

JANUSZ WASOWSKI (\*) & MARIO PARISE (\*)

## SOME EVIDENCE AGAINST THE DEEP-SEATED GRAVITATIONAL SLOPE DEFORMATION IN CARAMANICO TERME (Abruzzo, Italy)

**ABSTRACT:** WASOWSKI J. & PARISE M., *Some evidence against the deep-seated gravitational slope deformation in Caramanico Terme (Abruzzo, Italy)*. (IT ISSN 0391-9838, 1996).

The aim of this paper is to contribute to the discussion on the deep-seated gravitational slope deformations (Dgsd), by examining the case of the 1989 Caramanico landslide. The slide, which remobilized middle-lower portions of the slope capped by several tens of meter thick carbonate megabreccias, was originally interpreted as a deep movement linked to the Dgsd. In particular, several features, considered typical of a slope afflicted by Dgsd, were indicated in the zone upslope the main scarp of the 1989 event (series of scarps and uphill facing areas which appear to form trenches oriented parallel to the slope direction). The trenches were mapped upslope several carbonate breccia hills (hummocks), which in turn were interpreted as large blocks derived from the caprock plateau through a mechanism including deep-seated rotational failures followed by lateral spreading.

A detailed examination of the area, integrated with subsurface data, has led to the re-assessment of the morphological features and to an alternative interpretation of the slope evolution, without invoking the Dgsd phenomena. To argue against the Dgsd hypothesis, we offer a series of geomorphological, geological, geophysical and geomechanical evidences; following these considerations, the several tens of meter thick surficial deposits, comprising the carbonate breccia hummocks in the middle-upper parts of the slope, may be interpreted in the context of an ancient alluvial fan setting, which subsequently suffered a considerable degree of post-sedimentary disruption. In particular, two carbonate breccia units can be distinguished within the hummocks. These breccias are separated by a succession consisting of debris flow, water-laid and sieve-like sediments (including a paleosol), and therefore, register the occurrence of at least two distinctive depositional events, probably generated by mass movements.

(\*) *Cnr, Centro di Studio sulle risorse idriche e la salvaguardia del territorio, Bari.*

*The authors would like to thank several people of Caramanico Terme, and in particular the town's mayors Dott. F. d'Atri (former) and Dott. Fanelli, parish priest Don G. Liberatoscioli, Mr. V. Silvestri (Ufficio Tecnico del Comune), town's councillor B. Bucciferro, L. Trolia and L. D'Ettore (Consorzio di Bonifica Orta e Lavino), U. Palmiero (Comunità Montana della Maiella e del Morrone), and Mr. L. Pastore, for allowing them to examine unpublished data and documents. Thanks are due also to Proff. A. Guerricchio and F. Loiacono for several useful discussions on the Caramanico DGSd problem. The comments of the anonymous reviewer helped to clarify several problems and to improve the original manuscript.*

**KEY WORDS:** Deep-seated gravitational slope deformation, Landslide, Megabreccia, Caramanico Terme, Abruzzo (Italy).

**RIASSUNTO:** WASOWSKI J. & PARISE M., *Il problema della deformazione gravitativa profonda di versante a Caramanico Terme (Abruzzo)*. (IT ISSN 0391-9838, 1996).

Il presente contributo si propone di fornire elementi per una discussione sul fenomeno delle deformazioni gravitative di versante, prendendo spunto dal caso della recente frana di Caramanico Terme (PE) del 1989, interpretata come un movimento di massa profondo legato a processi di Dgpv. La periferia SE di Caramanico è dominata da un rilievo la cui parte sommitale è costituita da un esteso (circa 2.5 km<sup>2</sup>) e potente (fino a 100 m) deposito di megabreccie carbonatiche. Il contatto basale della placca di megabreccie con la circostante successione argillosa (Pliocene inferiore) non è osservabile a causa della presenza di abbondanti coperture detritiche; tuttavia, la geometria della sovrapposizione è molto probabilmente suborizzontale. Specialmente interessato da franosità è il versante O-SO della placca, lungo la cui porzione medio-bassa si è verificata la grande (circa 33 ha) frana di Caramanico dell'ottobre 1989. Nella zona a monte della scarpata principale della frana sono state riconosciute forme morfologiche ritenute diagnostiche di un versante interessato da Dgpv: tra queste, alcune trincee appaiono posizionate a monte di alcuni rilievi costituiti da breccie, i quali vengono così interpretati come grossi blocchi derivati dalla placca sommitale attraverso un meccanismo comprendente profondi scorrimenti rotazionali e successivo espandimento laterale.

Un rilevamento di dettaglio della zona, integrato con nuovi dati del sottosuolo, permette una rivalutazione delle evidenze morfologiche e un'interpretazione alternativa dell'evoluzione del versante, non necessariamente in chiave di Dgpv. Contro l'ipotesi Dgpv, si considerano i seguenti fattori:

1) le cosiddette trincee hanno una forma piuttosto irregolare e sono caratterizzate da assenza di ben definite scarpate, pertanto sembrano semplici depressioni a monte di antichi accumuli di frana; inoltre, il loro andamento risulta ovunque piuttosto incoerente con le direzioni ipotizzabili di trasporto dalla placca di megabreccie verso valle;

2) il più esteso rilievo di breccie nella parte medio-alta del versante è disposto in posizione marginale rispetto alla sua presunta collocazione originale (placca sommitale delle megabreccie); inoltre, semplici considerazioni spazio-volume riguardanti le sezioni in 2D indicano che il materiale prodotto dall'arretramento massimo ipotizzabile della placca di megabreccie sommitali (a prescindere dall'esatto meccanismo del processo) è insufficiente per giustificare il volume complessivo delle breccie;

3) gli accumuli dei materiali detritici nella parte medio-alta del versante conservano una successione litostratigrafica composta da due potenti livelli di breccie separati dai sedimenti attribuibili a *debris flow*, *water-laid* e *sieve deposits*, questi ultimi ritenuti diagnostici di un ambiente deposizionale di tipo conoide alluvionale;

4) in gran parte del versante, la giacitura dell'interfaccia substrato argilloso/coltri detritiche (sulla base delle correlazioni tra i sondaggi e i dati della sismica a rifrazione) appare piuttosto regolare a franapoggio, con un'inclinazione non superiore ai 10°;

5) i parametri geomeccanici del substrato argilloso, indicativi di una notevole resistenza, e le caratteristiche litologiche e strutturali delle megabrecce (in genere debolmente cementate e suscettibili alla disgregazione meccanica), tenderebbero ad escludere la possibilità di rotture profonde di tipo rotazionale e successivi spostamenti *in toto* di grandi blocchi di megabrecce.

Sulla base delle considerazioni esposte, la potente coltre detritica comprendente i rilievi di breccie nella parte medio-alta del versante potrebbe essere interpretata come originatasi in ambiente di paleoconoide alluvionale, con più (almeno due) eventi deposizionali associabili ai movimenti in massa.

TERMINI CHIAVE: Dgpv, Frana, Megabrecce, Caramanico Terme, Abruzzo.

## INTRODUCTION

The deep-seated gravitational slope deformations - Dgsd appear to be widespread in Italy (ex. DRAMIS, 1984; DRAMIS & *alii*, 1985; CAVALLIN & *alii*, 1987; CRESCENTI & *alii*, 1994; SORRISO-VALVO, 1988, 1995, and references therein). In this paper we re-examine the case of the Civita hill which dominates the southern periphery of Caramanico Terme (Abruzzo). Its SW slope facing the Orta river valley was affected by a large (33 ha) and relatively deep (on the order of tens of meters) mass movement in 1989 (fig. 1). On the basis of mainly geomorphological data, BUCCOLINI & *alii* (1992) interpreted the 1989 landslide in the context of the Dgsd evolution of the entire slope. In particular, several features, considered typical of a slope afflicted by Dgsd, were indicated in the zone upslope the main scarp of the 1989 event (series of scarps and uphill facing areas which appear to form trenches oriented parallel to the slope direction).

Landsliding has been the main and frequently occurring geological hazard throughout the history of Caramanico Terme, and the slope in question has been the site of repeated mass movements in the past (*e.g.* ALMAGIA, 1910). However, a detailed landslide-oriented research of the area was conducted only after the 1989 event. In particular, over 20 deep boreholes (some exceeding 100 m depth) were drilled within and upslope the landslide limits. The borehole information, and additional data from geophysical investigation of the slope (seismic refraction and seismic reflection), helped to better define the stratigraphy and structure at depth. The integration of subsurface and surface-based data on the entire slope scale - a rather unfrequent opportunity, to our knowledge, among published case studies of deep-seated slope deformations - has led to the re-assessment of the morphological features and to an alternative interpretation of the slope evolution, without invoking the Dgsd phenomena.

## GEOLOGICAL SETTING

Caramanico Terme is located in the Abruzzi Apennines intermontane basin (fig. 1), known in geological literature

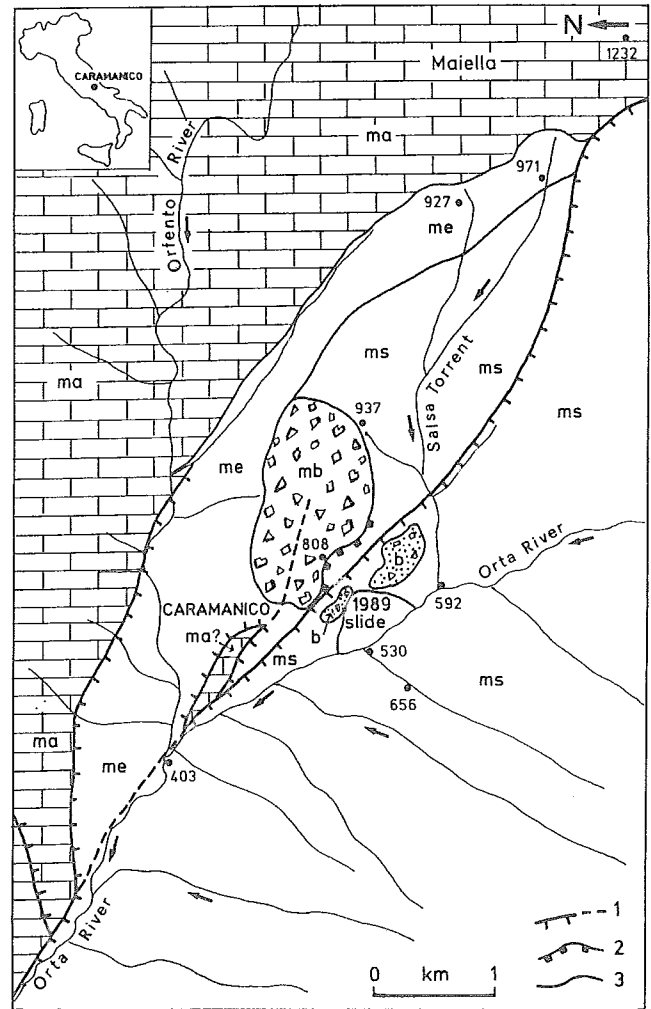


FIG. 1 - Simplified geological outline of the Caramanico area (modified from CATENACCI, 1974; GHISSETTI & VEZZANI, 1983; WASOWSKI & FIORILLO, 1991, and VEZZANI & *alii*, 1993). Explanation: ma = Maiella Mt. carbonate succession (Cretaceous - Miocene); me = Maiella Mt. evaporitic succession represented by clayey-silty-sandy sediments with evaporitic limestone breccias and gypsum deposits (Messinian); ms = Caramanico depression deposits composed mainly by marly mudstones with sandstone intercalations (Early Pliocene); mb = Caramanico carbonate megabreccias (Villafranchian ?); b = two major accumulations of carbonate breccias and/or megabreccias including intercalations of well stratified water-laid and sieve-like sediments (Quaternary); 1 = fault (probable when dashed); 2 = main SW-facing scarp of the megabreccia caprock; 3 = lithological limit; arrows indicate directions of main watercourses. The Maiella mountainous range represents the main topographic relief in the area, with elevations rapidly increasing from the NW Maiella border (900 m a.s.l.) in the SE direction, to reach over 2000 m a.s.l.

as the Caramanico-Campo di Giove depression (CATENACCI, 1974). The Quaternary neotectonic activity resulted in a general uplift of Central Italy, with the maximum upward movements registered in the Apennine mountains region (DEMANGEOT, 1965; AMBROSETTI & *alii*, 1982). According to DEMANGEOT (1965), the Abruzzi Apennines nearly doubled their elevation during this period. Furthermore, the high seismicity of the area (POSTPISCHL, 1985) suggests