

## CAMBIAMENTI DELL'USO DEL SUOLO E AUMENTO DELL'ATTIVITÀ FRANOSA NEL TERRITORIO DI ROCCHETTA SANT'ANTONIO (APPENNINO DAUNO)

Caterina Lamanna<sup>1</sup>, Domenico Casarano<sup>1</sup> & Janusz Wasowski<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CNR-IRPI (Bari), e-mail: cate.lama@tiscali.it

**RIASSUNTO:** Lamanna C. et al., *Cambiamenti dell'uso del suolo e aumento dell'attività franosa nel territorio di Rocchetta Sant'Antonio (Appennino dauno)*. (IT ISSN 0394-3356, 2009).

Sono state studiate le variazioni dell'attività franosa nell'intero territorio comunale di Rocchetta Sant'Antonio (Appennino dauno), nel periodo 1976-2006. La mappatura dei fenomeni franosi è stata condotta facendo principalmente uso di foto aeree e di immagini satellitari ad alta risoluzione (IKONOS). Le fotografie aeree sono state analizzate in modalità stereoscopica, mentre l'immagine IKONOS, dopo il pan-sharpening e l'ortorettificazione, è stata sovrapposta al DTM e visualizzata in tre dimensioni. Dallo studio è emerso che la frequenza spaziale delle frane attive nel 2006 è del 160% più alta che all'inizio del periodo di studio, sebbene i dati pluviometrici assumano valori confrontabili nelle due date. Dopo il 1976, anno in cui la CEE stabilì di concedere incentivi per ogni ettaro di terreno coltivato a grano duro, si è peraltro verificato un incremento di circa il 46% nell'estensione areale del seminativo, soprattutto per le coltivazioni cerealicole. Pertanto la più alta suscettibilità alle frane può essere legata al cambio di uso del suolo; infatti i massimi valori assoluti di densità delle frane attive si sono osservati sui terreni divenuti agricoli dopo il 1976 ("nuovo seminativo"), e sui seminativi si è osservato un incremento della franosità nettamente maggiore rispetto alle aree mai coltivate. I terreni divenuti coltivati dopo il 1976 erano già a quella data più franosi dei terreni già seminati. Inoltre l'aumento della franosità sul nuovo seminativo è dovuto all'estensione delle colture cerealicole e foraggere su terreni con pendenza mediamente superiore a quella dei terreni già coltivati: il vecchio seminativo era per il 25% su pendenze superiori ai 10° e quasi mai oltre i 15°, mentre il nuovo seminativo è per il 45% su pendenze oltre i 10° e per quasi il 10% oltre i 15°. Le coltivazioni su pendenze elevate, marginali nel 1976, hanno finito per riguardare porzioni significative del territorio. Quindi, l'incremento delle frane attive è da attribuirsi, almeno in parte, all'estensione delle coltivazioni su terreni più ripidi e già intrinsecamente meno stabili prima di essere coltivati. D'altra parte, le precipitazioni superiori alla media negli inverni tra il 2003 e il 2006, con l'occorrenza di eventi intensi, sono il principale fattore causativo/innescante dei più recenti movimenti franosi. I risultati di questo studio suggeriscono che per pendii profondamente modificati dall'uomo negli ultimi decenni, si deve considerare l'effetto combinato delle variazioni climatiche e dell'uso del suolo per evitare il rischio di sovrastimare l'impatto sulla franosità del solo aspetto climatico.

**ABSTRACT:** Lamanna C. et al., *Land use change and increase in landslide activity in the Rocchetta S. Antonio area (Daunia Apennines)*. (IT ISSN 0394-3356, 2009)

We examine temporal variations in landslide activity in the context of land use changes and precipitation characteristics in the north-western part of the Apulia Region (Southern Italy). The period considered is from 1976 to 2006. The main study area (72 km<sup>2</sup>) includes the municipal territory of Rocchetta S. Antonio (FG), assumed to be a representative portion of the Daunia Apennines.

Despite the moderate elevation (from 250 to about 1000 m), the Daunia mountains are known for their susceptibility to landsliding, with rainfall events and unwise man activity being the main triggering/causative factors. Only the steepest, highest elevation areas include a significant percentage of arboreous land. Elsewhere, especially where clay-rich units predominate, the vegetation cover is represented mainly by cultivated land (cereals) and locally by grass land.

The Rocchetta S. Antonio territory is distant only few tens of km from the Adriatic coast, and, as the entire Daunia region, is characterised by a Mediterranean semiarid (sub-Apennine) climate with total annual rainfall that typically varies from 600 to 750 mm.

The clay-rich flysch formations are widespread in Daunia and that makes slopes susceptible to landsliding. The presence of intensely deformed geological units is another factor predisposing to instability.

To investigate the differences between historical (1976) and recent (2006) landsliding we first compiled two landslide activity maps. The 1976 landslide inventory was obtained through a systematic interpretation of 1:25000 scale aerial photographs and the 2006 inventory was based on the interpretation of high resolution (1 m pixel) IKONOS satellite imagery. For simplicity a distinction was made only between active and inactive landslides. We followed the geomorphic criteria typically adopted for the recognition of landslides and their state of activity from air-borne imagery. To facilitate the interpretation the satellite imagery was first orthorectified and pan-sharpened. Then natural colour imagery was draped over a detailed DTM (with 5 m grid size) generated from recent topographic maps at 1:5000 scale. For comparative analysis the information on landslides was presented by quantifying area frequency of landslides (percentage of the total study area occupied by landslides) and their density (number of landslides per km<sup>2</sup>). In particular, the comparison of the 1976 and 2006 landslide inventories shows large increase in number of active landslides (from 5.7/km<sup>2</sup> to 34.4/km<sup>2</sup> in terms of density), which corresponds to 160 % increase in aerial frequency.

To assess land use change occurred in the same 30 year period we used again 1976 aerial photos and produced a map of historical land use. A map of recent land use was prepared using ASTER satellite imagery. This imagery was preferred over IKONOS data, because the acquisition period of the ASTER imagery (summer, after harvest) resulted more suitable for land use classification based on automatic supervised procedure. The following three major groups or classes were distinguished: i) agricultural land (sown fields with mainly cereal cultivation ploughing), which represents by far the predominant group ii) arboreous land, including dense shrub and iii) other (including uncultivated and bare land, grass land, pasture, and man-made). The selection of these three groups was driven by the presence of few predominant classes of land cover and land use, as well as by their potential impact on shallow landsliding.

To quantify the temporal variations in land use from 1976 to 2000 the map data were expressed as percentage of areal frequency. The results show that about 52% of the land has been used as sown fields in the seventies and that by the year 2000 the percentage increased to 75%.

The influence of the land use change on mass movement activity is evident when considering the distributions of active landslides on sown fields. In particular, the results demonstrate that the recent (2006) very high density (7.6%) of active landslides in the areas that have become sown after 1976 (new sown) can be linked to the originally high susceptibility of those areas to landsliding (2.9%), excee-

ding even the area frequency of failures in the fields already sown in 1976 (old sown, 1.8%). In fact, new cultivated land, which is on steeper slopes than older fields, had a landslide density 55% higher than did the older fields in 2006. Furthermore, the increase in the frequency of active landsliding observed on both old and new sown fields has been greater than elsewhere (remaining areas). All this demonstrates that land use changes occurred between 1976 and 2006, and in particular the increases in the areal extent of sown fields, have negative influence on the stability of slopes in the study area.

Clearly, the frequency of slope failures in time results from an interaction of many variables, and it is well known that the most significant temporal controls are often those related to rainfall-induced processes. Although relations between climatic events and landslide occurrence can be very complex, our field observations indicated that in Daunia highest landslide activity typically occurs in late winter time. Indeed, the majority of shallow slope failures registered in 2006 were triggered by late February and March rainfalls that followed a wet winter period. A comparison of the precipitation characteristics in 1976 and 2006 did not show major differences. In particular, by taking into account potential evapotranspiration in the months preceeding the two landslide inventorying periods we demonstrate that potential water input to the soil differed by about 20%.

In summary, the results of this work demonstrate clear relations between the land-use changes in the period 1976-2006 and the recent high landslide activity. We thus stress that for hillslope areas profoundly altered by man in the recent decades, the effects of changes in both land use and rainfall patterns have to be considered to avoid a risk of overestimating (or underestimating) the relative impact of climate change or variability on landslide activity.

Parole chiave: frane attive, uso del suolo, Appennino dauno, IKONOS.

Keywords: active landslides, land use, Daunia Apennines, IKONOS.

## 1. INTRODUZIONE

È noto che i cambiamenti di uso del suolo possono influenzare l'instabilità dei pendii su scala locale e regionale, ma si riconosce anche che i loro effetti sono spesso scarsamente compresi e difficili da quantificare (ad es. GOSTELOW & WASOWSKI, 2004). Nelle regioni montuose popolate, le frane superficiali spesso sono prodotte dall'interazione tra l'ambiente e l'azione antropica e molti studi hanno mostrato un'evidente relazione tra l'uso del suolo e la stabilità dei versanti (ad es. DEGRAFF & CANUTI, 1988; BEGUERIA, 2006). In particolare, il disboscamento, gli incendi e le coltivazioni sulle colline sono considerati i più significativi fattori predisponenti (SIDLE et al., 1985; CANNON, 2000). Le aree con vegetazione fitta sono meno suscettibili ai movimenti di versante rispetto a quelle con vegetazione sparsa (GOKCEOGLU & AKSOY, 1996). Secondo SELBY (1993), gli alberi che ricoprono le colline aumentano la resistenza al taglio dei suoli per circa il 60%. MEHROTRA et al. (1996) hanno mostrato che l'attività delle frane aumenta di circa il 15% dove la copertura della vegetazione originale è stata eliminata o alterata.

In questo lavoro sono studiate le relazioni tra i fattori ambientali dinamici (cambiamenti di uso del suolo e precipitazioni) e l'attività franosa nei Monti Dauni. A dispetto del moderato rilievo e della piovosità annuale relativamente bassa, i Monti Dauni sono noti per la loro suscettibilità al dissesto franoso (ad es. COTECCHIA, 1963). La regione ha subito una considerevole deforestazione negli ultimi secoli e questo può avere predisposto condizioni di diffusa franosità nelle aree rurali (ad es. PARISE & WASOWSKI, 2000).

In particolare, sono state studiate le variazioni storiche dell'attività franosa occorse dal 1976 al 2006, nel territorio comunale di Rocchetta Sant'Antonio, nell'Appennino dauno (Fig. 1). Il 1976 è una data chiave, in quanto la CEE in quell'anno stabilì di concedere un aiuto per ogni ettaro di terreno coltivato a grano duro (regolamento (CEE) n. 1143/76). Il regolamento ha favorito l'aumento della superficie destinata alla cerealicoltura e la Puglia è diventata la principale produttrice di grano duro in Italia (CONFORTI, 2002).

Importanti sono anche le trasformazioni che hanno subito le tecniche di lavorazione dei terreni accli-

vi con la diffusione delle macchine agricole, in seguito agli incentivi della CEE. Con i mezzi meccanici moderni, si raggiungono profondità di aratura di 55-60 cm, si forma la "soletta di lavorazione" (pellicola a bassa permeabilità sotto lo strato lavorato) e di conseguenza si ha un rallentamento della percolazione dell'acqua e un ristagno a livello della soletta di lavorazione che favorisce lo slittamento dello strato sovrastante smosso dall'aratura (GISOTTI & ZARLENGA, 2004).

Il territorio di Rocchetta, prevalentemente rurale, è noto per i ricorrenti problemi di frane e può pertanto essere considerato come porzione rappresentativa dei Monti Dauni. Vi è evidenza di un incremento della franosità negli ultimi anni e, sebbene manchino studi dettagliati, è opinione comune tra la popolazione locale che una parte di responsabilità sia da attribuire ai cambiamenti climatici.

È noto che la suscettibilità al dissesto non è semplice da mappare e modellizzare, anche quando i fattori fisici che la controllano sono conosciuti relativamente bene. Pertanto, per dimostrare l'influenza delle precipitazioni e dell'uso (e copertura) del suolo sulla franosità, si sono ottenute le mappe delle frane e di uso del suolo per due date diverse (1976 e 2006). La variazione nell'attività franosa documentata nei 30 anni considerati è stata analizzata anche tenendo conto dell'andamento delle precipitazioni negli ultimi decenni.

L'analisi dei cambiamenti di uso del suolo nell'area di studio è essenziale per un'esatta comprensione del motivo per cui, nel periodo esaminato, il problema della stabilità dei versanti si sia aggravato. Particolare attenzione è stata prestata alle attività antropiche, specialmente alle pratiche agricole, e alle precipitazioni, non solo perché anche in tempi brevi queste possono subire variazioni significative nello spazio e nel tempo, ma anche perché è stato riconosciuto che i cambiamenti di uso del suolo rappresentano un fattore importante che influenza lo sviluppo di frane indotte dalle precipitazioni (GLADE, 2003). Oltre ai fattori dinamici (uso del suolo e piovosità), si sono considerati alcuni fattori geologici e geomorfologici che, anche se praticamente costanti nell'arco di tempo esaminato, possono dare ulteriori informazioni circa la comprensione dei processi che regolano la stabilità dei pendii nell'area di studio.