

IL SOLLEVAMENTO DELLA SICILIA ORIENTALE E ALCUNE IMPLICAZIONI SISMICHE E VULCANICHE

*Pietro Carveni ¹, Santo Benfatto ² & Maria Salleo Puntillo ³

¹ Università di Catania, Dipartimento di Scienze Geologiche, Sezione di Oceanologia e Paleoecologia,
Corso Italia 57, 95129 - Catania, Italia, e-mail: carveni@unict.it

² Geologo, libero professionista, Via San Marco 91, 95047 –
Paternò (Catania) Italia, e-mail: benfatto@geologi.it

³ Naturalista, Via San Marco 91, 95047 –
Paternò (Catania) Italia, e-mail: maria.salleo@inwind.it

RIASSUNTO: Carveni P., Benfatto S. & Salleo Puntillo M., *Il sollevamento della Sicilia orientale e alcune implicazioni sismiche e vulcaniche*. (IT ISSN 0394-3356, 2007).

Da rilievi effettuati da satelliti, risulta che nell'ambito di un generale sollevamento della Sicilia orientale, il settore grossolanamente triangolare dell'edificio vulcanico etneo delimitato a settentrione dal *Rift* di NE e dalla *Faglia della Pernicana*, a SW da un sistema di faglie e fratture eruttive con andamento ad arco compreso tra i crateri sommitali e Aci Castello (*Sistema Montagnola – Mascalucia – Aci Castello*), a oriente dalla linea di costa, è caratterizzato da fenomeni di abbassamento.

All'interno di questo settore si trovano importanti sistemi di faglie:

1) il *Sistema Giardini – Mascali* (NE-SW - NNE-SSW);

2) il *Sistema Ripa della Naca - Piedimonte* (NE-SW);

3) il *Sistema delle Timpe* (NNW-SSE).

Le informazioni sinora reperite circa l'attività sismica del Sistema Giardini – Mascali si limitano ad una serie di sismi cui è collegata la genesi e l'evoluzione del vulcano di fango *Salsa di Fondachello*; solo un sisma di questo sistema, accaduto il 26 marzo 1847, è stato abbastanza intenso da essere registrato a Catania; inoltre a tutt'oggi non sono state trovate prove di risalite magmatiche e conseguenti eruzioni collegabili all'attività di questo sistema.

Al Sistema Ripa della Naca – Piedimonte è da attribuire una serie di scosse sismiche avvertite nel paese di Piedimonte subito prima e durante l'eruzione etnea del 1928; lungo una delle faglie di questo sistema (*Ripa di Piscio*) si aprirono le bocche dalle quali sgorgò la colata lavica che distrusse il paese di Mascali.

Il Sistema delle Timpe, la cui attività sismica è stata oggetto di numerose osservazioni ad iniziare dal 1805, è responsabile dei più forti terremoti verificatisi sul versante orientale etneo; alcune risalite magmatiche che hanno dato luogo ad eruzioni in tempi storici sono collegate a questo sistema.

Sulla base di una rilettura critica della letteratura, cui hanno fatto seguito rilievi geologico-geomorfologici di dettaglio, sono state ricostruite le variazioni relative del livello marino in alcuni siti ubicati lungo la costa; i dati evidenziano movimenti differenziali, con innalzamento tra Catania e Aci Castello e abbassamento tra Stazzo e Torre Archirafi.

Dei fenomeni di abbassamento è responsabile il Sistema delle Timpe; l'analisi della sismicità di questo sistema per il periodo 1805-1989 ha fornito tassi di abbassamento lungo i piani di faglia compresi tra 2 e 15 mm/anno; questi risultati sono in accordo con i dati di letteratura relativi alla dinamica del versante orientale etneo, il quale risulta soggetto ad un progressivo scivolamento verso ESE tramite lo svincolo costituito dalla Faglia della Pernicana a settentrione e le faglie del Sistema Montagnola – Mascalucia – Aci Castello a SW.

La coincidenza o la vicinanza temporale tra alcune eruzioni verificatesi sul versante orientale dell'edificio vulcanico ed alcuni movimenti sismici avvenuti lungo alcune faglie, che incidono lo stesso versante, fa ipotizzare un collegamento tra i due fenomeni.

ABSTRACT: Carveni P., Benfatto S. & Salleo Puntillo M., Eastern Sicily uplift and some seismic and volcanic implications. (IT ISSN 0394-3356, 2007).

Mt. Etna is the largest active volcano in Europe; it is formed by products of many eruptive centres, which were active in four periods. Volcano building is located along the margin of the two main structural domains of Eastern Sicily: the Apennine-Maghrebian Chain in the north and the Hyblaean Foreland in the south; the Apennine – Maghrebian Chain consists of several thrust sheets, made up of structural units derived from different palaeogeographical domains; they were overthrust upon each other during several tectonic phases from Eocene to Pleistocene. The Hyblaean Foreland belongs to the northern part of the Africa Plate; it is formed by a thick Triassic to Pleistocene carbonate succession, with several intercalations of basic volcanic rocks.

While Eastern Sicily is interested by a general uplift, a sector of the Etna volcanic building is characterized by a lowering; this sector is confined by NE Rift and Pernicana Fault in the north, and by Montagnola - Aci Castello Fault System in the SW; three other fault systems are included in this area; they are: i) Giardini – Mascali Fault System (NE-SW - NNE-SSW); ii) Ripa della Naca - Piedimonte Fault System (NE-SW); iii) Timpe Fault System (NNW-SSE).

In historical times, the first of these was active only on 26th March 1847; the second system was strongly active during 1928 Etna eruption; many earthquakes happened along the Timpe Fault System from 1805 to present day; they happened sometimes before, during and/or after volcanic eruptions.

Uplift movements are recorded along the coast between Aci Castello in the north and Catania in the south; some subsidence evidences are visible between Torre Archirafi in the north and Stazzo Port in the south; the eastern slope of volcano building is a high seismic hazard zone, with superficial hypocentre earthquakes.

Parole chiave: sollevamento regionale, sismicità, vulcanismo, geomorfologia.

Keywords: : regional uplift, seismicity, volcanism, geomorphology.

* Lavoro presentato al Convegno “Il sollevamento quaternario nella Penisola italiana e nelle aree limitrofe”
(Roma, 6-8 Febbraio 2006)

1. INTRODUZIONE

Alcuni autori, in base a dati provenienti da rilievi in galleria (PUGLISI, in PLATANIA, 1922), studi vulcanologico-strutturali (KIEFFER, 1983 a; 1983 b; NERI *et al.*, 1991; BORGIA *et al.*, 1992; LO GIUDICE & RASÀ, 1992; FERRUCCI *et al.*, 1993; RASÀ & AZZARO, 1995; RASÀ *et al.*, 1996; BOUSQUET & LANZAFAME, 2001; OBRIZZO *et al.*, 2001; TIBALDI & GROPELLI, 2002; NERI *et al.*, 2003), macrosismici (AZZARO *et al.*, 1989 a; PATANÈ *et al.*, 1994), di sismotettonica (MONTALTO *et al.*, 1996) e geomorfologici (FIRTH *et al.*, 1996), ipotizzano che parte del fianco orientale dell'edificio vulcanico etneo, in contrasto con un generale fenomeno di sollevamento che riguarda tutta la Sicilia, trasli verso il Mare Jonio; la zona, che parte dai crateri sommitali, è delimitata a settentrione dal *Rift di NE* (Fig. 1: **RNE**) e dalla Faglia della Pernicana (Fig. 1: **fp**), faglia diretta con blocco meridionale abbassato e componente laterale sinistra, e a SW dal *Sistema Montagnola – Mascalucia – Aci Castello* (Fig. 1: **SMMAC**), formato da una serie di faglie con componente laterale destra e fratture eruttive disposte ad arco che scendono dai crateri sommitali fino ad Aci Castello.

Il primo autore ad individuare il fenomeno è stato PUGLISI (in PLATANIA, 1922); questi aveva riconosciuto una serie di faglie con direzione generale N-S (*Sistema di Aci Sant'Antonio*, **SAS** in fig. 1), le quali interessano il versante compreso tra Aci Bonaccorsi (Fig. 1: **AB**) e la falesia di Acireale (Fig. 1: **A**); in particolare aveva rilevato, lungo alcune gallerie drenanti, sia il rigetto verticale, sia lo spostamento orizzontale verso oriente; questo fenomeno era stato ipotizzato come reazione di una parte dell'edificio etneo al graduale sollevamento della zona (PLATANIA, 1922).

KIEFFER (1983 a; 1983 b) ipotizza scivolamenti gravitativi di parte del versante orientale dell'edificio vulcanico etneo, attribuendone la genesi alla ripetuta intrusione di magma attraverso il *Rift* di NE e un *rift* meridionale.

AZZARO *et al.* (1989 a), analizzando i dati ricavati dallo studio del terremoto di Codavolpe (Catania) del 29 gennaio 1989, ritengono che l'evento sia stato di natura essenzialmente gravitativa e geneticamente collegato all'instabilità del versante orientale etneo.

NERI *et al.* (1991) descrivono una serie di deformazioni osservate sul versante orientale etneo, compatibili con un movimento del versante verso oriente.

BORGIA *et al.* (1992), in base ai risultati ottenuti da FERRARI *et al.* (1991) dallo studio dei dicchi affioranti nella Valle del Bove, ipotizzano uno *spreading* radiale del substrato dell'Etna verso SE.

LO GIUDICE & RASÀ (1992) ritengono invece che si tratti di movimenti puramente gravitativi, che provocano lo scivolamento verso SSE della porzione dell'edificio etneo delimitata a settentrione dalla Faglia della Pernicana e dal *Rift* di NE, e a SE dalle faglie di Mascalucia e Trecastagni.

FERRUCCI *et al.* (1993), RASÀ & AZZARO (1995) e RASÀ *et al.* (1996), in contrasto con BORGIA *et al.* (1992) ritengono che solo la porzione del versante orientale etneo, delimitata a settentrione dal *Rift* di NE e dalla Faglia della Pernicana, e a SE dalle faglie di Mascalucia e Trecastagni, subisca un movimento verso oriente; la causa sarebbe da attribuire a movimenti gravitativi, condizionati da una vasta e profonda superficie di

distacco.

PATANÈ *et al.* (1994) ipotizzano che lo *spreading* gravitazionale verso oriente del settore orientale dell'edificio etneo abbia influenza sul fagliamento superficiale.

FIRTH *et al.* (1996) attribuiscono l'instabilità del versante orientale etneo ad un sollevamento in blocco di tutta la parte nord-orientale della Sicilia, cui hanno fatto seguito movimenti superficiali del versante, su un basamento sub-vulcanico che ha subito un sollevamento regionale.

MONTALTO *et al.* (1996), esaminando la sismicità recente dell'Etna (dall'aprile 1989 al dicembre 1991), ipotizzano che lo scivolamento del versante orientale etneo riguardi una serie di blocchi che si muovono singolarmente.

Secondo BOUSQUET & LANZAFAME (2001) le intrusioni magmatiche che danno luogo alle eruzioni sommitali causano uno spostamento verso oriente solo della parte sommitale del vulcano.

OBRIZZO *et al.* (2001), esaminando gli effetti cosmici registrati lungo la Faglia della Pernicana nell'arco di 17 anni, giungono alla conclusione che il versante orientale etneo scivola verso il mare, a causa dell'azione combinata dell'accelerazione di gravità e delle intrusioni magmatiche; la Faglia della Pernicana rappresenterebbe il limite settentrionale della zona in movimento.

Secondo TIBALDI & GROPELLI (2002) il movimento traslativo del versante orientale dell'Etna verso il bacino ionico sarebbe dovuto a due distinte cause: in profondità le intrusioni magmatiche provocherebbero lo slittamento dei terreni appartenenti all'*Orogene Appenninico – Maghrebide* sul sottostante *Plateau Ibleo*, mentre in superficie il movimento sarebbe di origine prevalentemente gravitativo e localizzato lungo il contatto tra le argille pleistoceniche del basamento etneo e i terreni sottostanti.

NERI *et al.* (2003), monitorando i movimenti avvenuti durante l'eruzione etnea 2002 – 2003 lungo la Faglia della Pernicana, il Sistema di Faglie delle Timpe e la Faglia di Trecastagni, ipotizzano che il versante orientale etneo sia stato interessato dal movimento verso lo Jonio di una massa con volume superiore a 1.100 chilometri cubi; il movimento non sarebbe avvenuto interessando un unico blocco, ma due distinte zone del fianco orientale etneo.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

I domini strutturali del bacino del Mediterraneo centrale, nel quale si inserisce la Sicilia, sono geneticamente collegati alla collisione tra la *Placca Africana* e la *Placca Europea*; le due masse continentali si scontrano e si saldano tra loro, originando l'*Orogene Appenninico – Maghrebide*, una catena corrugata che forma la dorsale appenninica e, attraversando l'Arco Calabro, la Sicilia e lo Stretto di Sicilia, prosegue lungo le coste nord-africane del Maghreb.

Nella zona orientale della Sicilia la *Crosta oceanica ionica* e la crosta continentale dell'Avampaese Ibleo si immergono sotto il fronte dell'*Orogene Appenninico-Maghrebide* (FINETTI *et al.*, 1996) (Fig. 2).

Le falde neogeniche dell'*Orogene Appenninico – Maghrebide* sovrascorrono sull'Avampaese Ibleo, zona

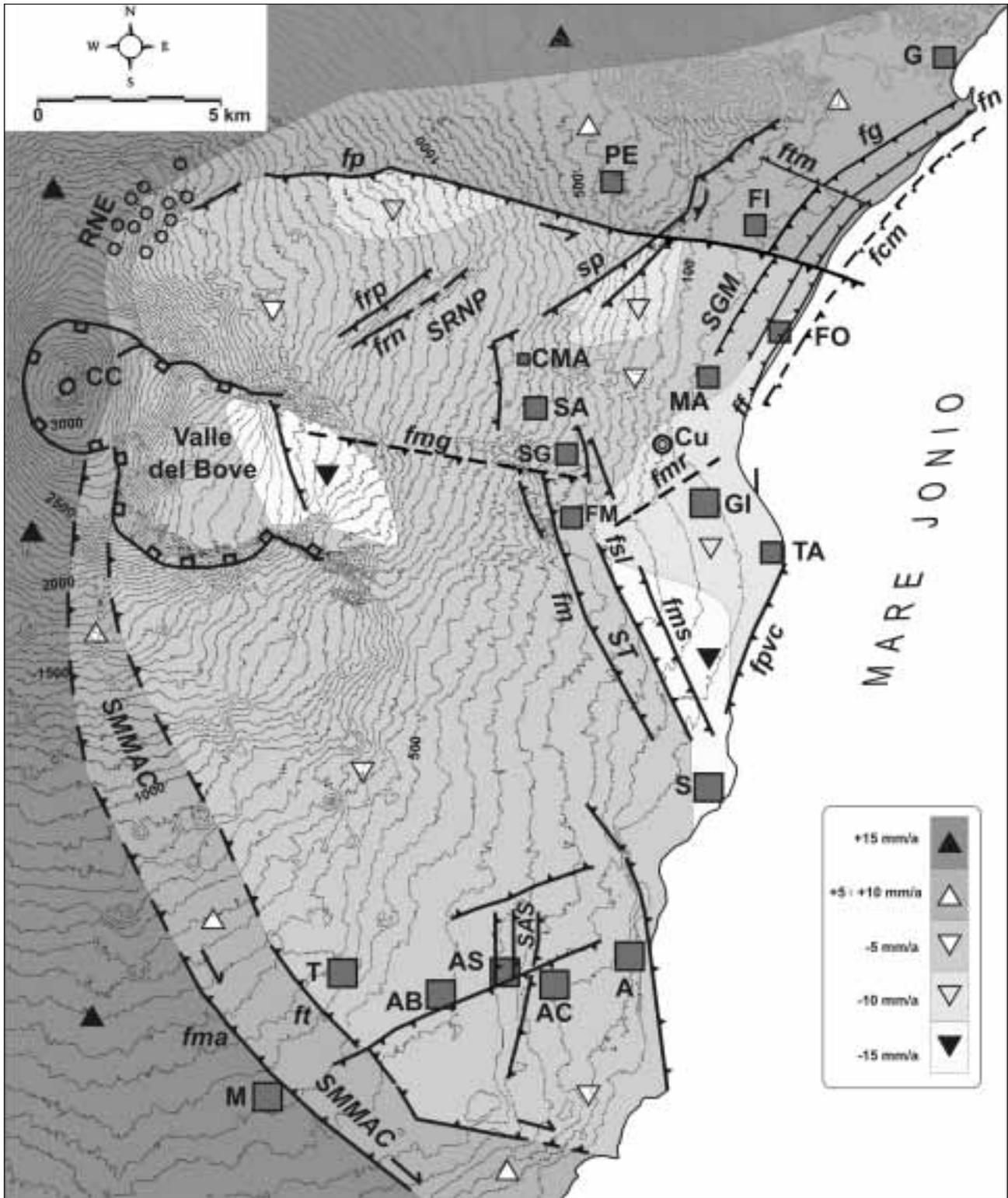


Fig. 1 - Schema tettonico del versante orientale etneo (da CARVENI *et al.*, 2005 a). a) Principali sistemi di faglie: **SGM**) Sistema Giardini – Mascali; **fcM**) Faglia Capo Schisò – Foce del Torrente Macchia; **ff**) Faglia di Fondachello; **fg**) Faglia di Giardini; **fn**) Faglia di Naxos. **SMMAC**) Sistema Montagnola – Mascalucia – Aci Castello; **fma**) Faglia di Mascalucia; **ft**) Faglia di Trecastagni; **SRMP**) Sistema Ripa della Naca – Piedimonte; **frn**) Faglia della Ripa della Naca; **frp**) Faglia della Ripa di Piscio; **SAS**) Sistema di Sant'Antonio; **ST**) Sistema delle Timpe; **fm**) Faglia di Moscarello; **fms**) Faglia Macchia – Stazzo; **fsl**) Faglia di San Leonardello; b) Centri abitati: **A**) Acireale; **AB**) Aci Bonaccorsi; **AC**) Aci Catena; **AS**) Aci Sant'Antonio; **FI**) Fiumefreddo; **FM**) Fondo Macchia; **FO**) Fondachello; **G**) Giardini; **GI**) Giarre; **M**) Mascalucia; **MA**) Mascali; **S**) Stazzo; **SA**) Sant'Alfio; **SG**) San Giovanni Montebello; **CMA**) Contrada Monti Arsi; **T**) Trecastagni; **TA**) Torre Archirafi; c) Centri eruttivi: **CC**) Cratere Centrale; **Cu**) cono di cenere di Contrada Cutula. I triangoli indicano zone in cui sono stati misurati sollevamenti e abbassamenti fino a 15 mm/anno (GIRONI *et al.*, 2003).

*Tectonic scheme of Mount Etna Volcano eastern slope (after CARVENI *et al.*, 2005 a); a) Main Fault Systems: **SGM**) Giardini – Mascali Fault System; **fcM**) Cape Schisò – Macchia Stream Mouth Fault; **ff**) Fondachello Fault; **fg**) Giardini Fault; **fn**) Naxos Fault; **SMMAC**) Montagnola – Mascalucia – Aci Castello Fault System; **fma**) Mascalucia Fault; **ft**) Trecastagni Fault; **SRMP**) Ripa della Naca – Piedimonte Fault System; **frn**) Ripa della Naca Fault; **frp**) Ripa di Piscio Fault; **SAS**) Sant'Antonio Fault System; **ST**) Timpe Fault System; **fm**) Moscarello Fault; **fms**) Macchia – Stazzo Fault; **fsl**) San Leonardello Fault; b) Towns: **A**) Acireale; **AB**) Aci Bonaccorsi; **AC**) Aci Catena; **AS**) Aci Sant'Antonio; **FI**) Fiumefreddo; **FM**) Fondo Macchia; **FO**) Fondachello; **G**) Giardini; **GI**) Giarre; **M**) Mascalucia; **MA**) Mascali; **S**) Stazzo; **SA**) Sant'Alfio; **SG**) San Giovanni Montebello; **CMA**) Contrada Monti Arsi; **T**) Trecastagni; **TA**) Torre Archirafi; c) Eruptive centres: **CC**) Central Crater; **Cu**) Contrada Cutula cinder cone. Triangles indicate uplift or lowering zones up to 15 mm/ly (after GIRONI *et al.*, 2003).*

stabile facente parte del margine della Placca Africana (BUROLLET *et al.*, 1978); esso è costituito da una potente successione prevalentemente carbonatica compressa, con lacune stratigrafiche, tra il Trias e il Pleistocene medio; vi si intercalano prodotti effusivi basici cretacei, miocenici e plio-pleistocenici, la cui risalita è stata favorita da intense fasi tettoniche distensive (CRISTOFOLINI, 1966; DI GRANDE, 1967; 1969; 1972; CARBONE *et al.*, 1987; AMORE *et al.*, 1988; CARVENI *et al.*, 1991 a; 1991 b; 1993; CARVENI & STURIALE, 1999).

L'Avampaese Ibleo confina ad oriente con la crosta oceanica del Bacino Ionico (FINETTI, 1982) tramite la *Scarpata Ibleo - Maltese*, la quale è l'espressione morfologica di un sistema di faglie normali a gradinata, il cui prolungamento verso settentrione interseca il fianco orientale dell'edificio vulcanico etneo (CRISTOFOLINI *et al.*, 1979). La scarpata si è formata in un'unica grande fase tortoniana, con minori riattivazioni posteriormente al deposito dei Trubi (Pliocene inferiore), e a luoghi le sono connesse importanti attività vulcaniche (CASERO *et al.*, 1984).

LANZAFAME & BOUSQUET (1997) ritengono che la Scarpata Ibleo - Maltese sia un segmento di un importante sistema di faglie con direzione compresa tra NNW-SSE e NW-SE, che, attraversando la Sicilia nord-orientale e il Mar Tirreno meridionale, raggiunge le isole Vulcano, Lipari e Salina.

Le unità della *Catena Kabilo - Calabride* (Fig. 2: **ckc**), costituite da falde di basamento cristallino interessate da metamorfismo ercinico con resti dell'originaria copertura sedimentaria meso-cenozoica, sono sovrascorse sulle unità della *Catena Appenninico - Maghrebide*, in concomitanza dell'apertura del Bacino Balearico - Provenzale e la rotazione del Blocco Sardo - Corso (DE JONG *et al.*, 1973).

La *Catena Appenninico - Maghrebide* (**cam** in fig. 2) è costituita da falde sud-vergenti, il cui corrugamento ha interessato, deformandole, le coperture sedimentarie della Tetide e dei paleodomini minori ad essa associati, originariamente posti tra il margine della Placca Europea e il margine della Placca Africana (FINETTI *et al.*, 1996).

In questo quadro geodinamico compressivo, nel Pleistocene inferiore sono iniziate intense fasi tettoniche che hanno causato un'elevata distorsione lungo il margine settentrionale della Placca Africana, a causa della differente velocità con cui avviene la subduzione al di sotto della *Catena Appenninico Maghrebide* (MORELLI, 1970), e ciò ha determinato uno stiramento crostale che ha dato luogo a fratture con direzione NW-

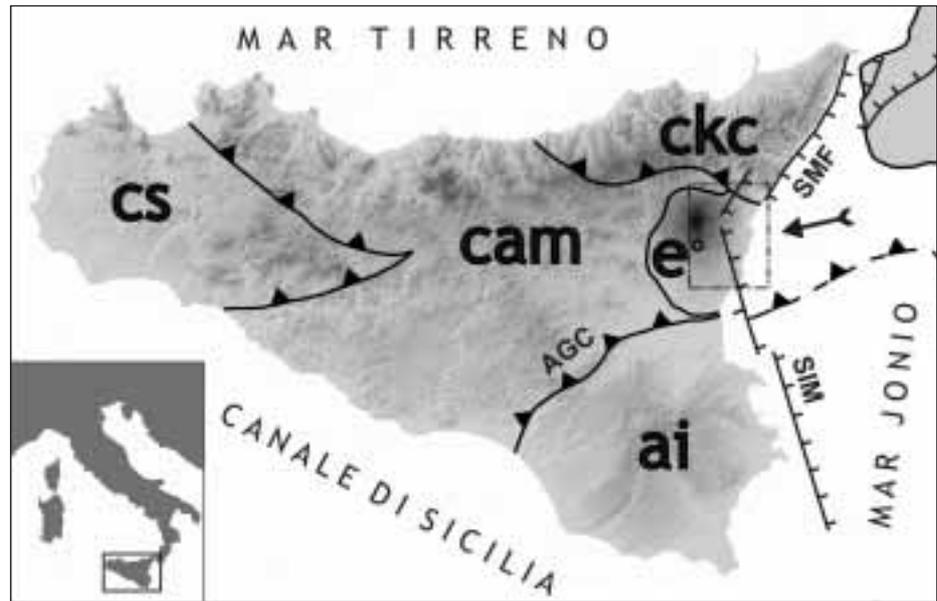


Fig.2 - Schema strutturale della Sicilia (da FINETTI *et al.*, 1996). **ai** Avampaese Ibleo; **cam** Catena Appenninico - Maghrebide; **ckc** Catena Kabilo - Calabride; **cs** Catena Sicana; **e°** edificio vulcanico etneo; **AGC** Avanfossa Gela - Catania; **SIM** Scarpata Ibleo - Maltese; **SMF** Sistema di Faglie Messina - Fiumefreddo; il rettangolo indicato dalla freccia corrisponde alla zona in studio.

Structural scheme of Sicily (after FINETTI et al., 1996). ai) Hyblaean Foreland; cam) Apennine - Maghrebian Chain; ckc) Kabilo - Calabrian Chain; cs) Sicania Chain; e) Mount Etna Volcano; AGC) Gela - Catania Foredeep; SIM) Hyblaean - Malta Escarpment; narrow indicates position of studied area.

SE, NE-SW ed E-W (GHISSETTI & VEZZANI, 1982); all'intersezione di tali strutture si è formata una zona di debolezza attraverso la quale avviene la risalita di magmi sub-crustali (FRAZZETTA & VILLARI, 1981) che hanno dato luogo al complesso edificio vulcanico etneo.

Il Monte Etna, con la sua altitudine di poco superiore ai 3.300 metri e col diametro massimo di 44 chilometri, è il maggiore vulcano attivo del continente europeo; esso è uno strato-vulcano complesso, risultante dalla sovrapposizione di prodotti emessi da diversi edifici (GEMMELLARO, 1858) poggiati su un basamento in parte alloctono, formato da rocce di età compresa tra il Cretaceo ed il Pleistocene (ROMANO *et al.*, 1979; LENTINI, 1982).

Sulla genesi del vulcano e sul quadro strutturale sono stati proposti numerosi modelli, tra i quali:

- 1) intersezione di importanti lineamenti strutturali, come la scarpata Ibleo-Maltese e l'allineamento Messina-Giardini (OGNIBEN *et al.*, 1975; MCGUIRE *et al.*, 1997);
- 2) formazione di un graben nell'area dell'attuale Piana di Catania a causa di tettonica estensionale (DI GERONIMO *et al.*, 1978);
- 3) processi di *rifting* tra il blocco maltese-siciliano e il bacino ionico (GILLOT *et al.*, 1994, CONTINISIO *et al.*, 1997);
- 4) deformazione al *footwall* di una faglia normale appartenente al sistema distensivo siculo-calabro ad andamento WNW-ESE (MONACO *et al.*, 1997);
- 5) risalita magmatica mantellica causata dalla presenza di un *hot spot* (TANGUY *et al.*, 1997);
- 6) *roll-back* di una porzione di litosfera subdotta al di sotto del Mar Tirreno (GVIRTZMAN & NUR, 1999).

L'attività eruttiva dell'Etna, inizialmente sottomarina e fissurale, è diventata in seguito subaerea ed a carattere centrale, con emissioni da numerosi apparati eruttivi (ROMANO, 1982).

GILLOT *et al.* (1994), sulla base del rapporto K/Ar, hanno distinto quattro periodi di attività dell'Etna, alternati a lunghi periodi di quiescenza:

- il *Primo periodo* (da 520.000 ± 40.000 a 270.000 anni fa) fu caratterizzato da emissioni di lave a composizione tholeiitica attraverso apparati fissurali;
- il *Secondo periodo* (da 168.000 ± 8.000 a 100.000 anni fa) vide un radicale cambiamento del chimismo del magma, da sub-alcalino ad alcalino, e del tipo di attività, da eruzioni fissurali a eruzioni da condotti centrali, con la conseguente formazione di strato-vulcani;
- durante il *Terzo periodo* (tra 80.000 e 60.000 anni fa) si formò un grande complesso vulcanico poligenico, denominato *Trifoglietto*;
- nel *Quarto periodo* (da 35.000 anni fa ad oggi) si è sviluppato il Mongibello, un grande strato-vulcano; un'importante fase, caratterizzata da intense eruzioni pliniane e idromagmatiche, permette di suddividere questo periodo in due parti: *Mongibello Antico* e *Mongibello Recente*.

3. SISMICITÀ DELVERSANTE ORIENTALE ETNEO

In precedenti articoli è stata esaminata la sismicità del versante orientale etneo, geneticamente collegata al Sistema di faglie delle Timpe, e caratterizzata da terremoti con ipocentri superficiali, con profondità compresa tra 0,5 e 2 chilometri (PATANÈ, 1975; BENINA *et al.*, 1984; LO GIUDICE, 1985; BOTTARI *et al.*, 1989; AZZARO *et al.*, 1989 a; 1989 b; LO GIUDICE & RASÀ, 1992; ADORNI & CARVENI, 1993 a; 1993 b; CARVENI & BELLA, 1994; BELLA *et al.*, 1996; CARVENI *et al.*, 1996; GRESTA *et al.*, 1997; CARVENI *et al.*, 1997; FERRELLI *et al.*, 2000), modesto raggio di avvertibilità e campo macrosismico di pochi chilometri quadrati; come effetto cosismico è stata spesso segnalata l'apertura di fessure nel terreno (GRASSI, 1865; SILVESTRI, 1865; 1866; 1867; 1883; PLATANIA & PLATANIA, 1894; PLATANIA, 1908; 1920; RICCÒ, 1911; 1912; SABATINI, 1914; CASTORINA, 1920; CUMIN, 1954; RIUSCETTI & DISTEFANO, 1971; AZZARO *et al.*, 1989 a) e l'innescò di frane lungo pendii instabili (GRASSI, 1865); la zona è inoltre interessata da fenomeni di creep asismico (LO GIUDICE, 1985).

Come è stato già accennato, il settore delimitato a settentrione dal *Rift di NE* e dalla *Faglia della Pernicana* e a meridione dal *Sistema Montagnola – Mascalucia – Aci Castello*, secondo le ipotesi di numerosi autori già citati nell'introduzione, sarebbe interessato da fenomeni di scivolamento verso SE; all'interno di questo settore si trovano altri sistemi di faglie, i più importanti dei quali sono:

- 1) la parte meridionale del Sistema *Giardini – Mascali* (**SGM** in fig. 1), con direzione NNE-SSW;
- 2) il Sistema *Ripa della Naca – Piedimonte* (**SRNP** in fig. 1), con direzione NE-SW;
- 3) il Sistema *delle Timpe* (**ST** in fig. 1).

Le faglie del Sistema *Giardini – Mascali* costituiscono il prolungamento dell'allineamento Messina-

Giardini di OGNIBEN *et al.* (1975), che viene intersecato dalla faglia della Pernicana a meridione di Fiumefreddo; l'attività sismica in tempi storici di questo sistema, sulla base delle informazioni sinora raccolte, è limitata ad una serie di terremoti avvertiti solo in ambito locale nei dintorni di Mascali e Fondachello; a questa sismicità è stata collegata l'evoluzione di un vulcano di fango conosciuto come *Salsa di Fondachello* (MERCURIO, 1847). L'unico sisma di un certo rilievo è avvenuto il 27 marzo 1847, e fu avvertito lungo la fascia ionica fino a Catania; la profondità ipocentrale di questo sisma, anche se non è mai stata calcolata, deve essere maggiore a quelle dei sismi relativi al Sistema delle Timpe.

Il secondo sistema è stato attivo in occasione dell'eruzione etnea del 1928: una serie di 13 sismi fu avvertita a Piedimonte Etneo (**PE** in fig. 1) tra il 2 e il 9 novembre (AZZARO *et al.*, 2000); si trattò chiaramente di movimenti lungo una o entrambe le faglie del sistema, attivate in concomitanza della fuoriuscita della colata dalla frattura estensionale apertasi alla base del piano della faglia della *Ripa di Piscio*; gli epicentri macrosismici sono stati localizzati a Piedimonte Etneo in quanto questo centro abitato è ubicato lungo il prolungamento dei piani di faglia, e corrisponde alla zona abitata maggiormente investita dalle onde sismiche.

Il Sistema delle Timpe è il più attivo dei tre; ad esso sono legati i più forti terremoti avvenuti nella zona etnea (CARVENI & BELLA, 1994); è ipotizzabile che questo sistema di faglie, rispetto a come è stato cartografato sulla Carta Geologica del Monte Etna (ROMANO *et al.*, 1979), si inoltri per diversi chilometri verso NNW, ma non se ne hanno evidenze morfologiche a causa della copertura da parte di colate laviche.

All'attività di questo ultimo sistema di faglie, oltre che una discreta serie di terremoti registrati ad iniziare dal 1805 (malgrado la zona sia stata intensamente abitata dall'epoca classica non si è riusciti a trovare testimonianze di terremoti anteriori a questo anno), sono attribuiti i fenomeni di abbassamento registrati lungo la linea di costa (CARVENI *et al.*, 2005 b).

4. TESTIMONIANZE DI INSTABILITÀ DEL VERSANTE ORIENTALE DELL'ETNA

Che nella Sicilia orientale sono presenti numerosi indizi sia geologici sia geomorfologici di variazioni del livello del mare verificatisi nel corso del Quaternario è noto: già a partire dal XIX secolo sono reperibili in letteratura dati relativi a testimonianze geologico-geomorfologiche di antichi livelli del mare; secondo le nostre ricerche bibliografiche il primo a riconoscere queste testimonianze lungo la costa ionica è stato GEMMELLARO (1837), il quale ha descritto il solco di battente esistente attorno ai promontori di Capo Sant'Alessio e Capo Sant'Andrea, nei pressi di Taormina.

Recentemente (CARVENI *et al.*, 2005 b) è stata effettuata una rilettura critica degli articoli in cui si descrivono le tracce geologico-geomorfologiche del graduale sollevamento della zona costiera compresa tra Ognina a meridione (sollevamento di circa 1 metro) e Aci Castello a settentrione (13 metri); in quest'ultima località ad un progressivo innalzamento a scatti è intercalato un fenomeno di abbassamento, avvenuto poste-

riormente all'arrivo di una colata lavica, datata al periodo compreso tra il 122 a.C. e il 252-253 d.C. (ROMANO & STURIALE, 1981); più a settentrione, nel porto peschereccio di Stazzo (Fig. 2: **S**) e a Torre Archirafi (Fig. 2: **TA**) vi sono evidenze di un progressivo abbassamento della zona costiera, collegato all'attività delle faglie del Sistema delle Timpe (CARVENI *et al.*, 2005 a; 2005 b).

L'attività delle faglie del Sistema delle Timpe è documentata ad iniziare dal 1805 (anno del più antico terremoto di cui si sia conservata la memoria) con sempre maggiore attenzione. È stato evidenziato che gli epicentri dei sismi sono localizzati prevalentemente lungo i segmenti settentrionali delle relative faglie, mentre lungo i tratti meridionali delle stesse si registrano solo fenomeni di creep asismico (CARVENI & BELLA, 1994). L'integrazione tra dati provenienti da indagini geoelettriche (CASSINIS *et al.*, 1970) e dati relativi alle profondità ipocentrali di alcuni sismi (PATANÈ, 1975; POSTPISCHL, 1985; AZZARO *et al.*, 1989 a; 1989 b; BOTTARI *et al.*, 1989) evidenziando che gli ipocentri di alcuni terremoti sono ubicati al contatto tra le vulcaniti, a comportamento geomeccanico fragile, e le sottostanti argille infra-pleistoceniche, ha fatto ipotizzare una genesi di tipo gravitativo profondo per i movimenti sismici in oggetto (CARVENI & BELLA, 1994).

5. FENOMENI VULCANICI CONSEGUENTI ALL'INSTABILITÀ DEL VERSANTE ORIENTALE ETNEO

CARAPEZZA (1962) per primo ha tentato di determinare una relazione tra la tettonica regionale e le zone di minore resistenza dell'edificio vulcanico; egli ha riconosciuto una zona di *rift* che attraversa il fianco orientale del vulcano, corrispondente a quello che verrà in seguito chiamato *Sistema delle Timpe*. In verità, fatta eccezione per un minuscolo edificio ubicato in località Cutula (Fig. 2: **Cu**), attribuito all'attività dei Centri Eruttivi Alcalini Antichi (ROMANO *et al.*, 1979), e la cui genesi può essere attribuita ipoteticamente al punto di incontro tra il Sistema Giardini - Mascali e il Sistema delle Timpe, allo stato attuale delle ricerche non vi sono ulteriori testimonianze di attività vulcanica collegabile a questi due sistemi di faglie per la zona del basso versante orientale etneo, studiato da CARAPEZZA (1962).

Altri autori che più recentemente si sono interessati di questi sistemi di faglie sono ADORNI & CARVENI (1993 a; 1993 b); CARVENI & BELLA (1994); BELLA *et al.* (1996); CARVENI *et al.* (1996; 1997); GRESTA *et al.* (1997); MONACO *et al.* (1997); MONACO & TORTORICI (2000); FERRELLI *et al.* (2000).

Un'eruzione che invece risulta chiaramente essere

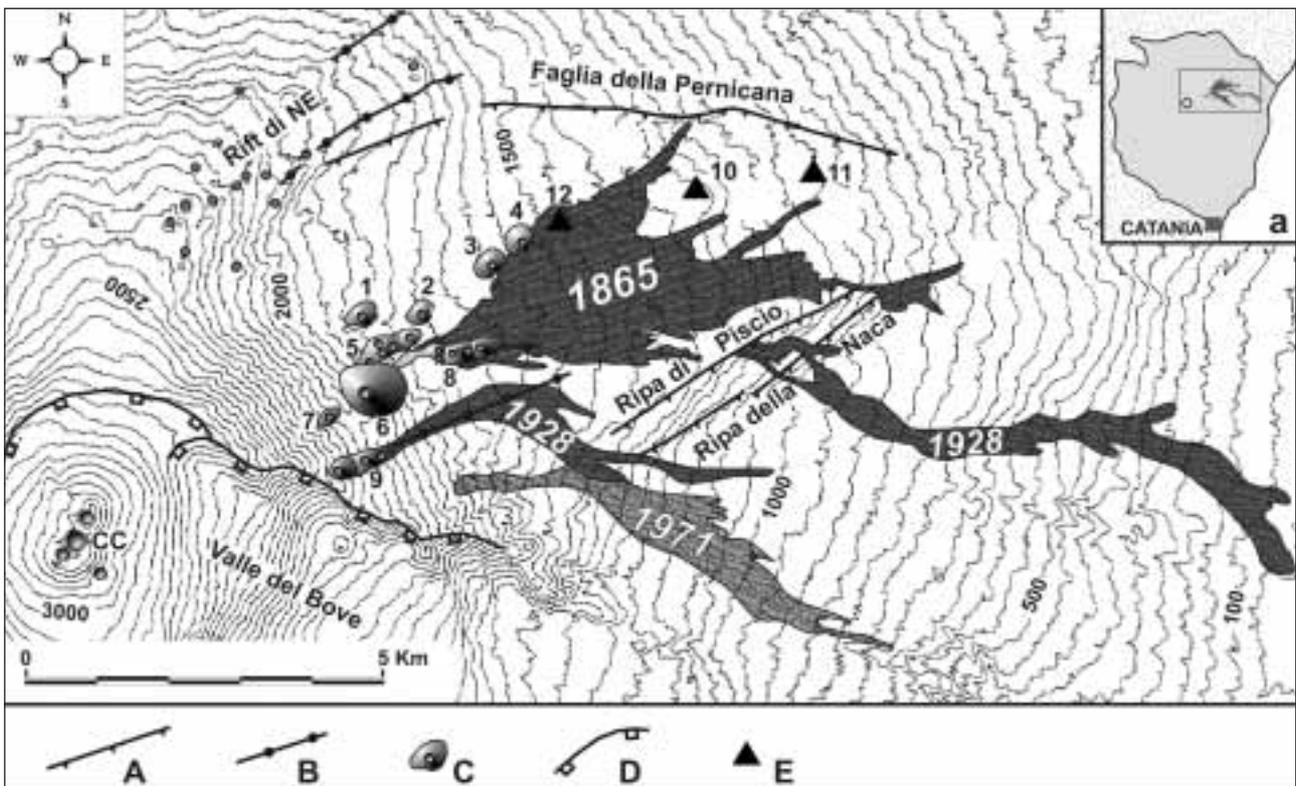


Fig. 3 - Schema morfo-tettonico della zona dei Monti Sartorius (da CARVENI & BENFATTO, 2004). A) faglie; B) fratture eruttive; C) coni piroclastici: 1) Monte Corvo; 2) Monte Baracca; 3 e 4) I Due Monti; 5) Monte Zappinazzo e Monti Conconi; 6) Monte Frumento delle Concazze; 7) edificio anonimo a sud-ovest di Monte Frumento delle Concazze; 8) Monti Sartorius; 9) bocche del 1928; D) orlo della Valle del Bove; E) alti morfologici: 10) Monte Crisimo; 11) Monte Ragamo; 12) Monte Chiovazzi.

Morpho-tectonic scheme of the Monti Sartorius zone (after CARVENI & BENFATTO, 2004). A) faults; B) eruptive fractures; C) cinder cones: 1) Monte Corvo; 2) Monte Baracca; 3 and 4) I Due Monti; 5) Monte Zappinazzo and Monti Conconi; 6) Monte Frumento delle Concazze; 7) no name cinder cone SW from Monte Frumento delle Concazze; 8) Monti Sartorius; 9) 1928 eruption's vents; D) Valle del Bove rim; E) peaks: 10) Monte Crisimo; 11) Monte Ragamo; 12) Monte Chiovazzi.

stata alimentata da due sistemi di faglie, rispettivamente con direzione ENE-WSW e NNW-SSE è quella avvenuta nel 1865, e che ha dato origine agli edifici denominati *Monti Sartorius* (Fig. 3).

Come è stato evidenziato (CARVENI *et al.*, 1998; 2000; CARVENI & BENFATTO, 2004) la disposizione delle bocche eruttive dimostra chiaramente la presenza di due distinti sistemi di fratture eruttive: un sistema principale ENE-WSW, parallelo al Sistema Ripa della Naca - Piedimonte, e un sistema NNW-SSE, attribuibile ad un ipotetico prolungamento verso NNW del Sistema delle Timpe.

L'ipotesi è suffragata da una serie di scosse premonitrici che avevano allarmato gli abitanti di San Giovanni (Fig. 2: **SG**), di Sant'Alfio (Fig. 2: **SA**) e della Contrada Monti Arsi (Fig. 2: **CMA**), località ubicate lungo l'ipotizzato prolungamento verso NNW del Sistema delle Timpe; nel momento in cui iniziava l'eruzione lungo la frattura principale (ENE-WSW), un sisma del 5° o 6° della Scala Mercalli, fece uscire dalle case gli abitanti delle suddette zone in preda al panico; lo stesso sisma fu avvertito ad Acireale (Fig. 2: **A**), ma non a Giarre (Fig. 2: **GI**); ciò confermerebbe l'ipotesi che si sia trattato di un movimento lungo una delle faglie del Sistema delle Timpe (CARVENI & BENFATTO, 2004).

6. CONCLUSIONI

L'analisi della sismicità e di parte dell'attività vulcanica verificatesi nell'area oggetto di studio suggerisce che i due principali sistemi di faglie attive della zona sono collegabili geneticamente a fenomeni gravitativi profondi, e ciò in accordo con le ipotesi di RASÀ *et al.* (1996) e NERI *et al.* (2003).

Il Sistema Ripa della Naca - Piedimonte, oltre a dare luogo a faglie sismicamente attive, è stato interessato in tempi storici da almeno tre eruzioni: 1865, 1928 e 1971 (Fig. 3).

Si ipotizza, per l'eruzione del 1865, che la risalita magmatica sia iniziata attraverso il condotto centrale e da qui si sarebbe spostata verso il fianco orientale attraverso una serie di fratture radiali, le quali, nella parte periferica, hanno una loro prosecuzione nel Sistema Timpa della Naca - Piedimonte; l'intrusione magmatica ha trovato delle vie di risalita preferenziali nell'intersezione con il Sistema di Faglie delle Timpe (CARVENI & BENFATTO, 2004); i sismi antecedenti e concomitanti con l'eruzione, chiaramente collegati all'attività di questo ultimo sistema, rafforzano l'ipotesi.

Fenomeni analoghi sono stati registrati nel corso delle eruzioni del 1928 e del 1971; nel primo episodio l'eruzione iniziò dalla zona sommitale, per spostarsi in seguito sul versante nord-orientale; nella fase finale avvenne l'apertura di bocche eruttive in corrispondenza della faglia della Ripa di Piscio. Uno sciame sismico fu avvertito subito prima e in concomitanza dell'apertura di queste ultime bocche dagli abitanti di Piedimonte, centro abitato ubicato esattamente lungo la prosecuzione del sistema di faglie.

Nel 1971 la prima fase dell'eruzione avvenne nella zona sommitale; quindi si aprì una frattura eruttiva sul versante nord-orientale, parallelamente a quella del 1928; nel corso dell'eruzione un sisma di intensità pari al VIII - IX grado MCS danneggiò gravemente Sciara,

frazione di S. Giovanni (**SG**, in fig. 1), ubicata lungo la prosecuzione del Sistema delle Timpe. La concomitanza, tra un terremoto causato dalla Faglia di Moscarello (Sistema delle Timpe) durante un'eruzione lungo una frattura del Sistema Timpa della Naca - Piedimonte, sosterebbe l'ipotesi di un collegamento tra i due sistemi.

Nel 2002, ad uno scivolamento per blocchi del settore est dell'edificio etneo (NERI *et al.*, 2003) seguì dapprima un sisma dell'VIII grado MCS (AZZARO *et al.*, 2006) e successivamente una eruzione che iniziò dal Rift di NE e proseguì sul versante meridionale (INGV, 2003), interessando così la parte più elevata della "zona di distacco" del versante orientale.

Tutto ciò sarebbe da mettere in relazione con i fenomeni di instabilità che interessano il settore orientale etneo, il quale tende a scivolare verso il Mare Jonio, come è già stato ampiamente ipotizzato da diversi autori ad iniziare dal secolo scorso, e ci porta ad aderire ai modelli interpretativi presentati da RASÀ *et al.* (1996) e da NERI *et al.* (2003).

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia il referee per gli utili consigli.

Studio effettuato con i fondi del M.I.U.R., nell'ambito delle ricerche "Morfodinamica di zone vulcaniche e/o sismicamente attive" e "Morfodinamica di zone costiere sismicamente attive", responsabile Pietro Carveni.

LAVORI CITATI

- ADORNI G. & CARVENI P. (1993 a) - *Geomorphology and seismotectonic elements in the Giarre area, Sicily*. Earth Surf. Proc. Land., **18**, 275-283.
- ADORNI G. & CARVENI P. (1993 b) - *Anomalie del reticolo idrografico causate da eventi sismotettonici sul basso versante orientale dell'Etna*. Boll. Acc. Gioenia Sc. Nat. Catania, **26** (342), 197-206.
- AMORE C., CARVENI P., SCRIBANO V. & STURIALE C. (1988) - *Facies ed età del vulcanismo nella fascia sud-orientale della Sicilia (Pachino - Capo Passero)*. Boll. Soc. Geol. It., **107**, 11 pp.
- AZZARO R., BARBANO M.S., ANTICHI B. & RIGANO R. (2000) - *Catalogo macrosismico dei terremoti etnei dal 1832 al 1998*. Acta Vulcanologica, **12** (1-2), 3-36, con CD-Rom.
- AZZARO R., CARVENI P., LO GIUDICE E. & RASÀ R. (1989 a) - *Il terremoto di Codavolpe (basso versante orientale etneo) del 29 gennaio 1989: campo macrosismico e fatturazione cosismica*. Boll. G.N.V., **1**, 1-12.
- AZZARO R., D'AMICO S., MOSTACCIO A., SCARFI L. & TUVÈ T. (2006) - *Catalogo macrosismico dei terremoti etnei dal 1832 al 1998. Aggiornamento 2002-2005*. Quaderni di Geofisica, **41**, 62 pp.
- AZZARO R., LO GIUDICE E. & RASÀ R. (1989 b) - *Catalogo degli effetti macrosismici e delle fenomenologie da creep nell'area etnea dall'agosto 1990 al dicembre 1989*. Boll. G.N.V., **1**, 13-46.
- BELLA D., CARVENI P., MUSUMECI C. & GRESTA S. (1996) -

- Aspetti geomorfologici conseguenti all'attività sismica locale sul basso versante orientale del vulcano Etna.* Il Quaternario, **9** (1), 365-368.
- BENINA A., IMPOSA S., GRESTA S. & PATANÈ G. (1984) - *Studio macrosismico e strumentale di due terremoti tettonici avvenuti sul versante meridionale dell'Etna.* Att. 3° Conv. G.N.G.T.S., **2**, 931-940.
- BORGIA A., FERRARI L. & PASQUARÈ G. (1992) - *Importance of gravitational spreading in the tectonic and volcanic evolution of Mt. Etna.* Nature, **357**, 231-235.
- BOTTARI A., CARVENI P., LO GIUDICE E., PIETRAFESA M., BIRRI G. & STILLITANI E. (1989) - *Criteri di utilizzo e rappresentazione grafica del dato macrosismico nella redazione di una carta sismotettonica.* Att. 8° Conv. Ann. Gr. Naz. Geof. Terra Solida, 191-202.
- BOUSQUET J.C. & LANZAFAME G. (2001) - *Nouvelle interprétation des fractures des éruptions latérales de l'Etna: conséquences pour son cadre tectonique.* Boll. Soc. géol. France, **172** (4), 455-467.
- BUROLLET P.F., MUGNOT G.M. & SWEENEY P. (1978) - *The geology of the Pelagian Block: the margins and basins of Southern Tunisia and Tripolitania.* In: NAIRN A., KANES W. & STELHI F.G., Eds., The Ocean basins and Margins, Plenum Press, New York, 331-339.
- CARAPEZZA M. (1962) - *Un esempio di eruzione laterale da faglia nell'apparato eruttivo etneo.* Acta Geologica Alpina, **8**, 249-276.
- CARBONE S., GRASSO M. & LENTINI F. (1987) - *Lineamenti geologici del Plateau Ibleo (Sicilia S.E.). Presentazione delle carte geologiche della Sicilia sud-orientale.* Mem. Soc. Geol. It., **38**, 127-135.
- 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., BENFATTO S., MANISCALCO R., SALLEO PUNTILLO M. & STURIALE G., (2005 b) - *Sollevamenti a grande scala e conseguenti fenomeni gravitativi: l'esempio del versante orientale dell'Etna (Sicilia).* Il Quaternario, **18** (2), 157-171.
- CARVENI P., BELLA D., FILETTI G., LEONARDI M.C., MUSUMECI C. & STURIALE G. (1996) - *Zonazione sismica del territorio di Giarre (Catania) mediante l'analisi di sismi locali avvenuti nel periodo 1855-1989.* Att. Conv. Lincei, "La stabilità del suolo in Italia: zonazione sismica-frane", **134**, 389-393.
- CARVENI P. & BENFATTO S. (2004) - *L'eruzione etnea del 1865 (Monti Sartorius): aspetti geomorfologici e inquadramento nell'evoluzione del vulcano.* Il Quaternario, **17** (1), 41-54.
- CARVENI P., BENFATTO S., MANISCALCO R., SALLEO M. & STURIALE G. (2005 a) - *Controllo tettonico sulla morfologia del basso versante nord-orientale dell'Etna (Sicilia).* Il Quaternario, **18** (2), 57-68.
- CARVENI P., CARUSO V., PAPPALARDO A. & STURIALE G. (1998) - *Aspetti morfo-strutturali e fenomenologie dell'eruzione etnea del 1865 (Monti Sartorius).* Att. 79° Congr. Soc. Geol. It., Abstracts, **A**, 342-245.
- CARVENI P., CARUSO V., PAPPALARDO A. & STURIALE G. (2000) - *Morpho-structural features and phenomenology of the 1865 eruption (Monti Sartorius) of Mt. Etna (Sicily).* Mem. Soc. Geol. It., **55**, 389-395.
- CARVENI P., FILETTI G. & BELLA D. (1997) - *Aspetti geomorfologici e sismologici connessi a fenomeni di tettonica gravitativa nel basso versante orientale dell'Etna.* Geogr. Fis. Dinam. Quat., **20**, 43-49.
- CARVENI P., GRASSO M.F., ROMANO R. & TRICOMI S. (1991 a) - *Vulcanismo del margine settentrionale ibleo.* Mem. Soc. Geol. It., **47**, 417-429.
- CARVENI P., LEONARDI A. & ROMEO M. (1993) - *Rapporti tra vulcaniti submarine e depositi plio-pleistocenici dei dintorni di Palagonia (Avampaese Ibleo, Sicilia).* Boll. Acc. Gioenia Sc. Nat., **26** (342), 207-237.
- CARVENI P., ROMANO R., CAPODICASA A. & TRICOMI S. (1991 b) - *Geologia dell'area vulcanica di Capo Passero (Sicilia sud-orientale).* Mem. Soc. Geol. It., **47**, 431-447.
- CARVENI P. & STURIALE G. (1999) - *Fasi tettoniche, fenomeni vulcanici e geomorfologia della zona di Monte Casale di San Basilio, lungo il margine settentrionale dei Monti Iblei (Sicilia orientale).* Il Quaternario, **12** (1), 85-98.
- CASERO P., CITA M.B., CROCE M. & DE MICHELI A. (1984) - *Tentativo di interpretazione evolutiva della scarpata di Malta basata su dati geologici e geofisici.* Mem. Soc. Geol. It., **27**, 233-153.
- CASSINIS R., COSENTINO P., PONZINI G.S. & RIUSCETTI M. (1970) - *Contributo all'esplorazione geofisica lungo la costa etnea.* Att. Conv. Inter. sulle acque sotterranee, 6-8 dicembre 1970, Palermo, 11 pp.
- CASTORINA G. (1920) - *Sul terremoto di Codavolpe (26 settembre 1920).* Tipografia Dante Alighieri, Riposto, 16 pp.
- CONTINISIO R., FERRUCCI F., & GAUDIOSI G. (1997) - *Malta Escarpment and Mt Etna: early stages of an asymmetric rifting process? Evidences from geophysical and geological data.* Acta Vulcanologica, **9**, 45-53.
- CRISTOFOLINI R. (1966) - *Le manifestazioni eruttive basiliche del Trias superiore nel sottosuolo di Ragusa.* Per. Min., **35**, 1-38.
- CRISTOFOLINI R., LENTINI F., PATANÈ G. & RASÀ R. (1979) - *Integrazione di dati geologici, geofisici e petrologici per la stesura di un profilo crostale in corrispondenza dell'Etna.* Boll. Soc. Geol. It., **98**, 239-247.
- CUMIN G. (1954) - *Il terremoto di Codavolpe (versante orientale dell'Etna) dell'8 aprile 1950.* Boll. Sed. Acc. Gioenia Sc. Nat. Catania, s. IV, **2**, 473-483.
- DE JONG K.A., MANZONI M., STRAVENGA T., VAN DIJKBF., VAN DER VOO R. & ZIJDERVELD J.D.A. (1973) - *Paleomagnetic evidence for rotation of Sardinia during the Early Miocene.* Nature, **243**, 281-283.
- DI GRANDE A. (1967) - *I sedimenti pleistocenici del margine settentrionale dell'Altipiano Ibleo.* Att. Acc. Gioenia Sc. Nat. Catania, serie VI, **18** (Suppl. Sc. Geol.), 247-263.
- DI GRANDE A. (1969) - *L'alternanza neogenico-quadernaria di vulcaniti e sedimenti al margine nord-occidentale dell'Altipiano Ibleo.* Att. Acc. Gioenia Sc. Nat. Catania, **4**, 36 pp.
- DI GRANDE A. (1972) - *Geologia dell'area a nord di Augusta - Francofonte (Sicilia SE).* Att. Acc. Gioenia Sc. Nat. Catania, serie VII, **4**, 1-32.
- DI GERONIMO I., GHISSETTI F., LENTINI F. & VEZZANI L. (1978) - *Lineamenti neotettonici della Sicilia orientale.* Mem. Soc. Geol. It., **19**, 543-549.
- FERRARI L., GARDUÑO V.H. & NERI M. (1991) - *I dicchi della Valle del Bove, Etna: un metodo per stimare le*

- dilatazioni di un apparato vulcanico*. Mem. Soc. Geol. It., **47**, 495-508.
- FERRELLI L., AZZARO R., BELLA D., FILETTI G., MICHETTI A.M., SANTAGATI F., SERVA L. & VITTORI E. (2000) - *Analisi paleosismologiche ed evoluzione olocenica della fagliazione superficiale lungo la Timpa di Moscarello, M. Etna (Sicilia)*. Boll. Soc. Geol. It., **119**, 251-265.
- FERRUCCI F., RASÀ R., GAUDIOSI G., AZZARO R. & IMPOSA S. (1993) - *Mt. Etna: a model for the 1989 eruption*. J. Volc. Geoth. Res., **56**, 35-56.
- FINETTI I. (1982) - *Structure, stratigraphy and evolution of Central Mediterranean*. Boll. Geof. Teor. Appl., **96**, 247-312.
- FINETTI I., LENTINI F., CARBONE S., CATALANO S. & DEL BEN A. (1996) - *Il sistema Appennino Meridionale - Arco Calabro - Sicilia nel Mediterraneo centrale: studio geologico-geofisico*. Boll. Soc. Geol. It., **115**, 529-559.
- FIRTH C., STEWART I., MCGUIRE W.J., KERSHAW S. & VITAFINZI C. (1996) - *Coastal elevation changes in eastern Sicily: implications for volcano instability at Mount Etna*, in MCGUIRE W.J., JONES A.P. & NEUBERG J. (Eds), *Volcano instability on the Earth and other planets*, Geol. Soc. Spec. Pubbl., **110**, 153-167.
- FRAZZETTA G. & VILLARI L. (1981) - *The feeding of the eruptive activity of Etna Volcano. The regional stress field as a constraint to magma uprising and eruption*. Bull. Volcan., **44** (3), 269-282.
- GEMMELLARO C. (1837) - *Sopra il terreno giurassico di Sicilia. Memoria prima sul terreno giurassico di Tauromina*. Att. Acc. Gioenia Sc. Nat., **12**, 353-375.
- GEMMELLARO C. (1858) - *La vulcanologia dell'Etna. La topografia, la geologia, la storia delle sue eruzioni, la descrizione e lo esame de' fenomeni vulcanici*. Tipografia dell'Accademia Gioenia di C. Galatola, Catania, 267 pp.
- GHISETTI F. & VEZZANI L. (1982) - *The recent deformation mechanism of the Calabrian Arc*. In: MANTOVANI E. & SARTONI R. (Editors): *Structur, evolution and present dynamics of the Calabrian Arc*. Earth Evolution Sciences, **3**, 197-206.
- GILLOT P.Y., KIEFFER G. & ROMANO R. (1994) - *The evolution of Mount Etna in the light of potassium-argon dating*. Acta Vulcanologica, **5**, 81-87.
- GIRONI F. (2003) - *Cosa c'è sotto*. Quark, **23**, 50-57.
- GRASSI M. (1865) - *Relazione storica ed osservazioni sull'eruzione etnea del 1865 e su' tremoti fregrei che la seguirono*. Tipografia Galatola, Catania, 92 pp.
- GRESTA S., BELLA D., MUSUMECI C. & CARVENI P. (1997) - *Some efforts on active faulting processes (earthquakes and aseismic creep) acting on the eastern flank of Mt Etna (Sicily)*. Acta Vulc., **9** (1), 1-8.
- GVIRTSMAN Z. & NUR A. (1999) - *The formation of Mount Etna as the consequence of slab rollback*. Nature, **401**, 782-785.
- ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA - SEZ. DI CATANIA (2003) - *Banca dati delle eruzioni. Eruzione dell'Etna 2002*. <http://www.ct.ingv.it>.
- KIEFFER G. (1983 a) - *L'évolution structural de l'Etna (Sicile) et les modalités du contrôle tectonique et volcano-tectonique de son activité. Faits et hypothèses après les éruptions de 1978 et 1979*. Rev. Géogr. Phys. Géol. Dyn., Paris, **24** (2), 129-152.
- KIEFFER G. (1983 b) - *Déplacement progressif vers l'est des voies d'alimentation magmatiques de l'Etna (Sicile)*. Bull. Soc. Géol. Fr., **25** (3), 369-378.
- LANZAFAME G. & BOUSQUET J.C. (1997) - *The Maltese escarpment and its extension from Mt Etna to the Aeolian Islands (Sicily): importance and evolution of a lithosphere discontinuity*. Acta Vulcanologica, **9**, 121-133.
- LENTINI F. (1982) - *The geology of the Mt. Etna basement*. Mem. Soc. Geol. It., **23**, 7-25.
- LO GIUDICE E. (1985) - *Particolari aspetti del rischio sismico nell'area etnea*. Att. Conv. Int. Assoc. Geogr. It.: *L'organizzazione territoriale delle aree sismiche e vulcaniche*, 59-85.
- LO GIUDICE E. & RASÀ R. (1992) - *Very shallow earthquakes and brittle deformation in active volcanic areas: the Etnean region as an example*. Tectonophysics, **202**, 257-268.
- MCGUIRE W.J., STEWART I.S. & SAUNDERS S.J. (1997) - *Intravolcanic rifting at Mount Etna in the context of regional tectonics*. Acta Vulcanologica, **9**, 147-156.
- MERCURIO G.A. (1847) - *Sulla salsa di Fondachello nel comune di Mascali, del fondamento parziale del cono argilloso e dell'apparizione d'un'acqua minerale gassosa*. Stabilimento di Pietro Giuntini, Catania, 29 pp.
- MONACO C., TAPPONNIER P., TORTORICI L. & GILLOT P.Y. (1997) - *Late Quaternary slip rates on the Acireale-Piedimonte normal faults and tectonic origin of Mt. Etna (Sicily)*. Earth Planet. Sc. Lett., **147**, 125-139.
- MONTALTO A., VINCIGUERRA S., MENZA S. & PATANÈ G. (1996) - *Recent seismicity of Mount Etna: implications for flank instability*, in MCGUIRE W.J., JONES A.P. & NEUBERG J. (Eds), *Volcano instability on the Earth and other planets*, Geol. Soc. Spec. Pubbl., **110**, 169-177.
- MORELLI C. (1970) - *Physiography, gravity and magnetism of the Tyrrhenian Sea*. Boll. Geof. Teor. Appl., **12**, 275-305.
- NERI M., ACOCELLA V. & BEHNCKE B. (2003) - *The role of Pernicana Fault System in the spreading of Mt. Etna (Italy) during the 2002-2003 eruption*. Bull. Volcanology (2003) 15 pp.
- NERI M., GARDUÑO V.H., PASQUARÈ G. & RASÀ R. (1991) - *Studio strutturale e modello cinematico della Valle del Bove e del settore nord-orientale etneo*. Acta Vulcanologica, **1**, 17-24.
- OBRIZZO F., PINGUE F., TROISE C. & DE NATALE G. (2001) - *Coseismic displacements and creeping along the Pernicana fault (Etna, Italy) in the last 17 years: a detailed study of a tectonic structure on a volcano*. Jour. Volc. Geoth. Res., **109**, 109-131.
- OGNIBEN L., PAROTTO M. & PRATURLON A. (1975) - *Structural model of Italy*. C.N.R., Quaderni de "La Ricerca Scientifica", **90**, 502 pp.
- PATANÈ G. (1975) - *I terremoti di S.M. Ammalati e di Guardia dell'agosto 1973*. Riv. Min. Sic., (154-156), 199-206.
- PATANÈ G., MONTALTO A., IMPOSA S. & MENZA S. (1994) - *The role of regional tectonics, magma pressure and gravitational spreading in earthquakes of the*

- eastern sector of Mt. Etna volcano (Italy). *J. Volc. Geoth. Res.*, **61**, 253-266.
- PLATANIA G. (1908) - *Il terremoto del 7 dicembre 1907*. Rend. e Mem. R. Acc. Zelanti di Acireale, **3** (6), 13-20.
- PLATANIA G. (1920) - *Terremoto di Codavolpe (Etna) del settembre 1920*. Boll. R. Osserv. Geodin. Catania, 8 pp.
- PLATANIA G. (1922) - *Origine dei terrazzi dell'Etna*. Pubbl. Ist. Geogr. Fis. R. Univ. Catania, (19), 11 pp.
- PLATANIA G. & PLATANIA G. (1894) - *Note sui terremoti etnei*. Rendic. Acc. Sc. Lett. e Art. Zelanti di Acireale, **6**, 5 pp.
- POSTPISCHL D., Editor (1985) - *Catalogo dei terremoti italiani dall'anno 1000 al 1980*. Pr. Fin. Geodin.-CNR, Quaderni de la Ricerca Scientifica, 114-2A, Bologna.
- RASÀ R. & AZZARO R. (1995) - *Creep su faglia e sue implicazioni sulla statica del versante orientale dell'Etna*. In: FERRUCCI F. & INNOCENTI F. (Eds.), Progetto Etna 1993-1995. Giardini, Pisa, 137-143.
- RASÀ R., AZZARO R. & LEONARDI O. (1996) - *A seismic creep on faults and flank instability at Mount Etna volcano, Sicily*, in McGUIRE W.J., JONES A.P. & NEUBERG J. (Eds), *Volcano instability on the Earth and other planets*, Geol. Soc. Spec. Pubbl., **110**, 179-192.
- RICCÒ A. (1911) - *Terremoto di Guardia del 21 ottobre 1909*. Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat., **10**, 6-11.
- RICCÒ A. (1912) - *Fenomeni geodinamici consecutivi all'eruzione etnea del settembre 1911*. Boll. Soc. Sism. It., **16**, 11-32.
- RIUSCETTI M. & DISTEFANO R. (1971) - *Il terremoto di Macchia (Catania)*. Boll. Geof. Teor. Appl., **13** (51), 150-164.
- ROMANO R. (1982) - *Succession of the volcanic activity in the Etnean Region*. Mem. Soc. Geol. It., **23**, 27-48.
- ROMANO R., LENTINI F., STURIALE C., AMORE C., ATZORI P., CARTER S.R., CRISTOFOLINI R., DI GERONIMO I., DI GRANDE A., DUNCAN A.M., FERRARA V., GHISSETTI F., GUEST J.E., HAMILL H., PATANÈ G., PEZZINO A., PUGLISI D., SCHILIRÒ F., TORRE G. & VEZZANI L. (1979) - *Carta geologica del Monte Etna*, scala 1:50.000, Litogr. Art. Cartogr., Firenze.
- ROMANO R. & STURIALE C. (1981) - *Geologia del versante sud-orientale etneo*, F°. 270 IV (NO, NE, SO, SE). Boll. Soc. Geol. It., **100** (1), 11-40.
- SABATINI V. (1914) - *Note sul terremoto di Linera dell'8 maggio 1914*. Boll. R. Comit. Geol. It., **44**, 245-293.
- SILVESTRI O. (1865) - *Relazione sopra i terremoti dell'Etna*. Stabilimento Tipografico "La Fenice", Catania, 12 pp.
- SILVESTRI O. (1866) - *Sull'eruzione dell'Etna del 1865. Studi geologici e chimici*. "Nuovo Cimento", 21-22, 20 pp.
- SILVESTRI O. (1867) - *I fenomeni vulcanici presentati dall'Etna nel 1863-64-65-66 considerati in rapporto alla grande eruzione del 1865*. Mem. Acc. Gioenia Sc. Nat., **3** (1), 53-319.
- SILVESTRI O. (1883) - *Sulla esplosione etnea del 22 marzo 1883 in relazione ai fenomeni vulcanici (geodinamici ed eruttivi) presentati dall'Etna durante il quadriennio compreso dal gennaio 1880 al dicembre 1883*. Osservazioni e studi. Att. Acc. Gioenia Sc. Nat., **3** (18), 237-421.
- TANGUY J.C., CONDOMINES M. & KIEFFER G. (1997) - *Evolution of the Mount Etna magma: Constraints on present feeding system and eruptive mechanism*. Jour. Volc. Geot. Res., **75**, 221-250.
- TIBALDI A. & GROPELLI G. (2002) - *Volcano-tectonic activity along structures of the unstable NE flank of Mt. Etna (Italy) and their possible origin*. Jour. Volc. Geoth. Res., **115**, 277-302.

Ms. ricevuto il 16 maggio 2006
 Testo definitivo ricevuto il 4 gennaio 2007

Ms. received: May 16, 2006
 Final text received: January 4, 2007