

Titolo della tesi: Applicazione di un modello geomorfologico per la valutazione degli idrogrammi di piena per il bacino a monte della diga di Pietrarossa (Tesi sperimentale)

Tipo di Laurea: Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio

Sessione di Laurea: Luglio

Anno accademico: 2015/2016

Nome Candidato: Loris Marinucci

Matricola: 1629791

Relatore: Prof. Ing. Francesco Napolitano

Correlatore: Dott. Ing. Claudio Mineo

SSD Relatore: ICAR/02

L'elaborato di tesi ha riguardato l'analisi idrologica del bacino sotteso alla diga di Pietrarossa, situata nella parte centro-orientale della Sicilia in un territorio di confine tra la provincia di Enna e Caltanissetta. La diga è purtroppo nota poiché, costruita quasi completamente nei primi anni '90, non è mai entrata in funzione a causa di problemi di natura giuridica intercorsi tra la ditta esecutrice dell'opera e l'ente di bacino committente della stessa, che ne hanno di fatto bloccato l'utilizzo: oggi una rinnovata attenzione degli enti territoriali locali ha posto degli interrogativi sul destino della Diga. A prescindere dalle valutazioni economiche riguardanti l'eventuale costruzione delle opere mancanti per la messa in funzione della struttura, la tesi si è incentrata sull'analisi idrologica del bacino situato a monte della diga, così da valutare oggi se, alla luce del tempo trascorso dalle prime fasi del progetto, possa ancora essere considerata una risorsa, oppure se rappresenti solamente un peso del passato.

La prima parte del lavoro ha comportato un'analisi della geomorfologia a monte del muro, eseguita in ambiente GIS: in questo modo, avendo a disposizione un modello digitale del terreno di buona risoluzione (10m x 10m), si sono delineati prima lo spartiacque idrografico, poi la rete di drenaggio e infine la curva del volume invasabile dallo sbarramento in funzione del tirante agente sullo stesso. Si è creata quindi una curva e si è confrontata con quella disponibile in fase di progetto, notando uno shift significativo per tutte le quote di riferimento: in particolare utilizzando un modello digitale del terreno (risoluzione 2m x 2m), alla quota di massimo invaso possibile, è risultata esserci una differenza di 5 milioni di metri cubi nel volume d'acqua invasabile. Questa differenza trova una spiegazione nell'erosione avvenuta sui versanti del bacino, la quale ha comportato una movimentazione del materiale durante gli eventi di piena in direzione del muro, laddove il fiume tende a creare già un piccolo invaso in seguito a precipitazioni intense: il rallentamento della corrente ha quindi favorito la sedimentazione di materiale e in questo modo si spiega la differenza tra il modello digitale del terreno (2014) e la cartografia basata sull'interpolazione di curve di livello utilizzate in sede di

progetto (1980). Si sono utilizzate quindi delle grandezze per valutare se la differenza fosse ammissibile sulla base di studi effettuati riguardanti l'erosione su bacini Siciliani: in questo modo si è validata la teoria formulata riguardo l'aliquota sedimentata a causa dell'erosione. In caso di volontà di recupero dell'invaso di Pietrarossa dunque bisognerebbe tener conto che il serbatoio ha perso il 15% di capacità in termini di volume: questo dato rientra comunque nella media nazionale di studi condotti su altre dighe interrite.

La seconda parte del lavoro ha riguardato l'utilizzo di un modello Afflussi-Deflussi tale da valutare l'onda di piena in arrivo presso l'invaso con relazione a precipitazioni aventi tempo di ritorno di 2000 anni. Per farlo si sono utilizzati dati pluviometrici relativi alle stazioni situate nel bacino. Come modello è stato utilizzato Peakflow, implementato in GIS e sviluppato nel 2012: esso si basa sulla costruzione della funzione d'ampiezza, ovvero di una funzione che esprime la distribuzione di frequenza delle distanze idrologiche rispetto alla sezione di chiusura. Quest'ultima viene inserita all'interno del GIUH (Idrogramma Unitario Istantaneo Geomorfologico) per il calcolo istantaneo delle portate nella sezione di chiusura, il cui dato aggregato nel tempo si utilizza per creare un idrogramma modellato (ovvero un grafico che esprime l'andamento delle portate nel tempo a seguito dell'evento precipitativo). I parametri di input del modello sono di matrice geomorfologica, e possono essere identificati in "Aree sature iniziali" (ovvero le aree su cui avviene direttamente deflusso superficiali), "Celerità media dell'onda di piena sui canali", "Celerità media dell'onda di piena sui versanti", "Parametro di diffusività" (collegato ai tempi di residenza nel bacino), "Valore soglia discriminante tra versanti e canali" (collegato alla funzione di ampiezza delle distanze riscalate, ovvero una funzione che tiene conto del diverso comportamento cinetico qualora una particella d'acqua scorra su un versante o su un canale), e un parametro di riscaldamento delle celerità per stabilire il "deflusso sotterraneo" che contribuisce nel ramo di esaurimento dell'idrogramma di piena.

Poiché il bacino non è provvisto di stazioni di misura delle portate non si è potuto disporre di un mezzo sicuro per poter tarare i parametri in modo da ottenere un idrogramma modellato che ben descrivesse il comportamento reale dei deflussi: per questo si è individuato un criterio di calibrazione dei parametri sopracitati tale che rendesse validi alcuni idrogrammi, per poter usufruire delle informazioni di quest'ultimi nella definizione di un idrogramma di design valido per verificare la sicurezza del franco idraulico della struttura. Sulla base di alcune valutazioni riguardanti il tempo di corrivazione relativo a ogni idrogramma si sono individuate diverse combinazioni di parametri di input che generassero degli idrogrammi validi: in questo modo si è trovato il valore massimo di portata in arrivo alla diga.

Avendo utilizzato nell'analisi il modello digitale del terreno di risoluzione 10 metri, si è poi analizzata la sensibilità del modello Peakflow rispetto al DTM di partenza: aggregando il DTM iniziale in modo da avere mappe con pixel di lato 20m, 50m, 100m, 200m, si è analizzata la

variabilità dei parametri di input del modello così da poter spiegare la variabilità dell'output, in modo da individuare una risoluzione di soglia oltre la quale i risultati dell'analisi risultassero imprecisi.

L'analisi dei parametri di input ha mostrato una grande variabilità tra il comportamento modellato nel caso di DTM con risoluzione 100m x 100m e il DTM con risoluzione 200m x 200m. Tale comportamento si è verificato anche analizzando gli idrogrammi relativi: in particolare i DTM con risoluzione inferiore hanno sempre portato alla determinazione di un valore di portata al colmo, tempi di picco e volumi di deflusso sempre più bassi di quelli modellati utilizzando il DTM originale di 10m x 10m di risoluzione: ciò ha portato al consiglio di utilizzare il DTM di migliore risoluzione possibile per la verifica del franco di sicurezza idraulico delle strutture, a patto di mantenere contenuti i tempi computazionali per l'esecuzione del modello.

Infine l'ultima parte del lavoro, fissato il DTM di partenza, ha portato alla creazione di un inviluppo degli idrogrammi, ovvero una fascia di incertezza, creata utilizzando dati relativi a tutti gli idrogrammi validi: in questo modo si è verificata quantitativamente l'incidenza della scelta dell'idrogramma medio modellato in relazione all'inviluppo dell'idrogramma massimo e minimo, utilizzando l'indice NRMSE. L'incertezza anche in questo caso è risultata più bassa quando relativa al DTM di risoluzione migliore mentre ha assunto valori rilevanti quando si sono utilizzati DTM di risoluzione inferiore.

Concludendo l'analisi quindi la diga è stata valutata in sicurezza per quanto riguardasse il franco idraulico di progetto, per cui riuscire a sbloccare la situazione e concludere l'opera non potrebbe che trasformarsi in un'opportunità per gli abitanti della zona, spesso soggetta a episodi di siccità estiva e costretta a rifornirsi di acqua utilizzando le riserve idriche di invasi posti a notevole distanza.