

SIT per la valutazione e mitigazione del rischio idrogeologico: tecniche geomatiche e strategie applicative sui bacini fluviali dell'Alto Adriatico

Massimo MASO

Autorità di Bacino dei Fiumi dell'Alto Adriatico – Dorsoduro 3593, 30123 VENEZIA,
tel. 041-714444-714343, fax 041-714313, e-mail: Remote.sensing@adbve.it

Riassunto:

Il presente lavoro è il risultato di una ricerca applicativa, propone una linea metodologica per la programmazione, l'acquisizione e l'elaborazione di dati geospaziali ad alta risoluzione.

Le informazioni derivate da tali dati sono propedeutiche alla realizzazione di un Sistema Informativo Territoriale orientato al supporto delle decisioni pianificatorie nell'ambito operativo della valutazione e mitigazione del rischio idrogeologico sulle aree di competenza dell'Autorità di Bacino per i Fiumi dell'Alto Adriatico.

ABSTRACT

The planning and development of territorial basin plans calls for an instrument capable of correctly describing the geometry and altimetry of the ground being analysed, i.e. a precise DTM. This project aims at acquiring and processing the remote sensing of data and images obtained through an optech ALTM 2033 airborne laser scanner system integrated with a digital camera ROLEI DB 44 METRIC; at the same time the bathymetric scanning is made using RESON seabat 9001 multibeam sonar. The final product, obtained with the fusion of data, describes extensively the physiographic features of the target area. It provides a precise, complete and point dense topographic model of the main branch of the high Adriatic basin Rivers and the subsequent realization of geographical related products such as DTMs and 1:5000 digital orthophotos. As official quality standards are still not available, the present work has taken into account the creation of tenders and test regulations, to obtain products with tolerance values superior to those within the cartographic reference scale.

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 e alla valorizzazione del suolo e 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 lavoro, dopo un esame delle tecniche passate e degli studi più recenti, presenta un progetto di un sistema informativo territoriale, applicazione ai dati raccolti durante una diversificata serie di campagne di misura su di una estensione di circa 1500 Km², relativa alle aree sottese ai bacini di competenza nelle Regioni Veneto e Friuli Venezia Giulia.

Le campagne di misura sono state commissionate dall’Autorità di Bacino per i fiumi dell’Alto Adriatico, sulla base di norme tecniche di capitolati speciali di appalto per gare a base Europea progettati dall’autore, che ha avuto la delega alla direzione dei lavori .

Il piano complessivo delle attività, progettate per generare la base cartografica informativa indispensabile alle operazioni di pianificazione, ha previsto l’esecuzione delle seguenti campagne di misura:

- Rilievo laseraltimetrico aerotrasportato per le componenti altimetriche
- Rilievo aereofotogrammetrico
- Rilievo batimetrico per le componenti di profondità delle superfici liquide
- Rilievo di sezioni idrauliche trasversali
- Rilievo del valore di anomalia microgravimetrica e calcolo del geoide locale

I dati derivati dalle singole campagne di rilievo costituiscono i soggetti che, integrati, hanno consentito di ottenere un accurato prodotto totale di fusione che descrive, unitamente alle caratteristiche morfologico/batimetriche dei fondali delle aste fluviali, anche i descrittori fisiografici delle parti ad esse esterne.

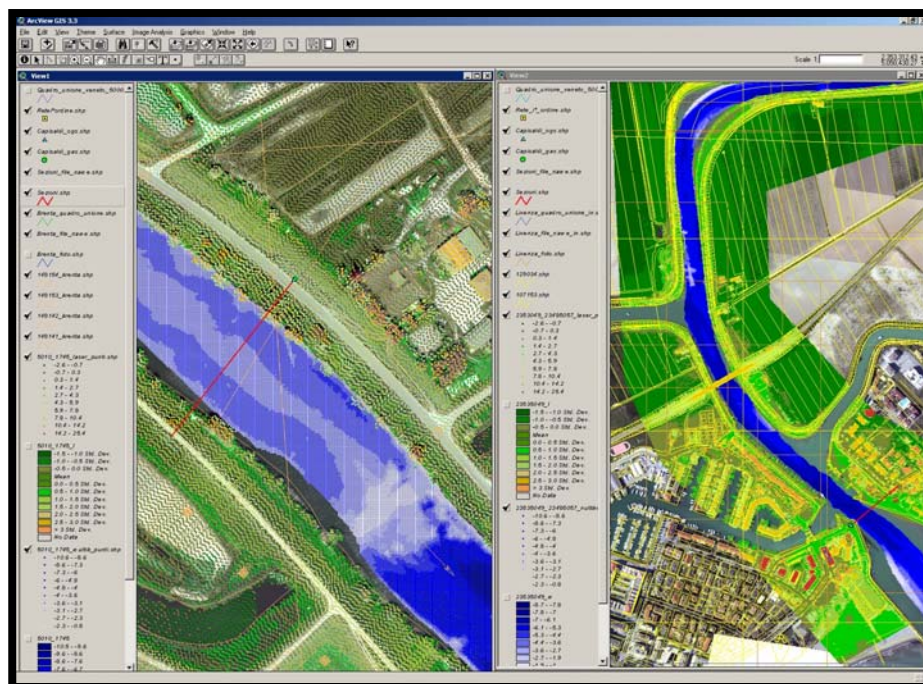


Figura1: Esempio di schermata del GIS

Metodologia

Il presente lavoro analizza in dettaglio le tecnologie, i metodi di misura e l'elaborazione dei dati rilevati durante le campagne e fornisce uno studio per approfondire le conoscenze sull'interpretazione degli stessi.

Nella parte iniziale del lavoro, vengono studiati i concetti preliminari attinenti alle problematiche generali del rischio nell'ambiente e definiti i parametri che concorrono alla valutazione dei fattori di criticità ambientale e le regole che li quantificano. Vengono altresì approfonditi i moderni approcci di tipo probabilistico che, considerato un assegnato tempo di ritorno espresso in anni, stimano il valore più probabile della grandezza idrologica (l'altezza della pioggia), o idraulica. E' su questa base che si determinano le scelte e il dimensionamento degli interventi strutturali (opere) o non strutturali (prevenzione) da pianificare per la mitigazione dei rischi. Sempre in questa parte, vengono sinteticamente descritti gli strumenti modellistici e chiarite le procedure operative adottate nel processo di perimetrazione di aree considerate a rischio e la relativa restituzione di mappe tematiche.

Dimostrato che ai fini della valutazione dei fattori di rischio ambientale risulta prioritaria e fondamentale la precisa conoscenza planoaltimetrica georeferenziata della geometria del territorio in esame, il lavoro prosegue con la definizione dei parametri di precisione e accuratezza dell'inquadramento geodetico e topografico dei siti oggetto dei rilievi, indispensabili quali punti di riferimento per la georeferenziazione dei dati telerilevati dalle successive campagne. Vengono perciò esaminate le metodologie di analisi delle osservabili che concorrono alla definizione degli elementi geodetici necessari per definire una rappresentazione del territorio quanto più possibile precisa. In particolare, vengono descritte le modalità di esecuzione dei rilievi celerimetrici di dettaglio, esplicitando le norme utilizzate nelle tecniche di posizionamento satellitare differenziale DGPS. In questa parte del lavoro vengono anche definite le modalità di trasformazione delle coordinate GPS nel sistema geoidico locale.

Una parte importante del lavoro è dedicata alle moderne metodologie di acquisizione di dati relativi ai valori di anomalia microgravimetrica e al loro utilizzo nel calcolo di un preciso modello di geoida locale. Questa fase della sperimentazione ha condotto alla determinazione di un modello di elevato dettaglio, utilizzato nelle operazioni di conversione di quote da ellissoidiche a ortometriche.

Una parte fondamentale è dedicata alla esposizione delle moderne tecnologie e alla descrizione delle strumentazioni impiegate per i rilievi dei modelli digitali delle superfici. Specificatamente, la completezza delle aree indagate è stata rilevata da un sistema laserscanner aerotrasportato, che ha scansionato il territorio con una risoluzione superiore a 1 punto ogni m², e durante le fasi di acquisizione del dato laser sono inoltre stati acquisiti i fotogrammi utilizzati per la produzione delle ortofoto.

Per i rilievi batimetrici delle aste fluviali sono state utilizzate tecnologie basate su sistemi sonar multibeam. Tali dispositivi sono progettati per emettere un insieme simultaneo di impulsi acustici ad ampio ventaglio. Ciò ha consentito di ottenere la copertura completa dei fondali indagati, acquisendo il dato batimetrico con una risoluzione spaziale paragonabile (se non migliore) a quella ottenuta con il rilievo aerotrasportato laserscanner e sostanzialmente con lo stesso formato di restituzione.

Durante le operazioni di rilievo batimetrico dei laghi di Tramonti (Pordenone) e del Corlo (Vicenza), sono stati sperimentati dei profilatori sismici a riflessione (sub-bottom profiler) che hanno consentito di acquisire delle sezioni isocronopache dei fondali lacustri. Sono quindi stati studiati i dati sulla composizione morfobatimetrica dei sedimenti profondi dei due bacini idrici.

I dati derivati attraverso l'applicazione delle suddette tecnologie nelle singole campagne di rilievo, costituiscono i soggetti integranti che consentono di perseguire l'obiettivo finale del lavoro, ottenere un prodotto totale di fusione che rappresenta, unitamente alle caratteristiche

morfologico/batimetriche dei fondali delle aste fluviali, anche i descrittori fisiografici delle parti esterne ad esse.

Nella parte conclusiva il lavoro presenta il prototipo del Sistema Informativo Territoriale, per la progettazione del quale si è utilizzato un sistema GIS. L'utilizzo di questa tecnologia ha reso possibile strutturare l'informazione geo-spaziale, relativa ai fenomeni georeferenziati in planimetria e interconnessi tra loro, in un Sistema Informativo Territoriale in grado di gestire con estrema rapidità e precisione notevoli quantità di dati in forma georeferenziata, relazionandoli tra loro secondo esigenze diverse, allo scopo di generare nuove informazioni.

Nella progettazione è stata prevista l'implementazione di modelli matematici bidimensionali per lo studio della propagazione delle piene e dei fenomeni di esondazioni; tali modelli sono strumenti efficaci ed affidabili che consentono la ricostruzione dei diversi possibili scenari e l'analisi spazio-temporale della risposta di un bacino fluviale sollecitato da un evento di piena. Qui si è posta particolare attenzione alle fasi relative alla realizzazione dei modelli tridimensionali del terreno, alle procedure di definizione dei modelli strutturali, nonché alle attività sperimentali eseguite sui dati rilevati utilizzando diversi criteri di interpolazione.

Sono state analizzate diverse metodologie di campionamento e restituzione dei dati; sulla base dei DTM prodotti, potenti strumenti di descrizione territoriale, vengono proposte metodologie di elaborazione che ne permettono la modifica e l'affinamento in relazione ai diversi scopi finali di utilizzo. Utilizzando diversi strumenti applicativi di descrizione, sono stati esaminati i parametri di analisi morfologica derivati dallo studio dei DTM; sono stati quindi collaudati diversi sistemi di analisi e di estrazione di informazioni dai modelli tridimensionali.

Il Sistema informativo

Nell'ambito delle tematiche inerenti la pianificazione territoriale, viene rivolta sempre maggior attenzione ai problemi derivanti dai dissesti idrogeologici ed, in particolare modo, verso quegli aspetti strettamente legati alla messa in sicurezza delle infrastrutture antropiche. In questi casi è ormai consuetudine avvalersi dei cosiddetti GIS.

Con l'utilizzo di questa tecnologia, la gestione dell'informazione geo-spaziale relativa a fenomeni referenziati in planimetria e interconnessi permette di creare veri e propri Sistemi Informativi Territoriali in grado di gestire con estrema rapidità e precisione notevoli quantità di dati in forma georeferenziata, relazionandoli tra loro secondo esigenze diverse, allo scopo di generare nuove informazioni.

Con una definizione estremamente sintetica si può parlare di GIS (Geographical Information System) come un insieme di tecnologie in grado di acquisire, richiamare, trasformare e rappresentare dati spazialmente riferiti.

L'evoluzione dal GIS al Sistema Informativo Territoriale può essere concettualmente riassunta considerando l'obiettivo primario dell'utilizzo di queste tecnologie, ovvero il supporto dato alle decisioni del soggetto pianificatore attraverso un potente insieme di strumenti in grado di accogliere, memorizzare, richiamare, elaborare, trasformare e rappresentare in scenari opportuni dati georiferiti per fornire ai decisori elementi oggettivi di valutazione sui problemi di carattere ambientale.

Le problematiche di pianificazione territoriale in funzione del rischio idrogeologico sono estremamente complesse, con lo sviluppo di algoritmi e applicazioni dedicate e avvalendosi di piattaforme software preesistenti ArcView™ GIS è di Geomedia 4.0 Intergraph, il sistema progettato risulta essere molto più che un mezzo per codificare, memorizzare e richiamare i dati perché (data la natura tridimensionale dei dati) è stato concepito come modello del mondo reale.

Sulla base dei modelli digitali della superficie ad alta risoluzione ottenuti dalle scansioni laser e dalle campagne di misura batimetriche, attraverso l'utilizzo di modelli matematici di

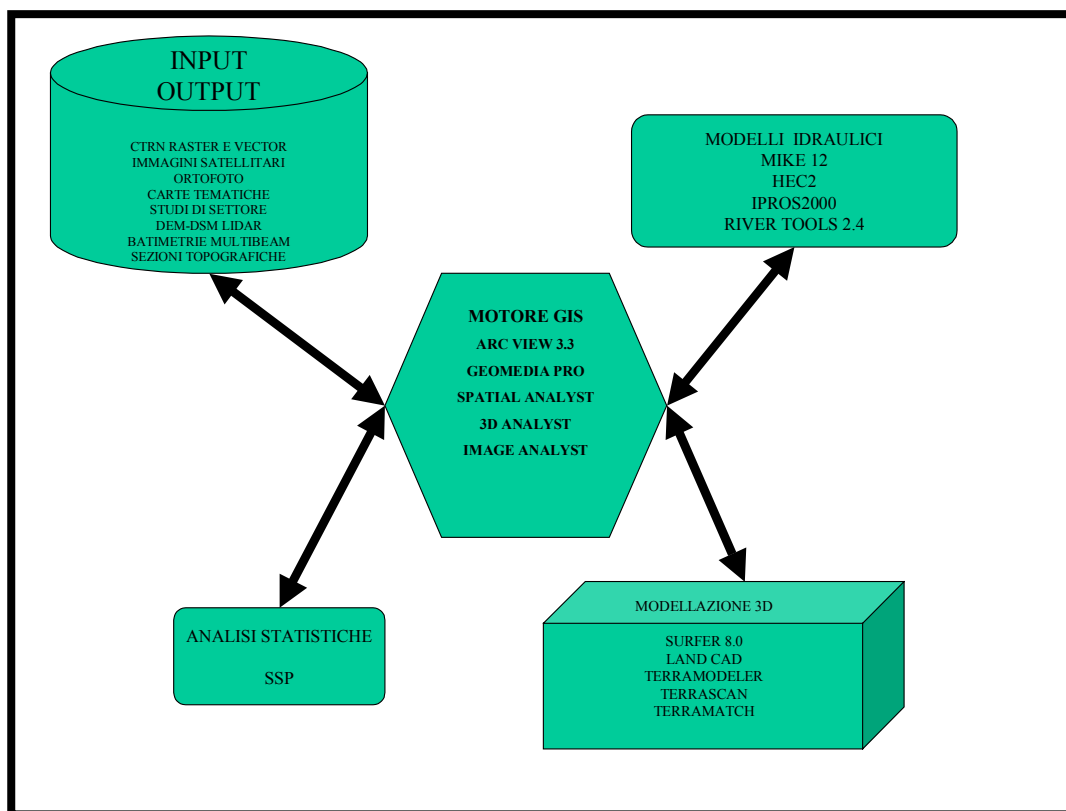


Figura2:Schema a blocchi del sistema informativo

simulazione, con la metodologia proposta, si possono prevenire e prevedere una serie di fenomeni legati al territorio ed è possibile esplorare l'insieme dei possibili scenari ad essi legati, ottenendo una visione delle conseguenze.

Il presente lavoro propone una nuova linea metodologica per la gestione integrata delle informazioni geotopografiche derivate dalle campagne di telerilevamento precedentemente descritte, ai fini di una pianificazione territoriale in funzione della mitigazione del rischio idrogeologico.

Pur avvalendosi di piattaforme e tecnologie GIS preesistenti, tramite l'uso di software e linguaggi sono stati sviluppati nuovi algoritmi e applicazioni dedicate.

In questo modo il sistema informativo si è evoluto, ed è diventato molto di più che un mezzo per codificare, memorizzare e richiamare informazioni: data la natura tridimensionale dei dati, è concepito come modello del mondo reale.

Bibliografia

- AA.VV. (1999), "Laser Altimetry and Flood Risk Assessment" . GIM vol 13 pp. 6-9
- A. BEHAN 2000, "Quality Improvement of Scanning Laser Altimeter Data". Delft University
- AA.VV. 1999, "Airborne Laser Scanning", ISPRS Jnl of Photogrammetry & Remote Sensing 54
- AA.VV. 1999, "Laser Altimetry and Flood Risk Assessment" . GIM vol 13 pp. 6-9
- ACKERMANN F 1999, "Airborne laser scanning for elevation models". GIM Vol . 10 pp. 24-25
Atti della 7ª conferenza ASITA Verona ottobre 2003
- AXELSON P . 200 : "Dem generation from laser scanner using adaptive TIN models". IASPRS
- BRIVIO P.A. , LECHI G., ZILIOLO E., 1990, "Il telerilevamento da aereo e da satellite", C.
- BRIVIO P.A. , LECHI G., ZILIOLO E., 1990, *Il telerilevamento da aereo e da satellite*, C. Delfino
- CASELLA V., 1999 "La precisione laserscanning: analisi teorica e proposta di un metodo per la verifica sperimentale "Atti della conferenza III asita
- CASELLA V., 2000 "studio sperimentale della precisione planoaltimetrica del laser scannino"
Atti della conferenza IV asita
- CASELLA V.,GALETTO R. 1998 "Tecniche innovative per il rilevamento terrestre, aereo e da satellite"atti della conferenza II asita
- CASELLA V.,GALETTO R. BIANCHINI FERRETTI 1998 "Riprese aeree con scansione laser:una sperimentazione in ambito italiano" Atti della conferenza II asita
- FORLANI G.PINTO L.1994 "aerotianguolazione con dati GPS. Boll. SIFET n.4/1994
in *Atti del workshop on Airborne Remote Sensing for Geophysical and Environmental Application*
Roma Aprile 14-16 2003
- LECHI G.,2001, "Dispense del corso di telerilevamento" DIAR Politecnico Milano
- MASO M , COREN F.,2003 "Laserscanner and multibeam data integration to high resolution terrain mapping the Brenta river case history"
- MASO M .,2001 "Note sulle metodologie operative per rilievi laserscanning e la generazione di DTM di alta qualità - Campagna di misura 2001 - Fiume Tagliamento" in *Rivista quadrimestrale dell'Autorità di Bacino dei fiumi Isonzo Tagliamento Livenza Piave Brenta-Bacchiglione* anno I n° 1 2002, Gangemi editore.
- MASO M .,2002 "Misure laserscanning e batimetria multibeam sull'asta principale del fiume Brenta, tecniche integrate per la generazione di DTM di alta qualità" *Atti della 6ª Conferenza ASITA*, Perugia, novembre 2002 5-8 novembre 2002, vol II p 1515
- MASO M .,2003 "Tecniche integrate per la generazione di DTM di alta qualità,campagna 2003 per le misure laserscanning,batimetria multibeam e calcolo del geoide locale nelle tratte delle aste fluviali di competenza dell'Autorità di bacino per i fiumi dell'alto adriatico."
- MASO M .,2003 *Integrazione di dati laser scan e multibeam per la generazione di DTM ad alta risoluzione: studio del fiume Brenta*" in *Rivista quadrimestrale dell'Autorità di Bacino dei fiumi Isonzo Tagliamento Livenza Piave Brenta-Bacchiglione* anno I n° 2, Gangemi editore.
- MASO M. 2001 "Generazione di DTM di alta qualità attraverso il laserscanning per lo sviluppo e la pianificazione dei piani di bacini territoriali "Vol II atti 5 conferenza asita
- MASO M., 2003 "Impiego dei dati laser-altimetrici nei modelli bidimensionali per la simulazione della propagazione delle piene e dei fenomeni di esondazione"
- MASO M.,2004 "L'utilizzo di tecnologie laser scanner e multibeam per la valutazione e mitigazione del rischio idrogeologico" *Il territorio nella società dell'informazione dalla cartografia ai sistemi digitali*, Venezia museo Correr 1 maggio – 11luglio 2004 manifesto, locandina, invito
- RINAUDO F. 2004, "dispense del corso di fondamenti di fotogrammetria" DIGET Politecnico
- ZILIOLO E. 2000, "Appunti e spunti di telerilevamento, Telea CNR ,Milano
Technology <http://www.geo.tudelft.nl>
<http://www.terrasolid.fi>
<http://www.optech.on.ca/>