

L'ERUZIONE ETNEA DEL 1865 (MONTI SARTORIUS): ASPETTI GEOMORFOLOGICI E INQUADRAMENTO NELL'EVOLUZIONE DEL VULCANO

Pietro Carveni¹ & S. Benfatto²

¹Dipartimento di Scienze Geologiche dell'Università di Catania,
Sezione Geologia e Geofisica, Corso Italia 55, 95129 - Catania, Italia.

²Geologo, libero professionista, Via San Marco 91, 95047 - Paternò, (CT), Italia.

RIASSUNTO: Carveni P. & Benfatto S., *L'eruzione etnea del 1865 (Monti Sartorius): aspetti geomorfologici e inquadramento nell'evoluzione del vulcano*. (IT ISSN 0394 – 3356, 2004).

Sulla base di una rilettura critica delle relazioni di autori testimoni dell'evento, dell'analisi di aerofotografie e di rilievi geomorfologici di dettaglio, viene ricostruita l'eruzione laterale etnea del 1865, durante la quale si sono formati i Monti Sartorius. Nella zona del vulcano interessata dall'eruzione sono presenti edifici piroclastici preistorici, geneticamente collegati a fratture eruttive con direzione ENE-WSW, con progressiva migrazione verso SE delle fratture eruttive. L'eruzione in studio è stata alimentata attraverso due distinte serie di fratture eruttive, una con direzione ENE-WSW, concordante con quella delle strutture distensive riconosciute nel settore d'interesse, l'altra con direzioni comprese tra N 10° ÷ 25° W, e coincidenti con quelle delle faglie normali che formano la scarpata ibleo-maltese. La ricaduta ballistica dei materiali piroclastici, condizionata dalle condizioni atmosferiche, ha dato luogo ad edifici asimmetrici. L'analisi morfologica mette in evidenza la ripresa dell'attività in corrispondenza di precedenti apparati e una ripresa recente dell'attività da una delle bocche eruttive.

ABSTRACT: Carveni P. & Benfatto S., 1865 Monti Sartorius eruption: morphologic aspects in the frame of Mt. Etna evolution. (IT ISSN 0394 – 3356, 2004).

The eruptive phenomenology and the morphological aspects of 1865, January 28th – June 15th Mount Etna lateral eruption are described in this paper. Mount Etna is the largest European active volcano; it is formed by the volcanic products of many eruptive centres. Mount Etna is located on the margin of the two main structural domains of Eastern Sicily: the Iblean Foreland and the Apennines-Maghrebian Chain; the first belongs to the Northern part of the African Plate and consists of a mainly carbonate succession of Triassic to Pleistocene age, with several intercalations of mafic volcanic rocks; the Apennines-Maghrebian Chain consists of several thrust sheets, made up of structural units derived from different palaeogeographic regions. Many studies about structural patterns of Mount Etna identified four tectonic trends: N-S, ENE-WSW, NE-SW and NW-SE. This eruption occurred along the NE flank of the volcanic edifice; some prehistorical vents were active in this zone: the position and chronology of these cones demonstrate a progressive displacement of eruptive fissures toward SE. A trustworthy reconstruction of this Etna eruption is based on papers of witnesses, on aerial photo analysis and on geological and geomorphologic surveys. The feeder system of the eruption was characterized by two eruptive fracture systems: the main system, ENE-WSW oriented; a cluster of fractures ranging N-S to NNW-SSE forms the latter. Morphological analysis suggests several volcanic activities at different times; the last is witnessed by undated new vent.

Parole chiave: Etna, eruzione laterale del 1865, morfologia.

Keywords: 1865 lateral eruption on Mount Etna Volcano (Sicily), Geomorphology.

1. INTRODUZIONE

Il 29 gennaio 1865 iniziò sull'Etna un'eruzione laterale le cui fasi sono state descritte, con diverse lacune temporali causate dalle condizioni atmosferiche, da Grassi (1865) e Silvestri (1867).

La rilettura critica dei documenti bibliografici è stata seguita da un'analisi di fotografie aeree e da un rilievo geologico-geomorfologico di dettaglio, al fine di analizzare la distribuzione delle fratture e delle bocche eruttive, le forme di accumulo dei depositi piroclastici e l'azione morfologica dell'erosione.

Questa eruzione è già stata oggetto di studio (Carveni *et al.*, 1998; 2000): nel presente articolo verranno puntualizzati alcuni aspetti che, per motivi di spazio, non hanno trovato il giusto rilievo nei precedenti. Nei primi due articoli sono state distinte tre fasi dell'eruzione, collegate alla fluttuazione del tasso di emissione istantaneo, sono state studiate le morfologie di flusso delle colate, ed è stata riconosciuta l'esistenza di due distinti allineamenti di fratture eruttive.

2. QUADRO GEOLOGICO-STRUTTURALE DELL'AREA ETNEA

L'Etna, il vulcano attivo più grande d'Europa, è uno stratovulcano risultante dalla sovrapposizione dei prodotti emessi durante gli ultimi 700.000 anni da numerosi apparati eruttivi, poggianti su un substrato in parte alloctono, in parte formato da depositi miocenico-quaternari (Romano *et al.*, 1979).

L'Etna sorge su un'area di debolezza tettonica ubicata all'intersezione di allineamenti tettonici regionali (Ogniben *et al.*, 1975), lungo la sutura tra la Placca Africana e la Placca Europea, dove la crosta oceanica ionica e la crosta continentale dell'Avampese Ibleo si immergono sotto il fronte dell'Orogene Appenninico-Maghrebide (Finetti *et al.*, 1996) (Fig. 1).

L'Avampese Ibleo, rappresentante in Sicilia orientale il margine della Placca Africana (Burolet *et al.*, 1978), zona considerata stabile verso cui convergono le falde neogeniche dell'Orogene Appenninico-Maghrebide, confina ad oriente con la crosta oceanica

del bacino ionico (Finetti, 1982) tramite la *Scarpata Ibleo-Maltese*, la cui origine tettonica è stata riconosciuta, tramite profili sismici, da Finetti & Morelli (1972); essa è stata originata da un sistema di faglie normali a gradinata, il cui prolungamento verso settentrione interseca il fianco orientale dell'edificio etneo (Lo Giudice *et al.*, 1982; Carbone *et al.*, 1982 a; 1982 b). Per Casero *et al.* (1984) essa rappresenta un sistema strutturale distensivo, raccordante il plateau continentale siculo-maltese con la piana abissale ionica; la struttura si sarebbe formata in un'unica grande fase tortoniana, con minori riattivazioni posteriormente al deposito degli infraplioceni Trubi; alla scarpata sono connesse a luoghi importanti attività vulcaniche.

L'Orogene Appenninico-Maghrebide si è formato in seguito all'accavallamento della Catena Kabilo-Calabride sulla Catena Appenninico-Maghrebide (Finetti *et al.*, 1996); questa convergenza ha provocato un accorciamento crostale in direzione N-S valutato tra 29 e 33 chilometri (Cassinis *et al.*, 1979). Recenti fasi tettoniche hanno causato un'elevata distorsione al margine settentrionale della Placca Africana, a causa della differenziale velocità con cui avviene la subduzione al di sotto della Catena Appenninico-Maghrebide (Van Bemmelen, 1969; Morelli, 1970; Selli & Fabbri, 1971; Giese & Morelli, 1975), e ciò ha determinato uno stiramento crostale che ha dato luogo a fratture con direzione NW-SE, NE-SW ed E-W (Ghisetti & Vezzani, 1982; Scandone, 1982); all'intersezione di tali strutture si è formata una zona di debolezza attraverso la quale avviene la risalita di magmi subcrustali (Frazzetta & Villari, 1981).

L'attività eruttiva, inizialmente sottomarina e fissurale, è diventata in seguito subaerea ed a carattere centrale, a causa di un sollevamento regionale, tutt'ora in atto, che ha determinato una variazione nel meccanismo di risalita dei magmi, con conseguente cambiamento del chimismo: si passa infatti da prodotti subalcalini a prodotti più o meno differenziati della Serie Alcalino-sodica emessi da numerosi centri eruttivi e raggruppati in quattro unità vulcano-stratigrafiche: *Centri Alcalini Antichi*, *Trifoglietto s.l.*, *Mongibello Antico* e *Mongibello Recente* (Romano, 1982).

Sulla base di datazioni radiometriche del rapporto K/Ar, Gillot *et al.* (1994) hanno distinto quattro periodi di attività dell'Etna: il *Primo periodo* (da 520.000 ± 40.000 a 270.000 anni fa) è caratterizzato da vulcanismo tholeiitico, con fasi eruttive separate da lunghi periodi di quiescenza; il *Secondo periodo* (da 168.000 ± 8.000 a 100.000 anni fa) è evidenziato da un radicale cambiamento del tipo di attività (strato-vulcani al posto di fessure eruttive) e del chimismo dei prodotti (da sub-alcalini ad alcalini); durante il *Terzo periodo* (tra 80.000 e 60.000 anni fa) si formò un grande complesso vulcanico poligenico (*Unità del Trifoglietto*); il *Quarto periodo* (da 35.000 anni fa ad oggi) corrisponde allo sviluppo di un grande strato-vulcano, il *Mongibello*; un'importante fase esplosiva, caratterizzata da eruzioni pliniane e idromagmatiche, permette di suddividere questo periodo in due parti: *Mongibello Antico* e *Mongibello Recente*.

Carapezza (1962) per primo cerca di determinare una relazione tra la tettonica regionale e le zone di minore resistenza del vulcano, dalle quali hanno origine le eruzioni; egli riconosce una zona di *rift*, che attraversa il fianco orientale dell'edificio vulcanico, e lungo la quale si concentra l'attività vulcanica recente.

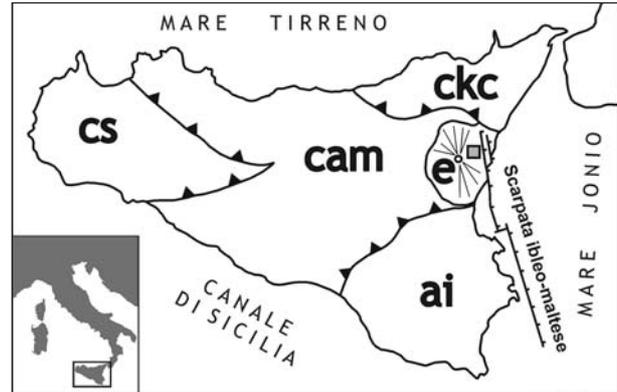


Fig. 1 - Ubicazione dell'area studiata. **ckc**) Catena Kabilo-Calabride; **cam**) Catena Appenninico-Maghrebide; **cs**) Catena Sicana; **ai**) Avampaese Ibleo; **e**) edificio vulcanico etneo (da Finetti *et al.*, 1996); il quadrato grigio indica la zona dell'eruzione del 1865.

Localization of studied area. ckc) Kabilo-Calabrian Chain; *cam*) Apenninian-Maghrebide Chain; *cs*) Sicilian Chain; *ai*) Iblean Foreland; *e*) Mt Etna volcano (after Finetti *et al.*, 1996); grey square points out the 1865 Etna eruption area.

Nel primo studio analitico sulle faglie dell'Etna (Marchesini *et al.*, 1964) sono stati riconosciuti quattro gruppi principali di allineamenti tettonici, con direzioni N-S, ENE-WSW, NE-SW e NW-SE.

Romano (1970) e Rittmann *et al.* (1973) confermano l'importanza dei *trend* N-S e ENE-WSW.

Kieffer (1975) riconosce una zona di *rift* che attraversa la zona sommitale del vulcano da nord a sud, lungo cui si concentrano le eruzioni recenti.

Frazzetta & Romano (1978) identificano due allineamenti come alimentatori preferenziali per le aree con alta probabilità di nuove eruzioni: la principale è compresa tra NE-SW e ENE-WSW, la seconda ha direzione NNW-SSE.

Sulla base delle ipotesi di Nakamura (1977) e di Nakamura *et al.*, (1977), Frazzetta & Villari (1981) utilizzano gli allineamenti di fratture e coni piroclastici per determinare i campi di stress dell'Etna e riconoscono una zona E-W con trascorrenza sinistra e con σ_1 ENE e σ_3 NNW.

Per Lo Giudice *et al.* (1982), invece σ_1 ha orientazione NNE e σ_3 WNW; essi riconoscono nell'area etnea e nelle zone circostanti varie direttrici di faglie: le più importanti hanno direzione N 60° E, N 30° E, N 15° W e N 60° W.

Kieffer (1983 a; 1983 b) definisce, in base alle numerose fratture collegate alle eruzioni, un "Rift di NE", un *rift* meridionale e una serie di assi NW-SE e NE-SW; le faglie delle due zone di *rift* e le faglie della zona delle Timpe farebbero parte di una serie di faglie normali che interessano la parte orientale del vulcano e del suo substrato; l'intrusione ripetuta di magma provocherebbe uno scivolamento gravitativo della parte orientale del vulcano.

L'ipotesi di uno scivolamento gravitativo di una porzione dell'edificio etneo viene ripresa e sviluppata da Azzaro *et al.* (1989 a) e da Neri *et al.* (1991); questi ultimi distinguono sul versante orientale dell'Etna un settore settentrionale, caratterizzato da meccanismi di dislocazione distensiva con componenti orizzontali sinistre, ed uno meridionale, distensivo con componenti orizzon-

tali destre; tali condizioni di instabilità influenzano la risalita dei magmi in questo settore del vulcano, specialmente lungo il *trend* NNW-SSE (Ferrucci *et al.*, 1993).

Borgia *et al.* (1992), basandosi sui risultati delle analisi di Ferrari *et al.* (1991) sui dicchi affioranti nella Valle del Bove, teorizzano uno spreading radiale del

sub-strato dell'Etna verso SE.

Secondo Lo Giudice & Rasà (1992) si tratta invece di movimenti puramente gravitativi, che provocano uno scivolamento verso SSE del settore del versante orientale dell'Etna delimitato dalla Faglia della Pernicana, dal "Rift di NE" e dalle Faglie di Mascalucia-Trecastagni (Fig. 2).

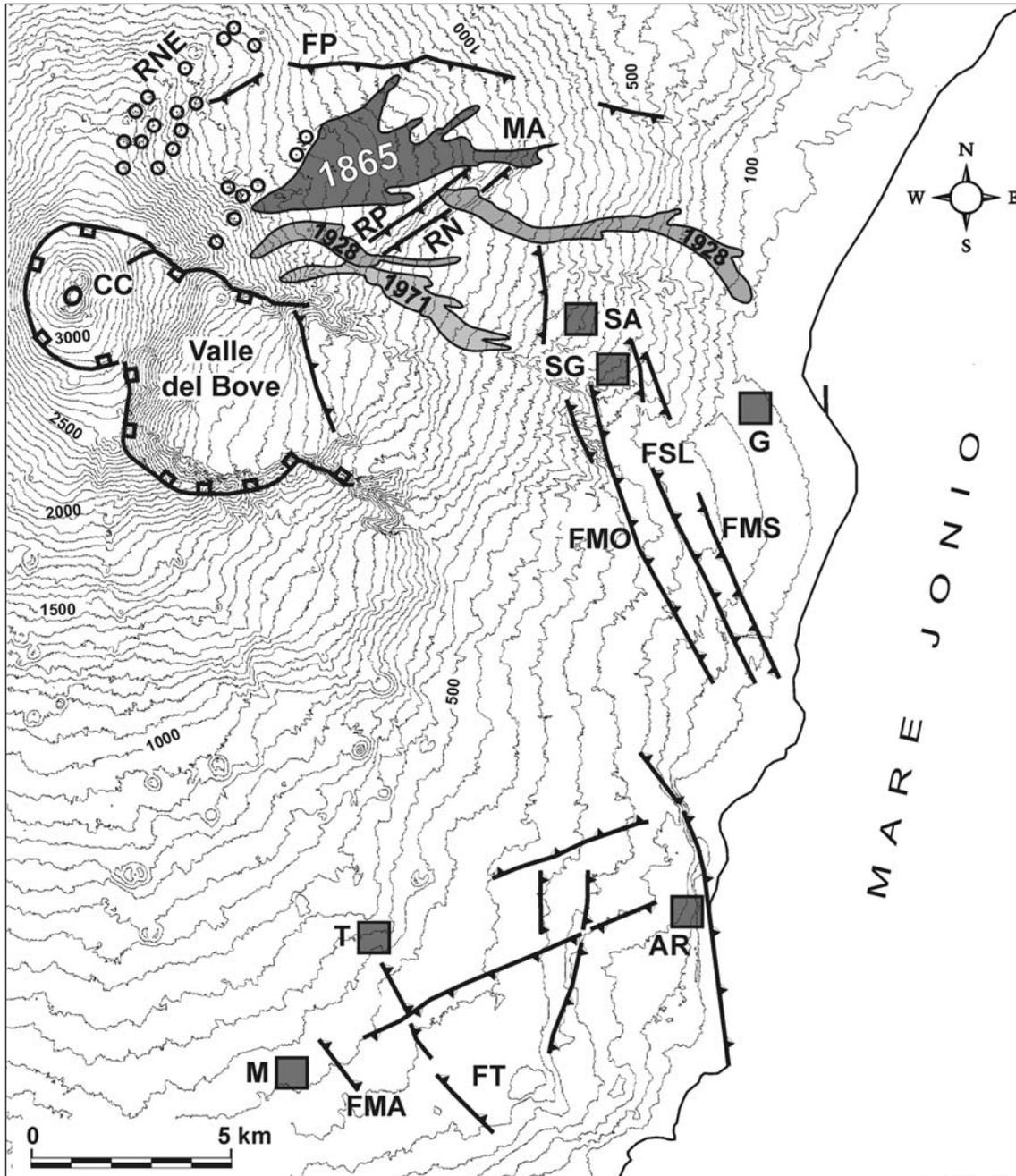


Fig. 2 - Ubicazione dell'area interessata dall'eruzione, in rapporto alle più importanti strutture vulcano-tettoniche del versante nord-orientale dell'Etna: **CC**) Cratere Centrale; **FMA**) Faglia di Mascalucia; **FMO**) Faglia di Moscarello; **FMS**) Faglia Macchia - Stazzo; **FP**) Faglia della Pernicana; **FPVC**) Faglia Praiola - Villa Calanna; **FSL**) Faglia di San Leonardello; **FT**) Faglia di Trecastagni; **RN**) Faglia della Ripa della Naca; **RNE**) Rift di NE; **RP**) Faglia della Ripa di Piscio. Centri abitati e contrade: **AR**) Acireale; **G**) Giarre; **M**) Mascalucia; **MA**) Monti Arsi; **SA**) Sant'Alfio; **SG**) San Giovanni; **T**) Trecastagni. I cerchi piccoli indicano l'ubicazione di coni avventizi, le aree contrassegnate dai numeri **1865**, **1928** e **1971** indicano le zone coperte dalla lava durante le relative eruzioni.

Location of area interested by 1865 Etna eruption in the frame of the main volcanic-tectonic structures of North-Eastern flank of Mt. Etna volcano: **CC**) Central Crater; **FMA**) Mascalucia Fault; **FMO**) Moscarello Fault; **FMS**) Macchia - Stazzo Fault; **FP**) Pernicana Fault; **FPVC**) Praiola - Villa Calanna Fault; **FSL**) San Leonardello Fault; **FT**) Trecastagni Fault; **RN**) Ripa della Naca Fault; **RNE**) NE Rift; **RP**) Ripa di Piscio Fault. Towns and districts: **AR**) Acireale; **G**) Giarre; **M**) Mascalucia; **MA**) Monti Arsi; **SA**) Sant'Alfio; **SG**) San Giovanni; **T**) Trecastagni. Little circles correspond to cinder cones; the areas marked by the numbers **1865**, **1928** and **1971** correspond to zones covered by lava flows during these eruptions.

In una serie di articoli viene analizzata la documentazione storica relativa ai terremoti avvenuti sul basso versante orientale etneo negli ultimi due secoli e le conseguenze dei movimenti tettonici sulla morfologia (Adorni & Carveni, 1993 a; 1993 b; Carveni & Bella, 1994; Bella *et al.*, 1996; Carveni *et al.*, 1996; Gresta *et al.*, 1997); sulla base dei dati geoelettrici forniti da Cassinis *et al.* (1970), confrontati con le profondità ipocentrali calcolate per alcuni sismi (Postpischl, 1985; Azzaro *et al.*, 1989 a; 1989 b; Bottari *et al.*, 1989), Carveni *et al.* (1997) ipotizzano che gli ipocentri di alcuni terremoti siano localizzati in corrispondenza del passaggio dalle argille azzurre pleistoceniche ai soprastanti prodotti vulcanici.

Dall'analisi dei differenti sistemi di faglia che nel corso del Pleistocene sono stati attivi in Calabria meridionale e nella Sicilia orientale, e sulla base di informazioni geologico-strutturali e morfologiche di campagna e dell'analisi di sezioni sismiche a mare, Monaco & Tortorici (1995) e Monaco *et al.* (1995; 1997) distinguono un "Sistema Acireale - S. Alfio" (formato da faglie normali con componente trascorrente destra NNW-SSE) e un "Sistema di Piedimonte" (faglie normali e fratture d'estensione NNE-SSW); entrambi i sistemi, che sono associati ad un'estensione WNW-ESE, formano scarpate di età suprapleistocenico-olocenica, le quali esercita-

no un controllo sulla topografia e sul reticolo idrografico.

L'edificio vulcanico etneo è caratterizzato da numerosi apparati eruttivi effimeri, molti dei quali sono concentrati lungo tre *trend* vulcano-tettonici convergenti verso la sommità del vulcano; il primo ("Rift di NE", Kieffer, 1983 a; 1983 b) va dai Crateri Sommitali verso NE (Fig. 2: RNE), ed è interessato da fessurazioni estensionali con rare faglie normali (Borgia *et al.*, 1992); il secondo, ubicato sul fianco meridionale (Kieffer, 1983 a; 1983 b) è formato da faglie transdistensive con abbassamento del blocco orientale (Borgia *et al.*, 1992; Mc Guire *et al.*, 1996); il terzo, sul versante occidentale, è caratterizzato da faglie con *strike-slip* in direzione NE (Ferrucci & Patanè, 1993).

3. TEATRO DELL'ERUZIONE

L'eruzione in studio è avvenuta in un'area compresa tra importanti elementi morfostrutturali: la scarpata della faglia della Pernicana a settentrione, il "Rift di NE" a NW, l'orlo settentrionale della Valle del Bove a meridione e le scarpate delle faglie della Ripa della Naca e della Ripa di Piscio a oriente (Fig. 3).

Questo settore dell'edificio vulcanico presenta caratteri tettonici omogenei, rappresentati da stress di

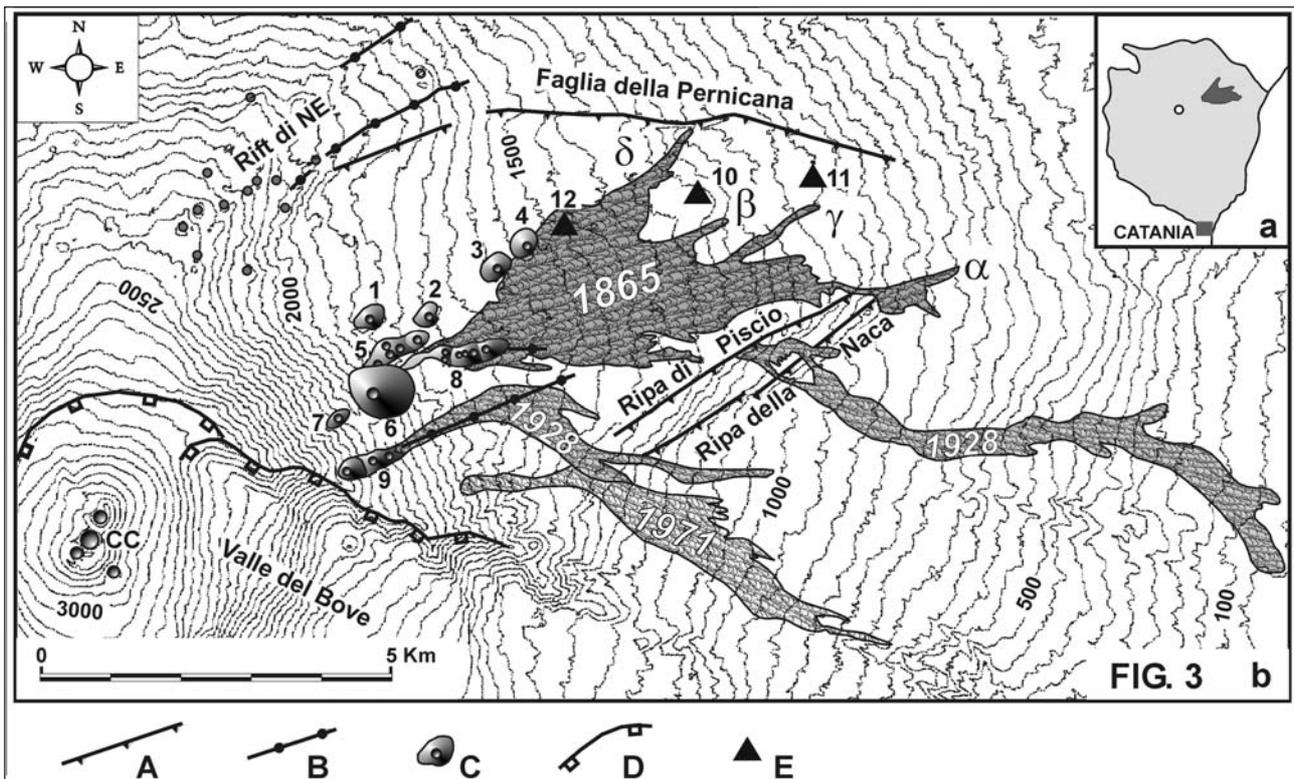


Fig. 3 - a) Ubicazione dell'area studiata. b) Schema del teatro dell'eruzione: A) faglie; B) fratture eruttive; C) coni piroclastici: 1) Monte Corvo; 2) Monte Baracca; 3 e 4) I Due Monti; 5) Monte Zappinazzo e Monti Conconi; 6) Monte Frumento delle Concazze; 7) edificio anonimo a sud-ovest di Monte Frumento delle Concazze; 8) Monti Sartorius; 9) bocche del 1928; D) orlo della Valle del Bove; E) alti morfologici: 10) Monte Ragamo; 11) Monte Ragamo; 12) Monte ChiovaZZi; α) Colata principale; β) Colata di Monte Crisimo; γ) Colata di Monte Ragamo; δ) Colata di Monte ChiovaZZi.

a) Location of the studied area. b) Scheme of the eruption zone: 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; α) Main lava flow; β) Monte Crisimo lava flow; γ) Monte Ragamo lava flow; δ) Monte ChiovaZZi lava flow.

tipo transtensivo a componente orizzontale sinistra (Neri *et al.*, 1991); l'area è stata interessata in precedenza da eruzioni laterali che evidenziano un progressivo spostamento verso SE delle fratture eruttive; dall'analisi della Carta Geologica del Monte Etna (Romano *et al.*, 1979) risulta che in epoca preistorica si sono formati, progressivamente, Monte Corvo (Fig. 3: 1), Monte Baracca (Fig. 3: 2), i Due Monti (Fig. 3: 3 e 4), Monte Zappinazzo e i Monti Conconi (Fig. 3: 5), Monte Frumento delle Concazze (Fig. 3: 6) e un edificio anonimo a SW di questo (Fig. 3: 7).

Dall'orientamento delle basi ellittiche degli edifici e dalla forma degli orli craterici si desume che tutti questi edifici sono stati alimentati da fratture con direzioni comprese tra NE-SW e ENE-WSW.

Monte Corvo (Fig. 3: 1), che poggia su lave dei Centri Eruttivi del Leone, si è formato nel periodo di transizione tra l'attività del Mongibello Antico e del Mongibello Recente (Romano *et al.*, 1979); non gli sono state attribuite colate laviche.

Monte Baracca (Fig. 3: 2), la cui attività risale allo stesso periodo, ha emesso una colata lavica attribuita ai centri del Mongibello Antico e classificata come "*difficilmente delimitabile a morfologia superficiale degradata*" (Romano *et al.*, 1979).

La colata di Monte Baracca è in parte ricoperta dall'edificio meridionale dei Due Monti (Fig. 3: 3), i quali a loro volta hanno emesso lave classificate come "*delimitabili a morfologia superficiale ben conservata*" (Romano *et al.*, 1979).

Il gruppo dei Monti Zappinazzo – Monti Conconi (Fig. 3: 5), che poggiano chiaramente sui prodotti vulcanici già descritti, sono classificati come "*colate laviche e piroclastiti recenti, prevalentemente non datate*" (Romano *et al.*, 1979).

Infine, Monte Frumento delle Concazze (Fig. 3: 6), alla cui attività sono attribuibili delle "*colate laviche e piroclastiti recenti, prevalentemente non datate*" (Romano *et al.*, 1979), sulle quali si sono riversate le lave dell'eruzione in oggetto, e che affiorano in alcune zone come dagale, ricopre parzialmente il fianco meridionale di Monte Zappinazzo.

Nel 1928 e nel 1971 sono avvenute altre eruzioni che hanno coinvolto lo stesso settore dell'edificio vulcanico, sempre con una progressiva migrazione verso SE delle fratture eruttive (Fig. 3); nel 1979 si è avuta una nuova emissione dalla frattura eruttiva del 1928.

L'eruzione etnea del 1865, quindi, segna la ripresa dell'attività vulcanica in un settore dell'Etna già interessato da eruzioni laterali, con progressiva migrazione dell'asse eruttivo verso SE, e, come si vedrà in seguito, geneticamente collegate sia a fratture eruttive con direzioni comprese tra NE-SW e ENE-WSW, sia a fratture comprese tra NNW-SSE e N-S, direzioni già riconosciute come quelle con maggiore probabilità di riattivazione per questo settore del vulcano (Romano, 1970; Rittmann *et al.*, 1973; Frazzetta & Romano, 1978).

4. CRONACA DELL'ERUZIONE

I primi sintomi di un incipiente eruzione laterale si manifestarono alle 14,30 del 28 gennaio 1865: furono osservate *nuvole di fumo* (emissioni di cenere, secondo Romano & Sturiale, 1982) sollevarsi da Monte Frumento

delle Concazze; durante la notte successiva numerose scosse sismiche allarmarono gli abitanti di San Giovanni e Sant'Alfio e della contrada Monti Arsi, località ubicate lungo il prolungamento settentrionale delle faglie di Moscarello, San Leonardello e Macchia-Stazzo (Fig. 2), riconosciute come le più attive tra quelle che interessano il versante orientale dell'Etna (Carveni & Bella, 1994). Il giorno dopo le scosse aumentarono in frequenza ed intensità, e la più forte, avvenuta intorno alle 23, fu del V grado della scala Mercalli nelle già citate località, e si propagò fino ad Acireale, distante circa 16 chilometri dal presunto epicentro, ma non fu avvertita a Giarre, che ne dista solo sei; dalla direzione di massima propagazione delle onde sismiche, riteniamo che questi terremoti siano da attribuire a faglie con direzione NNW-SSE, collegabili ad una o più delle faglie nominate.

In coincidenza con quest'ultima scossa iniziò l'emissione di lava dal basso fianco nord-orientale di Monte Frumento delle Concazze, mentre l'attività sismica continuò per alcune ore, con intensità decrescente; nel frattempo il Cratere Centrale non dava luogo ad alcuna attività.

Nella fase iniziale dell'eruzione si formarono tre fontane di lava lungo una frattura eruttiva, tra le quote 1800 e 1725 (Figg. 4 e 5: II); porzioni della relativa colata lavica, che raggiunse 2,6 metri di altezza, come è dimostrato dai tronchi carbonizzati lungo il suo percorso (Silvestri, 1867), affiorano al di sotto delle coperture piroclastiche dell'edificio A (Figg. 4 e 5: α); questa prima fase si esaurì in poche ore, e le fontane di lava vennero sostituite da tre bocche esplosive (Figg. 4 e 5: 1, 2 e 3; Fig. 6).

Il 30 gennaio, mentre le bocche 1, 2 e 3 erano in piena attività stromboliana, a oriente di Monte Frumento delle Concazze si aprì una fenditura di 400 metri di lunghezza con direzione N 20° W (Figg. 4 e 5: III), lungo la quale si attivarono otto fontane di lava (Grassi, 1865), le cui piroclastiti hanno formato altrettanti coni di scorie (Fig. 5: 4 ÷ 11).

Col procedere dell'eruzione le fratture eruttive continuarono a propagarsi verso oriente, provocando la progressiva migrazione sia dei punti di emissione delle colate, sia delle bocche esplosive che man mano li rimpiazzavano: si formarono così di seguito gli edifici piroclastici A, B, C, D ed E (Figg. 4 e 5) le cui bocche furono quasi tutte attive contemporaneamente tra il 4 e il 5 febbraio.

Nella Tabella 1 è sinteticamente riportata l'attività relativa alle bocche di ciascun edificio, così come si ricava dalle relazioni di Grassi (1865) e Silvestri (1867): all'iniziale fase parossistica, caratterizzata dall'attività contemporanea di quasi tutti gli apparati eruttivi, seguì una progressiva diminuzione dell'intensità dei fenomeni, con sporadici rinvigorimenti da parte di uno o più apparati.

Silvestri (1867) distinse già dai primi giorni di febbraio una Colata principale (Fig. 3: α) e una *Colata di Monte Crisimo* (Fig. 3: β); la prima raggiunse il punto più basso della sua corsa il 9 febbraio; da questa data fino ai primi di marzo si assistette ad un arretramento del fronte attivo ed un allargamento del settore mediano del campo lavico; nel frattempo venne emessa una terza colata (*Colata di Monte Ragamo*, Fig. 3: γ), che si fermò il 12 febbraio. Infine la *Colata di Monte Chiovazzi* (Fig. 3: δ) venne emessa da tre fratture, ubicate rispettiva-

mente alla base settentrionale del cono **B**, tra gli edifici **D** ed **E**, alla base nord-orientale dell'edificio **E** (Fig. 5); essa raggiunse il suo punto più basso il 4 aprile.

L'attività eruttiva si estinse del tutto alla metà di giugno.

5. ASPETTI MORFOLOGICI

5.1. I Sistemi di fratture eruttive

Dalla rilettura critica delle relazioni dei precedenti autori (Grassi, 1865; Silvestri, 1867), dalla distribuzione

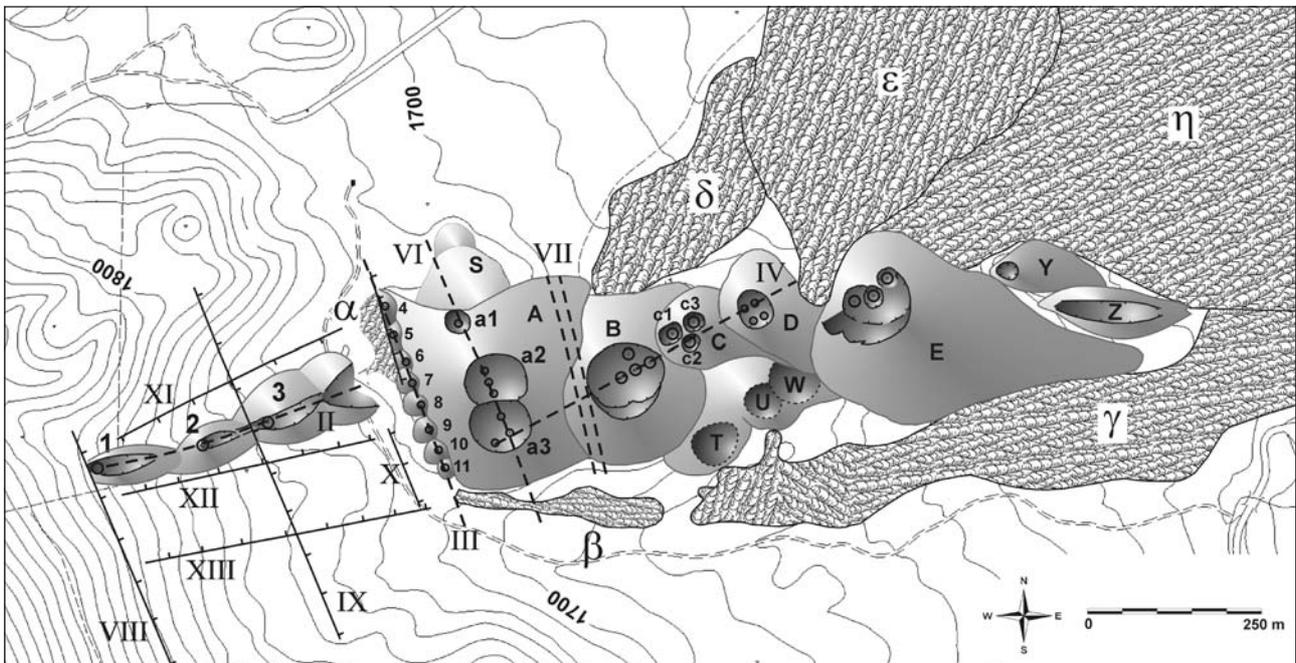
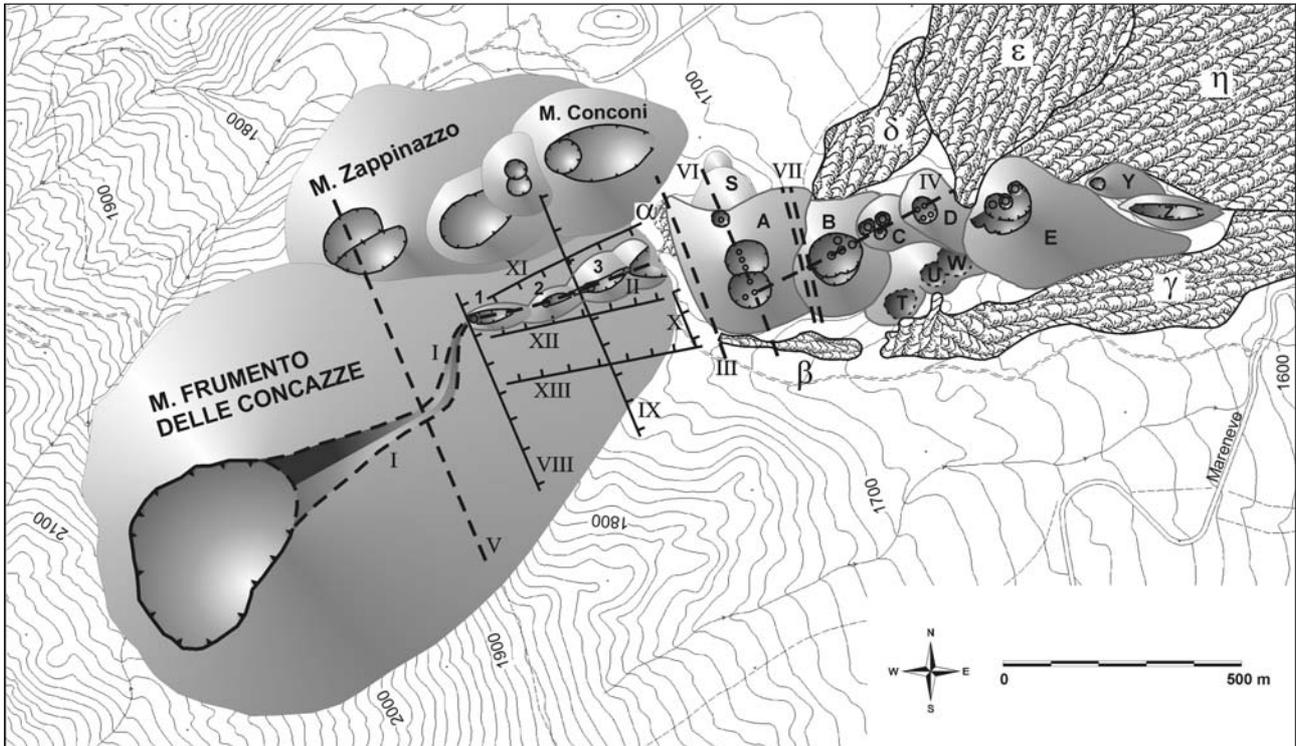


Fig. 4 e Fig. 5 - Schema della zona dei Monti Sartorius: le lettere dell'alfabeto latino indicano gli edifici piroclastici formatisi durante l'eruzione in studio (**A ÷ E**) e quelli preesistenti (**S ÷ Z**), le lettere dell'alfabeto greco le colate laviche, le cifre romane i tratti delle fratture eruttive descritti nel testo, le cifre arabe le bocche esplosive (cerchio pieno per quelle certe, cerchio vuoto per quelle presunte).

*Monti Sartorius zone scheme: Latin alphabet letters designate cinder cones formed during 1865 Etna eruption (**A ÷ E**) and preexistent ones (**S ÷ Z**); Greek alphabet letters designate lava flows; Roman numerals designate segments of eruptive fractures; Arab numerals indicate explosive vents (full circles correspond to sure ones, empty circles to probable vents).*

Tab. 1 - Sequenza temporale dell'attività delle bocche eruttive.

Vents activity sequences.

	Date delle osservazioni																
	28.1	29.1	30.1	31.1	3.2	4.2	5.2	6.2	20.2	26.2	5.3	19.3	25.3	15.4	28.4	6.5	15.5
1		f l	e	c	i												
2		f l	e	e	e	e											
3		f l	e	e	e	e											
4-11			f l														
a 1					e	e				i					o		
a 2					e	e	e	e	e ?	c		c	e	i	o		
a 3					e	e	e	e	e ?	c		c	e	i	o		
B							e	e		e	c	e	c v	e	e	e	e
C							e	e		e	c	e			o		
D							e	e		e	c	d		d	d	o	i
E							e	e		e	e	v a		v a	e	e	v
	s	s															

Legenda: s) scosse sismiche; f l) fontane di lava; e) esplosioni con lancio di scorie e bombe; c) emissione di ceneri; v a) emissione di vapori ad alta pressione; v) emissione tranquilla di vapore; d) detonazioni; i) bocche inattive; o) condotto ostruito.

Explanation notes: s) earthquakes; f l) lava fountains; e) explosions with cinder and bombs throwing; c) ash emission; v a) high pressure steam issue; v) calm steam issue; d) detonations; i) inactive vent; o) obstructed duct

spaziale di fratture, bocche eruttive e accumuli piroclastici, si ricava che l'eruzione in studio è stata alimentata da due distinti sistemi di fratture: il primo (*Sistema principale di fratture eruttive*) è radiale rispetto al condotto centrale dell'Etna e ha direzione ENE-WSW; il secondo (*Sistema secondario di fratture eruttive*) è formato da fratture con direzioni comprese tra NNW-SSE e N-S (Carveni *et al.*, 1998; 2000).

Parte del primo tratto del Sistema principale di fratture eruttive (Fig. 4: I) è riconoscibile su una fotografia pubblicata da Silvestri (1867): sul fianco nord-orientale di Monte Frumento delle Concazze, a partire dalla profonda svasatura dell'orlo craterico, scende una serie di faglie normali con andamento ad "S"; il graben cui danno luogo ha un'ampiezza massima, in corrispondenza dell'orlo craterico, di 50 metri, mentre verso il basso l'ampiezza diminuisce fino a 2 metri in corrispondenza del punto d'inizio dell'emissione; tracce di questo graben sono tuttora riconoscibili sul terreno, malgrado esso sia impostato su piroclastiti: in occasione di forti precipitazioni atmosferiche, infatti, le acque di ruscellamento si incanalano lungo le linee di faglia. Secondo quanto riferito da Silvestri (1867), la frattura poteva essere seguita dal crinale della Valle del Bove fino al cratere di Monte Frumento delle Concazze, per una lunghezza complessiva di circa due chilometri e mezzo.

Il secondo tratto (Fig. 4 e 5: II), corrispondente al segmento della frattura eruttiva lungo cui si attivarono le prime tre fontane di lava, è compreso tra 1800 e 1725 metri di quota; la frattura è beante ed ispezionabile per un tratto di circa 350 metri e fino ad una profondità massima di 8 metri circa.

Un'altra frattura dello stesso sistema è evidenziata dall'allineamento delle bocche eruttive nei crateri degli edifici **B**, **C** e **D** (Figg. 4 e 5: IV).

Ulteriori allineamenti di bocche eruttive e di depositi piroclastici consentono di riconoscere il Sistema secondario di fratture eruttive; alcuni suoi elementi, inoltre, sono stati descritti da Grassi (1865) e da Silvestri (1867).

Il primo segmento di questo sistema è quello che disloca il tratto I del Sistema principale di fratture eruttive, e corrisponde alla prosecuzione verso meridione della frattura eruttiva dei crateri di Monte Zappinazzo (Fig. 4: V).

Il secondo corrisponde alla frattura eruttiva che ha alimentato le 8 fontane di lava descritte da Grassi (1865) (Figg. 4 e 5: III).

Il terzo ha alimentato le bocche dei crateri **a1**, **a2** e **a3** (Figg. 4 e 5: VI).

Silvestri (1867) ha descritto due fessure rettilinee, tangenti all'orlo occidentale del cratere dell'edificio **B**, le quali emettevano unicamente vapori (Figg. 4 e 5: VII).

Infine, alcune morfoscolture parallele alle fratture del sistema secondario sono state individuate tramite l'analisi di fotografie aeree: tre di esse sono piccole scarpate rettilinee assimilabili a faglie con blocco orientale ribassato (Figg. 4 e 5: VIII, IX e X).

5.2. Gli edifici piroclastici

Gli accumuli delle piroclastiti emesse nel corso dell'eruzione in esame formano una serie di coni di scorie a forma di scudo, di spatter cones e di edifici troncoconici con crateri sommitali; forme e dimensioni sono state determinate tramite carte topografiche in scala 1:10.000 e l'analisi di aerofotografie; per alcune morfologie non rappresentate cartograficamente a causa delle ridotte dimensioni sono state effettuate misure speditive in campagna.

I coni a scudo 1, 2 e 3

Sono tre edifici tra loro coalescenti, ubicati sul basso versante nord-orientale di Monte Frumento delle Concazze (Fig. 6); nella già citata fotografia (Silvestri, 1867) si vede che questi tre edifici preesistevano all'eruzione in studio: si tratta quindi di edifici poligenici, già collegati ad un'attività preistorica dell'edificio suddetto, e riattivatosi nel corso dell'eruzione del 1865.

Essi hanno forma a scudo con contorno ellittico,

con l'asse maggiore lungo la frattura eruttiva, la quale permette un'analisi della struttura interna degli edifici; dal basso affiora la seguente successione:

- scorie e lapilli saldati, di colore rossastro; dalla giacitura si evince che provenivano da diversi punti di emissione; lo spessore in affioramento raggiunge i 3 metri;
- basalto a fessurazione colonnare, con spessore massimo in affioramento di 2 metri; sulle pareti si trovano scorie saldate, presumibilmente relative all'evento eruttivo in studio;
- scorie e bombe saldate, di colore grigio, con spessore massimo di 4 metri;
- scorie e bombe saldate, con spessore massimo di 3



Fig. 6 - Panoramica sui coni di scorie 1, 2 e 3, visti da oriente, dall'orlo occidentale del cratere a2.

Panoramic view on 1, 2 and 3 scoria cones, from western rim of a2 crater.



Fig. 7 - Il cono di scorie 10, parzialmente ricoperto (a destra) dalle piroclastiti dell'edificio A, visto da meridione.

Spatter cone 10 from South. Its right flank is covered by cinder cone A pyroclastics.

metri, relative all'eruzione in oggetto; uno strato discontinuo di cineriti alterate permette di distinguere questo banco dal precedente.

In corrispondenza delle bocche eruttive queste ultime piroclastiti raggiungono il massimo spessore.

La presenza, al di sotto delle piroclastiti attribuite all'eruzione in studio di altri due livelli di scorie e bombe saldate, cui si intercala una colata basaltica, conferma l'ipotesi di riattivazione della frattura in oggetto.

L'esame delle fotografie aeree evidenzia che gli edifici sono ubicati in una depressione di forma trapezoidale, delimitata da scarpate rettilinee, presumibilmente corrispondenti a piani di faglie dirette (Figg. 4 e 5: XI, XII e XIII), il cui riscontro sul terreno è problematico, a causa delle coperture piroclastiche ed epiclastiche.

Le dimensioni dei tre edifici sono riportate nella Tab. 2; un calcolo approssimativo del volume del materiale eruttato dalle relative bocche durante la fase iniziale dell'eruzione risulterebbe in difetto, in quanto la parte maggiore dei materiali emessi dalle fontane di lava attive il 29 gennaio alimentò la prima colata lavica, e le scorie e bombe relative all'attività esplosiva protrattasi dal 30 gennaio al 4 febbraio ebbero un'ampia zona di dispersione: secondo Silvestri (1867) bombe fino a un metro di diametro vennero scagliate a più di 500 metri di distanza, e le pendici del Monte Frumento delle Concazze furono ricoperte da uno strato di scorie e lapilli spesso fino a 15 centimetri.

Gli spatter cones 4 ÷ 11

Sono 8 collinette dalla cima tondeggiante (Fig. 5: 4 ÷ 11), formatesi il 30 gennaio 1865 (Grassi, 1865) per l'accumulo dei materiali emessi da 8 fontane di lava ubicate lungo una frattura eruttiva con direzione N 20° W (Figg. 4 e 5: III); esse in seguito sono state parzialmente ricoperte da piroclastiti emesse dalle bocche dell'edificio A (Fig. 7).

Nella tabella 2 sono riportati i loro parametri; l'andamento circolare delle loro basi è da attribuire ad una distribuzione delle piroclastiti poco o per nulla condizionata dagli agenti atmosferici, su una superficie quasi orizzontale; anche qui il calcolo del volume emesso risulta in difetto, considerando che parte del materiale diede luogo ad una colata lavica, attualmente sepolta dall'edificio A.

I coni di scorie A ÷ E

Sono edifici troncoconici con crateri sommitali; i loro crateri, esauritasi l'attività vulcanica, hanno subito, a causa degli agenti atmosferici, l'erosione degli orli con accumulo dei materiali all'interno, e conseguente trasformazione da crateri a imbuto con condotto aperto in cavità a forma di conca, in alcuni casi a fondo piatto: dall'iniziale superficie di accumulo delle piroclastiti, sviluppatasi in funzione dell'attività vulcanica e degli agenti meteorologici (che ne condizionavano la traiettoria balistica e la distribuzione), si è passato ad una superficie di *erosione a monte – accumulo a valle*, funzione degli agenti esogeni; fa eccezione il cratere **B**, come verrà descritto più avanti.

L'edificio **A** (Figg. 4 e 5) è un edificio composto, formato da due tronchi di cono coalescenti (Fig. 8), allineati in direzione N 10° W, con 2 crateri maggiori ellittici

Tab. 2 - Principali parametri degli edifici piroclastici minori.

Main parameter of little pyroclastic buildings

	A	B	C
1	85°	125/50 m	3 m
2	65°	110/60 m	4,5 m
3	65°	170/110 m	6 m
4		30 m	10 m
5		25 m	8 m
6		25 m	8 m
7		32 m	10 m
8		20 m	6 m
9		30 m	10 m
10		25 m	7 m
11		15 m	4 m

A = azimut dell'asse maggiore; **B** = diametro massimo/minimo della base dell'edificio; **C** = altezza dell'edificio.

A = maximum axis azimuth; **B** = length of base maximum/minimum axis; **C** = building height.



Fig. 8 - L'edificio **A** con i crateri **a2** e **a3**, visto da SW (foto di S. Surrentino).

A volcanic building, with **a2** and **a3** craters from SW.

(Fig. 5: **a2** e **a3**) con asse maggiore orientato NNW-SSE; sul versante NW del cono settentrionale si apre un cratere (Fig. 9) di minori dimensioni (Fig. 5: **a1**), il cui edificio è stato quasi del tutto sepolto dalle piroclastiti emesse dalle bocche del cratere **a2**.

Le tre cavità crateriche hanno forma di semisfera e sono interessate da fenomeni erosivi, con conseguente arretramento dell'orlo craterico; sul fondo non c'è traccia delle bocche eruttive che, secondo Silvestri (1867), erano una nel cratere **a1**, tre disposte in direzione NNW-SSE nel cratere **a2**, e tre, ai vertici di un triangolo equilatero, nel cratere **a3**; il fondo dei crateri **a2** e **a3** è allungato in senso NNW-SSE, parallelamente alla frattura eruttiva **VI** (Figg. 4 e 5; Tab. 3).

La forma ellittica presentata dalla base dal cono **a2** (Tab. 3) è da attribuire all'allineamento delle sue tre bocche eruttive lungo la frattura **VI** (Fig. 5); la non concordanza con la forma dell'orlo craterico può derivare da fenomeni erosivi che hanno aggredito con maggiore vigore la parte più alta dell'edificio conico, provocando un veloce arretramento dell'orlo craterico.

L'asse maggiore della base dell'edificio **a3** ha azimut N 82°, il minore N 172°: ciò può essere spiegato con la distribuzione spaziale delle tre bocche eruttive, ai vertici di un triangolo, che danno luogo a due allineamenti: la frattura **IV** e la frattura **VI** (Fig. 5); la forma ellittica dell'orlo craterico è coerente con quella della base dell'edificio.

L'edificio **B** presenta ben esposti il versante settentrionale (60 metri di dislivello massimo tra l'orlo del cratere e la base dell'edificio) e quello meridionale (55 metri), mentre quello occidentale è coalescente con l'edificio **A** e quello orientale con l'edificio **C**.

L'orlo craterico ha forma ellittica, diametro massimo di 120 metri in direzione N 60° E; l'andamento altimetrico è caratterizzato da un massimo assoluto ad occidente e un massimo relativo a meridione; il punto più basso è a ENE, dove il cratere si apre verso l'edificio **C**.

I parametri relativi alla base dell'edificio non sono indicativi (Tabella 3), perché condizionati dagli altri edifici coalescenti; gli assi dell'ellisse dell'orlo craterico sono coerenti con la direzione della frattura eruttiva **IV** (Fig. 5).

L'erosione della cavità craterica ha messo in evidenza la struttura interna dell'edificio: lungo alcuni tratti delle pareti quasi verticali affiorano bombe e scorie saldate (Fig. 10).

I materiali erosi dalle pareti e accumulatisi sul fondo del cratere hanno fatto assumere a questo una forma a semisfera; tre deboli depressioni circolari, corrispondenti ad altrettante bocche eruttive, si trovano sul fondo del cratere; una quarta bocca, situata quasi al centro della cavità craterica, con 8 metri di diametro e 3 di profondità, circondata da un anello di scorie e bombe saldate alto tra 50 e 80 centimetri (Fig. 11), in contrasto con tutte le altre bocche dei Monti Sartorius presenta

Tab. 3 - Principali parametri degli edifici piroclastici maggiori.

Main parameter of big pyroclastic buildings.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
a1					12	123	10	33		146		292	85
a2	120	172	110	82	95	82	70	172	65	82	50	262	180
a3	130	82	100	172	95	80	70	172	60	53	40	154	180
B	115	242	90	358	120	58	100	148	70	245	45	60	30
C					35	74	30	164	25	330	20	60	60
D	125	230	55	50	60	138	55	60	35	156	25	50	90
E	220	105	75	285	125	25	120	115	60	133			

1 = diametro massimo della base dell'edificio, in metri; **2** = azimut del diametro massimo della base dell'edificio; **3** = diametro minimo della base dell'edificio, in metri; **4** = azimut del diametro minimo della base dell'edificio; **5** = diametro massimo dell'orlo del cratere, in metri; **6** = azimut del diametro massimo dell'orlo del cratere; **7** = diametro minimo dell'orlo del cratere, in metri; **8** = azimut del diametro minimo dell'orlo del cratere; **9** = altezza massima dell'orlo del cratere, rispetto al preesistente piano di campagna, in metri; **10** = azimut del punto di massima altezza dell'orlo del cratere, rispetto al centro del cratere; **11** = altezza minima dell'orlo del cratere, rispetto al preesistente piano di campagna, in metri; **12** = azimut del punto di minima altezza dell'orlo del cratere, rispetto al centro del cratere; **13** = azimut della congiungente due selle lungo gli orli craterici.

1 = length of base maximum axis, m; **2** = azimuth of base maximum axis; **3** = length of base minimum axis, m; **4** = azimuth of base minimum axis; **5** = maximum diameter of the crater edge, m; **6** = azimuth of maximum diameter of the crater edge; **7** = minimum diameter of the crater edge, m; **8** = azimuth of minimum diameter of the crater edge; **9** = maximum height of the crater edge, in comparison to the pre-existing ground level; **10** = azimuth of the point of the maximum height of the crater edge, in comparison to the centre of the crater; **11** = minimum height of the crater edge, in comparison to the pre-existing ground level; **12** = azimuth of the point of the minimum height of the crater edge, in comparison to the centre of the crater; **13** = azimuth of aligned crater edge depressions.

un aspetto molto più "giovane", e testimonia, a nostro avviso, una ripresa dell'attività eruttiva sfuggita all'osservazione per la sua brevità e/o per il momento in cui è avvenuta; la piccola quantità di materiale emesso (circa 20 metri cubi) suggerisce una singola debole esplosione, avvenuta in un periodo in cui il cratere aveva già raggiunto la fase morfologica a semisfera dal fondo piatto.

Il fatto che una piccola eruzione dell'Etna possa essere passata inosservata in tempi recenti non deve destare alcuna meraviglia: la lontananza dalle zone abitate e soprattutto le condizioni atmosferiche possono aver benissimo impedito l'osservazione di un fenomeno di brevissima durata; d'altro canto l'esplosione verificatasi al cratere sub-terminale di SE il 5 gennaio 1990, considerata il maggiore evento esplosivo verificatosi sull'Etna nel corso degli ultimi due secoli, a causa delle pessime condizioni meteorologiche non è stata osservata da alcun testimone, e la ricostruzione dell'evento è stata effettuata sulla base della distribuzione delle piroclastiti (Carveni *et al.*, 1994).

Un piccolo affioramento di cineriti saldate, ubicato lungo la parte occidentale dell'orlo craterico, rappresenta i resti dell'originario versante interno, e dà la misura dell'intensità con cui ha agito l'erosione (Fig. 12).

Alla base settentrionale dell'edificio **B** si trova uno dei punti di emissione della Colata

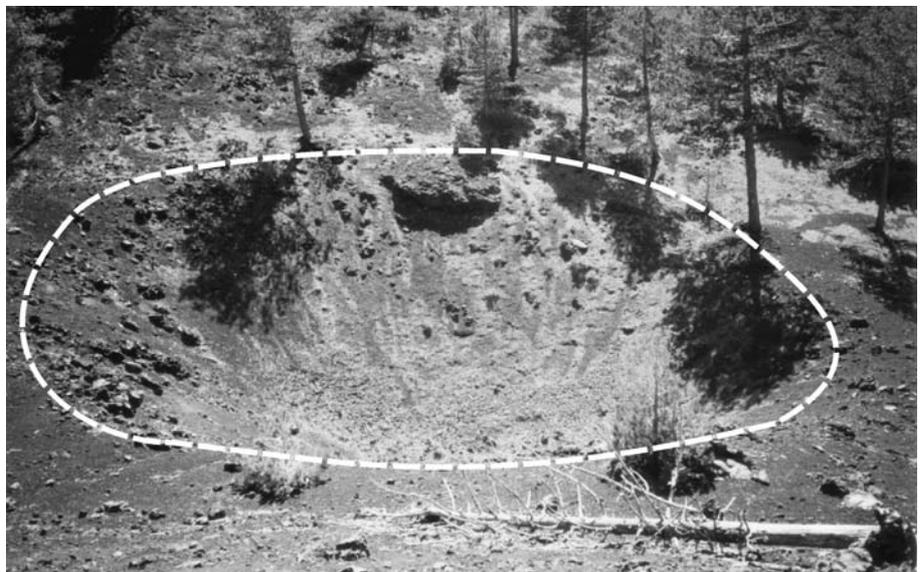


Fig. 9 - Il cratere **a1** visto da settentrione, dall'alto dei resti di un preesistente edificio (Figg. 4 e 5: S). **a1** crater seen from prehesistent building **S** (Figg. 4 and 5).



Fig. 10 - Interno del cratere del cono **B** visto dal culmine dell'orlo meridionale. *Panoramic internal view of volcanic building **B** crater, from its southern crater rim.*

di Monte Chiovazzi.

Il cono piroclastico **C** (Figg. 4 e 5) ha sviluppo massimo di 25 metri di altezza lungo il fianco settentrionale, mentre gli altri versanti sono coalescenti con gli edifici limitrofi; esso presenta tracce di tre piccoli crateri, interessati da fenomeni erosivi.

Con sviluppo altimetrico massimo di 40 metri e diametro di base di 175, il cono **D** ha un cratere del diametro di 50 metri, al cui interno sono state attive quattro bocche eruttive, irregolarmente distribuite (Silvestri, 1867).

Il profilo dell'orlo craterico presenta una forte asimmetria, con due culminazioni, la più alta a SSE, l'altra a settentrione; l'irregolarità nella distribuzione delle piroclastiti è stata causata dai forti venti che soffiavano dal

quadrante settentrionale nella fase iniziale dell'eruzione, e dal quadrante meridionale alla fine, condizionando la ricaduta e l'accumulo dei piroclasti. Il cratere presenta forma a semisfera, senza alcuna traccia che permetta di ubicare oggi le bocche descritte da Silvestri (1867).

Il cono piroclastico **E** (Figg. 4 e 5) presenta una forma fortemente asimmetrica: la base ha un diametro massimo di 400 metri sviluppato in direzione E-W; alla sommità si riconoscono due archi di orli craterici con diametro di 100 metri e tre di minori dimensioni, allineati in direzione ENE-WSW; il versante rivolto a occidente è alto meno di 10 metri, mentre quello di ESE ha un dislivello di 80 metri e una lunghezza di 275 metri. Questa forte asimmetria è da attribuire sia alla ricaduta balistica delle piroclastiti condizionata dalle condizioni meteorologiche,

sia alla morfologia degli edifici preesistenti, in parte distrutti dalle esplosioni, in parte ricoperti dai nuovi materiali piroclastici.

L'intero edificio è interessato da profondi fenomeni erosivi, con riempimento delle cavità ed arretramento degli orli craterici.

6. TENTATIVO DI RICOSTRUZIONE DELLA MORFOLOGIA PREESISTENTE

In mancanza di carte topografiche precedenti al 1865, la ricostruzione della morfologia preesistente all'eruzione può essere tentata sulla base dello studio delle fotografie aeree e degli scarsi documenti fotografici dell'epoca.

Un primo documento è la già citata fotografia pubblicata da Silvestri (1867): gli edifici **1**, **2** e **3** vi appaiono ricoperti da un rado bosco di pini, molti dei quali furono carbonizzati durante l'eruzione; se ne ricava che si tratta di edifici poligenici, collegati ad una fase di attività non datata di Monte Frumento delle Concazze.

A settentrione del cratere **a1** si trova una collina (Figg. 4 e 5: **S**) la cui sommità sovrasta di circa sei metri l'orlo del cratere suddetto; si tratta dei resti di un precedente edificio che si sviluppa per circa 120 metri verso settentrione, e le cui pendici meridionali sono state in parte smantellate dalle esplosioni, in parte ricoperte dalle piroclastiti emesse dalle bocche del cratere **a2**.

A meridione degli edifici **B**, **C** e **D** affiorano i resti discontinui di tre orli craterici, relativi ad un



Fig. 11 - Bocca nuova" nel cratere dell'edificio **B**, vista dall'orlo sud-occidentale del cratere.
*New vent in volcanic building **B** crater, seen from south-western crater rim.*



Fig. 12 - Cineriti rappresentanti l'antico pavimento interno del cratere dell'edificio **B**, in corrispondenza dell'orlo occidentale del cratere (m 1760).
*Old crater pavement of volcanic building **B**, near western crater rim (m 1760).*

basso edificio quasi completamente ricoperto (Figg. 4 e 5: **T**, **U** e **W**). La colata γ è fuoriuscita da una bocca ubicata alla base meridionale del cratere **U** (Figg. 4 e 5).

La forte asimmetria presentata dall'edificio **E** è dovuta all'esistenza sotto il suo fianco orientale di un precedente edificio; altri due piccoli edifici allungati in senso E-W affiorano ai suoi piedi (Fig. 13; Figg. 4 e 5: **Y** e **Z**).

7. DISCUSSIONE DEI DATI E CONCLUSIONI

Il versante nord-orientale dell'edificio vulcanico etneo, sul quale si è verificata l'eruzione del 1865, è caratterizzato da faglie transtensive NE-SW e ENE-WSW, con componente sinistra (Neri *et al.*, 1991), da alcuni attribuite a movimenti gravitazionali (Borgia *et al.*, 1992; Lo Giudice & Rasà, 1992; McGuire *et al.*, 1996), probabilmente agevolati dalle argille pleistoceniche del basamento etneo (Carveni & Bella, 1994; Gresta *et al.*, 1997; Carveni *et al.*, 1997).

L'eruzione etnea del 1865 è una classica eruzione laterale (*sensu* Rittmann, 1967); contrariamente però a quanto viene in genere segnalato in occasione di simili eruzioni dell'Etna, dalle testimonianze dei precedenti autori non risulta che essa sia stata preceduta a breve distanza di tempo da una risalita magmatica lungo il condotto centrale: la precedente attività verificatasi al Cratere Centrale consistette nelle esplosioni del 7 e 8 luglio 1863 (Grassi, 1865). La mancanza di attività al Cratere Centrale fa quindi supporre che il magma, senza raggiungere la parte sommitale del condotto centrale, si sia insinuato in una frattura radiale, o che la risalita magmatica sia avvenuta direttamente lungo un condotto secondario, indipendente, almeno in parte, da quello centrale.

I sismi premonitori dell'eruzione, avvertiti prevalentemente nella zona compresa tra i Monti Arsi e i paesi di San Giovanni e Sant'Alfio, sono da attribuire, a nostro avviso, a movimenti del tratto più settentrionale della Faglia di Moscarello e/o della Faglia Macchia - Stazzo (Carveni & Bella, 1994); il sisma concomitante all'inizio dell'eruzione, avvertito negli stessi luoghi e propagatosi fino ad Acireale, ma non a Giarre e Stazzo, conferma questa ipotesi.

Questa eruzione segna la ripresa dell'attività vulcanica in un settore dell'Etna già interessato da eruzioni preistoriche, con progressivo spostamento verso SE delle fratture eruttive; posteriormente al 1865 altre eruzioni sono avvenute nello stesso settore, sempre con spostamento verso SE delle fratture di alimentazione (1928 e 1971).

Dalla distribuzione delle fratture eruttive, delle bocche e dei relativi depositi piroclastici, si evince che l'intrusione magmatica, nell'avanzare lungo la frattura

radiale, che in superficie dava luogo al Sistema principale di fratture eruttive, man mano che incontrava le fratture del sistema NNW-SSE, risaliva anche attraverso queste.

Il primo sistema è parallelo alle strutture distensive riconosciute nel settore d'interesse (Neri *et al.*, 1991), e in special modo alle scarpate delle faglie della Ripa della Naca e della Ripa di Piscio.

Il secondo sistema è evidenziato da: l'allineamento delle fontane di lava (Fig. 5: **4** ÷ **11**); l'allineamento delle bocche dei crateri **a1**, **a2** e **a3** (Figg. 4 e 5); l'analisi delle fotografie aeree che hanno messo in evidenza una serie di allineamenti morfologici con direzione NNW-SSE, corrispondenti a faglie normali con labbro orientale ribassato; la testimonianza di Silvestri (1867), che descrive fessure rettilinee le quali emettevano esclusivamente vapori (fig. 4 e 5: **VII**).

Questa serie di allineamenti risulta parallela alle faglie della zona delle Timpe, le quali rappresentano, secondo Lo Giudice *et al.* (1982) il segmento più settentrionale della Scarpata Ibleo-Maltese; Lanzafame & Bousquet (1997) attribuiscono un'importanza regionale a questa serie di faglie, che formano una delle più importanti strutture del Mediterraneo Centrale, il "Sistema di faglie eoliano-maltese".

Non sempre l'analisi delle caratteristiche morfologiche dei singoli coni fornisce dati inconfutabili per il riconoscimento delle fratture lungo cui è risalito il magma: infatti, mentre l'allineamento delle bocche **1** - **3** (Fig. 4), l'allineamento degli spatter cone **4** - **11** e l'allineamento dei crateri **a1** - **a3** individuano senza ombra di dubbio fratture di alimentazione, le profonde svasature degli orli craterici degli edifici **B**, **D** ed **E** non sono state causate da fenomeni di breaching (*sensu* Tibaldi, 1995).

Inoltre si è riconosciuto che la morfologia dei coni piroclastici è stata influenzata prevalentemente dalle condizioni atmosferiche: a causa dei forti venti settentrionali che soffiaronero per buona parte del mese di febbraio 1865 (Silvestri, 1867), la ricaduta balistica delle



Fig. 13 - Orlo craterico di un edificio preesistente all'eruzione (Figg. 4 e 5: **Y**), sepolto in parte dall'edificio **E**, visto da meridione.

Crater rim of volcanic building (Figg. 4 e 5: **Y**) partially buried during 1865 eruption by building **E** pyroclastics, seen from South.

piroclastiti provocava una crescita asimmetrica degli edifici.

Infine, dalla ricostruzione della morfologia preesistente, risulta che i Monti Sartorius poggiano su un gruppo di edifici antecedenti, verosimilmente alimentati, almeno in parte, dalle stesse fratture eruttive.

I risultati conseguiti portano a concludere, contrariamente a quanto affermato da Nakamura (1977), che non sempre un vulcano poligenico è alimentato esclusivamente attraverso un condotto centrale: lo studio dell'eruzione etnea del 1865 dimostra inoltre che una risalita magmatica può avvenire attraverso fratture che hanno già dato luogo a precedenti eruzioni.

Infine, avendo constatato che i Monti Sartorius fanno parte di un sistema eruttivo poligenico, non si può escludere il verificarsi di nuove risalite magmatiche che diano luogo a ulteriori eruzioni.

Studio effettuato con i fondi del M.U.R.S.T., nell'ambito della ricerca "Morfodinamica di zone vulcaniche e/o sismicamente attive", responsabile P. Carveni.

RINGRAZIAMENTI

Ringraziamo gli anonimi referees per gli utili e costruttivi consigli.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- 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.
- 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 fratturazione cosismica)*. Boll. G.N.V., **1**, 1-12.
- Azzaro R., Lo Giudice E. & Rasà R. (1989 b) - *Catalogo degli effetti macrosismici e delle fenomenologie da creep nell'area etnea dall'agosto 1980 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.
- 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., Birritta 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.
- 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., Kaner 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 Geol. Alpina, **8**, 249-276.
- Carbone M.S., Cosentino M., Grasso M., Lentini F., Lombardo G. & Patanè G. (1982 a) - *Elementi per una prima valutazione dei caratteri sismotettonici dell'Avampaese Ibleo (Sicilia sud-orientale)*. Mem. Soc. Geol. It., **24**, 507-520.
- Carbone M.S., Grasso M. & Lentini F. (1982 b) - *Considerazioni sull'evoluzione geodinamica della Sicilia sud-orientale dal Cretaceo al Quaternario*. Mem. Soc. Geol. It., **24**, 367-386.
- 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., 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., Caruso V., Pappalardo A. & Sturiale G. (1998) - *Aspetti morfo-strutturali e fenomenologie dell'eruzione etnea del 1865 (Monti Sartorius)*. Att. 79° Congr. Naz. Soc. Geol. It., Vol. A, 242-245.
- 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., Romano R., Caltabiano T., Grasso M.F. & Gresta S. (1994) - *The exceptional explosive activity of 5 January 1990 at the SE-Crater of Mt. Etna volcano (Sicily)*. Boll. Soc. Geol. It., **113**, 613-631.
- 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. Int. Acque Sotterranee, 6-8 dicembre 1970, Palermo, 11 pp.
- Cassinis R., Franciosi R. & Scarascia S. (1979) - *The structure of the Earth's crust in Italy. A preliminary typology based on seismic data*. Boll. Geof. Teor. Appl., **82**, 105-126.
- Ferrari L., Garduno 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.
- Ferrucci F. & Patanè D. (1993) - *Seismic activity accompanying the outbreak of the 1991-1993 eruption of Mt. Etna (Italy)*. J. Volcanol. Geotherm. Res., **57**, 125-135.
- Ferrucci F., Rasà R., Gaudiosi G., Azzaro R. & Imposa S. (1993) - *Mt. Etna: a model for the 1989 eruption*. Jour. of Volc. and Geoth. Res., **56**, 35-56.
- Finetti I. (1982) - *Structure, stratigraphy and evolution of Central Mediterranean*. Boll. Geof. Teor. Appl., XXVI, **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.
- Finetti I. & Morelli C. (1972) - *Wide scale digital seismic*

- exploration of the Mediterranean sea. *Boll. Geof. Teor. Appl.*, **14**, 291-342.
- Frazzetta G. & Romano R. (1978) - *Approccio di studio per la stesura di una carta del rischio vulcanico (Etna-Sicilia)*. *Mem. Soc. Geol. It.*, **19**, 691-697.
- 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.
- Ghisetti F. & Vezzani L. (1982) - *The recent deformation mechanism of the Calabrian Arc*. In: Mantovani E. & Sartoni R. (Editors): *Structure, evolution and present dynamics of the Calabrian Arc*. *Earth Evolution Sciences*, **3**, 197-206.
- Giese P. & Morelli C. (1975) - *Crustal structure in Italy*. In: Ogniben L., Parotto M. & Praturlon A. (Editors), *Structural Model of Italy: Maps and explanatory notes*. *Quad. Ricerca Sci.*, **90**, 453-489.
- 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.
- Grassi M. (1865) - *Relazione storica ed osservazioni sulla eruzione etnea del 1865 e su' tremuoti flegrei che la seguirono*. *Stab. Tipogr. C. 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** (1/2), 101-108.
- Kieffer G. (1975) - *Sur l'existence d'une rift zone à l'Etna*. *C.R. Acad. Sci., Paris*, **280**, D, 263-266.
- Kieffer G. (1983 a) - *L'évolution structurale 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.
- Lo Giudice E., Patané G., Rasà R. & Romano R. (1982) - *The structural framework of Mt. Etna*. *Mem. Soc. Geol. It.*, **23**, 125-158.
- 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.
- Marchesini E., Conedera C., Morabito G. & Macii L. (1964) - *Studio fotogeologico dell'Etna*. *Riv. Min. Sic.*, **85-87**, 83-95.
- McGuire W.J., Moss J.L., Saunders S.J. & Stewart I.S. (1996) - *Dyke-induced rifting and edifice instability at Mount Etna*. *Proc. Conf. "Etna: fifteen years on"*, London, February 12, 1996, 20-24.
- Monaco C., Petronio L. & Romanelli M. (1995) - *Tettonica estensionale nel settore orientale del Monte Etna (Sicilia): dati morfotettonici e sismici*. *Studi Geologici Camerti, Convegno Geodinamica e tettonica attiva del sistema Tirreno-Appennino*, 363-374.
- 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.
- Monaco C. & Tortorici L. (1995) - *Tettonica estensionale quaternaria nell'Arco Calabro e in Sicilia orientale*. *Studi Geologici Camerti, Convegno Geodinamica e tettonica attiva del sistema Tirreno-Appennino*, 351-362.
- Morelli C. (1970) - *Physiography, gravity and magnetism of the Tyrrhenian sea*. *Boll. Geofis. Teor. Appl.*, **12**: 275-305.
- Nakamura K. (1977) - *Volcanoes as possible indicators of tectonic stress orientation – principle and proposal*. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, **2**, 1-16.
- Nakamura K., Jacob K.H. & Davies J.N. (1977) - *Volcanoes as possible indicators of tectonic stress orientation: Aleutians and Alaska*. *Pageoph.*, **115**, 87-112.
- Neri M., Garduno V.H., Pasquare G. & Rasà R. (1991) - *Studio strutturale e modello cinematico della Valle del Bove e del settore nord-orientale etneo*. *Acta Vulcanologica*, **1**, 17-24.
- Ogniben L., Parotto M. & Praturlon A. (1975) - *Structural model of Italy*. *C.N.R., Quaderni de "La Ricerca Scientifica"*, **90**, 502 pp.
- Postpischl D., Editor, (1985) - *Catalogo dei terremoti italiani dall'anno 1000 al 1980*. *Pr. Fin. Geod. - C.N.R., Quaderni de la Ricerca Scientifica*, **114-2°**, Bologna.
- Rittmann A. (1967) - *I vulcani e la loro attività*, Cappelli, 360 pp.
- Rittmann A., Romano R. & Sturiale C. (1973) - *Some considerations on the 1971 Etna eruption and on the tectonophysics of the Mediterranean area*. *Geol. Rund.*, **62** (2), 418-430.
- Romano R. (1970) - *Tectonic control on magmatic differentiation: an example*. *Bull. Volc.*, **34** (4), 823-832.
- 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., Ghisetti F., Guest J.E., Hamill H., Patané 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. (1982) - *The historical eruptions of Mt. Etna (volcanological data)*. *Mem. Soc. Geol. It.*, **23**, 75-97.
- Scandone P. (1982) - *Geology of the Calabrian Arc*. In: Mantovani E. & Sartori R. (Editors): *Structure, evolution and present dynamics of the Calabrian Arc*. *Earth Evolution Sciences*, **3**: 172-180.
- Selli R. & Fabbri A. (1971) - *Tyrrhenian: a Pliocene deep sea*. *Rend. Cl. Fis. Mat. Nat. Accad. Lincei*, **8**, 104-116.
- 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.*, serie III, **1**, 53-319.
- Tibaldi A. (1995) - *Morphology of pyroclastic cones and tectonics*. *J. Geophys. Res.*, **100**, 24521-24535.
- Van Bemmelen R.W. (1969) - *Origin of the Western Mediterranean Sea*. *Verh. K. -Ned. Geol. Mijnbouwkd. Genoot., Geol. Ser.*, **26**, 13-52.

Ms. ricevuto il 1° luglio 2003

Testo definitivo ricevuto il 20 gennaio 2004

Ms. received: July 1, 2003

Final text received: January 20, 2004