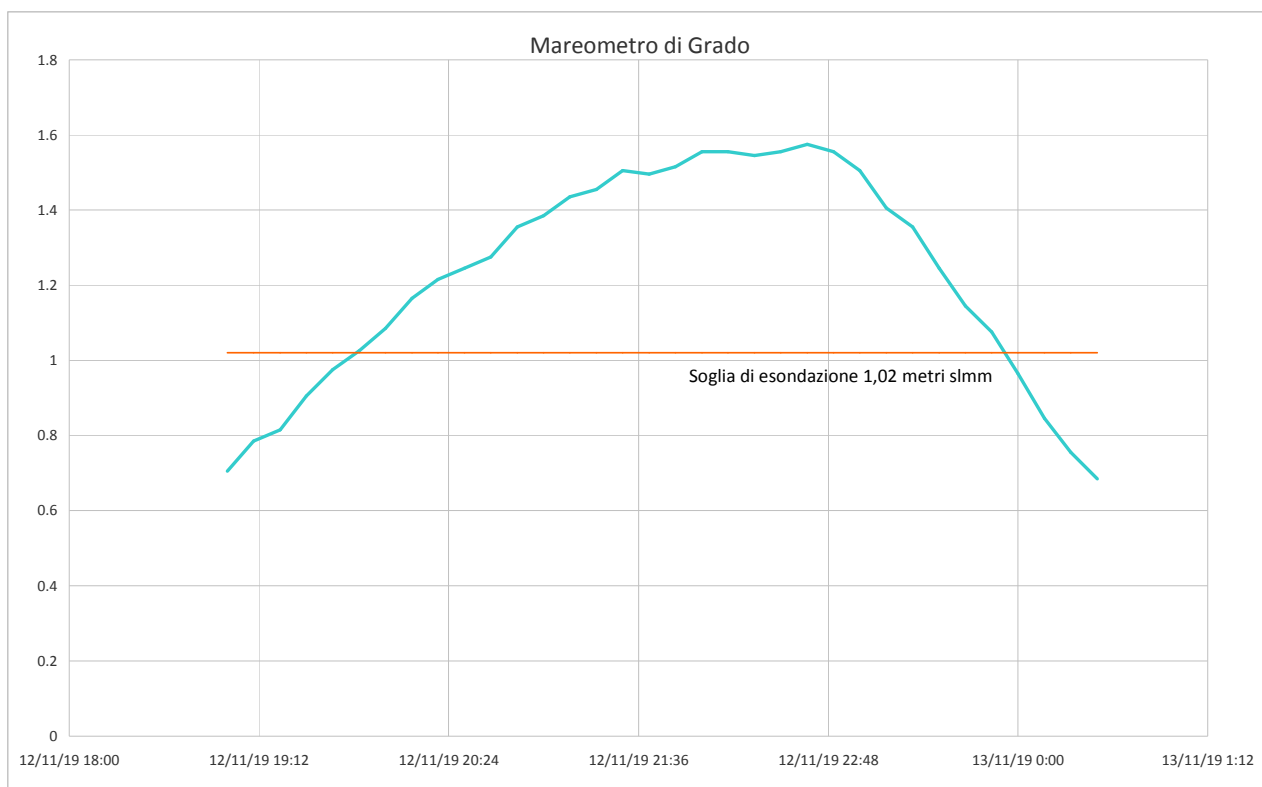
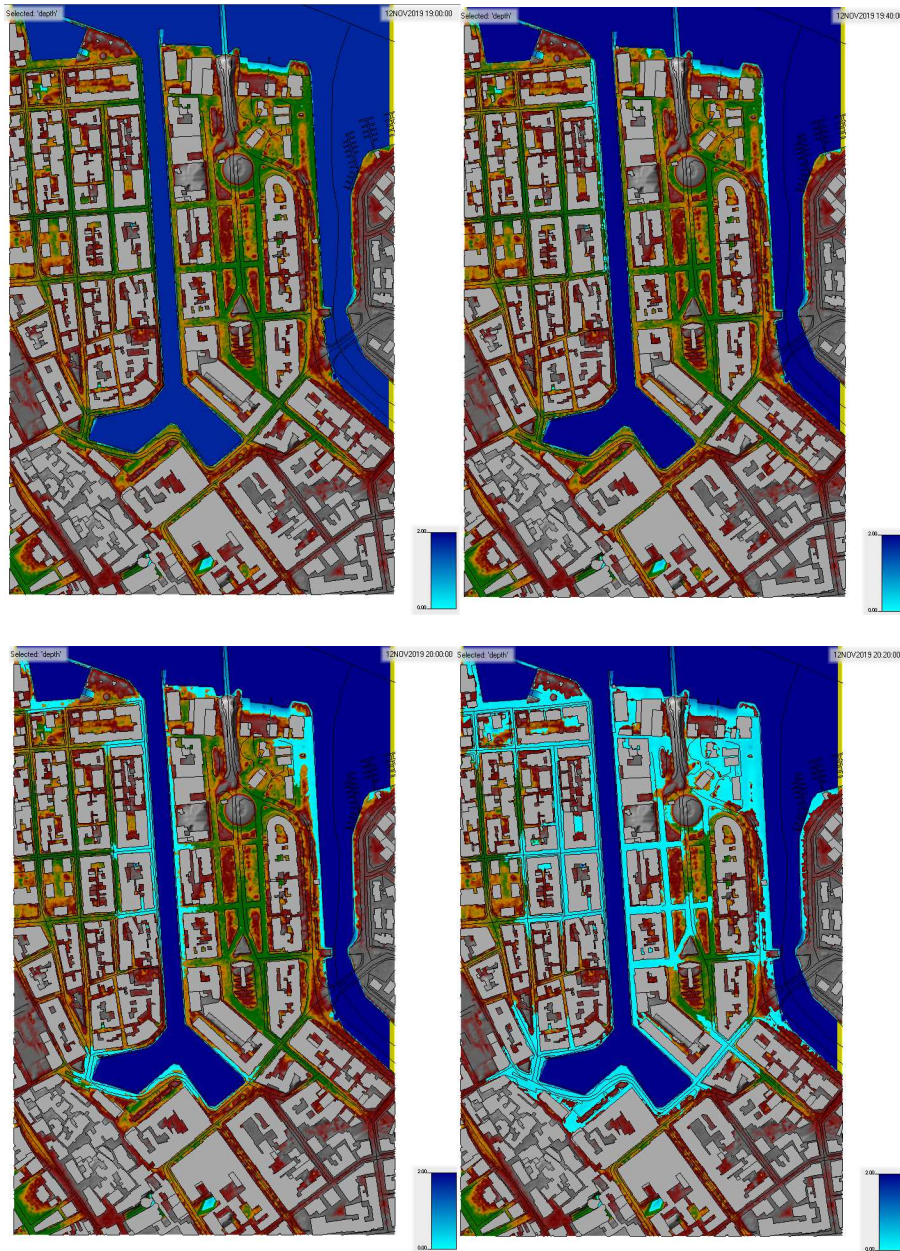


Figura 2: l'andamento del picco modellato.

Risultati

Di seguito gli screenshot della modellazione:





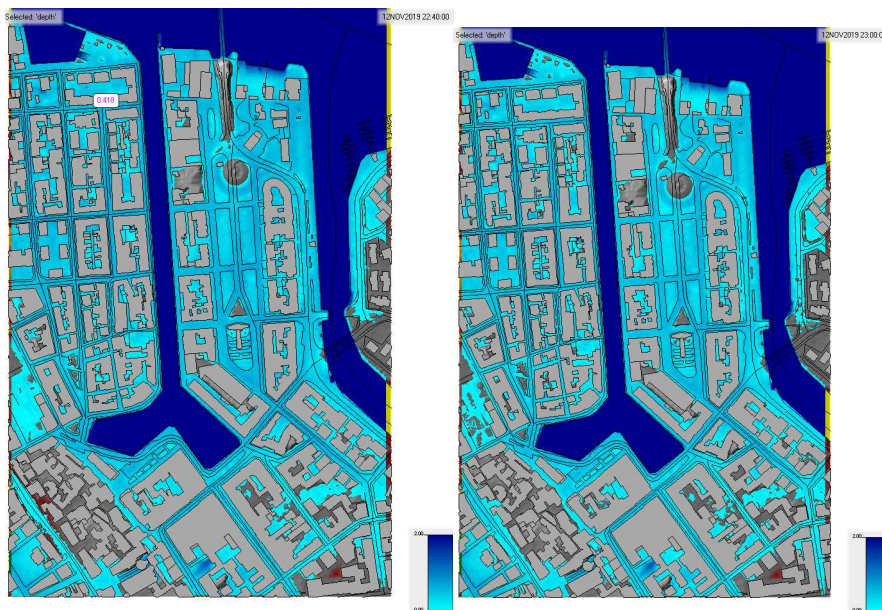


Figura 3: step della modellazione

Alle ore 00:30 l'acqua si ritirava lasciando allagate alcune zone, il tirante massimo raggiunto in corso di evento è rappresentato in destra nella Figura 4.

La Figura 4 è pressoché sovrapponibile con quanto riportato dalle testimonianze, ad eccezione della via Morosini (cerchiata in rosso), che nel modello risulta allagata mentre nella carta di rilievo della PC di Grado no.

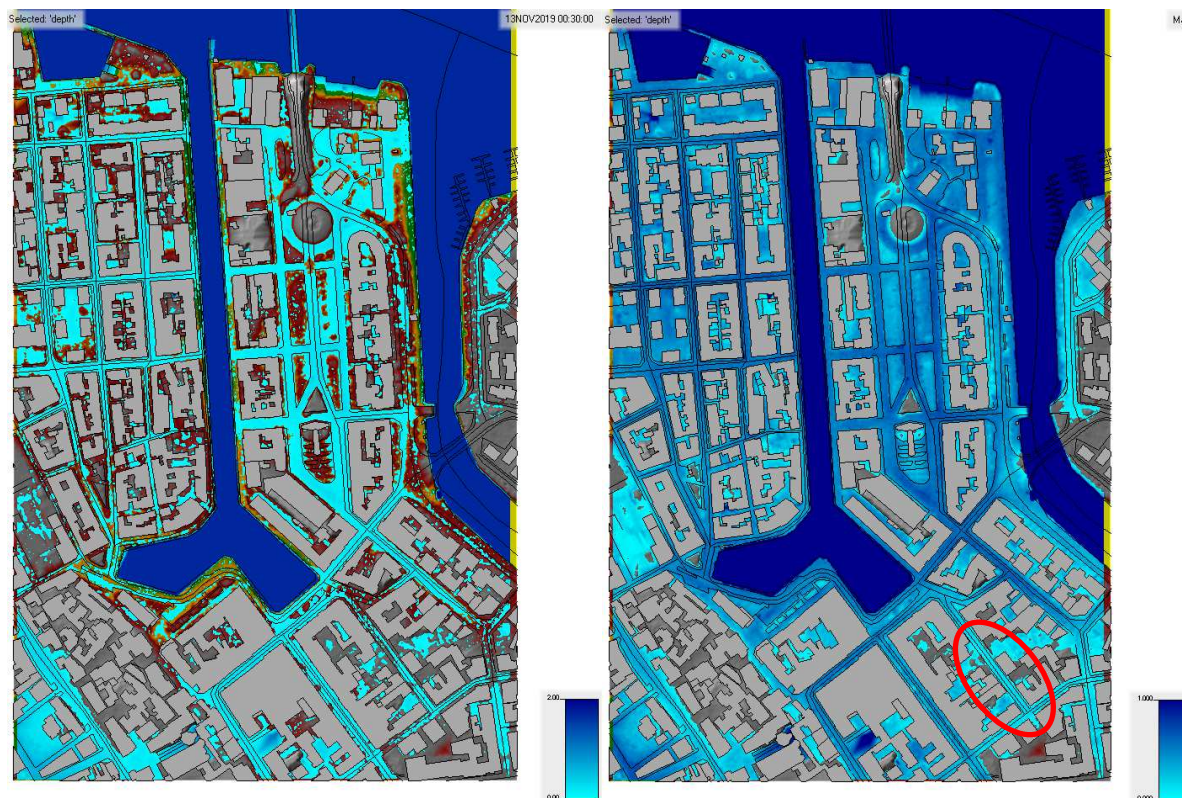


Figura 4: i risultati della modellazione a destra il tirante massimo.

Sono stati verificati quindi alcuni punti della città, dove il tirante è stato misurato in corso di evento, confrontando il dato con quanto ottenuto dal modello.

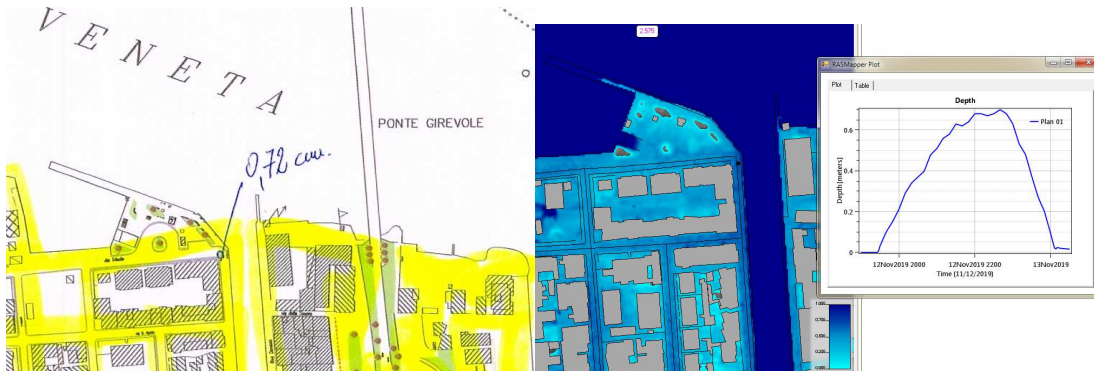


Figura 5: punto di controllo 1

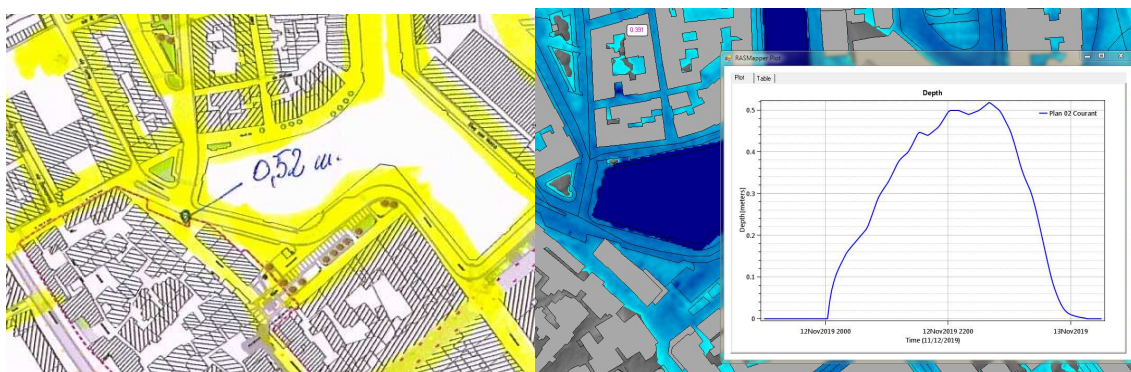


Figura 6: punto di controllo 2

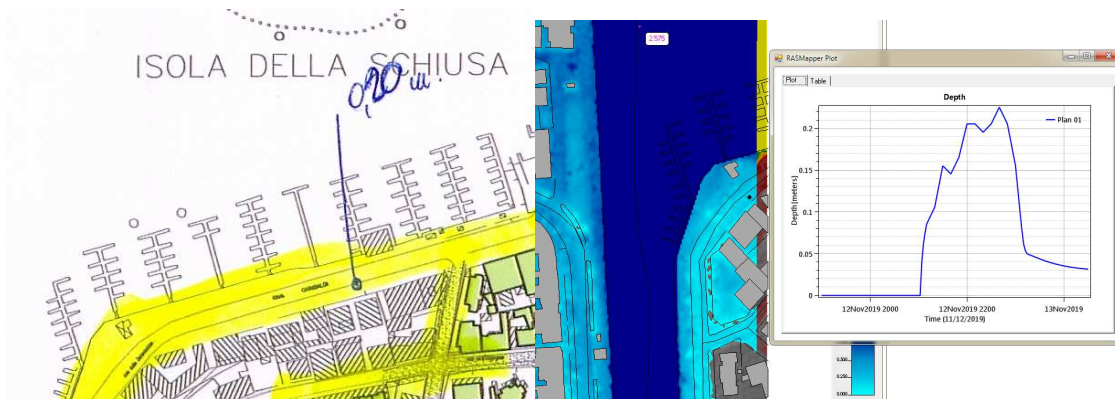


Figura 7: punto di controllo 3.

La differenza fra dati misurati ed osservati nei tre punti di controllo (l'ultimo in realtà al di fuori dal dominio di calcolo) forniscono dati del tutto sovrapponibili tra loro.

Conclusioni

Una stima efficace dell'estensione delle aree inondabili è fondamentale nella corretta definizione delle zone maggiormente esposte al rischio alluvionale.

In questo studio, si è analizzata l'efficienza del software HEC-RAS 5.0, sviluppato dal Hydrologic Engineering Center (HEC) che permette una modellazione 2D del flusso idrico.

In particolare, la procedura di validazione dei risultati è derivata da un confronto con le osservazioni ricavate dall'evento del 12 Novembre 2019 e quanto modellato.

Una miglior efficacia della simulazione in ambito urbano potrebbe derivare dalla modellazione degli edifici attraverso l'introduzione di zone a differente scabrezza, mentre nel modello non è possibile tener conto del contributo del sistema fognario.

Dott. Gabriele Peressi