

Procedura automatica in GRASS per l'analisi e previsione di fenomeni franosi su vasta scala dovuti ad eventi meteorici

Rossella Bovolenta, Bianca Federici, Roberto Passalacqua e Luca Terrile

DICCA: Dip. di Ingegneria Civile, Chimica e Ambientale - Università degli Studi di Genova
Via Montallegro 1 - 16145 - Genova - tel 0103532421 - fax 0103532546
bovolenta@dicat.unige.it - bianca.federici@unige.it - passalacqua@dicat.unige.it

Riassunto

Il presente lavoro propone una procedura automatica sviluppata in GRASS per l'analisi e previsione di fenomeni franosi su vasta scala dovuti ad eventi meteorici. Essa esegue, per ogni cella unitaria, un bilancio idrologico basato sul metodo del Curve Number (CN), valutando le conseguenti evoluzioni di falda a seguito delle precipitazioni per poi verificare il superamento, o meno, delle condizioni di equilibrio limite del terreno nel dominio d'interesse. Infatti, utilizzando il metodo proposto da Skempton e Delory (1957) in modo spazialmente distribuito sull'area in esame è possibile valutare se esiste, in ciascuna posizione planimetrica, una profondità (incrementata fino a raggiungere eventualmente lo strato locale stabile di base) ove il fattore di sicurezza è minore di 1.

Il modello matematico parte quindi dalla valutazione del CN per ogni cella dell'area analizzata, in funzione dell'uso del suolo e della tipologia idrologica del terreno (a partire dalla cartografia geolitologica), per diversi stati di bagnamento iniziale del suolo; si ricava così sia il volume specifico di saturazione (S), sia l'assorbimento iniziale di ogni cella unitaria. In seguito, viene applicato un modello idrologico di versante, o metodo CN modificato, che assimila il terreno ad un serbatoio sotterraneo, con capacità massima di immagazzinamento pari ad S, alimentato unicamente dalla quota parte della pioggia che si infila nel terreno e che si svuota secondo una funzione esponenziale di λ , costante di svuotamento rappresentativa dell'intero bacino. Il valore di λ viene valutato in funzione del coefficiente di conducibilità idraulica (K_s), della pendenza motrice e della lunghezza di drenaggio del bacino, mediante analisi del bacino e indicazioni della permeabilità del sito.

Per una qualsiasi sequenza di giorni di pioggia consecutivi, in base alle condizioni di umidità antecedenti alla finestra in esame, il modello implementato permette di ricavare le oscillazioni di falda rispetto alla sua posizione media (precedentemente determinata), la percentuale di coltre detritica immersa e la stabilità del terreno.

Premesso che la procedura può essere applicata a qualunque sito, nel presente lavoro è stato esaminato un esteso fenomeno cinematico circostante il capoluogo di Santo Stefano d'Aveto (Liguria), in quanto già oggetto di precedenti analisi e ben caratterizzato dal punto di vista idrologico-geotecnico. Le analisi effettuate hanno permesso in modo automatico ed estremamente rapido di realizzare mappe di suscettibilità al dissesto che sono in ottimo accordo con quanto riscontrabile in sito.

Bibliografia

- ✓ Soil Conservation Service (1972): "Hydrology", in: National Engineering Handbook - section 4, U.S. Dept. of Agriculture (available from the U.S. Government Printing Office), Washington D.C. - USA.
- ✓ Soil Conservation Service (1975): "Urban hydrology for small watersheds", Tech. Rel. No. 55, U.S. Dept. of Agriculture, Washington D.C. - USA.
- ✓ Mancini, R., Rosso, R. (1989), "Using GIS to assess spatial variability of SCS Curve Number at the basin scale", in: New Directions for Surface Water Modeling, ed. by M.L. Kavvas, IAHS Publ. No. 181, pp. 435-444.
- ✓ Skempton, A.W., Delory, F.A. (1957) Stability of natural slopes in London Clay. Proc. 4th Int. Conf on Soil Mechanics, Foundation Eng., London, 2, 378-381.

Automatic procedure in GRASS for analysis and prediction of large-scale landslides due to rainfall events

Rossella Bovolenta, Bianca Federici, Roberto Passalacqua e Luca Terrile

DICCA: Dip. di Ingegneria Civile, Chimica e Ambientale - Università degli Studi di Genova
Via Montallegro 1 - 16145 - Genova - tel 0103532421 - fax 0103532546
bovolenta@dicat.unige.it - bianca.federici@unige.it - passalacqua@dicat.unige.it

Abstract

The present paper proposes an automatic procedure in GRASS for the analysis and prediction of large-scale landslides due to rainfall events. It runs, for each unit cell, an hydrological balance based on the Curve Number method (CN), computing the evolution of groundwater as a result of precipitation and then checks the overcoming, or not, of limit equilibrium conditions of the land in the domain of interest. The stability analysis is carried out by classical but widespread slope stability analyses by a Global Limit Equilibrium method (Skempton and Delory, 1957).

The mathematical model starts by evaluating CN for each cell of the analyzed area, which depends on the land use and the hydrologic response of the soil (by reclassifying the geolithological map) for different states of Antecedent Moisture Condition; hence, the potential maximum soil moisture retention (S) and the initial abstraction is found, for each unit cell. Later, an hydrological model is applied on the overall slope (modified CN method), treating the ground as an underground reservoir, with maximum storage capacity equal to S, feed by the portion of the rain that infiltrates into the ground, and emptied following an exponential function of λ , which is a discharge constant representative of the entire basin. The value of λ must be assessed according to the coefficient of hydraulic conductivity (Ks), the slope gradient and drainage length of the basin, by a watershed analysis and indications of site permeability.

For any sequence of consecutive days of rain, according to the conditions of humidity prior to the time-history under study, the hydro-geotechnical model allows the determination of the oscillations of the phreatic table, with respect to its average level (previously determined), the part of saturated soil and the slope stability analysis, by taking into proper account of the pore pressures build-up.

Given that the procedure can be applied to any site, in the present study an extensive kinematic phenomenon surrounding the city of Santo Stefano d'Aveto (Liguria) was examined, because this site was already subjected to previous analyses and well characterized from the hydrological-geotechnical point of view. The carried out analyses have allowed to realize maps of landslide susceptibility, automatically and very quickly, that are in excellent agreement with what is evident on site

References

- ✓ Soil Conservation Service (1972): "Hydrology", in: National Engineering Handbook - section 4, U.S. Dept. of Agriculture (available from the U.S. Government Printing Office), Washington D.C. - USA.
- ✓ Soil Conservation Service (1975): "Urban hydrology for small watersheds", Tech. Rel. No. 55, U.S. Dept. of Agriculture, Washington D.C. - USA.
- ✓ Mancini, R., Rosso, R. (1989), "Using GIS to assess spatial variability of SCS Curve Number at the basin scale", in: New Directions for Surface Water Modeling, ed. by M.L. Kavas, IAHS Publ. No. 181, pp. 435-444.
- ✓ Skempton, A.W., Delory, F.A. (1957) Stability of natural slopes in London Clay. Proc. 4th Int. Conf on Soil Mechanics, Foundation Eng., London, 2, 378-381.
- ✓ <http://opendatakit.org>