

FAUSTO GUZZETTI (*), PAOLA REICHENBACH (*), FRANCESCA ARDIZZONE (*),
MAURO CARDINALI & MIRCO GALLI (*)

LANDSLIDE HAZARD ASSESSMENT, VULNERABILITY ESTIMATION AND RISK EVALUATION: AN EXAMPLE FROM THE COLLAZZONE AREA (CENTRAL UMBRIA, ITALY)

ABSTRACT: GUZZETTI F., REICHENBACH P., ARDIZZONE F., CARDINALI M. & GALLI M., *Landslide hazard assessment, vulnerability estimation and risk evaluation: an example from the Collazzone area (Central Umbria, Italy)*. (IT ISSN 0391-9838, 2009).

For the Collazzone area, central Umbria, landslide hazard was ascertained, landslide vulnerability was determined, and landslide risk was evaluated, for different scenarios. To ascertain landslide hazard, a probabilistic model was adopted that predicts where landslides will occur, how frequently they will occur, and how large they will be in a given area. For the purpose, a multi-temporal landslide inventory map prepared through the interpretation of five sets of aerial photographs and field surveys covering the period from 1941 to 2004 was exploited. Using a 10 m × 10 m DEM, the study area was partitioned into 894 slope units, and the probability of spatial landslide occurrence was obtained through discriminant analysis of thematic and environmental variables. For each slope unit, the probability of experiencing one or more landslides in different periods was determined adopting a Poisson probability model for the temporal occurrence of landslides. The probability of landslide size was obtained by analyzing the frequency-area statistics of landslides. Assuming independence, landslide hazard was ascertained as the joint probability of landslide size, of landslide temporal occurrence, and of landslide spatial occurrence. For the Umbria region, landslide vulnerability curves exist. The curves were established exploiting information on landslide damage to buildings and roads caused by individual landslides of the slide type. Assuming independence of hazard and vulnerability, and exploiting (i) the multi-temporal landslide inventory map, (ii) the obtained landslide hazard assessment, and (iii) the available landslide vulnerability curves, landslide risk to the road network was evaluated, for different scenarios. Results indicate that landslide risk can be determined quantitatively over large areas, provided adequate forecasting models are adopted and reliable landslide and thematic information is available.

KEY WORDS: Landslides, Hazard, Vulnerability, Risk, Umbria (Italy).

(*) CNR IRPI, via Madonna Alta 126, 06128 Perugia, Italy (F. Guzzetti @irpi.cnr.it).

While we mourn his premature departure, we dedicate this work to our dear friend Mirco. We are grateful to Kang-tsung Chang and to a second anonymous referee for their comments.

ABSTRACT: GUZZETTI F., REICHENBACH P., ARDIZZONE F., CARDINALI M. & GALLI M., *Valutazione della pericolosità, stima della vulnerabilità e analisi del rischio da frana: l'esempio dell'area di Collazzone, in Umbria centrale*. (IT ISSN 0391-9838, 2009).

Per l'area di Collazzone, in Umbria centrale, abbiamo valutato, per i diversi scenari, la pericolosità, la vulnerabilità ed il rischio da frana. Per determinare la pericolosità da frana, è stato utilizzato un modello probabilistico, che prevede la stima della probabilità temporale, della probabilità dimensionale, e della probabilità spaziale di occorrenza delle frane. A tale scopo, attraverso l'interpretazione di cinque voli di fotografie aeree associate a sopralluoghi di campagna, è stata preparata una carta inventario multi-temporale che copre il periodo 1941-2004. Utilizzando un modello digitale del terreno (DEM con una cella 10 m × 10 m), l'area di studio è stata suddivisa in 894 unità di versante (slope units), e per ogni unità di versante è stata calcolata la probabilità di occorrenza spaziale delle frane mediante l'analisi discriminante di variabili tematiche e territoriali. Per ogni unità di versante, adottando un modello di probabilità di Poisson, è stata determinata la probabilità temporale di occorrenza delle frane per diversi periodi di ritorno. Infine la probabilità dimensionale delle frane è stata ottenuta dall'analisi della distribuzione di frequenza delle aree in frana. Assumendo indipendenza tra le tre probabilità, è stata stimata la pericolosità da frana, come probabilità congiunta della probabilità dimensionale, temporale e spaziale.

Per la regione dell'Umbria sono disponibili curve di vulnerabilità da frana. Le curve sono state calcolate utilizzando informazioni relative ai danni ad edifici e strade causate da frane di tipo scorrimento. Assumendo indipendenza tra la pericolosità e la vulnerabilità, e utilizzando (i) la carta inventario multi-temporale delle frane, (ii) la zonazione della pericolosità da frana, e (iii) le curve di vulnerabilità da frana, è stato stimato il rischio da frana per la rete stradale. I risultati dimostrano che il rischio da frana può essere definito quantitativamente per grandi aree, a condizione che vengano utilizzati adeguati modelli di previsione e siano disponibili dati tematici e informazioni sulla distribuzione delle frane.

TERMINI CHIAVE: Movimenti franosi, Pericolosità, Vulnerabilità, Rischio, Umbria.

INTRODUCTION

The ultimate goal of many landslide studies is the determination of the risk posed by existing or future slope