

N° 1  
2009

GeoEye - CNN

Rivista bimestrale - anno 13 - Numero 1/09 - Sped. in abb. postale 70% - Filiale di Roma

# GEO MEDIA

La prima rivista italiana di geomatica e geografia intelligente

► Il settore pubblico  
tra geomatica e web 2.0

► Percezione e intenzione  
d'utilizzo dei GIS nella PA

► ArcGIS, quale database spaziale?

► Valutare le potenzialità  
fotovoltaiche in ambiente GIS

► GOCE: l'ora della verità

[www.rivistageomeia.it](http://www.rivistageomeia.it)

# Gestire il rischio idrogeologico in ambiente GIS con GPS e dati ad alta definizione

di Fabio Nicotera e Massimo Maso

Il seguente lavoro, già presentato nella Giornata di Studio Sistemi Informativi - Analisi e Gestione del Territorio tenuta presso l'Università di Parma il 30 settembre 2008, fa riferimento ad un caso di studio svolto presso il Comune di Nizza Monferrato (Asti); l'esperienza sottolinea l'utilità dell'integrazione tecnologica in funzione della pianificazione degli interventi su aree soggette ad esondazioni. L'articolo qui riportato è il risultato del lavoro svolto presso il laboratorio di Project Work dell'Università IUAV di Venezia Dipartimento di Pianificazione - Facoltà di Pianificazione.

Le conoscenze scientifiche oggi a disposizione consentono un approccio più efficace nel definire le problematiche insite nel rapporto ambiente-antropizzazione e ofrono, inoltre, una capacità di intervento tale da rendere compatibile lo sviluppo socio-economico con l'assetto del territorio.

In quest'ottica, lo studio espresso in queste pagine ha come fine principale quello di mettere in evidenza l'efficacia dell'utilizzo di tecnologie integrate, come i sistemi di rilevamento aerofotogrammetrici, i sistemi di telerilevamento satellitare GPS e i sistemi GIS, per la definizione della topografia a grande dettaglio e per l'applicazione di modelli finalizzati alla valutazione della pericolosità da esondazione, offrendo nuovi strumenti a sostegno delle politiche decisionali in ambito di pianificazione urbanistica.

Il materiale bibliografico, cartografico e digitale disponibile, integrato con un rilievo plano-altimetrico ad alta risoluzione con tecnica GPS, è stato inserito all'interno di un software GIS ed è stato sottoposto ad una serie di elaborazioni che hanno consentito di acquisire dati morfologici ad alta risoluzione utili ad infittire il modello digitale del terreno già disponibile.

La seconda fase dello studio ha riguardato l'applicazione di un modello digitale per la verifica della pericolosità da esondazione, sulla base delle altezze idrometriche potenzialmente verificabili o storicamente già verificate in occasione di eventi alluvionali.

Ciò ha consentito di definire, con alta precisione, le modalità di invasione dell'abitato in esame da parte delle acque di esondazione e di effettuare, inoltre, un confronto con le aree attualmente considerate maggiormente a rischio dal punto di vista urbanistico.

## Il rischio idrogeologico

L'individuazione delle aree soggette a rischio idrogeologico è delegata a soggetti istituzionali. In Italia, tra

gli organi preposti all'amministrazione civile dei suoli, l'Autorità di Bacino ha compiti essenzialmente riconducibili alle attività di pianificazione e di programmazione nell'intero bacino idrografico di competenza.

Tali attività vengono attuate principalmente mediante il Piano di Bacino Idrografico, ove sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa ed alla valorizzazione del suolo nonché la corretta utilizzazione delle acque, sulla base delle caratteristiche fisiche e ambientali del territorio interessato.

L'Autorità di Bacino, attraverso lo strumento del Piano, ha quindi il compito di definire i limiti delle utilizzazioni compatibili con le finalità di tutela degli elementi fisici e con lo sviluppo sostenibile delle attività che in esso si svolgono, trattando unitariamente e in modo integrato tutti gli aspetti dell'ambiente fisico del bacino.

Per un corretto sviluppo e una consapevole pianificazione dei piani di bacino, risulta necessario disporre di strumenti che descrivano con elevata accuratezza la geometria e la morfologia dei territori che costituiscono i bacini idrografici ed in particolare le aste fluviali.

## Tecnologie utilizzate

Il sistema satellitare di posizionamento GPS consente, attraverso la tecnica di misurazione differenziale (DGPS), di ottenere una precisione centimetrica soprattutto se la conversione delle coordinate dei punti avviene facendo riferimento al modello gravimetrico locale o anche, in automatico, con software dedicati. La tecnica di rilevamento basata sul DGPS viene applicata in questo studio con l'obiettivo di acquisire dati morfologici ad alta risoluzione per la realizzazione di un modello digitale del terreno. La finalità ultima è quella di applicare al DTM così prodotto, un modello di simulazione statico delle altezze idrometriche che consenta di apprezzare cartograficamente l'estensione delle aree inondabili

all'interno del centro urbano oggetto di studio, per poi confrontarle con le aree delimitate dalle fasce A, B e C del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali dell'Autorità di bacino del fiume Po, inserite nelle classi di alta pericolosità geomorfologica nel Piano Regolatore Generale Comunale.

La strumentazione utilizzata è costituita da un ricevitore GPS *Sokkia GSR2700 IS*. Si tratta di un ricevitore GPS a doppia frequenza, ad alta precisione, completamente integrato e adatto per misure in *real time* e in *post-processing*. Il GSR2700 IS è dotato di connessione Bluetooth che permette dunque la comunicazione dei dati tra il ricevitore ed il registratore in modalità wireless. La trasmissione delle correzioni differenziali avviene utilizzando sia un radio modem interno UHF che un sistema GSM. Le coordinate ellissoidiche dei punti rilevati, riferite al sistema WGS84, sono state convertite in coordinate ortometriche con il software *Verto 2* in modo da consentire la georeferenziazione dei punti sulla Carta Tecnica Regionale secondo il sistema Gauss-Boaga (in questo caso il confronto tra le coordinate dei punti rilevati e quelle di punti noti ha dato ottima corrispondenza dimostrando la validità della trasformazione in automatico)

### Metodologia

Dall'archivio dell'Istituto Geografico Militare è stata tratta la monografia di un punto geodetico ubicato nei pressi dell'area di riferimento, in corrispondenza di questo, è stata posizionata una stazione master.

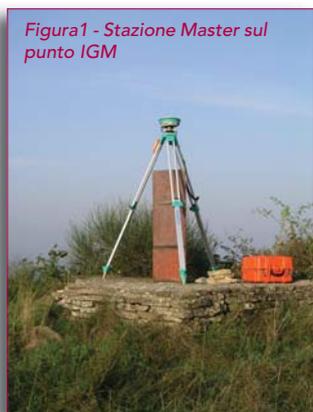


Figura 1 - Stazione Master sul punto IGM

Attorno al perimetro di rilevamento sono stati rilevati, in modalità statica, quattro punti di controllo e successivamente si è proceduto al rilievo topografico in modalità RTK dell'area di riferimento. Nella successiva fase di *post-processing*, le coordinate dei punti rilevati sono state trasformate da ellissoidiche a ortometriche e riferite al sistema Gauss-Boaga; sono state poi integrate

nel DEM a bassa risoluzione rilevato con tecnica aerofotogrammetrica tradizionale, già disponibile, per il suo infittimento, con interpolazione secondo il metodo del *nearest neighbour*.

Ottenuto il DEM ad alta risoluzione, si è proceduto alla definizione degli scenari di esondazione applicando il modello statico di simulazione delle altezze idrometriche. Operativamente, un modello di simulazione statica delle altezze idrometriche può definire geometricamente l'area potenzialmente inondabile da un corso d'acqua sulla base della topografia di dettaglio fornita da un modello digitale del terreno.

In riferimento a questo modello semplificato, è stato anche possibile classificare le aree inondabili in settori a diversa pericolosità, in base alle differenti energie di deflusso derivanti dalle diverse altezze idrometriche.

Nel caso che qui si è inteso esaminare, per le altezze idrometriche di riferimento sono stati considerati i più alti valori effettivamente riscontrati in eventi "storici" e

valori definiti "di progetto" riferibili alle opere idrauliche realizzate o in fase di ultimazione a seguito dell'ultimo evento alluvionale verificatosi nel novembre 1994.

### Il sistema informativo

L'intera analisi territoriale fin qui sviluppata trova espressione all'interno di un Sistema Informativo Territoriale costruito con ArcGIS 9.0. Le coordinate ellissoidiche rilevate con il sistema GPS e poi convertite in ortometriche, sono state inserite all'interno del preesistente database che costituisce il DTM, aumentando significativamente la risoluzione al suolo del rilevamento topografico. Il confronto tra gli scenari di esondazione delineati con il modello di simulazione statica delle altezze idrometriche e le aree inserite nella classe di maggiore pericolosità geomorfologica nel PRGC, risulta assolutamente immediato, consentendo di definire quali sono le aree, all'interno del centro urbano, da considerare effettivamente a maggior pericolosità in funzione di ciascun evento di esondazione associato ad una particolare altezza idrometrica.

Interrogando il SIT con semplici *query*, è stato possibile effettuare un'ulteriore e conclusiva analisi. Sulla base di un criterio di gradualità, e facendo riferimento all'altezza idrometrica massima considerata, ampiamente cautelativa rispetto alle quote di progetto riferibili alle opere di difesa e mitigazione delle piene fluviali, si è pervenuti alla definizione di tre aree a differente pericolosità:

- area P1 a bassa pericolosità geomorfologica per i settori di territorio invasi da acque con altezze inferiori a m 0,50 sul piano campagna e quindi da considerarsi a bassa energia di deflusso.

- area P2 a media pericolosità geomorfologica per i settori di territorio invasi da acque con altezze comprese tra m 0,50 e m 1,00 sul piano campagna e quindi da considerarsi a media energia di deflusso.

- area P3 ad alta pericolosità geomorfologica per i settori di territorio invasi da acque con altezze superiori a m 1,00 sul piano campagna e quindi da considerarsi ad alta energia di deflusso.

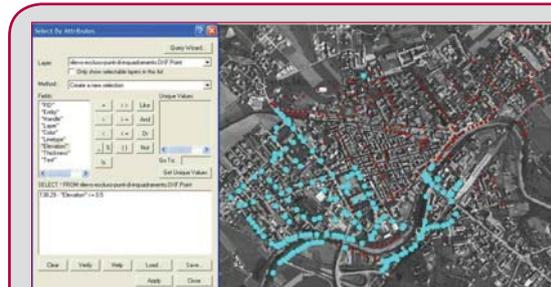


Figura 2a- Definizione area di bassa pericolosità - P1 - Battente idrico < m 0.50

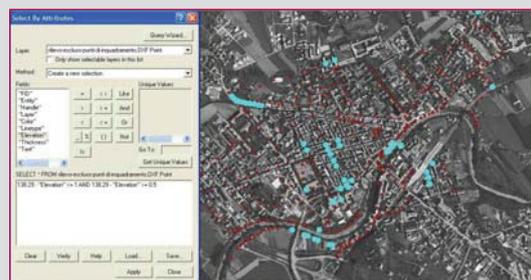


Figura 2b- Definizione area di moderata pericolosità - P2 - Battente idrico > m 0,50 e < m 1.00+

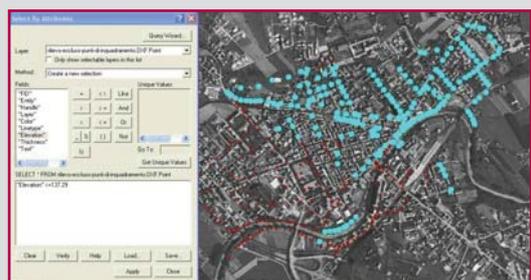


Figura 2c- Definizione area di alta pericolosità - P3 - Battente idrico > m 1.00

Da questa analisi appare chiaro come la definizione delle aree da sottoporre a particolari restrizioni urbanistiche in funzione della pericolosità da esondazione, potrebbe essere meglio articolata e fondata su parametri privi di qualsiasi soggettività.

### Conclusioni

Il metodo di analisi territoriale qui proposto, nella sua oggettiva semplicità concettuale, è risultato decisamente affidabile in relazione al confronto con le ricostruzioni cartografiche degli eventi storici registrati, considerando tutti i limiti insiti in queste ultime e le oggettive variazioni topografiche intervenute nel tempo.

Altro grande punto di forza del metodo qui descritto riguarda la rapidità di esecuzione utilizzando tecnologie integrate già ampiamente diffuse. Nel caso di studio, in particolare si è dovuto procedere all'infittimento del DEM, di origine aerofotogrammetrica, attraverso uno specifico rilevamento in situ con tecnica GPS che ha consentito di ottenere i risultati attesi in tempi comunque molto contenuti.

Dal punto di vista concettuale appare evidente come il dato relativo all'altezza idrometrica sia il più significativo ai fini della definizione della pericolosità da esondazione. Operando sugli effetti finali, il modello fotografa una situazione di pericolosità oggettiva che prescinderebbe completamente dalle cause che la determinano: non è importante, in prima analisi, sapere se l'esondazione avviene per cause naturali o per problemi derivanti dall'incuria o dall'antropizzazione; è importante sapere quale sarà la superficie coinvolta in corrispondenza di una certa altezza raggiunta dall'acqua al momento dell'esondazione. Questo aspetto, unito alla rapidità di applicazione del metodo, costituisce uno strumento

estremamente valido per la definizione delle aree a più alta pericolosità geomorfologica in caso di esondazione.

In quest'ottica, è assolutamente evidente che anche i costi di applicazione di un modello di simulazione statica delle altezze idrometriche risulteranno contenuti il che, obiettivamente, costituisce un ulteriore elemento di interesse soprattutto ai fini dell'applicabilità del metodo in ambito di pianificazione territoriale.

È tuttavia da considerare che il metodo qui descritto, risulta efficace a scala di piano regolatore e su aree di pianura e può essere applicato a scala di bacino solo per settori più o meno omogenei. Non è applicabile infatti in aree di montagna in presenza di acclività accentuate. **G**

### Bibliografia

- F. Buffa – G.P.S. *Sistema di rilevamento satellitare della posizione – Il modello delle telecomunicazioni* – 2001 – 2005
- P. Dana – *Global Positioning System Overview* – Dep. Of Geography – University of Texas, 1994
- M. Maso - *Utilizzo della tecnologia LIDAR per l'analisi del rischio idrogeologico SIT per la valutazione e mitigazione del rischio idrogeologico: tecniche geomorfologiche e strategie applicative sui bacini fluviali dell'Alto Adriatico* - Asita 2005
- F. Nicotera – *Il rischio idrogeologico nella pianificazione territoriale – Proposta metodologica operativa per il caso della Valle Belbo (Piemonte meridionale)* – *Geologia dell'Ambiente* anno III n.4 – Dicembre 1995
- SOKKIA – GSR2700 IS – *Manuale operativo u-Nav Microelectronics* – *GPS Signals and Data*
- J.M. Zogg – *GPS Basic* – U-BLOX ag- 2002



**Figura 3a-** Area del centro urbano soggetta alle maggiori restrizioni urbanistiche derivanti dalle peculiarità idrologiche del torrente Belbo e del rio Nizza. Le diverse classi sono da riferirsi a diverse prescrizioni urbanistiche.



**Figura 3b-** Simulazione di esondazione con altezza idrometrica di m 136,30 s.l.m. corrispondente alla fase di esercizio di tutte le opere di sistemazione idraulica sull'asta fluviale



**Figura 3c-** Simulazione di esondazione con altezza idrometrica di m 138,29 s.l.m.

### Abstract

#### GPS and GIS integrated technologies to manage hydrogeological risk

The available data and those obtained in-the-field using new technologies, as the satellite remote sensing method, based on GPS, were used to fill a database for a Geographical Information System and allowed the generation of a high resolution digital elevation model. After this, a static hydrometric height simulation model was applied to verify the correct flood risk using historical or calculated hydrometric heights. This method, based on integrated technologies illustrated which part of the reference area is under threat of being invaded by flood waters. Finally, a comparison between the extension of this area and those considered at high risk by local legislation, concluded this work.

### Autori

FABIO NICOTERA - Geologo  
Strada Bricco, 47 14049 Nizza Monferrato (AT)  
tel. - fax 0141 701138  
e-mail: [fabio.nicotera@geologi.it](mailto:fabio.nicotera@geologi.it)

MASSIMO MASO - IUAV università di Venezia  
Facoltà di pianificazione del territorio  
Cà Tron Santa Croce 1957 – VENEZIA