

STUDIO DI SINTESI DELLA CRITICITÀ GEOMORFOLOGICA E GEOTECNICA DELLA PROVINCIA DI ROMA

Luca BALZERANO (*), Massimo FABIANI (**), Mario GIANFELICE (***)

(*) Titolare di borsa di studio presso la Provincia di Roma, Assessorato alle Politiche dell'Agricoltura, Dip. V, Servizio 4° – Geologico, Viale di Villa Pamphili, 84, 00152, Roma, tel. 3285920459, e-mail lucageo@inwind.it

(**) Provincia di Roma, Assessorato alle Politiche dell'Agricoltura, Dip. V, Servizio 4° – Geologico, Viale di Villa Pamphili, 84, 00152, Roma, tel. 0667664363, fax 0667664305, e-mail m.fabiani@provincia.roma.it

(***) Provincia di Roma, Assessorato alle Politiche del Territorio e Tutela Ambientale, Dip. VI, Servizio 3° – Sistema Informativo Geografico, Via Luigi Pianciani, 22, 00185, Roma, tel. 0667666502, fax 0667666421, e-mail m.gianfelice@provincia.roma.it

Riassunto

Il presente studio ha il fine di testare le potenzialità dei G.I.S. nella generazione di carte digitali che descrivano, in relazione alla realizzazione di determinati interventi o manufatti, la criticità del territorio della Provincia di Roma in funzione del rischio geomorfologico e geotecnico.

A tal fine, è stata effettuata una prima selezione dei livelli tematici digitali ritenuti basilari per la valutazione del suddetto rischio. Successivamente, l'obiettivo ultimo è stato raggiunto tramite la produzione, attraverso tecniche di analisi spaziale basate sulle proprietà dei software G.I.S., di un livello informativo finale, risultato della sintesi ponderata dei livelli tematici presi in esame nonché delle relazioni tra essi intercorrenti.

I programmi futuri mirano ad ulteriori miglioramenti della metodologia qui presentata, in funzione del crescente afflusso di dati geografici (nonché dell'aumento della loro qualità) presso i servizi della Provincia di Roma.

Abstract

The purpose of this study is mainly to test G.I.S. capabilities to produce digital maps which describe, in regard of building's construction and renovation works, the criticality of the territory comprised in the Province of Rome depending on geomorphologic and geotechnical hazard.

In order to this, several digital base layers, fundamental to the evaluation of this kind of hazard, have been selected in the early stage. Subsequently, the ultimate purpose has been reached through the creation, using G.I.S. based spatial analysis techniques, of a final information layer, built up by the weighted synthesis of checked out base layers and the existing relationships between them.

Future plans aim to improve the above mentioned methodology, consequently to the increasing amount of geographical data (which quality is also growing) processed by several services of the Province of Rome.

Introduzione

La banca dati territoriale della Provincia di Roma una grande quantità di mappe digitali di differente provenienza. Parte di tale cartografia è consultabile in rete tramite un *webgis*.

Tali dati costituiscono una solida base per la produzione di una documentazione (cartografica e non) sempre più completa ed accurata in ambiti come, ad esempio, quello rappresentato dalla Delibera della Giunta Regionale del Lazio 2649/99 riguardante le indagini geologiche e vegetazionali, le cui linee guida richiedono elaborazioni che possono essere eseguite a partire dai dati sopra citati e dall'utilizzo dei sistemi informativi geografici. In particolare, l'uso del G.I.S. risulta assai efficiente per la "valutazione dei rischi ed idoneità territoriale" (punto 7 delle linee guida). La criticità

geomorfologica e geotecnica del territorio costituisce un elemento fondamentale per tale valutazione. Stimare tale parametro significa quindi discostarsi dalla classica valutazione della suscettibilità da frana, poiché questa viene normalmente intesa come la previsione spaziale della probabilità che un'area frani (Canuti, Casagli, 1996). Ai fini delle suddette linee guida sorge piuttosto la necessità di indicare, in base ai dati a disposizione, aree all'interno delle quali si rendano necessarie determinate verifiche al fine di garantire stabilità e sicurezza per i manufatti e gli interventi (senza naturalmente escludere la possibilità di definire aree non idonee).

Lo scopo di questo lavoro è quello di utilizzare alcuni dei livelli tematici a disposizione per uno studio sperimentale qualitativo o semiquantitativo della criticità di una porzione del territorio della Provincia di Roma tramite l'utilizzo di tecniche di analisi spaziale, con l'intento di realizzare un sistema di facile aggiornamento ed in grado di generare mappe che possano essere in futuro inserite in un *webgis* simile a quelli già attivi presso l'Amministrazione.

Selezione e parametrizzazione dei dati

Individuati gli obiettivi, si è scelto di operare su un'area ridotta rispetto all'estensione dell'intero territorio provinciale, innanzitutto poiché, anche se ciò appare intuitivo, una minore mole di dati permette elaborazioni più rapide; inoltre, si è rivelato necessario selezionare un'area che fosse coperta per intero dai livelli tematici presi in esame onde evitare valori sovrastimati o sottostimati nel *layer* finale (Mari *et al.*, 2007).

La base topografica utilizzata è la Carta Tecnica Regionale (C.T.R.) alla scala 1:10.000; in particolare, la scelta è ricaduta sulle 16 C.T.R. del foglio 375, per un'estensione totale di circa 615 km².

Nella prima fase di selezione dei dati, sono stati individuati diversi e numerosi livelli tematici; ad un successivo vaglio, sono stati giudicati maggiormente significativi i seguenti livelli:

- litologia di superficie
- pendenza
- uso del suolo
- permeabilità
- pericolosità sismica (espressa come accelerazione del suolo)

Tali livelli (o *layer* tematici) sono stati generati a partire dai dati (sia di tipo *raster* che vettoriale) in possesso del Servizio Geologico e del Servizio G.I.S. della Provincia di Roma. Poiché la metodologia messa a punto prevede l'utilizzo di tecniche di analisi spaziale, è stato necessario convertire i livelli vettoriali in formato *raster*. A tal fine, a monte delle operazioni di analisi spaziale, è stato assegnato un valore di criticità agli elementi presenti all'interno di ciascun *layer* vettoriale (aggiungendo un apposito campo nelle tabelle degli attributi). Il *range* dei valori costituisce di fatto il "peso" del livello parametrizzato. Quello appena descritto costituisce un passaggio assai delicato, poiché la carenza di metainformazioni geologiche, fondamentali per la comprensione del processo di generazione e per una stima dei limiti di affidabilità del dato stesso (Balestro *et al.*, 2007), ha introdotto una certa arbitrarietà nell'assegnazione della criticità. Di seguito viene brevemente descritta la creazione dei dati di *input*.

Litologia di superficie. Tale tematismo è stato realizzato a partire dal livello vettoriale delle litologie superficiali contenuto nella banca dati territoriali del Servizio Geologico. I valori di criticità rispecchiano la propensione al dissesto geomorfologico e/o geotecnico di ciascuna litologia. Si è inoltre considerata la geologia come il livello che maggiormente influenza la possibilità di eventuali dissesti o, più in generale, di problemi nella realizzazione degli interventi. Di conseguenza, è stata redatta una scala delle criticità che va da 1 a 9 (*range* massimo di criticità utilizzato).

Uso del suolo. Tale livello è stato elaborato a partire dai dati della Carta dell'Uso del Suolo della Regione Lazio (CUS), prodotta nell'ambito del progetto Corine Land Cover tramite la fotointerpretazione di ortofoto realizzate nel biennio 1998-99.

Le aree già urbanizzate e quelle boscate riportano criticità più basse, in quanto ritenute più stabili dal punto di vista geomorfologico e geotecnico, mentre aree coltivate e praterie, più instabili,

meritano valori di criticità più elevati. Inoltre, sono altresì stati assegnati valori elevati alle diverse tipologie di aree umide poiché ritenute a priori poco adatte alla realizzazione di manufatti. Il *range* dei valori di criticità per l'uso del suolo va da 1 a 5.

Sismicità. Le classi di sismicità utilizzate si basano sui dati di accelerazione del suolo contenuti nella "mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale", prodotta nel 2004 dal INGV e facente riferimento all'Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n. 3519, nonché sulla zonazione indicata nella medesima ordinanza.

Il livello *raster* è stato prodotto a partire da un set di punti ricavati dal livello vettoriale delle isolinee di accelerazione sismica fornito dal Servizio G.I.S. della Provincia di Roma. La conversione è stata eseguita tramite un algoritmo di interpolazione (IDW).

Nell'area di studio sono presenti soltanto due classi di sismicità, alle quali sono stati attribuiti due valori differenti di criticità (2 e 3).

Permeabilità. Si tratta della versione digitalizzata della Carta Idrogeologica (Regione Orientale - Foglio II) della Provincia di Roma (Ventriglia, 1990). Il *raster* è stato creato in base alle classi di permeabilità, indipendentemente dalla tipologia (porosità o discontinuità); i valori di criticità invece, come se vedrà più avanti, sono stati assegnati in una fase successiva, e variano tra 1 e 6.

Pendenza. Per la definizione della pendenza e delle relative classi di criticità, si è reso necessario l'utilizzo di un DEM con maglia di 20 m (presente nella banca dati territoriali del Servizio Geologico), sul quale è stata effettuata un'operazione di calcolo delle pendenze (*slope*). In questo caso le classi di pendenza sono state attribuite attraverso una riclassificazione (*reclassify*) dei valori del *raster* di partenza, ottenendo un *range* di criticità tra 1 e 4.

Metodologia di valutazione della criticità totale

Successivamente all'assegnazione delle criticità, si è ritenuta la criticità totale valutabile attraverso un'operazione di somma condizionata dei valori di criticità di ciascun livello.

In particolare, si è considerata la possibilità che la criticità di un livello potesse influenzare la quella di altri livelli: alla luce di tale ragionamento, sono state stabilite le interrelazioni schematizzate nella fig. 1.

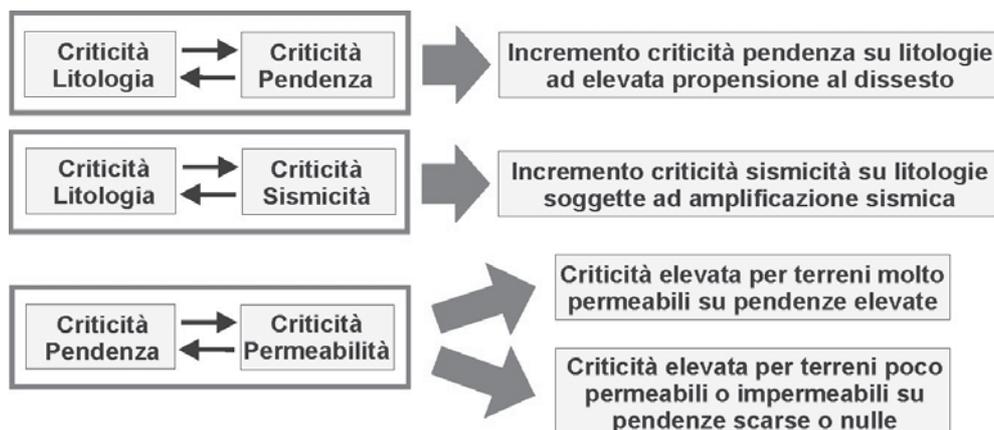


Figura 1 – Interrelazioni definite per la determinazione della criticità geotecnica/geomorfológica

Gli strumenti utilizzati per questo tipo di analisi spaziale sono costituiti da una serie di funzioni concepite *ad hoc* (elaborate nel linguaggio *Map Algebra* in ArcGIS) contenenti somme e somme condizionate tra *raster* (di fatto soltanto il livello dell'uso del suolo è stato considerato non dipendente né influente su altri livelli).

Si è quindi ottenuto come risultato un livello *raster* nel quale il valore di ogni pixel descrive il livello di criticità elaborato tramite i processi sopra descritti.

Oltre alla valutazione della criticità totale, si è proceduto a stimare il contributo (espresso in percentuale) che ogni *layer* apporta al valore della criticità totale. A tale proposito, si è ovviamente tenuto conto delle interrelazioni presenti tra i livelli, calcolando i contributi percentuali tramite l'utilizzo in linguaggio *Map Algebra* delle funzioni precedentemente elaborate o di parti di esse.

Output finale

L'obiettivo finale di generare un unico *layer*, che contenesse sia le informazioni relative alla criticità che al contributo di ogni singolo *layer*, ha imposto la produzione di un *layer* finale di tipo vettoriale. Tale scelta appare inoltre vantaggiosa poiché, nel momento in cui viene interrogato un punto del livello finale, si ottiene non solo il valore di criticità (ed i relativi contributi) del punto interrogato, bensì i valori del poligono (quindi dell'area) nel quale il punto è inserito.

Si è provveduto quindi a rendere vettoriali i livelli della criticità totale e dei contributi (tramite lo strumento *raster to polygon* in ArcGIS).

La generazione del *layer* finale è stata effettuata utilizzando la funzione di unione (*union* in ArcGIS) sui diversi livelli vettorializzati, in modo da ottenere un livello unico contenente il campo del valore della criticità totale nonché i campi relativi ai contributi dovuti a ciascun tematismo. In questo modo, anche utilizzando esclusivamente il livello unico finale, è possibile visualizzare tutte le informazioni necessarie con un'unica interrogazione.

La fig. 2 mostra il risultato ottenuto, che andrà a costituire parte delle informazioni visualizzabile dall'utente ad ogni interrogazione del sistema (si consideri tuttavia che i valori di criticità verranno raggruppati in classi di idoneità territoriale).

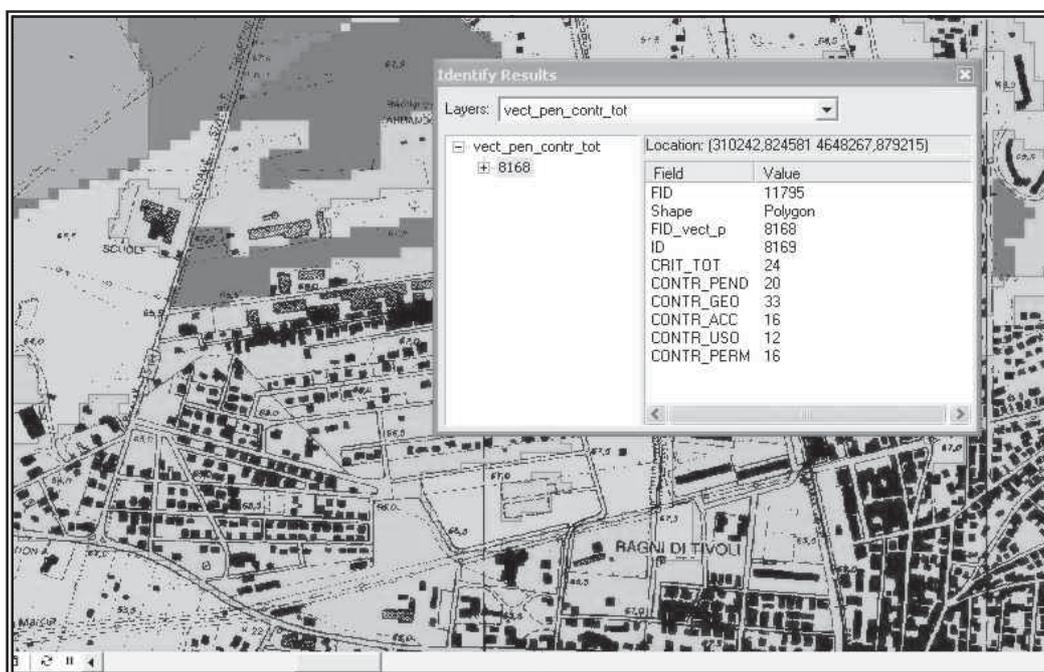


Figura 2 – Visualizzazione dei dati da interrogazione dell'output finale

Modello di elaborazione dei dati

Come è possibile intuire, l'aggiornamento del sistema, tramite la modifica di uno dei livelli tematici utilizzati come *input* o l'aggiunta tra questi di un nuovo livello, comporta la necessità di ripetere il procedimento coinvolgendo nuovamente tutti i livelli. Per ridurre drasticamente il tempo di aggiornamento e di ripetizione del processo, è stato messo a punto un modello di elaborazione dei dati attraverso l'uso del *Model Builder* di ArcGIS, visibile nella figura 3. Tale modello integra tutte

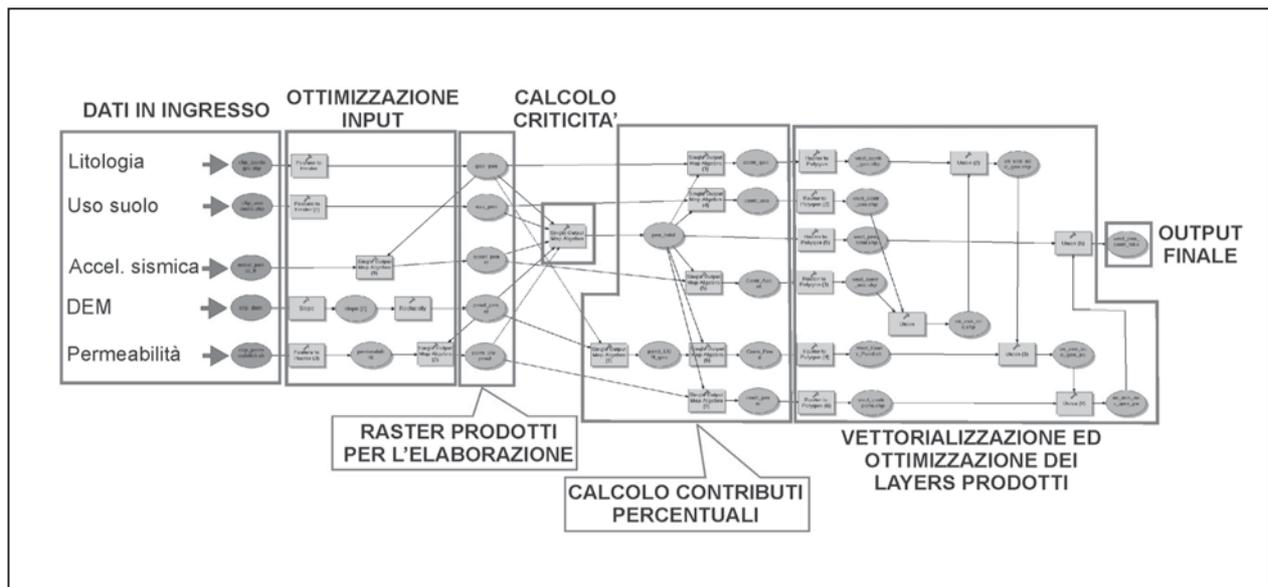


Figura 3 – Schema completo di calcolo della criticità realizzato tramite Model Builder

le procedure descritte in precedenza ad eccezione dell'assegnazione dei valori di criticità; nel caso sia necessario l'aggiornamento di uno dei livelli in ingresso (ad esempio l'uso del suolo), sarà sufficiente inserire il livello aggiornato (previa parametrizzazione della criticità) e far operare nuovamente il modello. Qualora invece si debba aggiungere un nuovo livello in ingresso si dovrà inserire un altro blocco nella sezione di *input*, modificare la sezione di elaborazione dati (sia con modifiche sulle funzioni che con l'aggiunta di opportuni blocchi) nonché la sezione di ottimizzazione dell'*output*. Tuttavia, anche in questo caso, è evidente il vantaggio che l'uso di un modello comporta in termini di tempo di aggiornamento.

Conclusioni

Il sistema messo a punto può costituire la base sperimentale per una piattaforma di valutazione tramite G.I.S. della criticità geomorfologica e geotecnica del territorio della provincia di Roma. Esso dimostra inoltre come la sempre maggiore disponibilità di mappe digitali e di sistemi informativi geografici sempre più efficienti e *user friendly* permettano di condurre analisi con un numero di parametri in continua crescita e con la possibilità di implementare le modalità di valutazione, di fatto aumentando notevolmente l'accuratezza di tali analisi.

Questo lavoro, nella fase attuale, può essere considerato come un dimostratore tecnologico per l'uso dei G.I.S., ed in particolare delle tecniche di analisi spaziale, nello studio qualitativo o semiquantitativo dell'idoneità territoriale (la criticità geomorfologica e quella geotecnica ne sono infatti un aspetto), dopo che tali sistemi hanno mostrato fin dal principio notevoli potenzialità nel campo della valutazione della suscettività da frana (van Westen, 1993; Carrara et al., 1995). Peraltro, la Provincia di Roma è altresì attiva in tale campo, nell'ottica di avviare una sinergia stabile tra le due linee di lavoro.

Attualmente si sta inoltre vagliando la possibilità di rendere consultabili i livelli informativi prodotti con simili metodologie attraverso un *webgis* interno ai servizi Provincia di Roma, nell'ottica di creare in futuro un *webgis* fruibile da qualsiasi tipologia di utente (dal grande ente pubblico al soggetto privato che realizza un manufatto), onde snellire l'iter di numerose procedure (in quanto l'utente può rendersi consapevole dell'idoneità territoriale o di alcuni suoi aspetti in una determinata zona) nonché di aumentarne la trasparenza.

Va sottolineato tuttavia che la procedura illustrata potrà essere oggetto di un sensibile miglioramento nel momento in cui saranno note le perimetrazioni corrette delle aree in dissesto della Provincia di Roma (attualmente l'ubicazione di tali aree mostra errori anche notevoli): infatti, tali perimetrazioni daranno la possibilità di realizzare degli indici di dissesto per ogni classe dei vari tematismi. Ciò permetterà, almeno per la criticità geomorfologica, di ridurre drasticamente l'arbitrarietà circa il peso (e quindi di calibrare il *range* di criticità) delle suddette classi, nonché di sperimentare un approccio multicriterio.

Bibliografia

- Balestro G., Bini S., Piana F., (2007), "Metainformazioni geologiche per la rappresentazione della conoscenza nelle banche dati delle carte geologiche", *Rend. Soc. Geol. It.*, 4: 81-85
- Canuti G., Casagli N. (1996), "Considerazioni sulla valutazione del rischio di frana", *Fenomeni franosi e centri abitati*. CNR – GNDCI - Regione Emilia Romagna, pubbl. n. 846, 58 pp.
- Carrara A., Cardinali M., Guzzetti F., Reichenbach P. (1995) – "G.I.S. technology in mapping landslide hazard", Carrara A. & Guzzetti F. (Eds.), *Geographical Information Systems in assessing natural hazards*. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, The Netherlands, pp.135-175.
- Mari M., Pappafico G., Romeo R. W., (2007), "Applicazione dei G.I.S. allo studio dei rapporti esistenti tra uso del suolo e dissesto idrogeologico", *Rend. Soc. Geol. It.*, 4: 87-90
- van Westen C.J. (1993) – "Application of Geographical Information System to landslide hazard zonation.", *ITC publication no 15*, ITC, Enschede, The Netherlands, 245 pp.