

Mappe di pericolosità e rischio idraulico nell'alluvione in Sicilia del 2018

di Filippo Massimiliano Gagliano



Fig. 1 - Alcune schermate di esempio dell'applicativo GeoInfo.

Le inondazioni, in quanto grave disastro naturale, colpiscono molte parti del mondo, compresi i paesi sviluppati. A causa di questo naturale disastro, ogni anno si registrano perdite di vite umane e danni al territorio per milioni di euro. I danni e le perdite possono essere prevenuti e limitati fornendo informazioni affidabili agli enti e ai cittadini attraverso modelli e mappe di pericolosità delle inondazioni (Demir, 2015). I modelli idraulici e la cartografia digitale sono essenziali per la pianificazione comunale, per i piani di emergenza di protezione civile, per una corretta progettazione delle opere di prevenzione di fenomeni del dissesto idrogeologico (Goodell and Warren, 2006). Nei primi giorni di novembre 2018 la Sicilia è stata interessata da una fase di tempo perturbato, caratterizzata da intense e abbondanti piogge che hanno causato gravi danni alla comunità e al territorio.

I sistemi informativi geografici (GIS) utilizzando i dati territoriali riescono a integrare i modelli idraulici per la simulazione di eventi alluvionali e sono capaci di redigere mappe di pericolosità idraulica e stimare i danni da dissesto idrogeologico (Wiles and Levine, 2002), (Sole et al., 2007). Il GIS integrato con il modello idraulico riesce a stimare il profilo di piena con un fissato tempo di ritorno. Il modello idraulico utilizzato è stato sviluppato dopo il 1970, dal centro di ingegneria idrologica River Software Analysis System (HEC-RAS) dell'United States Army Corps of Engineers (USACE), oggi è ampiamente utilizzato in Europa e in America. GIS e modelli HEC-RAS sono stati utilizzati con successo per ottenere mappe di inondazione del fiume Waller nel Texas (Tate et al., 2002), Ohio Swan River Bacino (Wiles and Levine, 2002), fiume Atrato in Colombia (Mosquera-Machado and Ahmad, 2007), fiume Vistola in Varsavia, Polonia (Gutry-Korycka et al., 2006), fiume Gordon in Francia (Sheffer et al., 2008), nord-ovest della Colombia (Mosquera-Machado and Ahmad, 2007), Dhaka centro-orientale in Bangladesh (Masood and Takeuchi, 2012), e Onaville ad Haiti (Heimhuber et al., 2015). Çelik et al. hanno ana-

lizzato l'alluvione del 2004 di Kozdere Stream a Istanbul utilizzando HEC-RAS e GIS (Celik et al., 2012). Sole et al. hanno redatto mappe di rischio della regione Basilicata (Italia) generando i profili di correnti a pelo libero per diversi tempi di ritorno (30, 200 e 500 anni) (Sole et al., 2007). Masood e Takeuchi hanno utilizzato HEC-RAS e GIS per valutare il pericolo di inondazioni, la vulnerabilità e il rischio idraulico in Medio Oriente Dhaka (Masood and Takeuchi, 2012), ottenendo mappe di inondazione per l'alluvione con tempo di ritorno pari a 100 anni. Sarhadi et al. hanno studiato modelli previsionali delle inondazioni alluvionali dei fiumi nel sud-est dell'Iran utilizzando HEC-RAS e GIS (Sarhadi et al., 2012). Heimhuber et al. hanno utilizzato HEC-RAS e GIS per eseguire le simulazioni in condizioni di moto monodimensionale e non stazionario per la progettazione del grande canale di Lan Couline (Heimhuber et al., 2015). Lo scopo di questo studio è studiare modelli per simulare scenari per gli eventi alluvionali nel bacino del fiume Milicia utilizzando il GIS e HEC-RAS per diversi periodi di ritorno (50, 100 e 300).

Introduzione

Le passate alluvioni dell'autunno 2018 che hanno colpito la Regione Sicilia hanno rivelato un allarmante stato di fragilità idraulica diffusa in tutto il territorio, insieme all'urgente necessità di adeguate opere di difesa idraulica, da una parte, e dall'altra sottolineata l'importanza della modellazione matematica contro tali eventi. Fin da giovedì 1 novembre

2018 si sono registrati considerevoli valori di pioggia nella zona compresa tra la parte occidentale della provincia di Agrigento, la parte orientale della provincia di Trapani e Palermo. Inizialmente si sono registrate valori di pioggia registrati fra 40 e 80 mm e intensità orarie localmente anche superiori ai 30 mm/h valori che, nei due giorni successivi, hanno raggiunto, nella giornata di sabato 3 novembre, i 138 mm a Ribera (AG). E proprio nella giornata di sabato quando anche a causa anche a causa di una linea temporalesca in debole movimento verso nord est, tutti i bacini dell'Agrigentino e del Palermitano centro-occidentale sono andati in piena. Le inondazioni e gli allagamenti delle varie aste fluviali e torrentizie hanno prodotto ingenti danni all'agricoltura e alle infrastrutture e un forte impatto sulla popolazione. L'episodio più drammatico è avvenuto a Casteldaccia (PA), dove due famiglie, in totale nove persone, tra adulti e bambini, sono state improvvisamente bloccate al piano terra di una casa (figura 1) dalle acque del fiume Milicia straripato e sono annegate (figura 2). Altre quattro persone sono rimaste uccise nei territori di Vicari e Corleone (figura 3) in provincia di Palermo e di Cammarata (AG). Si tratta di tre uomini e una donna che sono tutti deceduti lungo le strade: un uomo nella sua auto è stato travolto dal torrente San Leonardo esondato, una seconda persona, un pediatra dell'ospedale di Corleone, trascinato via dalle acque del fiume Belice Sinistro mentre tentava di mettersi in salvo fuggendo dall'auto impantata. Infine due coniugi che



Fig. 2 - Fabbricato in territorio di Casteldaccia.

stavano trascorrendo alcuni giorni di vacanza in Italia, sono stati investiti da una frana di acqua e fango mentre percorrevano una strada interpodereale nei pressi di Cammarata. La massa di detriti ha fatto sbalzare e precipitare l'auto in un burrone profondo circa 30 metri. Gravissimo quindi il bilancio complessivo, che conta 13 morti, un ferito, e oltre 230 sfollati in varie località delle due province.

La modellazione digitale del flusso di acque superficiali è un argomento di ricerca importante per la gestione del rischio di inondazione. I risultati delle simulazioni giocano un ruolo significativo nel processo decisionale nazionale sulla prevenzione e il controllo delle



Fig. 3 - Inondazione dei territori di Vicari e Corleone.

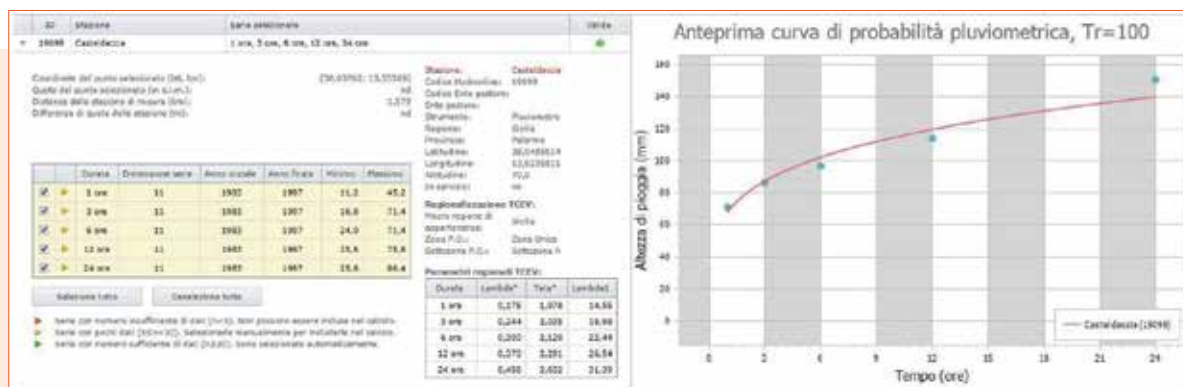


Fig. 4 - Dati pluviometrici e curve di pioggia del bacino del fiume Milicia (Tr 100 anni)

inondazioni. I modelli mono-dimensionali delle acque superficiali sono preferiti nel campo dell'ingegneria, soprattutto alle velocità del calcolo computazionale e alle immediate applicazioni. Anche i modelli 2D sono sviluppati e utilizzati. Dal 1970, gli studi di ricerca in tutto il mondo sono notevolmente perfezionati per la modellazione idraulica di propagazione delle piene. I modelli ampiamente utilizzati nella mappatura del rischio di inondazione dimostrano un grande interesse per i modelli di simulazione delle acque superficiali e per la valutazione del rischio idraulico e per la previsione delle inondazioni in tempo reale. Combinando i modelli idrologici e fluviali, le applicazioni della

modellazione della propagazione delle piene possono formulare strategie utili alla mitigazione dei processi geo-idrologici. Alcuni studi condotti in Italia hanno lo scopo di proteggere le aree soggette a piene usando metodi statistici, simulazioni, modelli idrologici. D'altra parte, l'innovazione di questo lavoro rispetto agli studi locali è la previsione di aree inondate per diversi periodi di ritorno e la mappatura delle zone a rischio. Questi modelli previsionali possono essere utili per gli enti e amministrazioni pubbliche a diverse scale territoriali, prendendo decisioni e intervenendo efficacemente per proteggere le aree a rischio idraulico e ridurre i fenomeni di dissesto idro-geologico.

La modellazione delle inondazioni è notevolmente migliorata negli ultimi anni con l'avvento della geomatica e in particolare dei sistemi di informazione geografica (GIS). In questo studio, infatti, la combinazione di HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center - River Analysis System), HEC-GeoRAS e GIS viene utilizzata per simulare i modelli di inondazione di piena: sono software open source sviluppati dall'US Army Corps of Engineers con interfaccia grafica per un uso interattivo per l'analisi idraulica, l'archiviazione, la gestione la visualizzazione dei dati. La specificità di questo lavoro è condividere le informazioni con le interfacce GIS e HEC-RAS (HEC, 2002), (HEC, 2005),

Dato	Valore
Lunghezza	25 Km
Altitudine massima	1257 m.s.l. m.
Numero di Comuni	Altavilla Milicia, Baucina, Bolognetta, Casteldaccia, Cefalà Diana, Ciminna, Marineo, Mezzojuso, Ventimiglia di Sicilia, Villafrati.
Stazione di misura delle portate	Ciandrotto
Q _{t=50}	299.26 mc/s
Q _{t=100}	356.06 mc/s
Q _{t=300}	449.04 mc/s
Estensione del bacino sotteso	127 kmq

Tab. 1 - Dati idrologici del fiume Milicia.

(HEC, 2009), (USACE, 2016). La gestione delle inondazioni dovrebbe essere considerata un problema spaziale perché le intensità e le caratteristiche di inondazione variano a seconda del contesto territoriale. L'obiettivo principale di questo studio è stimare l'estensione delle inondazioni, corrispondenti ai deflussi del fiume Milicia, al fine di migliorare i piani di gestione per il rischio di inondazione. Gli obiettivi specifici di questo lavoro sono: la modellazione e la simulazione delle portate del fiume utilizzando HEC-RAS, la mappatura del rischio idraulico utilizzando HEC-RAS, la stima delle piene con diversi tempi di ritorno.

Caratteristiche dell'area di studio

Il bacino idrografico del Fiume Milicia ricade nel versante settentrionale della Sicilia; esso si estende per circa 127 Km² e ricade interamente nel territorio provinciale di Palermo. Geograficamente il bacino si sviluppa tra la dorsale di Monte Cane (a est) e i centri abitati di Godrano (a sud), Bolognetta (a ovest) e Casteldaccia (a nord); dal punto di vista idrografico, invece, esso confina ad est con l'area territoriale compresa tra il bacino del Fiume Milicia e il bacino del Fiume San Leonardo, a sud-est e a sud con il bacino del Fiume San Leonardo, a ovest con l'area territoriale compresa tra il bacino del Fiume Milicia e il bacino del Fiume Eleuterio e a sud-ovest, infine, con il bacino idrografico di quest'ultimo corso d'acqua. Il bacino del Fiume Milicia presenta una morfologia piuttosto accidentata a causa della quale i segmenti fluviali di ordine minore, corrispondenti ai tratti iniziali dei singoli corsi d'acqua, hanno un elevato

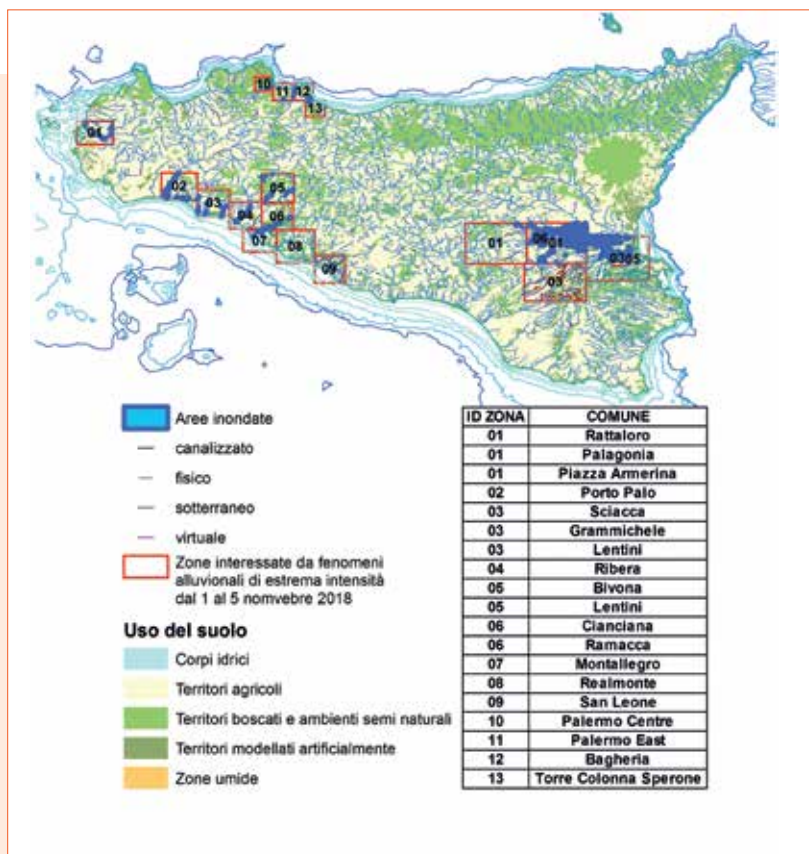


Fig. 5 - Zone inondate durante l'alluvione dal 1 al 5 novembre 2018.

gradiente di pendio e il reticolo idrografico a cui danno luogo è di tipo sub-dendritico; i segmenti di ordine maggiore che scorrono nel fondovalle, invece, hanno spesso percorso sinuoso, tendente a meandriforme, e denunciano, quindi, bassi gradienti di pendio. La zona è caratte-

rizzata da un regime pluviometrico di tipo mediterraneo, con addensamento delle piogge nel semestre autunnale - invernale (da ottobre a febbraio) con precipitazioni di notevole intensità con media annua di circa 500-600 mm e possono determinare piene elevate anche se di

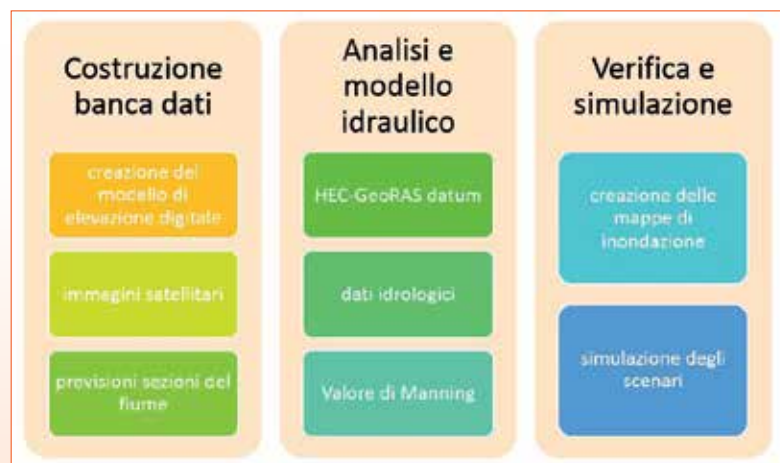


Fig. 6 - Diagramma di flusso che mostra la metodologia adottata.

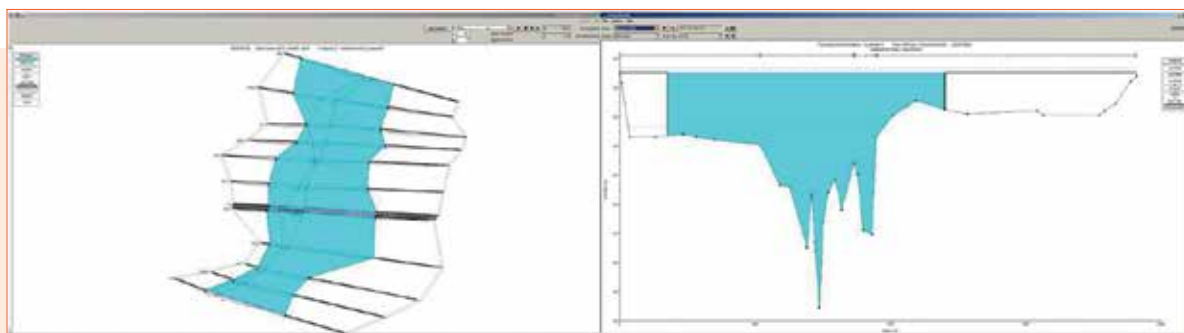


Fig. 7 - Risultati delle elaborazioni in ambiente HEC-RAS per un tratto del fiume Milicia.

durata relativamente breve. Le stazioni pluviometriche di riferimento sono: Capo Zafferano, Risalaimi (Misilmeri) e Ciminna (Regione Sicilia, 2015).

Caratteristiche del Fiume Milicia

Il fiume Milicia presenta un andamento planimetrico dell'alveo che si snoda, procedendo dalle sorgenti alla foce, lungo un percorso di diversi chilometri; esso, in corrispondenza dell'area meridionale del bacino, assume la configurazione ad "Y" in seguito alla diramazione in due bracci denominati Fiume Bagni e Vallone Buffa.

Il bacino del fiume Milicia è costituito da terreni prevalentemente argillosi della serie medio miocenica e della falda sicilide, appartenenti al Flysch Numidico. Nelle dorsali nord-orientale e sud occidentale del bacino sono presenti lembi estesi di formazioni rigide della serie calcarea mesozoica. Il fiume Milicia ha un percorso di circa 25 km, un'altitudine media di 458 s.l.m. e un'altitudine massima di 1.257 s.l.m. Esso riceve le acque di diversi affluenti, tra cui i più importanti confluiscono in destra idraulica, e sono il fiume Buffa (confluisce in territorio di Villafrati) ed il Vallone Sercia (confluisce tra il territorio di Bolognetta e di Casteldaccia nei

pressi di Passo Garretta). I terrazzi di fondovalle, soprattutto negli ultimi chilometri prima della foce, ove il corso d'acqua rappresenta il confine comunale tra i Comuni di Casteldaccia ed Altavilla, sono localmente interessati da aree urbanizzate che mantengono una densità piuttosto bassa. Relativamente alle caratteristiche di resistenza idraulica è noto che esse si differenziano a seconda che la sede di deflusso sia l'alveo o le aree golenali e di allagamento. Nel primo caso le caratteristiche dipendono principalmente dalle dimensioni del materiale di fondo, dalla presenza e qualità della vegetazione fluviale e dalla morfologia plano-altimetrico delle sezioni e del tracciato fluviale. Per le superfici limitrofe e di allagamento giocano un ruolo determinante la natura del suolo, la copertura vegetale, la frammentazione poderale, la densità delle infrastrutture e delle costruzioni (macro rugosità) e le irregolarità naturali della superficie. Secondo la banca dati presente nel PAI (Piano per l'Assetto Idrogeologico, <http://www.sitr.regione.sicilia.it/pai/>) della Regione Sicilia, si prendono in considerazione i valori del coefficiente di Manning compresi tra 0,02 e 0,1 m^{-1/3} s. In figura 4 vengono riportati i dati pluviometrici e le curve di pioggia.

Metodologia: dati, modello e simulazione con HEC-GeoRAS e GIS

Utilizzando le informazioni geospaziali del servizio di gestione delle emergenze di Copernicus (Copernicus EMS), ottenute da telerilevamento satellitare e integrate da fonti disponibili in situ o open source, sono state individuate sul territorio regionale complessivamente tredici zone soggette all'inondazione dal 1 novembre al 5 novembre 2018 (figura 5). Successivamente si è costruita la banca dati in ambiente GIS contenente le risorse idriche e antropiche. Si è scelto di indagare e analizzare l'inondazione del bacino del fiume Milicia. Nel presente studio, le mappe del pericolo di alluvione sono state ottenute utilizzando HEC-RAS, HEC-GeoRAS e Arc-GIS in condizioni di moto permanente e monodimensionale attraverso le seguenti fasi: preparazione del modello di elevazione digitale utilizzando ArcGIS, simulazione delle portate in condizione di inondazioni per i diversi periodi di ritorno utilizzando HEC-RAS, costruzione delle mappe del rischio di alluvione mediante HEC-GeoRAS (Baky et al., 2012). Il diagramma di flusso della metodologia è riportato in figura 6. Informazioni dettagliate per questi metodi di indagine sono consultabili dalla letteratura-

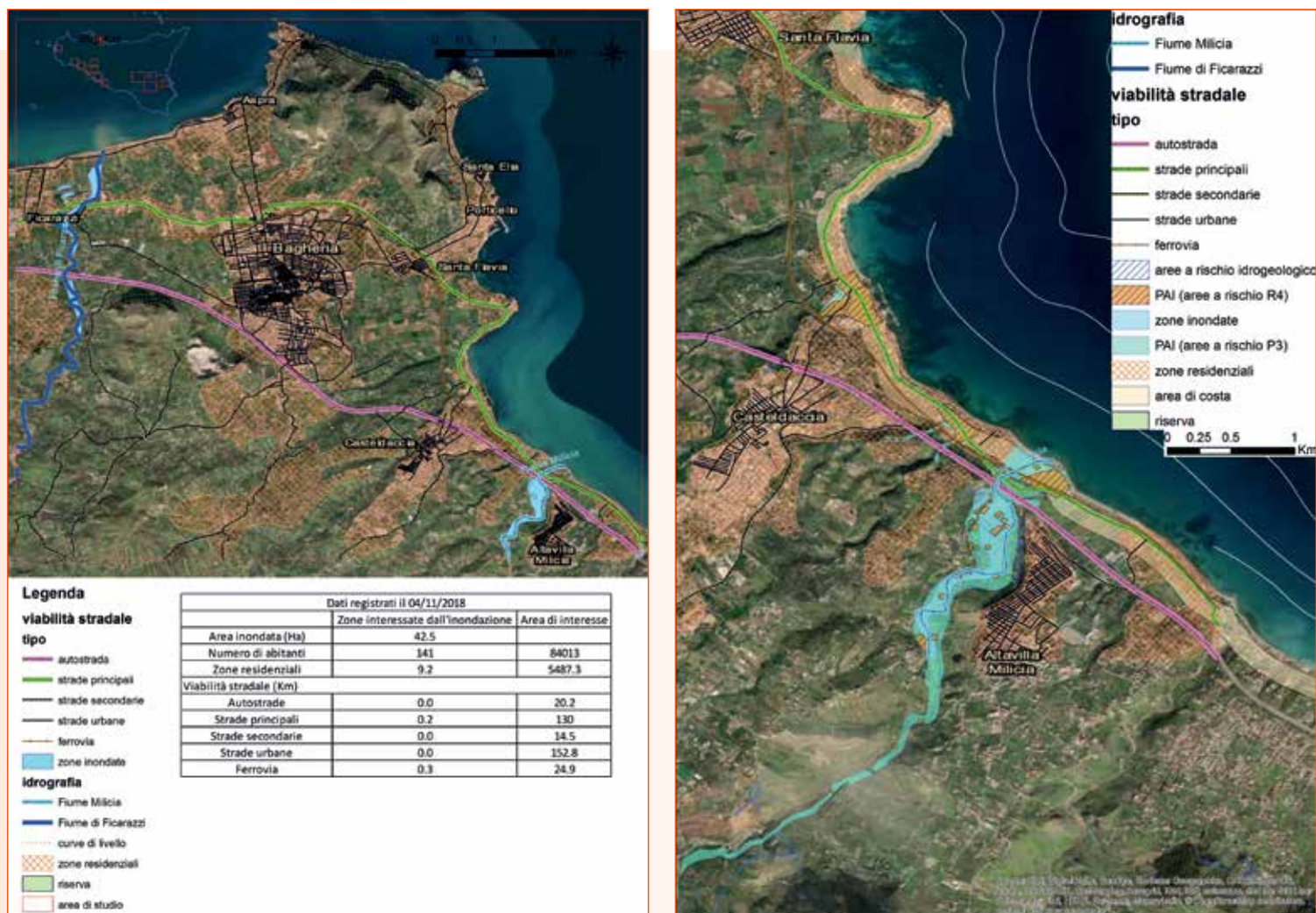


Fig. 8 – (a) Area di studio: zone inondate dei fiumi Milicia e Ficarazzi. (b) Zone a rischio e zone inondate del fiume Milicia.

ra correlata (Baky et al., 2015), (Gagliano, 2020). In questa fase avviene la preparazione e lo sviluppo di un modello in ambiente HEC-RAS, si importa la geometria del sistema in analisi tramite la combinazione del tracciato planimetrico e la definizione delle sezioni trasversali del corso d'acqua. La descrizione di questi elementi è basata sui dati topografici attraverso procedure automatiche in ambiente GIS che operano su modelli digitali di elevazione del terreno. In questa fase non è richiesta la definizione della lunghezza del canale, che verrà calcolata dal software come somma delle distanze parziali tra le diverse

sezioni, da introdurre in fase di editing delle sezioni stesse. Le sezioni trasversali sono inserite e numerate in modo crescente da valle verso monte (Gagliano, 2020), (Demir and Kisi, 2016). Il modello idraulico sviluppato utilizza l'equazione di moto in termini di energia per il calcolo del profilo della corrente a pelo libero:

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\partial_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\partial_1 V_1^2}{2g} + h_e$$

Dove Y,Z,V,α, h_e e g rappresentano rispettivamente i tiranti idraulici, quote geodetiche, velocità medie dell'acqua, coefficiente di ragguglio delle altezze

cinetiche, perdite di carico totale nel tratto considerato e accelerazione di gravità. Il modello in HEC-RAS calcola i profili della corrente a pelo libero per tutto il tratto del fiume Milicia, tenendo conto del profilo altimetrico del bacino idrografico. La simulazione idraulica è stata fatta applicando il modello monodimensionale HEC-RAS nell'ipotesi di regime di moto permanente e corrente lenta (subcritical). Nelle condizioni al contorno si è imposta l'altezza critica della corrente nell'ultima sezione dell'alveo (foce). Sono state condotte tre simulazioni, una per ogni portata al colmo di piena, valutata alla foce del fiume, per fissato tempo di ri-

Tempo di ritorno [anni]	Tirante idrico minimo [m] (n. sezione)	Tirante idrico massimo [m] (sezione n.)	Velocità minima [m/s] (n. sezione)	Velocità massima [m/s] (n. sezione)
50	1.9 (85)	5.8 (1)	1.1 (70)	6.6 (30)
100	2.01 (85)	6.01 (1)	1.2 (70)	6.7 (30)
300	2.15 (85)	6.8 (1)	1.3 (70)	7.4 (30)

Tab.2 - xxxxxxxxxxxx

torno (50, 100 e 300 anni). La modellazione del corso d'acqua per la simulazione idraulica (figura 7) è stata conseguita attraverso la definizione di 100 sezioni determinate a partire dalla cartografia in scala 1:1000. Per il tratto in studio, per tutti i tempi di ritorno considerati, il valore minimo del tirante idrico è stato riscontrato nella sezione 85 mentre il valore massimo si verifica nelle sezioni 1 (T=100; T=300) e 20 (T=50); per quanto riguarda i valori assunti dalla velocità in alveo, il valore massimo si riscontra per un tempo di ritorno pari a 300 anni nella sezione 30 (figura 8°). In Tabella 2 sono riportati i valori estremi (massimi e minimi) dei tiranti idrici e delle velocità medie in alveo ottenuti in seguito alle simulazioni del

modello HEC-RAS. In figura 8b, sono riportate le aree potenzialmente inondabili con il valore di rischio e pericolosità associato, interessando i comuni di Casteldaccia e Altavilla Milicia con la presenza di fabbricati e viabilità stradali, queste ultime soggette ad allagamento, poiché considerate vie preferenziali di deflusso delle acque in un territorio pianeggiante.

Conclusioni

L'adozione di un modello idraulico combinato con lo strumento GIS, comporta tempi ridotti di implementazione e di simulazione, può essere un valido strumento per delineare gli scenari di inondazioni su piccola scala con errori relativamente contenuti sui tiranti idrici massimi e avere un'ampia

visione delle eventuali criticità idrauliche presenti sul territorio, e conseguentemente pianificare studi più approfonditi in base ai risultati preliminari ottenuti. Questa tecnologia consente la possibilità di modellare i processi idraulici in caso di inondazioni frequenti e poco frequenti. Le mappe di pericolosità delle inondazioni sono utili per una corretta pianificazione del territorio, possono essere utilizzate in fase di consultazione per la progettazione di grandi opere, sono utili modelli previsionali per le onde di piena. Lo studio dimostra che lo strumento GIS integrato con l'applicativo HEC-RAS è uno strumento importante per studiare e comprendere i fenomeni alluvionali.

g3w suite

GESTISCI I TUOI SERVIZI WEBGIS E CREA GESTIONALI CARTOGRAFICI WEB DIRETTAMENTE DAI TUOI PROGETTI QGIS

- * Pubblicazione e gestione autonoma di progetti QGIS
- * Pubblicazione OGC services e metadati RNDT
- * Gestione degli accessi, anche con integrazione LDAP
- * Creazione di gestionali cartografici web, in completa autonomia, in modo semplice e veloce
- * Form di interrogazione, strumenti di editing e flussi di lavoro ereditati da progetto QGIS
- * Client cartografico responsivo per accesso da device

www.g3wsuite.it - info@gis3w.it - +39 393 8534336



gis3w
open source
Disponibile su
GitHub

BIBLIOGRAFIA

- Baky A. A., Zaman A. M., Khan A. U., "Managing flood flows for crop production risk management with hydraulic and GIS modeling: case study of agricultural areas in Shariatpur" APCBEE Procedia, vol. 1, pp. 318–324, 2012.
- Celik H. E., Coskun G., Cigizoglu H. K., Agralioglu N., Aydin A., Esin A. I., "The analysis of 2004 flood on Kozdere Stream in Istanbul" Natural Hazards, vol. 63, no. 2, pp. 461–477, 2012.
- Demir V., Kisi O., "Flood Hazard Mapping by Using Geographic Information System and Hydraulic Model: Mert River, Samsun, Turkey", Hindawi Publishing Corporation Advances in Meteorology Volume 2016.
- Demir V., Mert River (SAMSUN/TURKEY) the Flood Maps Determining the Help of Geographic Information Systems, Canik Basari University Institute of Natural Sciences, Samsun, Turkey, 2015.
- Gagliano F., "Modellazione idraulica mediante HEC-RAS - GIS in provincia di Bergamo", GEOLOGIA DELL'AMBIENTE, vol. 1, p. 51-55, ISSN: 1591-5352, 2020.
- Goodell C., Warren C., "Flood inundation mapping using HEC-RAS" Obras y Proyectos, pp. 18–23, 2006.
- Gutry-Korycka M., Magnuszewski A., Suchozebrski J., Jaworski W., Marcinkowski M., Szydowski M., "Numerical estimation of flood zones in the Vistula River valley, Warsaw, Poland," in Climate Variability and Change—Hydrological Impacts, pp. 191–195, IAHS-AISH Publication, 2006.
- HEC (2005) HEC-GeoRAS e an Extension for Support of HEC-RAS Using ArcGIS (v8.3/ 9.1), CPD-83, September 2005. Hydrologic Engineering Center, Institute for Water Resources, U.S. Corps of Engineers, Davis, CA.
- HEC (2009) HEC-GeoRAS e an Extension for Support of HEC-RAS Using ArcGIS (v9.2/ 9.3), CPD-83, September 2009. Hydrologic Engineering Center, Institute for Water Resources, U.S. Corps of Engineers, Davis, CA.
- HEC (2016) HEC-RAS River Analysis System, User's Manual, Version 5.0, CPD-68, February 2016. Hydrologic Engineering Center, Institute for Water Resources, U.S. Corps of Engineers, Davis, CA.
- HEC, 2002. HEC-GeoRAS e an Extension for Support of HEC-RAS Using ArcView, CPD-76, October 2002. Hydrologic Engineering Center, Institute for Water Resources, U.S. Corps of Engineers, Davis, CA.
- Heimhuber V., Hannemann J.-C., Rieger W., "Flood risk management in remote and impoverished areas—a case study of Onaville, Haiti" Water, vol. 7, no. 7, pp. 3832–3860, 2015.
- Masood M., Takeuchi K., "Assessment of flood hazard, vulnerability (Gagliano et al., 2020) risk of mid-eastern Dhaka using DEM and 1D hydrodynamic model" Natural Hazards, vol. 61, no. 2, pp. 757–770, 2012.
- Mosquera-Machado S., S. Ahmad, "Flood hazard assessment of Atrato River in Colombia," Water Resources Management, vol. 21, no. 3, pp. 591–609, 2007.
- Regione Sicilia, "Attuazione della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni", Piano di gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA), All. A.10 - Bacino Idrografico del Fiume Milicia, 2015.
- Sarhadi A., Soltani S., Modarres R., "Probabilistic flood inundation mapping of ungauged rivers: linking GIS techniques and frequency analysis" Journal of Hydrology, vol. 458–459, pp. 68–86, 2012.
- Sheffer N. A., Rico M., Enzel Y., Benito G., Grodek T., "The Palaeoflood record of the Gardon River, France: a comparison with the extreme 2002 flood event" Geomorphology, vol. 98, no. 1-2, pp. 71–83, 2008.
- Sole A., Giosa L., Copertino V., "Risk flood areas, a study case: Basilicata region" in River Basin Management IV, vol. 1, pp. 213–228, WIT Press, Southampton, UK, 2007.
- Tate E. C., Maidment D. R., Olivera F., Anderson D. J., "Creating a terrain model for flood plain mapping," Journal of Hydrologic Engineering, vol. 7, no. 2, pp. 100–108, 2002.
- Wiles J. J., Levine N. S., "A combined GIS and HEC model for the analysis of the effect of urbanization on flooding: the Swan Creek watershed, Ohio," Environmental & Engineering Geoscience, vol. 8, no. 1, pp. 47–61, 2002.

PAROLE CHIAVE

HEC-RAS; MODELLAZIONE; RISCHIO IDRAULICO; GIS; HAZARD MAP

ABSTRACT

Floods, as a major natural disaster, affect many parts of the world, not including developed countries. Due to this natural disaster, every year there are losses of human life and damage to the territory for millions of euros. Damage and losses can be prevented and limited by providing reliable information to institutions and citizens through flood hazard models and maps (Demir, 2015). Hydraulic models and digital cartography are essential for municipal planning, for civil protection emergency plans, for a correct design of works to prevent hydrogeological phenomena (Goodell and Warren, 2006). In the first days of November 2018, Sicily was affected by a phase of disturbed weather, characterized by intense and abundant rains that caused serious damage to the community and the territory.

Geographical information systems (GIS) using spatial data are able to integrate hydraulic models for the simulation of flood events and are capable of drawing up maps of hydraulic hazard and estimating damage from hydrogeological instability (Demir, 2015). The GIS integrated with the hydraulic model is able to estimate the flood profile with a fixed return time. The hydraulic model used was developed after 1970 by the River Software Analysis System (HEC-RAS) hydrological engineering center of the United States Army Corps of Engineers (USACE), and is now widely used in Europe and America. GIS and HEC-RAS models have been successfully used to obtain flood maps of the Waller River in Texas (Tate et al., 2002), Ohio Swan River Basin (Wiles and Levine, 2002), Atrato River in Colombia (Mosquera-Machado and Ahmad, 2007), Vistula River in Warsaw, Poland (Gutry-Korycka et al., 2006), the Gordon River in France (Sheffer et al., 2008), northwestern Colombia (Mosquera-Machado and Ahmad, 2007), central-eastern Dhaka in Bangladesh (Masood and Takeuchi, 2012), and Onaville in Haiti (Heimhuber, 2015). Celik et al. analyzed the Kozdere Stream 2004 flood in Istanbul using HEC-RAS and GIS (Celik et al., 2012). Sole et al. they have drawn up risk maps of the Basilicata region (Italy), generating profiles of free-flowing currents for different return times (30, 200 and 500 years) (Sole et al., 2007). Masood and Takeuchi used HEC-RAS and GIS to assess flood danger, vulnerability and hydraulic risk in Middle East Dhaka (Masood and Takeuchi, 2012), obtaining flood maps for floods with a 100-year return time. Sarhadi et al. investigated forecasting models of flooding in rivers in southeastern Iran using HEC-RAS and GIS (Sarhadi et al., 2012). Heimhuber et al. they used HEC-RAS and GIS to perform the simulations in one-dimensional and non-stationary motion conditions for the design of the large Lan Couline channel (Heimhuber et al., 2015). The aim of this study is to study models to simulate scenarios for flood events in the Milicia River basin using the GIS and HEC-RAS for different return periods (50, 100 and 300).

AUTORE

FILIPPO MASSIMILIANO GAGLIANO
FMGAGLIANO@GMAIL.COM

DOCENTE DI GENIO RURALE - I.I.S. "M. RIGONI STERN" DI BERGAMO, VIALE BORGO PALAZZO, 128 - 24125 BERGAMO,