

## 11. CONCLUSIONI

Le indagini eseguite e i dati raccolti inducono a collocare la grande frana di Ancona tra i movimenti di massa profondi. Sembra cioè trattarsi di un fenomeno franoso con scorrimento in alcuni casi a profondità superiore ai 100 metri su superficie cilindrica con direttrice non circolare. Tale movimento ha interessato le formazioni plio-pleistoceniche (substrato). Le coltri eluvio-colluviali, di spessore talora anche di alcune decine di metri, sono scorse a loro volta verso valle con modalità tipo colamento di masse argilloso-limose ammorbidite anche a causa dell'impregnazione da parte delle acque piovane (es. Frana Barducci).

Tutto il versante interessato dal fenomeno è articolato in unità morfologiche caratteristiche in numero di almeno tre, costituite da tratti di versante molto acclivi (scarpate) bordati verso nord (verso mare) da zone pianeggianti e addirittura in contropendenza (*trench* o trincee). Lungo le scarpate sono ubicati i gradini conformi che rappresentano la manifestazione superficiale di movimenti profondi del substrato. Nei *trench* sono osservabili gradini antitetici ossia con sprofondamento a monte.

Tutte le unità morfologiche possono essere collegate con una zona unica di scorrimento profondo (Fig. 11.1).

Il meccanismo di frana profonda trova la sua conferma nei dati raccolti durante le ricerche. In particolare:

- le indagini geomorfologiche hanno individuato in superficie la presenza di elementi che per la loro estensione (gradini continui per alcune centinaia di metri, *trench* allungati, ecc.) non trovano spiegazione se collegati a movimenti dalla coltre superficiale, mentre si giustificano se collegati a movimenti che interessano il substrato;
- la contemporaneità della manifestazione franosa su di un'area così estesa è a favore di un meccanismo profondo che collega le varie unità morfologiche sopra ricordate;
- l'analisi visuale delle carote estratte con i sondaggi, i profili geofisici lungo i fori (*down-hole* e *sonic log*), le misure di densità e contenuto d'acqua dei campioni, hanno messo in evidenza la netta diversità tra le caratteristiche della formazione pliocenica non interessata dalla frana e quelle della stessa formazione alle profondità alle quali può essere avvenuto lo scorrimento;
- i dati della campagna geofisica (sismica a rifrazione) sono in accordo con l'ipotesi del movimento profondo che appare interessare parte dell'intervallo de-

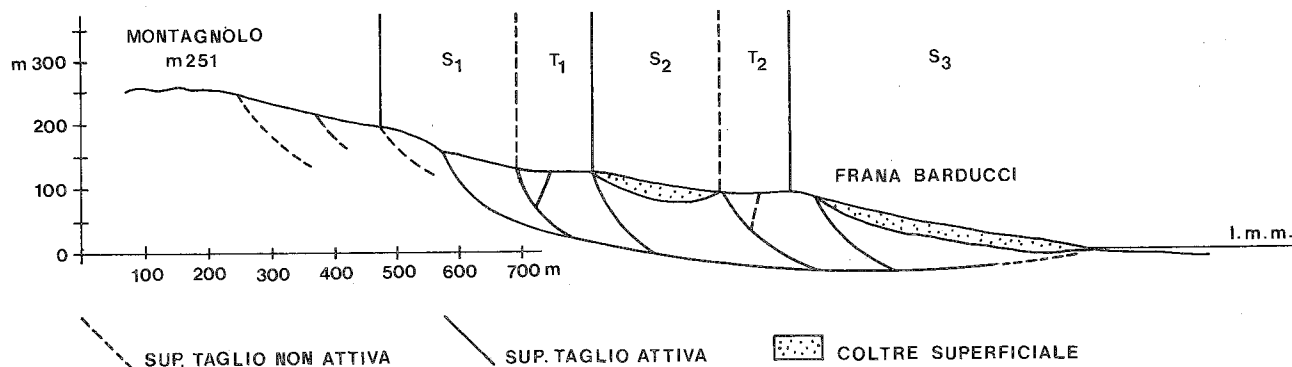


Fig. 11.1 - Profilo del versante del Montagnolo e caratteristiche geometriche della frana del dicembre 1982. La successione scarpata-trincea ( $S_1$ ,  $T_1$ ,  $S_2$ ,  $T_2$ ) è mascherata dalla coltre franosa superficiale in corrispondenza della frana Barducci. *Topographic profile of the Montagnolo slope showing the deep shear surfaces.  $S_{1,2}$  scarps;  $T_{1,2}$  trenches.*

(\*)Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Milano.

(\*\*)Dipartimento di Scienze dei Materiali e della Terra, Università di Ancona. Dal 1.11.1984, Istituto di Scienze, Facoltà di Architettura, Università di Pescara.

(\*\*\*)Istituto di Topografia, Fotogrammetria e Geofisica, Politecnico di Milano.

(\*\*\*\*)Facoltà di Ingegneria, Università "La Sapienza", Roma.

(\*\*\*\*\*Istituto di Geologia, Università "La Sapienza", Roma.

- finito dalla sismica come *intermedio*; tale intervallo con  $V_p$  pari a 1,7-1,8 km/sec, che si spinge oltre i 100 m di profondità, sulla base dei dati geognostici mostra valori di densità e contenuto d'acqua rispettivamente inferiori e maggiori rispetto ai materiali sottostanti indisturbati con  $V_p$  pari a 2,1-2,2 km/sec;
- i rilevamenti plano-altimetrici hanno confermato la presenza di zone in sprofondamento (*trench*) mentre lungo la frana Barducci il confronto tra una sezione rilevata prima dell'evento e dopo può interpretarsi con lo schema scarpata-*trench*;
  - le verifiche di stabilità sono compatibili con il movimento profondo interessante il substrato plio-pleistocenico;
  - le caratteristiche geomorfologiche del versante, (scarpate, *trench*, ecc.) sono di antica origine, e testimoniano che il versante fu sede di frane anche in passato e risultano in gran parte riattivate dall'evento del 1982;
  - i dati storici confermano l'antico carattere franoso dell'intero versante, che in passato ha sempre costituito un serio problema alla viabilità della zona.

Le cause della frana del dicembre 1982 sono certamente molteplici e legate ai caratteri geologici e morfologici della zona, ai caratteri climatici della regione, alle proprietà meccaniche dei terreni ed alla situazione idraulica del sottosuolo ed alla sismicità della regione. Allo stato attuale delle conoscenze la causa scatenante più probabile appare essere il particolare andamento della piovosità e l'intensità delle precipitazioni meteoriche nei mesi da ottobre a dicembre 1982 dopo un lungo periodo di siccità.

## CONCLUSIONS

The researches carried out and the collected data place the Ancona great landslide among the deep mass movements.

It deals with a landslide, which glides to a depth, higher than 100 meters, on a cylindrical surface with a not circular direction.

This movement has involved the Plio-Pleistocene formations (substratum). The eluvial-colluvial sheets with a thickness of some tens meters, did slide towards down by flows of clayey-slimy masses, made soft by impregnation of the rain waters (Frana Barducci).

The whole slope involved in the landslide is divided in three characteristic morphological units, formed by flat area and in controslope.

Along the escarps there are steps, that are the superficial manifestation of deep movements of the substratum.

In the trenches we can observe antithetic steps, with sinking towards the mount.

All morphological units can be connected with a single deep sliding area (Fig. 11.1).

The deep landsliding movement is confirmed by the data collected during the surveys. In particular:

- the geomorphological researches have located in surface some elements, that we can explain only if they are connected with movements of the landsliding sheet, for their extent (continuous steps for some hundred meters, extended trenches): these elements are not compatible with the movements of the superficial sheet;
- the contemporaneous manifestation of the landslide in a wide area, promotes a deep movement which connects the above mentioned morphological units;
- the visual analysis of the core samples drawn out with the bore-hole, the geophysical sections along the holes (down-hole and sonic log), the density measurements and the water content of the samples, have shown the difference between the characteristics of the pliocenic formation, which was not involved by the landslide, and the characteristics of the same formation, to whose depths the sliding did happen;
- the data of the geophysical survey (seismic refraction) agree with the hypothesis of the deep movement that involves a part of the space, defined by the seismic technique as "intermediate"; this space with  $V_p$  equivalent to 1,7-1,8 km/sec, which goes over 100 meters deep, shows by means of geognostic data, density values and water content respectively lower and higher as regards as the blow undisturbed materials with  $V_p$  equivalent to 2,1-2,2 km/sec;
- the plano-altimetric surveys have confirmed sinking-areas (*trench*); along Frana Barducci the comparison between a section surveyed before and after the landslide, can be explained by the plan slope-*trench*;
- the stability controls are compatible with the deep movement, that involves the plio-pleistocenice substratum;
- the geomorphological characteristics of the slope (escarp, *trench*, ecc.) are ancient;
- they show that the slope was involved by landslides also during the past time and were restored by the landslide of 1982;
- the historical data are confirming the ancient landslide on the whole slope, that was in past time a real problem for the road conditions of the zone.

The causes of the landslide of December 1982 are numerous and connected with the geological and morphological characteristics of the area, with the climatic characteristics of the area, with the mechanical properties of the soils and with the hydraulic situation of the subsoil and with the seismicity of the region.

According to the present knowledges, we think that the most probable breaking cause was the particular behaviour of the rainy trend and the intensity of the meteorological precipitations during October and December 1982 after a long period of dry weather.

Finito di stampare  
Centro Stampa e Audiovisivi  
Università di Camerino  
dicembre 1986

Autorizzazione Tribunale di Camerino n. 4/82 del 17.12.1982  
Direttore responsabile Prof. ERNESTO CENTAMORE

**Università di Camerino**  
**Area Biblioteche**



**\*ST002554\***