

RICOSTRUZIONE DEGLI EFFETTI DI PIENA TORRENTIZIA IN AMBIENTE ALPINO

Laura TURCONI (*), Luca RIGANO (**), Roberto ASCHERO (**)

(*) CNR-IRPI Torino, - Strada delle Cacce, 73-10153 -Torino (TO), tel. 011-3977257, fax 011-343574,
e-mail: laura.turconi@irpi.cnr.it

(**) G.I.S. 2000 S.r.l. – Via Fratelli Bandiera, 2 - Torino (TO), tel. 011-4341303, fax 011-4386026,
e-mail rigano@gis2000.it - roberto.aschero@gis2000.it

Abstract

E' in corso di sviluppo una ricerca, con finalità di supporto alla prevenzione del rischio geomorfologico-idraulico, mirata alla possibile ricostruzione degli eventi parossistici di piena in area montana con significativi effetti indotti sul territorio. L'indagine si colloca nelle complesse attività svolte da 35 anni dal CNR-IRPI (Torino) per l'identificazione delle criticità intrinseche del territorio e quindi individuare i differenti scenari di rischio. L'insieme delle procedure comunemente utilizzate (specifici sopralluoghi, analisi fotointerpretativa, indagine storico e geomorfologico-idraulico), l'organizzazione dei dati e l'analisi (gestite mediante il software E.S.R.I. ArcGIS9.1, tramite il supporto tecnico e l'esperienza della società G.I.S. 2000 S.r.l. di Torino) si avvarranno dell'applicazione di appositi modelli e strumenti come ArcHydro e Hec-GeoRAS con l'immissione di parametri di ingresso validati e soprattutto realmente rilevati nel corso degli eventi alluvionali.

A research is currently in development, which goal is to support the prevention of the geomorphological-hydraulic hazard, aimed to the possible reconstruction of paroxystic flooding events in mountain areas, with significant effects induced on the territory. The survey is placed among the complex activities carried out in the last 35 years by CNR-IRPI (Turin) for the identification of the intrinsic critical territory situations, so to detect different risk scenarios. The collection of commonly used procedures (particular inspections, photo-interpretative analysis, historical and geomorphological-hydraulic survey), data organization and analysis (managed with E.S.R.I. ArcGIS 9.1 software, through Turin-based society G.I.S. 2000 S.r.l. technical support and experience) will make use of the application of appropriate models and tools like ArcHydro and Hec-GeoRAS with the input of validated entry parameters, in particular real data obtained during alluvial events.

Il Progetto

Alla luce dei sempre più conclamati eventi di rischio per frane ed alluvioni in ambiente montano connessi alla crescente fruizione antropica (intesa come frequentazione occasionale, spesso non responsabile, di ambienti severi, ad esempio con l'apertura di nuove strade, la realizzazione di attraversamenti fluviali, la costruzione di insediamenti in zone ad altro rischio), appare necessario disporre di un robusto approccio conoscitivo dei processi che possono occorrere in caso di eventi parossistici, degli effettivi spazi naturali di cui i corsi d'acqua si possono riappropriare, delle zone di invasione di frane e dell'estensione di fenomeni di versante, e non solo. A ciò si aggiungono regole comportamentali anche elementari che spesso vengono trasgredite seppure involontariamente in occasione di saltuari approcci con l'ambiente montano (es. siti di ricreazione temporanea quali campeggi). A ciò si aggiunge che da analisi statistiche in corso presso il CNR-IRPI risulta che circa

il 40% degli eventi naturali che ha fatto registrare vittime negli ultimi secoli è ascrivibile alla dinamica torrentizia (primi fra tutti i processi di colata detritica). Nell'ambito delle attività condotte in materia di prevenzione idrogeologica e soprattutto di protezione civile, settore nel quale le attività dell'IRPI si vanno a collocare da almeno un trentennio, particolare importanza riveste la metodologia di lavoro e l'approccio organizzativo che, nel caso specifico si basa su analisi a carattere multidisciplinare (storica, geo-morfologica, forestale e ingegneristica). Da qui la necessità di disporre di elementi conoscitivi nel più breve tempo possibile che possano essere rapidamente "recuperati" in corso di evento. Nello specifico, l'intento del progetto in corso consiste nell'approntare differenti metodologie d'indagine per l'acquisizione degli elementi fondamentali per lo studio della pericolosità torrentizia (soprattutto la base cartografica e la delimitazione delle aree di pertinenza di corsi d'acqua, e l'influenza delle precipitazioni nei diversi ambiti geomorfologici e topografici). Fase iniziale del presente progetto consiste quindi nel confrontare l'approccio tradizionale, già consolidato, di definizione geomorfologica degli areali di pertinenza di corsi d'acqua (che si basa sull'osservazione di foto aeree multitemporali e analisi cartografica di dettaglio) con l'applicazione di sistemi informatici innovativi, che velocizzino le operazioni iniziali d'indagine geomorfologica per dare maggior spazio e tempo agli approfondimenti tematici che di volta in volta possono presentarsi.

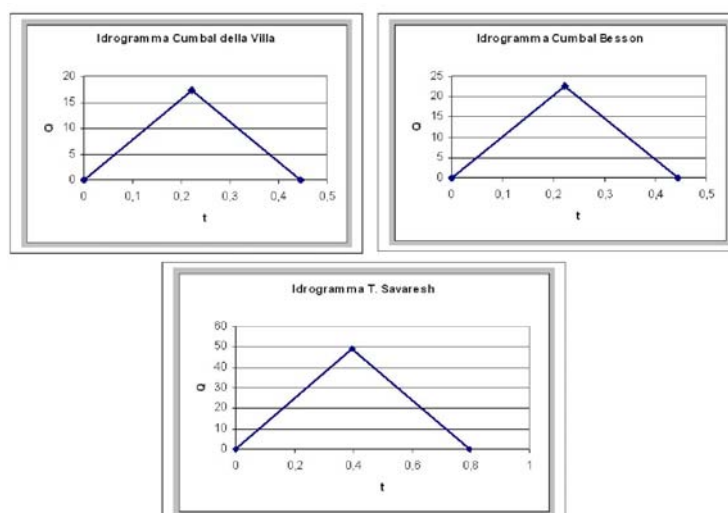
Nella seconda fase dello studio, in corso di realizzazione, dopo aver applicato il metodo Tropeano&Turconi (1999) ed aver stimato così su base storico-geomorfologica il potenziale detritico mobilizzabile nei bacini considerati, ci si propone di gettare le basi per l'individuazione di un metodo integrato di valutazione dei deflussi solido-liquidi con il supporto di modelli d'indagine avanzati sulla base di dati di ingresso inerenti gli afflussi idrici calcolati.

Per descrivere dal punto di vista idraulico-idrologico il comportamento dei torrenti considerati in risposta alle sollecitazioni meteopluviometriche, si è ricavato un idrogramma di piena di riferimento.

Avendo a che fare con bacini minori non dotati di strumentazione di misura specifica, si è scelto di applicare una formula razionale per il calcolo della portata di picco da cui si è desunto un semplice idrogramma di tipo triangolare ipotizzando una crescita lineare delle portate, con un apice in corrispondenza del tempo di corrivazione (T_c) del bacino.

Si assume pertanto una precipitazione uniformemente distribuita nello spazio e nel tempo, abbinata a una curva di possibilità climatica.

Le diverse espressioni della formula razionale, in generale, consentono di pervenire ad un valore approssimato della portata di picco attraverso i semplici elementi morfometrici del bacino, ovvero parametri quali l'area, la pendenza e la lunghezza dell'asta principale; formule di questo tipo sono basate sul concetto di tempo di corrivazione: per un'assegnata intensità di pioggia la massima piena si verifica quando la durata della pioggia raggiunge o supera il tempo di concentrazione del bacino.



Ambito di indagine e analisi preliminari

Alla luce dei numerosi casi di studio proponibili in tutto l'arco alpino piemontese, la scelta è ricaduta su alcuni bacini idrografici di piccole dimensioni localizzati in un settore alpino estremamente vulnerabile a processi torrentizi, anche di rilevante estensione e ricaduta economico-sociale quale l'alta Valle Varaita; ambito questo di particolare criticità geomorfologica, per la predisposizione naturale a fenomeni di colata detritica torrentizia e di instabilità di versante, da oltre 50 anni "dormienti", salvo episodi localizzati nel corso di eventi temporaleschi (es. giugno 2000, luglio 2002).

In particolare si sono scelti tre bacini in territorio di Pontechianale, inferiori a 5 km², per i quali si è definita la conformazione ed il rilievo sia con metodo tradizionale (di disegno manuale mediante interpretazione e definizione delle geometrie con ausilio di foto aeree e trasposizione su base cartografica informatizzata) che con strumenti GIS specifici sviluppati dalla ESRI: ArcHydro e Hec-GeoRAS.

Il risultato della procedura classica è sintetizzata nella seguente tabella:

Denominazione del corso d'acqua	Comune	Hmax [m s.l.m.]	Hmin [m s.l.m.]	Area planim. [km ²]	Lunghezza asta principale [km]
Cumbal della Villa	Pontechianale	2754	1650	1,29	2,54
Cumbal Besson	Pontechianale	2646	1700	1,68	2,07
T. Savaresch	Pontechianale	3080	1670	4,97	4,38

Con la metodologia innovativa (ArcHydro) i parametri sono risultati:

Denominazione del corso d'acqua	Comune	Hmax [m s.l.m.]	Hmin [m s.l.m.]	Area planim. [km ²]	Lunghezza asta principale [km]
Cumbal della Villa	Pontechianale	2742	1632	1,28	2,38
Cumbal Besson	Pontechianale	2688	1701	1,16	2,93
T. Savaresch	Pontechianale	3081	1692	4,75	4,93

Per ciò che concerne l'approccio metodologico per lo studio quantitativo di piccoli bacini montani, soggetti nel tempo a fenomeni di colata detritica torrentizia (debris flow) e/o di apporto solido a carattere impulsivo (Tropeano&Turioni, 1999), che si propone in quanto ha già dato soddisfacenti risultati, se confrontato a volumi già storicamente conosciuti per eventi di piena parossistica alla scala di singolo bacino o a casi recentemente avvenuti, i risultati ottenuti per i tre bacini considerati sono sintetizzati di seguito:

Corso d'acqua	Area effettiva [km ²]	Pendenza bacino [%]	Volume ipotizzato [m ³]
Cumbal Besson	1,9	47,5	14.650
T. Savaresch	5,6	50	61.400
Cumbal della Villa	1,5	79	60.750

Metodologia d'indagine

In appoggio alle fasi di analisi e d'interpretazione dei dati raccolti negli anni dal CNR, per il sopra citato progetto, sono stati utilizzati strumenti GIS innovativi normalmente poco sfruttati in Italia. Dal punto di vista informatico, si è partiti con la realizzazione di un "Geographic Data Model", riassumibile in modo schematico nella figura2, utilizzando estensioni e strumenti del software E.S.R.I. ArcGIS ArcView 9.1: Spatial Analyst, 3D Analyst, ArcHydro ed Hec-GeoRAS.

Figura 2 - Temi del modello dati di ArcHydro (David R. Maidment, 2002)

	<p><i>Fiumi:</i> Deriva da elaborazioni del modello digitale del terreno e da cartografie vettoriali Utilizzato per effettuare analisi dei fiumi e per uso cartografico</p>
	<p><i>Aree di drenaggio:</i> Deriva dal modello digitale del terreno Utilizzato per valutare il flusso dell'acqua nei fiumi</p>
	<p><i>Idrografia:</i> Deriva da mappe già esistenti (es. Carte Tecniche Regionali) Utilizzato come layer idrografico in mappe topografiche</p>
	<p><i>Canali:</i> Deriva dal modello digitale del terreno (Surface model) Utilizzato per le analisi idrauliche</p>
	<p><i>Modello digitale del terreno:</i> Deriva dal modello di elevazione del terreno (Digital elevation models) Utilizzato per ricavare il reticolo idrografico e le aree di drenaggio</p>
	<p><i>Risposta della precipitazione (RunOff):</i> Deriva dalla combinazione degli strati quali: il terreno, il tipo di vegetazione ed l'utilizzazione delle terre Utilizzato per valutare le aree d'inondazione o gli strati di siccità</p>
	<p><i>Ortofoto:</i> Derivano da archivi di foto aeree e satellitari Usate come mappe di sfondo per fotointerpretazione</p>

Tramite le prime due estensioni si è cercato, nel limite del possibile, di ottenere un discreto modello del terreno in 3D, poiché la limitazione che si è avuta è stata la mancanza di un DTM (Digital Terrain Model) in scala 1:2000 o 1:2500 con un passo di almeno 10m. Si è dovuto utilizzare il DTM della Regione Piemonte con un passo di 50m la cui determinazione delle quote è avvenuta con modalità fotogrammetrica, con valori desunti per interpolazione dalle quote relative ai profili di scansione a partire dalle riprese aeree utilizzate per la formazione della CTR in scala 1:10000.

Tenendo conto di questa limitazione si è utilizzato il DEM da noi elaborato per ottenere, tramite la toolbar "ArcHydro9", i bacini e i sottobacini oggetto di studio (non più disegnati manualmente), i corrispettivi reticoli idrografici e la rappresentazione grafica in 3D dei canali, indispensabili per le analisi idrauliche.

Tutte le informazioni geometriche ottenute nel modo sopra elencato sono state raggruppate secondo il modello dati elaborato dalla ESRI: "ArcHydro data model".

Si è creato dunque un personal geodatabase comprendente, oltre che le rappresentazioni geometriche anche una serie di attributi delle features calcolati tramite la toolbar ArcHydro (es. aree, lunghezze delle aste principale, pendenze e quote medie per ogni bacino e sottobacino, le lunghezze dei tratti d'alveo a monte e valle di un preciso punto lungo il corso d'acqua, etc.). Nel personal geodatabase sono state archiviate anche informazioni quantitative raccolte o calcolate nel tempo dal C.N.R. (es. gli apporti solidi calcolati con il metodo "Tropeano&Turconi 1999", le portate di progetto calcolate in opportune sezioni lungo i corsi d'acqua e i corrispettivi idrogrammi di piena etc.); il valore aggiunto di questo geodatabase è che ogni informazione quantitativa è connessa, tramite opportune relazioni, ad un elemento geometrico del Data Model.

Creato il piccolo Sistema Informativo Idrologico (Hydrologic Information System), i dati attinenti agli alvei (le sezioni trasversali, le sponde, le eventuali strutture longitudinali e trasversali al canale: ponti, argini artificiali, briglie; etc.) sono stati esportati in un nuovo personal geodatabase generato attraverso la toolbar Hec-GeoRAS secondo il modello dati realizzato dalla ESRI: "GeoRasDataModel".

Tramite questa toolbar i dati sono stati esportati in file compatibili con il software Hec-Ras 3.1.3 con il quale è stato possibile simulare il comportamento dei fiumi, in prossimità di un'area di interesse, durante piene con portate riferite ad eventi pluviometrici con tempo di ritorno di cento anni.

Hec-GeoRAS ha permesso di definire tutti i valori dei parametri necessari per la simulazione in Hec-Ras (localizzazione del canale principale, rappresentazione geometrica delle sezioni trasversali, distanze tra una sezione e quella successiva, coefficiente di Manning, ..., etc).

Fatta girare la simulazione in Hec-Ras il risultato è stato importato su ArcGis tramite la toolbar Hec-GeoRas ed archiviato insieme a tutte le altre informazioni all'interno del personal geodatabase.

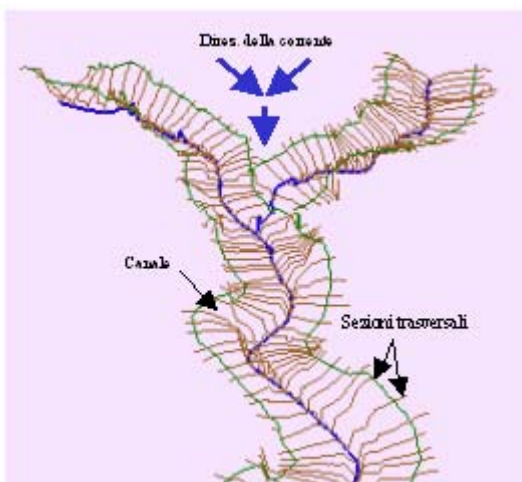


Figura 3 – Rappresentazione in 3D di un tratto del canale

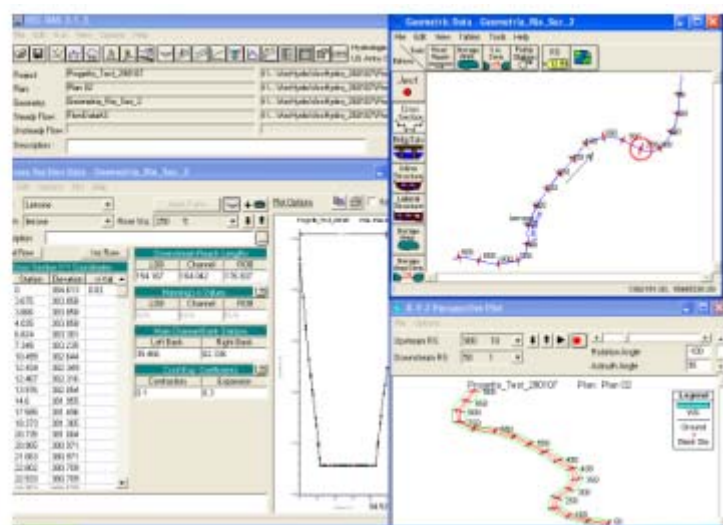


Figura 4 – Hec-Ras 3.1.3

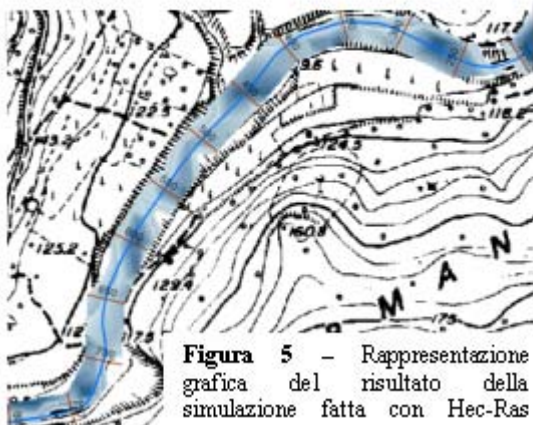


Figura 5 – Rappresentazione grafica del risultato della simulazione fatta con Hec-Ras



Figura 6 – Particolare del Bacino Cumbal Besson

Grazie a queste tecnologie è stato dunque possibile raccogliere ed archiviare all'interno di uno stesso progetto informazioni di diversa natura relative ad un determinato bacino, ed utilizzare le medesime informazioni per compiere analisi e valutazioni di tipo idrografiche.

Conclusioni

Di particolare importanza è risultato l'impiego delle tecniche informatiche di analisi cartografica e lettura del territorio, in quanto la discrepanza con il metodo tradizionale in due casi è risultata accettabile, mentre nel terzo è stato riscontrato un errore nella rappresentazione del bacino Cumbal Besson realizzata con il metodo manuale; l'errore è giustificabile con il fattore interpretativo che lascia ampio margine alla scala della cartografia utilizzata 1:10000, ma che è facilmente

ridimensionabile o con l'ausilio di cartografie di base più di dettaglio o con l'integrazione della fotointerpretazione. Inoltre, come già detto precedentemente, i risultati differiscono principalmente a causa della bassa qualità dei dati di partenza del DTM utilizzato.

Per ciò che concerne l'applicazione integrata di metodi di valutazione degli apporti solidi e liquidi si tratta di approcci d'indagine preliminare, ancora in corso, che necessitano di diverse repliche e di una casistica più ampia di applicazione.

Software Utilizzati

Tipo	Software	Produttore
Client GIS	ArcGIS 9.1 (ArcView)	ESRI
Extension ArcGIS	Spatial Analyst, 3D Analyst	ESRI
Extension ArcGIS	ArcHydro, Hec-GeoRAS	ESRI

Bibliografia

Tropeano D., Turconi L. (1999), "Valutazione del potenziale detritico in piccoli bacini delle Alpi Occidentali e Centrali", CNR-IRPI /GNDCI, Pubbl. n. 2058 Linea 1, pp. 151, ottobre 1999.

Tropeano D., Turconi L. (2001), "L'evento del 13 giugno 2000 nelle Alpi Occidentali: effetti sui versanti e nella rete idrografica", Pubbl. n. 2507, Linea 1, CNR-GNDCI, 269 pp.

Tropeano D., Turconi L. (2003), Geomorphic classification of alpine catchments for debris-flow hazard reduction; Atti Convegno: "Debris-Flow Hazards Mitigation: Mechanics, Prediction and Assessment", Davos 10-12 settembre 2003, Rickenmann & Chen (Eds), Millpress, Rotterdam, pp. 1221-1232.

Tropeano D., Turconi L. (2004), Using historical documents in landslide, debris flow and stream flood prevention. Applications in Northern Italy, Natural Hazards 31, pp. 663-679, 2004 Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.

Turconi L, Rigano L., (2006), Gli scenari di rischio in ambiente alpino individuati da indagini territoriali, Poster presentato alla Nona edizione della Conferenza Italiana utenti ESRI, Roma 2006.

David R. Maidment (2002), "ArcHydro - GIS for water Resources", ESRI Press, California 2002.