

## EVOLUZIONE MORFOLOGICA DI AREE IN DISSESTO: UN CASO DI STUDIO NELL'APPENNINO MERIDIONALE

M. Parise - J. Wasowski  
CNR - CE.R.I.S.T., Bari

**ABSTRACT** - *Morphological evolution of landslide areas: a case history from the southern Apennines* - Il Quaternario Italian Journal of Quaternary Sciences, 9(1), 1996, 259-264 - The paper presents the results obtained by the comparison of aerial photos taken in 1955, 1981, 1990 and 1995 with recent field studies of the *Buoninvente* landslide, a large slope movement triggered by the Irpinia earthquake of November 23rd 1980. The *Buoninvente* landslide is located in the upper valley of the Sele River (near Caposele in the province of Avellino, S Italy); it is a complex mass movement consisting of multiple rotational and translational slides, whose materials feed a large flow downslope. The overall volume is estimated to be approximately  $25 \cdot 10^6$  m<sup>3</sup> and the total length is on the order of 3 km. Landslide materials are made up of old landslide deposits and, secondarily, by intensely folded and jointed turbiditic rocks. The multi-year aerial photo coverage (at appropriate scales) helped in assessing the morphological changes which have occurred over the last 40 years at Buoninvente. Stereopairs of aerial photos, taken in different periods, were the basis for geomorphological maps drawn following the legend proposed by the Italian *Gruppo Nazionale Geografia Fisica e Geomorfologia* in 1993. The 1955 aerial photos show morphologies strictly related to the action of erosion and slope movement: typical features are scarps, counterslopes and landslide terraces. Small ponds formed and significant changes occurred in the local drainage network as a result of the *Buoninvente* mass movement. The 1990 and 1995 aerial photos also show evidence of active movements, such as superficial flows and creep phenomena; these, however, are limited to the middle portion of the main landslide body. Finally, inclinometric tests carried out in the winter/spring of 1996 in two boreholes drilled in the landslide body 15 years ago, indicate that the lower part of the *Buoninvente* landslide has not been significantly displaced.

Parole chiave: Evoluzione morfologica, frana Buoninvente, Appennino meridionale  
Keywords: Morphological evolution, Buoninvente landslide, southern Apennines, S Italy

### 1. PREMESSA

I fenomeni erosivi s.s. ed in particolare i movimenti di versante sono in grado di provocare modifiche del territorio estremamente rapide; in aree ad elevata diffusione di movimenti gravitativi, tali fenomeni giungono a costituire il principale agente di modellamento del paesaggio. L'osservazione e lo studio dei cambiamenti che il movimento delle frane determina sulla superficie topografica risulta di notevole interesse per svariati motivi, dalla comprensione degli aspetti cinematici, a considerazioni sul rischio connesso ai fenomeni gravitativi, a ciò che concerne l'analisi dell'evoluzione geomorfologica del territorio.

Tra i metodi di indagine utilizzati per lo studio delle caratteristiche morfologiche del paesaggio e della loro evoluzione, l'interpretazione aereofotogrammetrica costituisce una tecnica di estrema importanza per l'identificazione ed il riconoscimento di aree in dissesto (Rib & Liang, 1978): la disponibilità di fotogrammi aerei di periodi successivi, ad opportuna scala, consente infatti di analizzare in momenti diversi lo stato del territorio, ed individuare le modifiche su di esso intercorse.

La presente nota riguarda un lavoro di confronto aereofotogrammetrico, supportato ed integrato da indagini bibliografiche e rilievi sul terreno, riguardante la frana "Buoninvente" (dal nome della principale contrada interessata, nel territorio comunale di Caposele), uno dei movimenti gravitativi di maggiori dimensioni innescato dal terremoto dell'Irpinia del 23 novembre 1980 (Agnesi *et al.*, 1983; Budetta, 1983; Cotecchia & Del Prete, 1984; Cotecchia *et al.*, 1986).

### 2. IL CASO DELLA FRANA "BUONINVENTRE"

L'area di studio è ubicata nell'alta valle del fiume Sele, e risulta molto prossima all'epicentro del sisma irpino (distanza epicentrale poco meno di 10 km); geologicamente tale settore è caratterizzato dall'affioramento di formazioni strutturalmente complesse interessate da diffusa franosità, che mostra periodiche fasi di riattivazione connesse ad eventi meteorici, sismici e/o ad innescamento antropico.

La frana "Buoninvente" è un fenomeno complesso, della lunghezza totale di circa 3 km, costituito da scorrimenti multipli (rotazionali e traslativi) i cui depositi alimentano verso valle un ampio corpo di colata (Fig. 1 e 2). I materiali coinvolti, per un volume stimato pari a circa 25 milioni di metri cubi (Cotecchia *et al.*, 1986), sono in gran parte costituiti da antichi depositi di frana, a cui si aggiungono alternanze di calcareniti, arenarie, calcari marnosi ed argille, intensamente tettonizzati (Fig. 3). L'assetto caotico di gran parte delle formazioni affioranti e l'elevato grado di franosità dell'area derivano, tra gli altri fattori, dalla complessa storia geologica.

#### 2.1. Analisi aereofotointerpretativa

Il lavoro svolto è consistito in rilievi finalizzati alla caratterizzazione geologica del sito ed all'esame delle attuali condizioni morfologiche, ed in analisi aereofotointerpretativa delle levate aeree disponibili (1955, 1981, 1990, 1995). Per ogni set di fotogrammi sono state prodotte dettagliate cartografie geomorfologiche del corpo



Fig. 1 - Vista panoramica della porzione medio-alta della frana Buoninventre (fotografia del gennaio 1996): le frecce indicano la zona di distacco ed il corpo principale della frana. Sullo sfondo, i Monti Picentini.

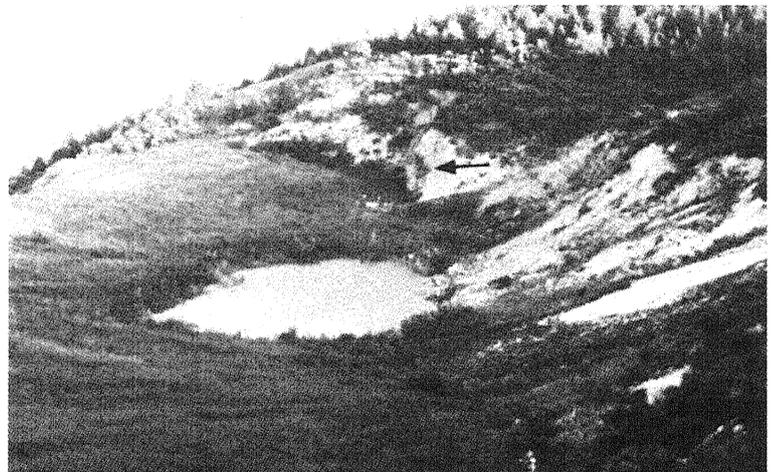
*View of the middle-upper portion of Buoninventre landslide (January 1996): arrows show the scarp area and the landslide body; the Picentini Mountains are visible in the background.*

Già i fotogrammi del 1955 mostrano una morfologia caratterizzata da notevole diffusione di forme connesse alla azione della gravità, con numerosi corpi di frana, per lo più di tipo colata, ed intensa erosione lineare di approfondimento ad opera dei principali corsi d'acqua, ai lati dei quali spesso si individuano aree ad elevata propensio-

di frana e degli immediati dintorni, utilizzando una simbologia grafica che segue le più recenti proposte di legenda geomorfologica ad indirizzo applicativo del Gruppo Nazionale Geografia Fisica e Geomorfologia (1993). Per ottenere maggiore precisione nella rappresentazione cartografica, sono state utilizzate basi topografiche differenti (tavole dell'Istituto Geografico Militare, carte topografiche della Comunità Montana

Fig. 2 - Settore meridionale della zona di distacco della frana, in parte occupato da un laghetto (ancor oggi conservato ad opera di interventi antropici), impostatosi sulla zona in contropendenza. La freccia indica il particolare riportato in figura 3.

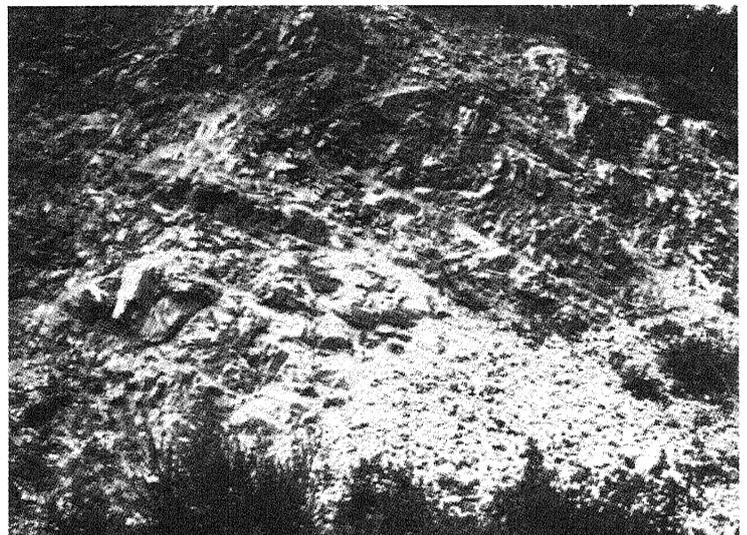
*Southern sector of the landslide detachment area where a pond formed in the counterslope zone; it has been preserved with anthropic measures. Arrow shows the outcrop shown in Fig. 3.*



Alto e Medio Sele), la cui restituzione deriva da rilievi fotogrammetrici quanto più possibile vicini temporalmente all'anno dei fotogrammi interpretati. I principali elementi presi in esame per l'individuazione e delimitazione delle aree a maggior grado di dissesto sono stati rappresentati da irregolarità nell'andamento della superficie topografica, disorganizzazione del drenaggio superficiale, gradini e scarpate da frana, fratture da trazione, aree in contropendenza, depressioni, talora con ristagno d'acqua.

Fig. 3 - Calcari marnosi, intensamente fratturati, affioranti lungo la scarpata principale della frana.

*Densely jointed marly limestones cropping out on the main scarp of the landslide.*



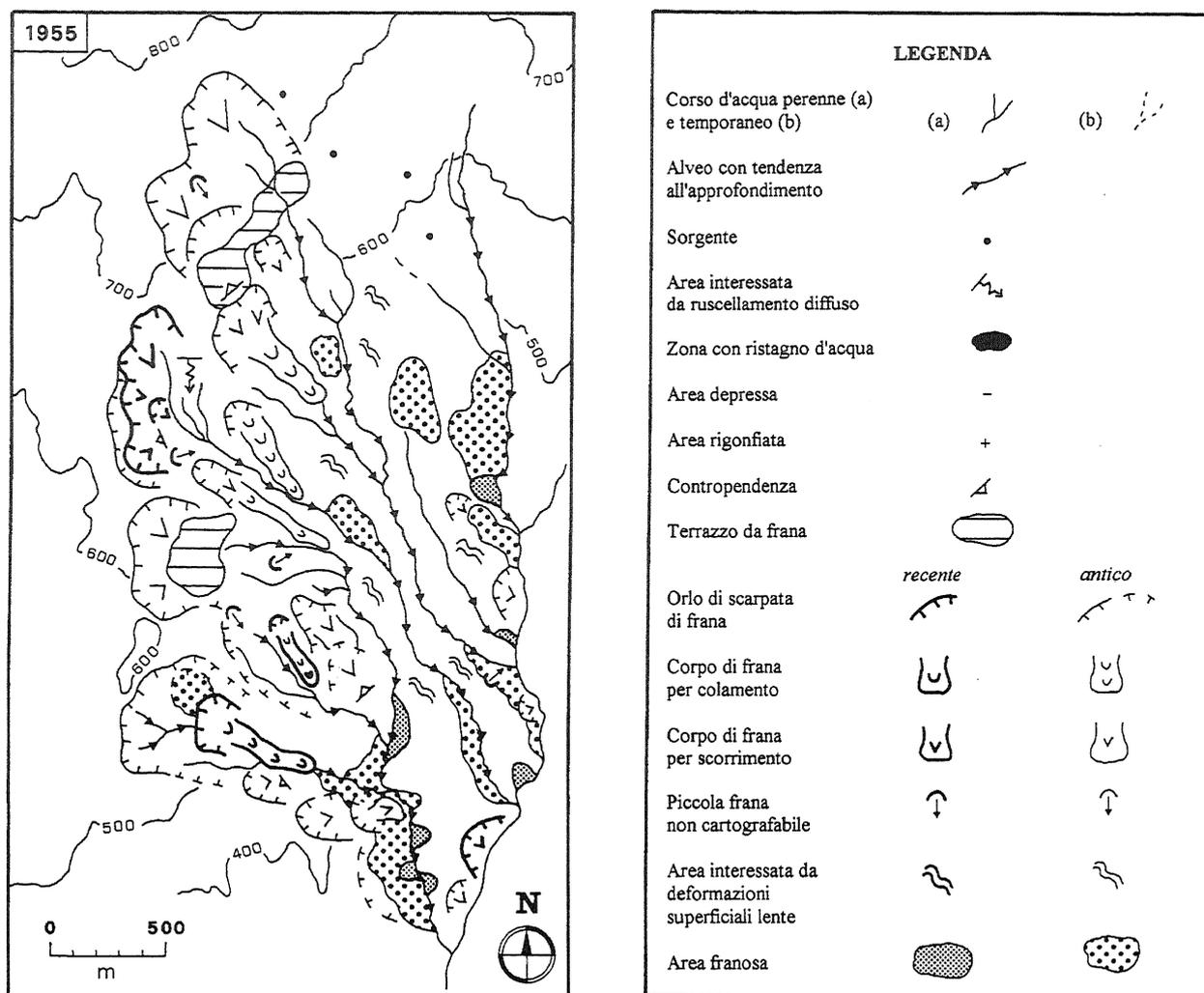


Fig. 4 a/through 7- Confronto aereofotogrammetrico tra levate aeree degli anni 1955, 1981, 1990 e 1995, e relativa legenda. Lo schema geomorfologico relativo al 1981 è ripreso (con alcune modifiche) da Budetta (1983), Cotecchia & Del Prete (1984), e Cotecchia et al. (1986); gli schemi geomorfologici relativi al 1955, 1990 e 1995 derivano da interpretazioni aereofotogrammetriche originali.

*Geomorphic evolution of the Buoninvente landslide area based on the photogrammetric comparison of the 1955, 1981, 1990 and 1995 aerial photos. The 1981 geomorphological sketch is modified after Budetta (1983), Cotecchia & Del Prete (1984), and Cotecchia et al. (1986). The 1955, 1990 and 1995 geomorphological sketches are original interpretations of aerial photos.*

ne al dissesto (Fig. 4). La parte alta della dorsale orientata circa nord-sud, e che culmina nella Cresta del Gallo, lungo lo spartiacque tra Sele ed Ofanto, già presenta chiare evidenze di scarpate da frana, sia antiche che recenti, che in taluni casi giungono ad intaccare la linea di spartiacque. Le nette contropendenze e la presenza di superfici terrazzate indicano una tipologia da scivolamento rotazionale, ricorrente nelle porzioni alte del versante. E' da notare in particolare nel 1955 la freschezza della zona di scarpata che, in occasione del sisma del 23 novembre 1980, contribuirà maggiormente ad alimentare la frana Buoninvente.

L'ultima fase di attivazione della frana, precedente al 1980, risale all'inverno 1958-59 (Cotecchia et al., 1986).

Lo schema del 1981 (Fig. 5) è ripreso e semplificato da Budetta (1983), Cotecchia & Del Prete (1984), Cotecchia et al. (1986); è da notare la presenza di numerosi laghetti da frana ed il reticolo di drenaggio

disorganizzato all'interno del corpo di frana. Non ci si sofferma in questa sede sulla cronologia e sui meccanismi della riattivazione della frana, già ampiamente trattati, tra gli altri, in Cotecchia et al. (1986), e Del Prete & Trisorio Liuzzi (1992).

Nel 1990, a distanza di 10 anni dalla riattivazione dell'inverno 1980-81, permangono ancora evidenti tracce di movimenti gravitativi: in particolare sono chiaramente attive diverse colate nella parte medio-alta dei versanti in esame (Fig. 6). A ciò si aggiungono deformazioni a carattere superficiale nella porzione inferiore della frana, testimoniate dalla permanenza di numerosi rigonfiamenti e zone depresse.

La situazione più recente (1995, Fig. 7) nella parte medio-alta dei versanti mostra arealmente una minore attività dei corpi franosi, sia sulla frana Buoninvente che nella zona a nord, caratterizzata da antichi scorrimenti rotazionali non riattivati in occasione del sisma del 1980 (cf. Fig. 5).

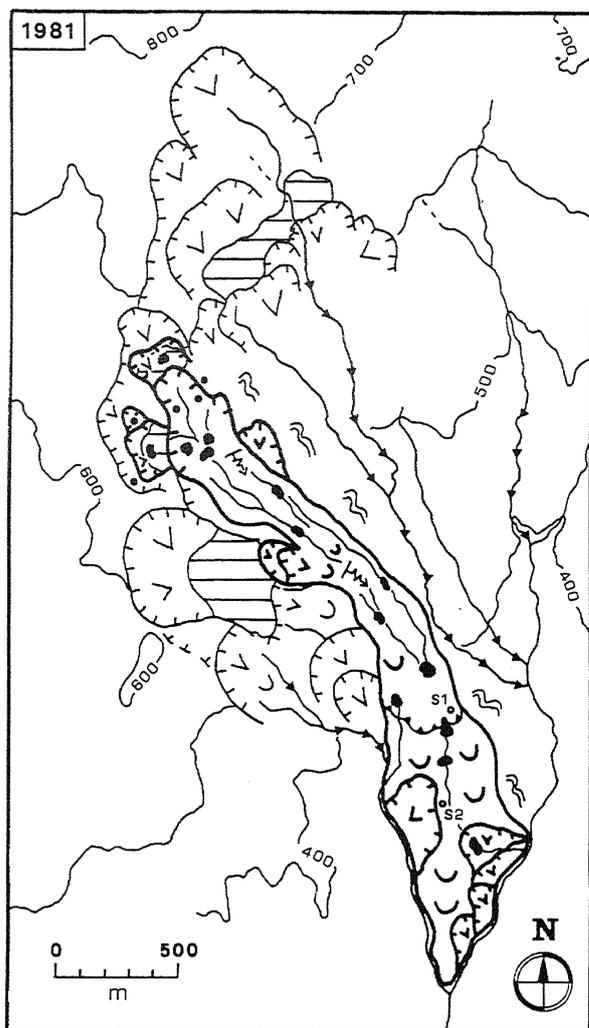


Fig. 5 - Stessa didascalia della Figura 4.  
Same caption as in Figure 4.

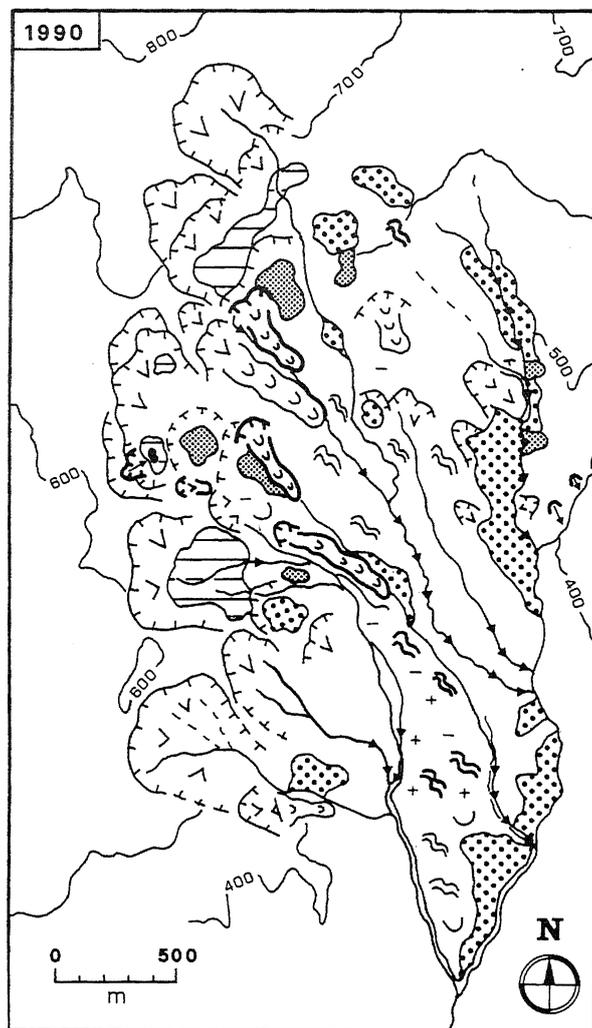


Fig. 6 - Stessa didascalia della Figura 4.  
Same caption as in Figure 4.

## 2.2. Risultati delle indagini di campagna

Negli ultimi due anni la frana Buoninventre è stata rivisitata più volte per verificare lo stato d'attività del fenomeno. Le osservazioni di campagna hanno indicato la generale stabilità del principale corpo franoso. Gli indizi particolarmente utili circa il comportamento della frana sono stati ricavati da periodici controlli del manto stradale e delle canalette della via Pones, che circa due anni fa è stata rifatta e ri-asfaltata *ex-novo*. L'assenza di qualsiasi segno di deformazione o rottura nel tratto lungo circa 1.5 km che attraversa la parte medio-bassa della frana, è in accordo con la interpretazione aereofotogrammetrica relativa all'anno 1995. Invece, nella parte medio-alta della frana sono state registrate zone d'instabilità locali, ma piuttosto superficiali (cf. Fig. 7). In particolare, la zona della scarpata principale continua ad essere interessata da processi di degradazione con scorrimenti e crolli di modeste dimensioni.

Le valutazioni circa l'attività della frana basate sulle osservazioni di superficie sono state recentemente integrate dall'esame dei due ed unici sondaggi inclinometrici

(S1 e S2) effettuati nella zona del piede (Fig. 5 e 7). Va ricordato che nel periodo 1983-1985 le misure relative a questi sondaggi non hanno rivelato alcun movimento significativo in profondità (Cotecchia *et al.*, 1986). Ancora oggi (1995/96) il tubo inclinometrico S2 risulta ispezionabile sino alla sua originaria profondità di circa 50 m. Questo indica che la parte più bassa della frana, composta da vecchi accumuli detritici parzialmente rimbilizzati nel 1980-1981 dalla "spinta" del fronte interno (Fig. 5 e 7), è rimasta stabile.

Anche il tubo inclinometrico S1, situato poco a monte del fronte interno, risulta ispezionabile fino a fondo foro (circa 60 m al di sotto del piano campagna). Si prevede di proseguire il monitoraggio inclinometrico dei due sondaggi per verificare la presenza di eventuali spostamenti in profondità.

## 3. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Uno degli elementi di maggiore interesse derivante dal confronto eseguito tra levate aeree di periodi diversi

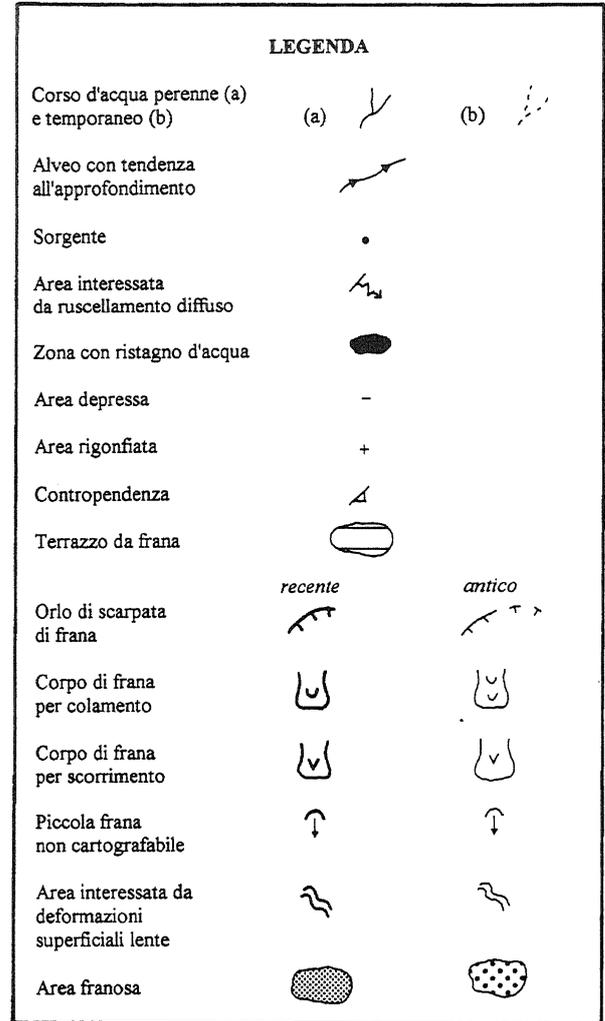
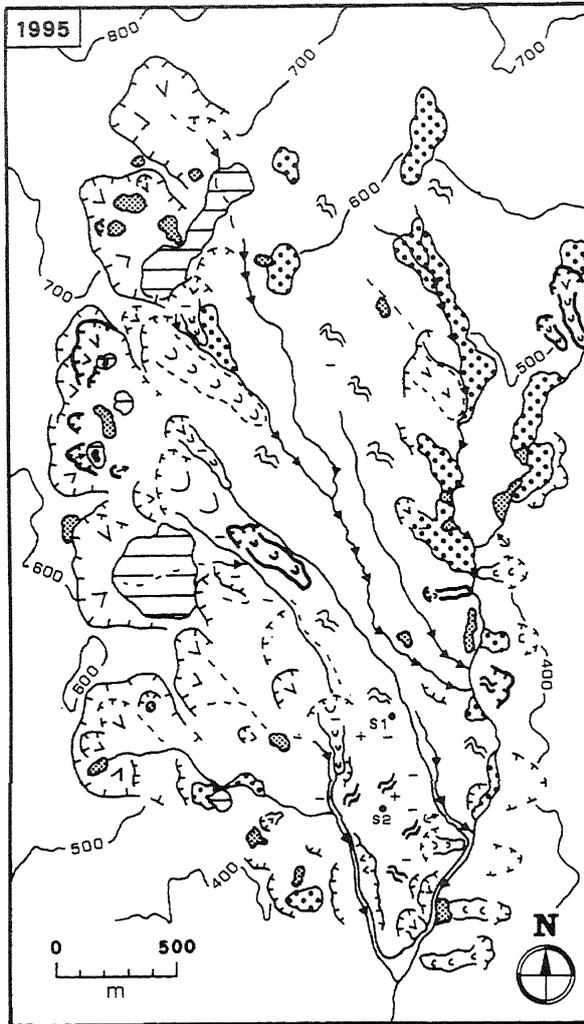


Fig. 7—Stessa didascalia della Figura 4.  
Same caption as in Figure 4.

è rappresentato dalle variazioni nel reticolo di drenaggio superficiale lungo il corpo della frana Buoninventre e nei suoi immediati dintorni. Il bacino idrografico in cui tale zona rientra è un tributario di destra del fiume Temete, a sua volta poi affluente del Sele. I fotogrammi aerei del 1955 evidenziano una netta fase di approfondimento e di attiva incisione dei corsi d'acqua per buona parte del loro corso; tale incisione risulta di frequente accompagnata dallo sviluppo di aree più o meno ampie in dissesto ai lati degli impluvi stessi.

In seguito alla riattivazione occorsa nel 1980-81, all'interno del corpo di frana si è avuta la formazione di molti laghetti, che ne occupavano le zone più depresse, lo sviluppo di ruscellamento diffuso in più settori, e la modifica, anche notevole, delle linee d'acqua preesistenti.

I fotogrammi più recenti (1990 e 1995) indicano ancora un ruscellamento disorganizzato lungo il corpo principale della frana, formato da corsi d'acqua temporanei, in scorrimento durante i periodi piovosi e pressoché asciutti durante i periodi secchi.

La parte bassa del fenomeno franoso è limitata su entrambi i lati da profondi solchi di erosione concentrata;

tuttavia, questa parte a tutt'oggi risulta mal drenata. Durante la stagione piovosa, ed in particolare a seguito delle intense e/o prolungate precipitazioni, essa è caratterizzata dalla presenza di laghetti da frana, numerosi piccoli ristagni d'acqua e da ampie zone di ruscellamento diffuso. Tale situazione è ovviamente molto sfavorevole alla stabilità e può generare movimenti di massa, se pur di carattere locale.

Al riguardo del fattore destabilizzante delle acque superficiali va citato l'esempio della persistente colata sovrapposta al corpo principale della frana Buoninventre tra le quote di circa 500 e 425 m (Fig. 6 e 7). L'attività della colata è da mettere in relazione a cospicui apporti idrici (provenienti dalle zone Piano Massenzio - Padule), che vengono concentrati nella parte più stretta del canale della frana Buoninventre (Fig. 7).

Le ricerche eseguite hanno evidenziato le variazioni nella distribuzione e stato di attività dei fenomeni franosi nell'area di studio nel corso di un periodo di 40 anni (1955-1995), e come, a distanza di oltre 15 anni dall'evento innescante la frana Buoninventre, i profondi cambiamenti morfologici da essa indotti sull'ambiente locale persistano ancora.

## RINGRAZIAMENTI

Il lavoro è stato svolto nell'ambito del progetto della Comunità Europea "Landslide evolution controlled by climatic factors in a seismic area - Prediction methods and warning criteria" (contratto EV5V-CT94-0451).

## BIBLIOGRAFIA

- Agnesi V., Carrara A., Macaluso T., Monteleone S., Pipitone G. & Sorriso Valvo M., 1983 - *Elementi tipologici e morfologici dei fenomeni di instabilità dei versanti indotti dal sisma del 1980 (Alta valle del Sele)*. Geol. Appl. e Idrogeol., **18**(1), 309-341.
- Budetta P., 1983 - *Geologia e frane dell'alta valle del F. Sele*. Mem. e Note Ist. Geol. Appl., Napoli, **16**, 53 pp.
- Cotecchia V. & Del Prete M., 1984 - *The reactivation of large flows in the parts of Southern Italy affected by the earthquake of November 1980, with reference to the evolutive mechanism*. Proc. Int. Symp. on Landslides, Toronto, **2**, 33-38.
- Cotecchia V., Lenti V., Salvemini A. & Spilotro G., 1986 - *Reactivation of the large "Buoninventre" slide by the Irpinia earthquake of 23 november 1980*. Geol. Appl. e Idrogeol., **21**(4), 217-253.
- Del Prete M., 1993 - *Examples of mudslides hazard in the Southern Apennines (Italy)*. Annali di Geofisica, **36**(1), 271-276.
- Del Prete M. & Trisorio Liuzzi G., 1992 - *Reactivation of mudslides after a long quiescent period: the case of Buoninventre in Southern Apennines*. Proc. French-Italian Conf. on "Slope stability in seismic areas", Bordighera, 33-45.
- Gruppo Nazionale Geografia Fisica e Geomorfologia, 1993 - *Proposta di legenda geomorfologica ad indirizzo applicativo*. Geogr. Fis. e Dinam. Quater., **16**(2), 129-152.
- Rib .T. & Liang T., 1978 - *Recognition and identification*. Ch. 3, in: Schuster R.L. & Krizek R.J. (eds.), *Landslides. Analysis and control*. Nat. Acad. of Sciences, Spec. Rep. **176**, Washington, D.C., 34-80.

Ms. ricevuto : 25 maggio 1996  
 Inviato all'A. per la revisione: 26 giugno 1996  
 Testo definitivo ricevuto : 11 luglio 1996

Ms received: May 25, 1996  
 Sent to the A. for a revision: June 26, 1996  
 Final text received: July 11, 1996