

ASPETTI GEOMORFOLOGICI CONSEGUENTI ALL'ATTIVITA' SISMICA LOCALE SUL BASSO VERSANTE ORIENTALE DEL VULCANO ETNA

D. Bella - P. Carveni - C. Musumeci - S. Gresta
Istituto di Geologia e Geofisica, Università di Catania, Catania

ABSTRACT - *Geomorphological aspects of the local seismic activity on the low eastern slope of Etna volcano* - Il Quaternario Italian Journal of Quaternary Sciences, 9(1), 1996, 365-368 - Several seismotectonic alignments on the southeastern flank of Mt. Etna are responsible for a high seismic activity with locally shallow earthquakes ($h < 2$ km). To recognize such alignments may be difficult because of continuous and rapid morphologic changes due to the emplacement of new lava flows and intense anthropic developments. Most seismotectonic alignments are normal faults, which control shoreline features and drainage pattern.

RIASSUNTO - *Aspetti geomorfologici conseguenti all'attività sismica locale sul basso versante orientale del vulcano Etna* - Il Quaternario Italian Journal of Quaternary Sciences, 9(1), 1996, 365-368 - Il riconoscimento dei numerosi elementi sismotettonici presenti nel basso versante orientale etneo, responsabili con la loro attivazione dell'elevata sismicità locale ad ipocentro superficiale ($h < 2$ km), risulta talvolta difficoltoso per le continue e rapide trasformazioni morfologiche causate dalla messa in posto delle colate laviche e per l'alto grado di antropizzazione della zona. Si tratta, in genere, di faglie normali aventi un ruolo determinante nel condizionare l'attuale aspetto del paesaggio, in quanto responsabili con la loro azione dell'andamento della linea di costa e di quello della rete drenante.

Parole chiave: Strutture sismigeniche, geomorfologia, Monte Etna, Sicilia, Italia meridionale
Key words: Seismogenic structures, geomorphology, Mount Etna, Sicily, S Italy

1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE DELL'AREA ETNEA

L'Etna, complesso edificio vulcanico formato da prodotti emessi da numerosi centri eruttivi, è ubicato geograficamente nella Sicilia orientale e geologicamente tra quattro unità geotettoniche di 1° ordine: la *catena Appenninico-Maghrebide*, l'*avampaese ibleo*, l'*avanfossa Gela-Catania* ed il *blocco ionico* (Lentini *et al.*, 1987).

Il passaggio dal dominio siciliano al dominio ionico avviene attraverso un sistema di faglie a gradinata NNW-SSE, che dà luogo alla *scarpata ibleo-maltese*, interpretata come struttura di controllo dell'ascesa delle masse magmatiche fin dalla loro sorgente mantellica (Ferrucci *et al.*, 1992). La *scarpata ibleo maltese* sembra estendersi lungo la parte sud-orientale della regione come un sovrapporsi di faglie aventi orientazione NNW-SSE (Lo Giudice & Rasà, 1986).

In questo complesso quadro geodinamico si inserisce l'attuale attività sismica e vulcanica dell'Etna. Una dettagliata descrizione delle unità vulcanostratigrafiche riconosciute nell'area etnea è fornita da AA.VV. (1979), ai quali si rimanda per una più approfondita conoscenza.

Nell'area d'interesse di questo lavoro, compresa tra gli abitati di Acireale, Zafferana Etnea e Riposto, affiorano sia rocce vulcaniche, rappresentate principalmente da colate laviche ed in minima parte da piroclastiti, sia sedimenti; tra quest'ultimi riveste una particolare importanza, per ampiezza di distribuzione e spessore, il *Chiancone*: deposito continentale, costituito da ciottoli e blocchi eterogenei immersi in matrice sabbiosa, morfologicamente disposti a formare una larga conoide. La sua

origine (Kieffer, 1970; Romano & Sturiale, 1981; Guest *et al.*, 1984) viene attribuita al progressivo smantellamento di diversi edifici vulcanici ed al trasporto dei materiali in condizioni climatiche diverse da quelle attuali.

2. ASSETTO TETTONICO

Numerose faglie attive ad andamento NNW-SSE, NW-SE ed E-W caratterizzano il versante orientale etneo. Secondo alcuni autori (Borgia *et al.*, 1992; Lo Giudice & Rasà, 1992; Carveni & Bella, 1994) queste faglie, pur avendo le stesse direzioni degli allineamenti a carattere regionale, sarebbero l'espressione di una tettonica gravitativa che causerebbe lo scivolamento dell'intero versante orientale etneo, o di parte di esso, verso lo Ionio. In tale contesto, alcune di queste strutture, specie quelle che costituiscono la corona di distacco dell'ipotetica "frana", avrebbero una componente trascorrente sinistra a settentrione ("sistema della Pernicana"), e destra a meridione ("sistema Mascalucia-Trecastagni"). Ad est, invece, il corpo in movimento è interessato da un intreccio complicato di faglie che isolano una serie di blocchi più o meno disarticolati, a volte inclinati verso monte. Questa situazione caratterizza tutto il basso versante orientale etneo e più marcatamente la zona compresa tra Acireale, Zafferana Etnea e Riposto (Fig. 1). Il movimento che avviene lungo queste faglie, durante i terremoti, è prevalentemente di tipo verticale con componenti minori di trascorrenza destra, come osservabile lungo la Timpa di Santa Tecla (scarpata di faglia con *pitch* delle strie 30°-40° verso SE,

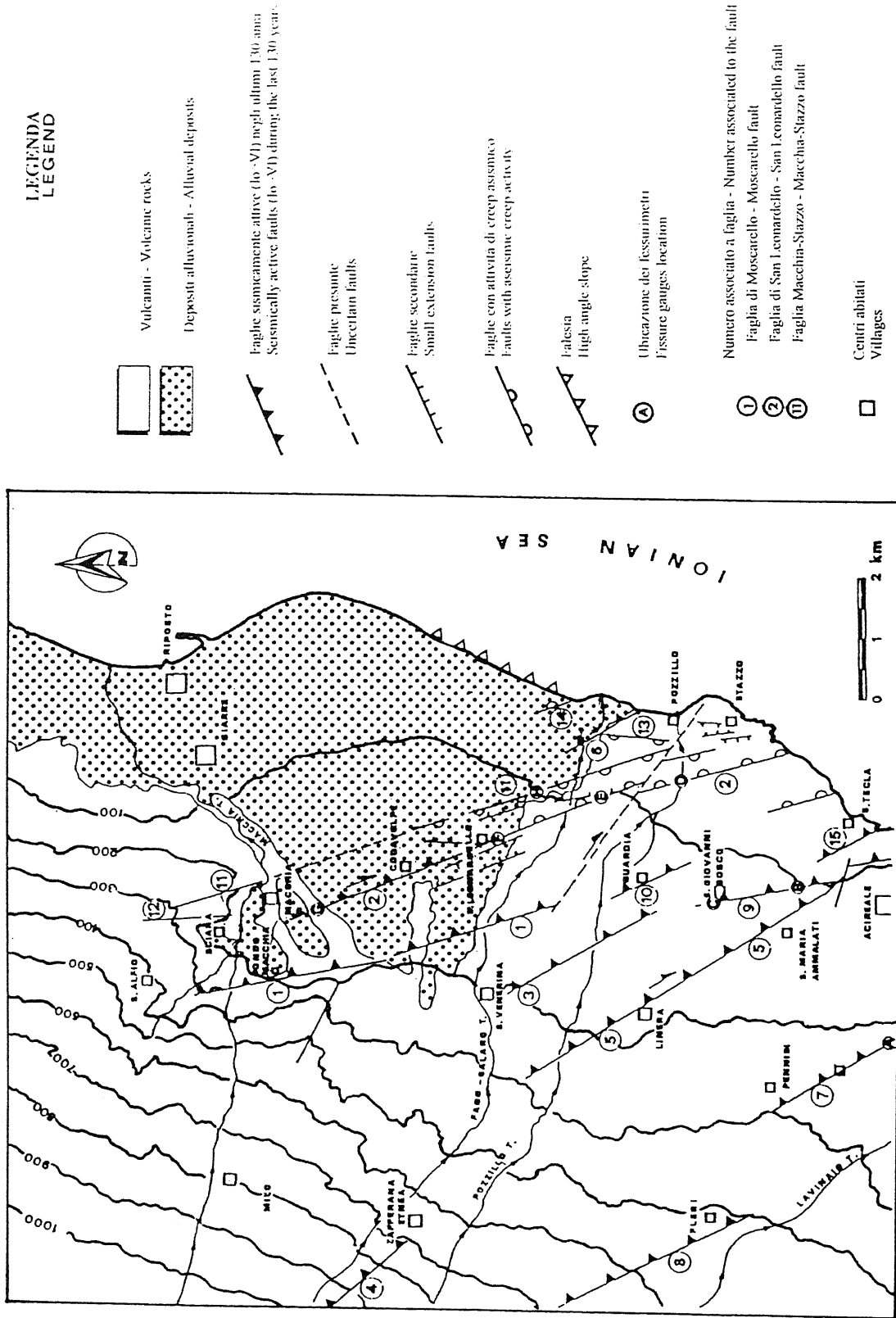


Fig. 1 - Carta degli allineamenti sismotettonici del versante sud-orientale dell'Etna.
Sismotectonic alignments of the southeastern flank of Mt. Etna.

Bousquet *et al.*, 1988) e lungo la Timpa di Moscarello (scarpata di faglia con strie sub-orizzontali; Stewart *et al.*, 1993).

L'interpretazione delle cronache relative ai più importanti terremoti avvenuti in quest'area, mette in evidenza che il movimento lungo le faglie sismogenetiche avviene sempre con l'abbassamento del blocco orientale, con trascorrenza destra. Tali abbassamenti dei blocchi fagliati sarebbero la causa di un fenomeno di arretramento della costa, particolarmente evidente nella zona tra Torre Archirafi e Riposto (Platania, 1904). Sulla scorta di valutazioni a carattere geomorfologico (Carveni & Bella, 1994), i sismi ed i moti di abbassamento che si generano in corrispondenza dei blocchi fagliati sarebbero da considerare la reazione gravitativa al moto di sollevamento cui è sottoposta l'intera regione etnea, facilitata dalla presenza, al di sotto del pacco lavico vulcanoclastico, di argille pleistoceniche aventi un comportamento geomeccanico tendenzialmente duttile (Borgia *et al.*, 1992).

3. ANALISI DELLA SISMICITÀ LOCALE DEL VERSANTE ORIENTALE ETNEO

L'attività sismica che caratterizza l'edificio etneo è in genere estremamente superficiale, di modesta magnitudo ($M_{max} = 4.8-5.0$) e principalmente ubicata sul versante orientale.

Numerosi sono gli studi a carattere sismologico (Glot *et al.*, 1984; Gresta *et al.*, 1990; Ferrucci & Patanè, 1993) che sottolineano la marcata differenza esistente tra la sismicità del versante orientale e quella del versante occidentale: superficiale ($h < 2$ km), frequente ed intensa nel primo settore, profonda ($h > 5$ km) e moderata nel secondo.

A questa fenomenologia sismica si aggiunge un'intensa attività di movimenti per scorrimento lento lungo alcune porzioni di faglia (*creep asismico*). Il meccanismo, le modalità e le relazioni di questo fenomeno con l'attività sismica e vulcanica, non sono, allo stato attuale, molto chiari. Dagli studi finora effettuati risulta che il movimento avviene generalmente in maniera continua con velocità comprese tra 0.3 e 0.5 cm/anno, imputabile al diverso comportamento geomeccanico delle argille del substrato rispetto al pacco lavico-vulcanoclastico sovrastante, specie nella condizione in cui le argille sono subaffioranti (Carveni & Bella, 1994). In alcune zone, invece, il *creep* subisce delle accelerazioni (fino a 1.2 cm/anno) come conseguenza di una lubrificazione causata dall'infiltrazione di copiose quantità di acqua meteorica (S. Leonardello, nubifragio del 13/03/1995) lungo i piani di faglia.

In altri casi il movimento è strettamente connesso all'instaurarsi di un regime tensionale preparatorio e/o successivo a una crisi sismica (Lo Giudice, 1988).

La ricostruzione delle strutture tettoniche, responsabili dei forti terremoti del versante orientale etneo, e la rielaborazione dei dati macrosismici ha permesso di differenziare le faglie "attualmente" sismogenetiche per grado d'intensità superiore a VI M.S.K., relativamente agli ultimi 130 anni, da quelle di cui non si hanno notizie storiche di bruschi movimenti; sono stati inoltre cartografati i siti in cui si sono verificati lenti scorrimenti senza apprezzabile rilascio di energia sismica. La

distinzione degli elementi tettonici riconosciuti è la seguente (Fig.1):

- a) faglia responsabile di terremoti con grado d'intensità all'epicentro superiore o uguale a VI M.S.K.;
- b) faglia responsabile di terremoti con grado d'intensità inferiore a VI M.S.K. o sismicamente non attiva;
- c) faglia presunta;
- d) faglia con movimenti di *creep* asismico.

4. ANALISI MORFOSTRUTTURALE E CONCLUSIONI

L'analisi geomorfologica ha avuto come scopo quello di riconoscere gli elementi morfologici e i lineamenti di possibile significato tettonico. Tali indagini si sono articolate nelle seguenti fasi:

– *ricerca bibliografica*: raccolta, elaborazione ed interpretazione dei dati bibliografici che indicano o fanno presumere l'esistenza di dislocazioni tettoniche;

– *analisi fotointerpretativa*: per l'identificazione di lineamenti morfotettonici;

– *controllo sul terreno*: per accertare la coincidenza tra lineamenti e faglie e precisare geometria e morfologia degli eventuali elementi tettonici.

Rilievi geologici e geomorfologici hanno permesso di riconoscere una serie di scarpate subverticali (localmente dette "timpe") e flessi morfologici, per la maggior parte ad andamento rettilineo, espressione dell'attività sismica delle faglie che danno origine ad una depressione tettonica conosciuta come "Graben di San Leonardello".

La notevole azione geomorfica attribuita agli elementi riconosciuti agisce, prevalentemente, sull'andamento dei corsi d'acqua e della linea di costa. Le numerose scarpate di origine tettonica sono spesso accompagnate da elementi secondari, quali piccoli sistemi horst-graben.

Presso San Leonardello evidenze di tal tipo possono essere interpretate come il risultato di un moto rotazionale lungo un'asse orizzontale cui sono sottoposti i vari blocchi fagliati; tale movimento non è distribuito infatti in maniera omogenea lungo tutta la faglia interessata, in quanto esistono delle faglie trasversali che svincolano tra loro i vari blocchi, permettendo movimenti differenziali.

La presenza di un'estesa zona di fratturazione causa, inoltre, la formazione di numerosi inghiottitoi, di forma lineare o circolare, in cui penetrano e scompaiono le acque di ruscellamento; chiare evidenze di questo fenomeno sono state recentemente riscontrate a Santa Tecla e a San Leonardello, in occasione del nubifragio del 13 marzo 1995 (Fig. 2) in cui si è registrata una riapertura di fratture ed una accelerazione, in alcune zone, dei fenomeni di *creep* asismico.

Dallo studio dei lineamenti geomorfologici individuati, si è cercato di risalire ai movimenti tettonici cui essi sono associati (Carveni & Bella, 1994):

1) 25.000 anni fa circa si è presumibilmente attivata la faglia di Moscarello, la struttura sismogenetica più attiva della zona;

2) successivamente, dopo la messa in posto del "Chiancone", fra 5.000 e 10.000 anni fa (Kieffer, 1970; McGuire, 1982), si è verificato lo sprofondamento di parte della zona costiera (falesia Praiola-Villa Calanna), che ha provocato il repentino accorciamento degli alvei di alcuni corsi d'acqua, con conseguente ringiovanimen-



Fig. 2 - Fenditura riapertasi in occasione del nubifragio del 13/3/1995 presso San Leonardello.

Fracture in the ground re-opened during the March 13, 1995 cloudburst near the San Leonardello village.

to ed energica ripresa dell'erosione lungo gli alvei;

3) in seguito il movimento della faglia Macchia-Stazzo è stato responsabile di importanti cambiamenti morfologici: sbarramento dei torrenti Macchia e Fago (lungo i loro alvei, a monte dell'intersezione con la faglia, sono presenti depositi alluvionali più o meno estesi), deviazione del Torrente San Leonardello, divenuto affluente di sinistra del Torrente Fago, ed estinzione di altri corsi d'acqua di minore portata;

4) l'ultima fase, attualmente in corso, si esplica con un'intensa e frequente attività sismica lungo faglie orientate NNW-SSE e NW-SE.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 1979 - *Carta geologica del Monte Etna, scala 1:50.000*. Litogr. Art. Cartogr., Firenze.
- Borgia A., Ferrari L. & Pasquarè G., 1992 - *Importance of gravitational spreading in the tectonic and volcanic evolution of Mount Etna*. *Nature*, **357**, 231-235.
- Bousquet J.C., Lanzafame G. & Paquin C., 1988 - *Tectonic stresses and volcanism: in-situ stress measurements and neotectonic investigations in the Etnean area (Italy)*. *Tectonophysics*, **149**, 219-231.
- Carveni P. & Bella D., 1994 - *Aspetti geomorfologici legati ad attività sismica su vulcani attivi: il basso versante orientale dell'Etna come modello di studio*. *Boll. Acc. Gioenia Sc. Nat.*, **27**, 346, 253-285.
- Carveni P. & Bella D., 1995 - *Local seismicity and geomorphological implications on eastern flank of Mt. Etna Volcano*. *J. Geodyn.* (in stampa).
- Ferrucci F., Gresta S., Patanè D. & Rasà R., 1992 - *Inferences on the magma feeding system at Mt. Etna volcano from seismological, structural and volcanological data*. *Atti 11° Conv. GNGTS, Roma*, 455-460.
- Ferrucci F. & Patanè D., 1993 - *Seismicity accompanying the outbreak of the 1991-1993 eruption of Mt. Etna (Italy)*. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, **56**, 1319-1329.
- Glot J.P., Gresta S., Patanè G. & Poupinet G., 1984 - *Earthquake activity during the 1983 Etna eruption*. *Bull. Volcanol.*, **47**, 953-963.
- Gresta S., Longo, V. & Viavattene A., 1990 - *Geodynamic behaviour of eastern and western sides of Mt. Etna*. *Tectonophysics*, **179**, 81-92.
- Guest J.E., Chester D.K. & Duncan A.M., 1984 - *The Valle del Bove, Mount Etna: its origin and relation to the stratigraphy and structure of the volcano*. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, **21**, 1-23.
- Kieffer G., 1970 - *Les dépôts détritiques et pyroclastiques du versant oriental de l'Etna*. *Atti Acc. Gioenia Sc. Nat.*, s. VII, **2**, 3-32.
- Lentini F., Grasso M. & Carbone S., 1987 - *Introduzione alla geologia della Sicilia e guida all'escursione*. Convegno della Soc. Geol. It. su "Sistemi Avanfossa-Avampaese lungo la Catena Appenninico-Maghrebide", Naxos/Pergusa 22-25 Aprile 1987, 33 pp.
- Lo Giudice E. & Rasà R., 1986 - *The role of the NNW structural trend in the recent geodynamic evolution of North-Eastern Sicily and its volcanic implications in the Etnean area*. *J. Geodyn.*, **5**, 309-330.
- Lo Giudice E. & Rasà R., 1992 - *Very shallow earthquakes and brittle deformations in active volcanic areas: the Etnean region as an example*. *Tectonophysics*, **202**, 257-268.
- Lo Giudice E., 1988 - *Particolari aspetti del rischio sismico nell'area etnea*. *Atti Conv. Int. Assoc. Geogr. It.*, "L'organizzazione territoriale delle aree sismiche e vulcaniche", pp. 59-85.
- McGuire W.J., 1982 - *Evolution of the Etna volcano: information from the southern wall of the Valle del Bove caldera*. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, **13**, 241-271.
- Platania G., 1904 - *Su un moto differenziale della spiaggia orientale dell'Etna*. *Atti V Congresso Geogr. It.*, Napoli, **2**, Sez. I, Scientifica, 214-219.
- Romano R. & Sturiale C., 1981 - *Geologia del versante sud-orientale etneo*. *Boll. Soc. Geol. It.*, **100**, 15-40.
- Stewart I., McGuire W., Vita-Finzi C., Firth C., Holmes R. & Saunders S., 1993 - *Active faulting and neotectonic deformation on the eastern flank of Mount Etna, Sicily*. *Z. Geomorph. N.F.*, **94** Suppl., 73-94.

Ms. ricevuto : 25 maggio 1996

Inviato all'A. per la revisione: 19 giugno 1996

Testo definitivo ricevuto : 12 luglio 1996

Ms received: May 25, 1996

Sent to the A. for a revision: June 19, 1996

Final text received: July 12, 1996