

## CONTROLLO TETTONICO SULLA MORFOLOGIA DEL BASSO VERSANTE NORD-ORIENTALE DELL'ETNA (SICILIA)

Pietro Carveni<sup>1</sup>, Santo Benfatto<sup>2</sup>, Rosanna Maniscalco<sup>1</sup>,  
Maria Salleo<sup>3</sup> & Giovanni Sturiale<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Università di Catania, Dipartimento di Scienze Geologiche,  
Corso Italia 55, 95129 - Catania, Italia; e-mail: carveni@unict.it

<sup>2</sup>Geologo, libero professionista, Via San Marco 91, 95047 - Paternò, Catania, Italia.

<sup>3</sup>Naturalista, Via San Marco 91, 95047 - Paternò, Catania, Italia.

RIASSUNTO: Carveni P., Benfatto S., Maniscalco R., Salleo M. & Sturiale G., *Controllo tettonico sulla morfologia del basso versante nord-orientale dell'Etna (Sicilia)*. (IT ISSN 0394-3356, 2005).

Sulla base di uno studio di fotografie aeree, di un'analisi cartografica e di rilievi geologici e geomorfologici di dettaglio, viene studiato il basso versante nord-orientale dell'edificio vulcanico etneo, nel tratto compreso tra Capo Schisò e la foce del Torrente Macchia. Si riscontra che l'attività di un sistema di faglie, sinora non descritto in letteratura, ha esercitato una profonda influenza sulla topografia, sulla rete idrografica, sull'andamento della linea di costa e, presumibilmente, sulla dislocazione di alcuni delta subacquei; due faglie hanno formato un graben che ha deviato il Fiume Alcantara; una colata lavica, riversandosi lungo la valle fluviale, ha fossilizzato questo graben; altre faglie hanno sbarrato piccoli corsi d'acqua con conseguente formazione di stagni costieri; dall'analisi delle carte nautiche si ipotizza che parte dei delta subacquei dei corsi d'acqua drenanti la zona abbia subito uno scorrimento destro valutabile in 500 metri. Dall'analisi dei cataloghi dei terremoti non risulta alcuna attività sismica, in tempi storici, collegabile a questo sistema di faglie; altre fonti descrivono una sismicità locale legata alla riattivazione, nel dicembre 1795 e nel marzo 1847, del vulcano di fango noto come "Salsa di Fondachello", e alla sua distruzione avvenuta nel mese di aprile dello stesso anno. Attualmente l'unica manifestazione di attività endogena si limita all'emissione di metano in corrispondenza di un canale di drenaggio.

ABSTRACT: Carveni P., Benfatto S., Maniscalco R., Salleo M. & Sturiale G., *Tectonic control on the morphology of the northeastern lower slope of Mount Etna Volcano (Sicily)*. (IT ISSN 0394-3356, 2005).

Mount Etna lies in a structurally highly complex setting, close to the boundary between the Malta-Hyblean Platform and the Ionian Basin and at the intersection of the Malta Escarpment and the Messina-Giardini fault zone. Thus, volcanism and tectonics at Etna are clearly interacting and exerting a strong control on morphology. The studied area is located on the lower eastern slope of Mount Etna between Capo Schisò and Macchia Stream mouth. The study consisted of stereopairs and cartographic analyses supported by geological and geomorphological surveys. We recognize the System of Faults Giardini - Mascali (draws southern of the Messina - Fiumefreddo System), which intersects the low north-eastern slope of the volcanic building of Mount Etna. It is an active fault systems NE-SW and NNE-SSW trending, bounding horsts and grabens which influence river courses and submarine delta deposition. In particular, we analyse the course of Alcantara river, which is deviated from its original NW-SE trend to a NNE-SSW one along a graben. The graben is later filled with lava flow and subsequently the lava fill eroded for rejuvenation of the river due to the uplift of the area. Has been hypothesized a succession of tectonic events in the area of the mouths of the Alcantara River that has brought to the actual geomorphological framework. From the analysis of earthquakes catalogues, a complete lack of historical seismic events attributable to the activity of the System of Faults Giardini - Mascali is underlined; the attributable seismic events to this system are those related to the reactivation in 1795 December and in 1847 March of the mud volcano known with the name "Salsa di Fondachello" and to the sinking of the same one, happened in 1847 April. CH4 uprising gas activity is located along a fault with associated seismicity.

Parole chiave: basso versante nord-orientale dell'Etna, tettonica, attività vulcanica, geomorfologia.

Keywords: low North-Eastern slope of Mt. Etna Volcano, tectonics, volcanic activity, geomorfology.

### 1. INTRODUZIONE

Il territorio siciliano, come la maggior parte di quello nazionale, è interessato da un'intensa attività tettonica che si manifesta con deformazioni della crosta terrestre; lungo le coste queste possono provocare variazioni relative del livello marino, riconoscibili per l'esistenza di tracce geologiche (depositi di spiaggia sollevati) e/o geomorfologiche (spianate d'erosione marina sollevate, solchi di battente sollevati o sommersi); nell'entroterra i movimenti tettonici si risolvono spesso in scarpate di faglia che condizionano la rete fluviale, dando luogo, nei casi più comuni, a cascate, laghi di sbarramento e fenomeni di cattura.

La presente nota si inserisce in una ricerca sulle variazioni geomorfologiche indotte da movimenti tettonici

sul basso versante nord-orientale dell'edificio vulcanico etneo; lo studio è basato su rilievi geologici e geomorfologici di dettaglio, sull'analisi di fotografie aeree e della cartografia esistente.

In letteratura sono reperibili molti lavori che descrivono le strutture tettoniche affioranti lungo il basso versante orientale etneo; esse assumono una particolare evidenza morfologica nell'area compresa tra Sant'Alfio a settentrione e Acireale a meridione (Fig. 2).

Al contrario, la letteratura è carente nello studio delle adiacenti zone, poste a settentrione, tra Mascali e Giardini, dove le evidenze morfologiche sono meno chiare. Il riconoscimento delle strutture in quest'area è stato reso possibile principalmente attraverso lo studio del reticolo idrografico e della linea di costa.

## 2. QUADRO GEOLOGICO DELL'AREA ETNEA

La zona in studio è ubicata nel settore nord-orientale del Monte Etna, al confine con i Monti Peloritani.

Il Monte Etna, con la sua altitudine di poco superiore a 3.300 metri e un diametro massimo di 44 chilometri, è il più grande vulcano attivo del continente europeo.

Esso è uno stratovulcano complesso, risultante dalla sovrapposizione di diversi edifici (GEMMELLARO, 1858; LYELL, 1859) poggiati su un basamento in parte alloctono, formato da rocce di età compresa tra il Cretaceo ed il Pleistocene (CRISTOFOLINI *et al.*, 1979; ROMANO *et al.*, 1979; LENTINI, 1982).

Il bacino del Mediterraneo centrale, nel quale si inserisce l'Etna, è caratterizzato da differenti domini strutturali, la cui genesi è da inquadrare nel contesto collisionale 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 il Canale di Sicilia, prosegue lungo le coste nord-africane del Maghreb.

L'edificio vulcanico etneo sorge al limite tra diversi domini strutturali della Sicilia orientale, dove 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. 1).

L'Avampaese Ibleo costituisce il margine della Placca Africana (BUROLLET *et al.*, 1978), zona considerata stabile verso cui convergono le falde neogeniche dell'*Orogene Appenninico-Maghrebide*. Esso è costituito da una potente successione prevalentemente carbonatica compresa, 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; PATACCA *et al.*, 1979; CARBONE *et al.*, 1982 c; LENTINI *et al.*, 1986; CARBONE *et al.*, 1987; CARVENI *et al.*, 1991 a; 1991 b; 1993; CARVENI & STURIALE, 1999).

Esso confina ad oriente con la crosta oceanica del bacino ionico (FINETTI, 1982) tramite la *Scarpata Ibleo-Maltese*, di origine tettonica (FINETTI & MORELLI, 1972), originata da un sistema di faglie normali a gradinata, il cui prolungamento verso settentrione interseca il fianco orientale dell'edificio etneo (CRISTOFOLINI *et al.*, 1979; GHISSETTI, 1979; LENTINI, 1982; LO GIUDICE *et al.*, 1982; CARBONE *et al.*, 1982 a; 1982 b); la scarpata si sarebbe formata in un'unica grande fase tortoniana, con minori riattivazioni posteriormente al deposito degli infrapiocenici Trubi, 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 Vulcano, Lipari e Salina.

Le unità della *Catena Kabilo-Calabride*, costituita 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

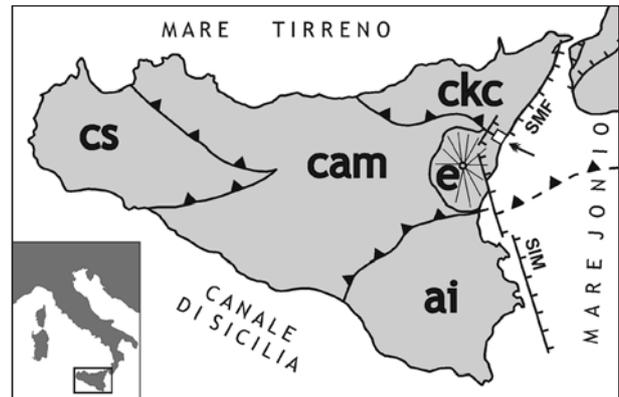


Fig. 1 - Schema strutturale della Sicilia (da FINETTI *et al.*, 1996). **ai**) Avampaese Ibleo; **cam**) Catena Appenninico-Maghrebide; **ckc**) Catena Kabilo-Calabride; **cs**) Catena Sicana; **e**) edificio vulcanico etneo; **SIM**) Scarpata Ibleo-Maltese; **SMF**) Sistema Messina - Fiumefreddo; il quadrato indicato dalla freccia corrisponde alla zona in studio.

Structural scheme of Sicily (after FINETTI *et al.*, 1996). **ai**) Iblean Foreland; **cam**) Apenninic-Maghrebide Chain; **ckc**) Kabilo-Calabrian Chain; **cs**) Sicana Chain; **e**) Mount Etna Volcano; **SIM**) Hyblean-Malta Escarpment; **SMF**) Fault System Messina - Fiumefreddo; narrow indicates position of studied area.

e la rotazione del Blocco Sarde-Corso (DE JONG *et al.*, 1973; DEWEY *et al.*, 1989).

La Catena Appenninico-Maghrebide 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).

Ad iniziare dal Pleistocene inferiore intense fasi tettoniche hanno causato un'elevata distorsione al margine settentrionale della Placca Africana, a causa della differente velocità con cui avviene la subduzione al di sotto della Catena Appenninico-Maghrebide (VAN BEMMELLEN, 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 (GHISSETTI & VEZZANI, 1982; SCANDONE, 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).

Sulla genesi del vulcano e sul quadro strutturale sono stati proposti numerosi modelli:

- 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) tettonica estensionale che ha portato alla formazione di un graben nell'area dell'attuale Piana di Catania (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, 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, da prodotti subalcalini a prodotti più o meno differenziati della Serie Alcalino-sodica, emessi da numerosi apparati 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, ai quali si alternano lunghi periodi di quiescenza: 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, caratterizzata da eruzioni pliniane e idromagmatiche, permette di suddividere questo periodo in due parti: *Mongibello Antico* e *Mongibello Recente*.

### 3. ASSETTO STRUTTURALE DEL VERSANTE ORIENTALE ETNEO

CARAPEZZA (1962), nel tentativo di determinare una relazione tra la tettonica regionale e le zone di minore resistenza dell'Etna, identifica un *rift* lungo il fianco orientale dell'edificio vulcanico.

MARCHESINI *et al.* (1964) riconoscono quattro principali allineamenti tettonici, con direzioni N-S, ENE-WSW, NE-SW e NW-SE.

FRAZZETTA & ROMANO (1978) identificano due allineamenti alimentatori preferenziali per le aree ad alta probabilità di eruzioni: una nel settore circolare compreso tra NE-SW e ENE-WSW, la seconda con direzione NNW-SSE.

LO GIUDICE *et al.* (1982) 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) ipotizza scivolamenti gravitativi di parte del versante orientale dell'edificio vulcanico, ed attribuisce il fenomeno alla ripetuta intrusione di magma attraverso un "*Rift di NE*" e un rift meridionale.

L'ipotesi di uno scivolamento gravitativo viene ripresa da AZZARO *et al.* (1989) e da NERI *et al.* (1991).

BORGIA *et al.* (1992), sulla base dei risultati ottenuti da FERRARI *et al.* (1991) sui 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 (Fig. 2).

La documentazione storica sui terremoti avvenuti sul basso versante orientale etneo negli ultimi due secoli e le conseguenze morfologiche dei movimenti tettonici sono analizzate in una serie di articoli (ADORNI & CARVENI 1993 a; 1993 b; CARVENI & BELLA, 1994; BELLA *et al.*, 1996; CARVENI *et al.*, 1996; 1997; GRESTA *et al.*, 1997).

Dall'analisi dei sistemi di faglie che nel Pleistocene sono stati attivi in Sicilia orientale, sulla base di informazioni geologico-strutturali e morfologiche e dell'analisi di sezioni sismiche a mare, MONACO & TORTORICI (1995) e MONACO *et al.* (1995; 1997) distinguono un "*Sistema Acireale - Sant'Alfio*" (faglie normali con componente trascorrente destra NNW-SSE) e un "*Sistema di Piedimonte*" (faglie normali e fratture d'estensione NNE-SSW); entrambi i sistemi, associati ad un'estensione WNW-ESE, formano scarpate di età suprapleistocenico-olocenica, le quali esercitano un controllo sulla topografia e sul reticolo idrografico.

Ricerche basate su rilievi effettuati da satelliti (GIRONI, 2003) evidenziano un sollevamento in atto di tutta la zona etnea con punte massime di 15 mm/anno, con eccezione del settore circolare delimitato a settentrione dalla Faglia della Pernicana e sua prosecuzione verso oriente, e a SW dalle faglie di Mascalucia e Trecastagni: questa zona risulta essere interessata da un fenomeno di abbassamento con un tasso massimo di circa 15 mm/anno a Stazzo, frazione di Acireale, dove un molo costruito nel 1949 e alto circa 1 metro, attualmente si trova al livello del mare (Figg. 2 e 3).

### 4. LINEAMENTI GEOLOGICI DELL'AREA

L'area in esame è ubicata lungo il margine nord-orientale del Monte Etna, tra la valle del Fiume Alcantara a settentrione e la foce del Torrente Macchia a meridione.

Il substrato dell'Etna nell'area studiata è costituito da successioni della Catena Appenninico-Maghrebide, mentre le successioni della Catena Kabilo-Calabride affiorano più a settentrione, fuori dall'area in studio.

L'unità strutturalmente più bassa è data da depositi argilloso-arenaceo-conglomeratici alimentati dalle unità cristalline calabridi, noti in letteratura come *Formazione Piedimonte*, (Fig. 4: 12) di età rupeliana (LENTINI *et al.*, 2000); essi affiorano lungo il versante destro della valle dell'Alcantara.

Segue il *Flysch di Capo d'Orlando* (Fig. 4: 11), formazione terrigena dell'Oligocene superiore-Burdigaliano inferiore, il quale poggia in discordanza al tetto delle unità cristalline della Catena Kabilo-Calabride, suturandone i relativi contatti tettonici; esso è costituito da facies torbiditiche conglomeratico-arenacee evolventi verso l'alto e lateralmente a facies arenacee o arenaceo-pelitiche; i conglomerati sono stati interpretati da GUERRERA & WEZEL (1974) come depositi di base di scarpate che precedono l'arrivo di torbiditi arenacee; la facies arenacea è ben rappresentata lungo la Valle del Fiume Alcantara.

In contatto tettonico sul Flysch di Capo d'Orlando affiorano le *Argille Scagliose Antisicilidi* (Fig. 4: 10);

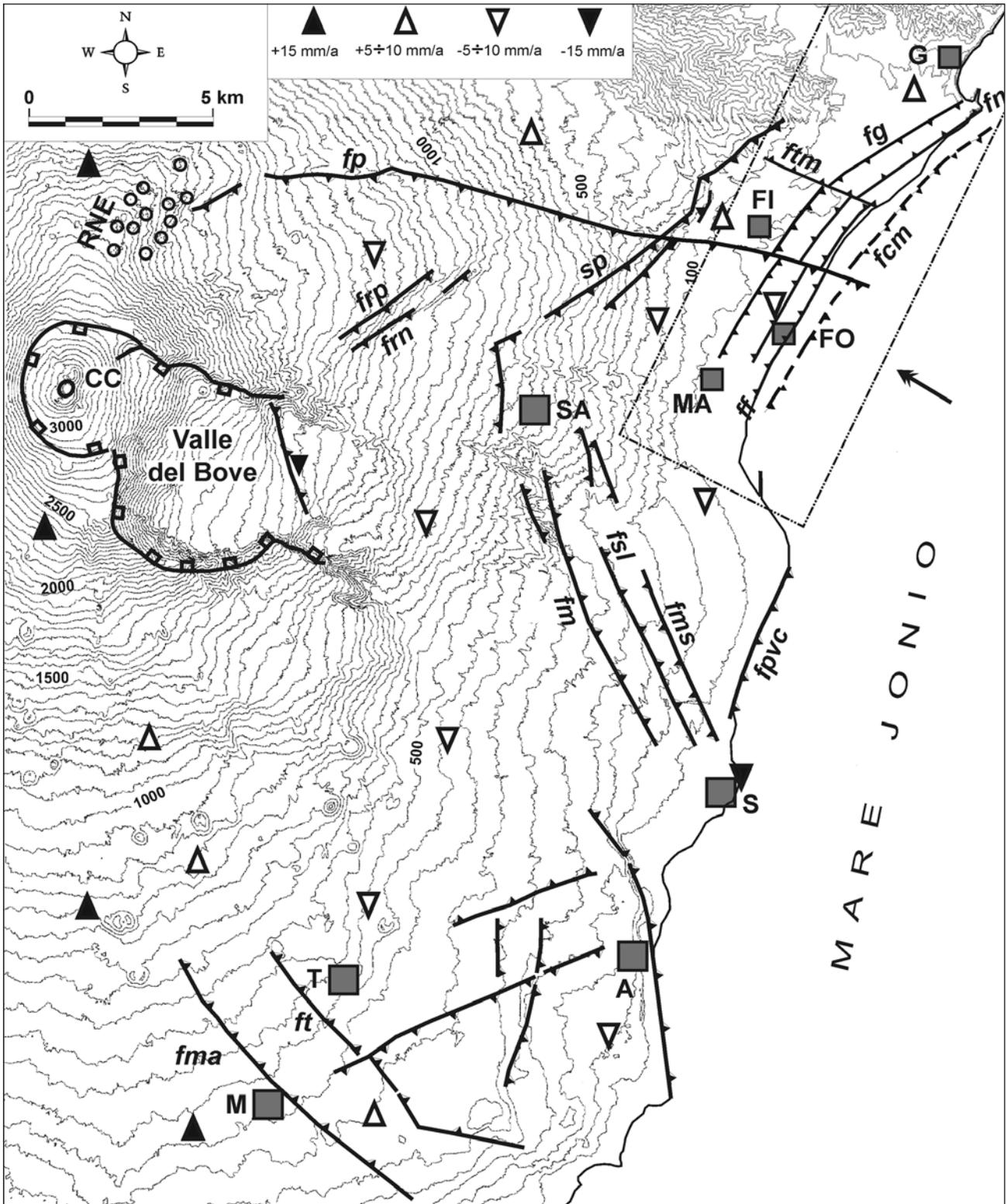


Fig. 2 - Ubicazione dell'area in studio, in rapporto alle più importanti strutture tettoniche del versante orientale dell'Etna. **Faglie:** *fcm*) Faglia Capo Schisò – Foce del Torrente Macchia; *ff*) Faglia di Fondachello; *fg*) Faglia di Giardini; *fm*) Faglia di Mascarella; *fma*) Faglia di Mascalucia; *fms*) Faglia Macchia – Stazzo; *fn*) Faglia di Naxos; *fp*) Faglia della Pernicana; *fpvc*) Faglia Praiola – Villa Calanna; *frn*) Faglia della Ripa della Naca; *frp*) Faglia della Ripa di Piscio; *fsl*) Faglia di San Leonardello; *ft*) Faglia di Trecastagni; *ftm*) Faglia del Torrente Minisale; *sp*) Sistema di Piedimonte. Centri abitati: **A)** Acireale; **FI)** Fiumefreddo; **FO)** Fondachello; **G)** Giardini; **MA)** Mascali; **M)** Mascalucia; **S)** Stazzo; **SA)** Sant'Alfio; **T)** Trecastagni. **CC)** Cratere Centrale; **RNE)** Rift di NE. I triangoli indicano zone in cui sono stati misurati sollevamenti e abbassamenti fino a 15 mm/a., (GIRONI, 2003).

Location of studied area in the frame of the main tectonic structures of Eastern flank of Mt. Etna volcano: *fcm*) Cape Schisò – Macchia Stream Mouth Fault; *ff*) Fondachello Fault; *fg*) Giardini Fault; *fm*) Mascarella Fault; *fma*) Mascalucia Fault; *fms*) Macchia – Stazzo Fault; *fn*) Naxos Fault; *fp*) Pernicana Fault; *fpvc*) Praiola – Villa Calanna Fault; *frn*) Ripa della Naca Fault; *frp*) Ripa di Piscio Fault; *fsl*) San Leonardello Fault; *ft*) Trecastagni Fault; *sp*) Piedimonte System. Towns: **A)** Acireale; **FI)** Fiumefreddo; **FO)** Fondachello; **G)** Giardini; **M)** Mascalucia; **MA)** Mascali; **S)** Stazzo; **SA)** Sant'Alfio; **T)** Trecastagni. **CC)** Central Crater; **RNE)** NE Rift. Triangles indicate 15 mm/y uplift or lowering zones up to 15 mm/y (after GIRONI, 2003).



Fig. 3 - Il molo nuovo e il molo vecchio di Stazzo.

*New and old docks in Stazzo port.*

OGNIBEN (1960) definì queste argille come *Complesso sud-liguri*, considerandole identiche a quelle del Complesso Sicilide, ipotizzandone una provenienza dall'area occupata dalle Argille Variegate del Complesso Sicilide per fenomeni di "retrocolamento gravitativo" sulla copertura tardorogena del Complesso Calabride; LENTINI *et al.* (1987) attribuiscono alla formazione un'età cretacea.

Depositi tardo miocenici costituiti da *Marne Argillose Grigie* con intercalazioni di *arenarie* (Tortoniano) passanti verso l'alto a *Gessi* della Serie Evaporitica Siciliana (Messiniano) affiorano in piccoli lembi lungo la valle del Fiume Alcantara (Fig. 4: 9).

*Argille Marnose Azzurre* di età infrapleistocenica (Fig. 4: 8) affiorano in un horst allungato in senso NE-SW a settentrione di Fondachello, delimitato a occidente dalla *Faglia di Naxos* (Fig. 4: B) e a oriente dalla *Faglia di Case Decime* (Fig. 4: G).

*Calcareniti medio-pleistoceniche a Briozoi* affiorano sui fianchi della collinetta di Serra San Biagio, a NE di Fiumefreddo di Sicilia; si tratta di calcareniti giallobruni in banchi di spessore massimo di 2 metri, con spessori in affioramento di circa 30 metri (Fig. 4: 7).

Piroclastiti dell'unità del Trifoglietto affiorano nella parte Sud-occidentale della zona cartografata (Fig. 4: 6).

Seguono alcune *colate laviche* provenienti dai Centri Eruttivi dell'Ellittico e del Leone (ROMANO, 1982), (Fig. 4: 5), *colate laviche del Mongibello Recente*, tra le quali riveste una particolare importanza la *Colata lavica di Capo Schisò* (Fig. 4: 4), la colata lavica del 1651 (Fig. 4: 3), e la colata lavica del 1928 (Fig. 4: 2).

*Alluvioni e depositi di spiaggia attuali* (Fig. 4: 1) chiudono la serie stratigrafica.

## 5. DATI MORFOTETTONICI

L'analisi morfologica ha evidenziato l'esistenza di un sistema di faglie dirette, il *Sistema Giardini - Mascali* (Figg. 2, 4 e 5), con sviluppo lineare di quasi 12 chilometri, che dà luogo ad una serie di graben e horst, con direzione NE-SW nella parte più settentrionale, tendente a NNE-SSW in quella meridionale.

Le faglie rigettano formazioni sedimentarie e vulcaniche comprese tra il Pleistocene inferiore-medio ed il Recente.

Finora questo sistema di faglie non è stato segnalato in letteratura, malgrado la sua attività abbia esercitato un'intensa influenza sul reticolo idrografico, sull'andamento della linea di costa e presumibilmente su depositi di delta sottomarini; il mancato riconoscimento può essere giustificato dal fatto che la formazione geologica predominante in affioramento è data da alluvioni recenti e attuali, costituite prevalentemente da ghiaie sabbiose, e dal fatto che la zona è intensamente coltivata, per cui eventuali scarpate di faglia vengono velocemente smantellate sia dall'erosione, sia dall'azione antropica.

Le faglie riconosciute sono:

- 1) *Faglia di Giardini* (Figg. 4 e 5: A): direzione N 60° E nel tratto settentrionale, N 35° E in quello meridionale, immersione a SE; essa disloca le calcareniti medio-pleistoceniche di Serra San Biagio, alcune colate laviche attribuite ai Centri Eruttivi dell'Ellittico (ROMANO *et al.*, 1979) e alluvioni recenti; il rigetto verticale in corrispondenza di Serra S. Biagio è valutabile in almeno 50 metri;
- 2) *Faglia di Naxos* (Figg. 4 e 5: B): antitetica alla precedente, ha direzione N 56° E nella sua porzione settentrionale, N 32° E a meridione, immersione a NW; questa faglia disloca argille marnose azzurre infra-medio-pleistoceniche pre-etnee e alluvioni recenti.
- 3) *Faglia di Fondachello* (Figg. 4 e 5: C): direzione N 35° E, labbro ribassato a NW; essa è evidenziata da un lungo dosso rettilineo che separa la pianura alluvionale dalla spiaggia attuale; è da escludersi che questa scarpata sia una morfologia di tipo eolico, sia in base all'andamento rettilineo presentato, sia in base alla granulometria dei sedimenti, formati da ciottoli e sabbia grossa (AMORE *et al.*, 1992).
- 4) *Faglia Capo Schisò - Foce del Torrente Macchia* (Figg. 4 e 5: D): con direzione N 45° E nel segmento settentrionale, e N 33° E in quello meridionale, pendenza a SE, questa faglia viene ipotizzata in base all'andamento rettilineo della linea di costa e al forte gradiente delle isobate.
- 5) *Faglia di Case Decime* (Figg. 4 e 5: G): è stata riconosciuta in base a considerazioni stratigrafiche poiché essa mette a contatto le Argille quaternarie con le Alluvioni recenti; dati inediti relativi a pozzi per uso irriguo evidenziano l'esistenza del substrato argilloso a profondità comprese tra 10 e 15 metri.

Il Sistema Giardini - Mascali è intersecato lungo la valle del Torrente Minissale da una faglia normale con componente orizzontale destra e rigetto verticale valutabile in almeno 60 metri (*Faglia del Torrente Minissale*, Figg. 4 e 5: E), e a meridione di Fiumefreddo dalla *Faglia della Pernicana*, diretta con componente orizzontale sinistra ed attività sismica accertata (Figg. 4 e 5: F).

La *Faglia di Giardini* e la *Faglia di Naxos* hanno giocato un ruolo determinante sull'assetto geomorfologico della zona: esse infatti formano il Graben Capo Schisò - Mascali, con direzione NE-SW, che ha deviato il tratto terminale del Fiume Alcantara (Fig. 6 A e 6 B); per un certo periodo le alluvioni di questo fiume si sono riversate nella parte meridionale dell'attuale baia di Giardini: l'andamento delle isobate in corrispondenza di Capo Schisò (ISTITUTO IDROGRAFICO DELLA MARINA, 2001), che corrisponde a questa ipotizzata vecchia foce dell'Alcantara, mostra chiaramente l'esistenza di una morfologia attribuibile ad un delta almeno fino a 200

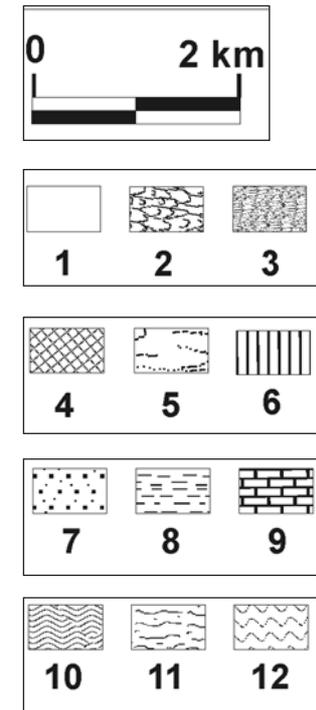
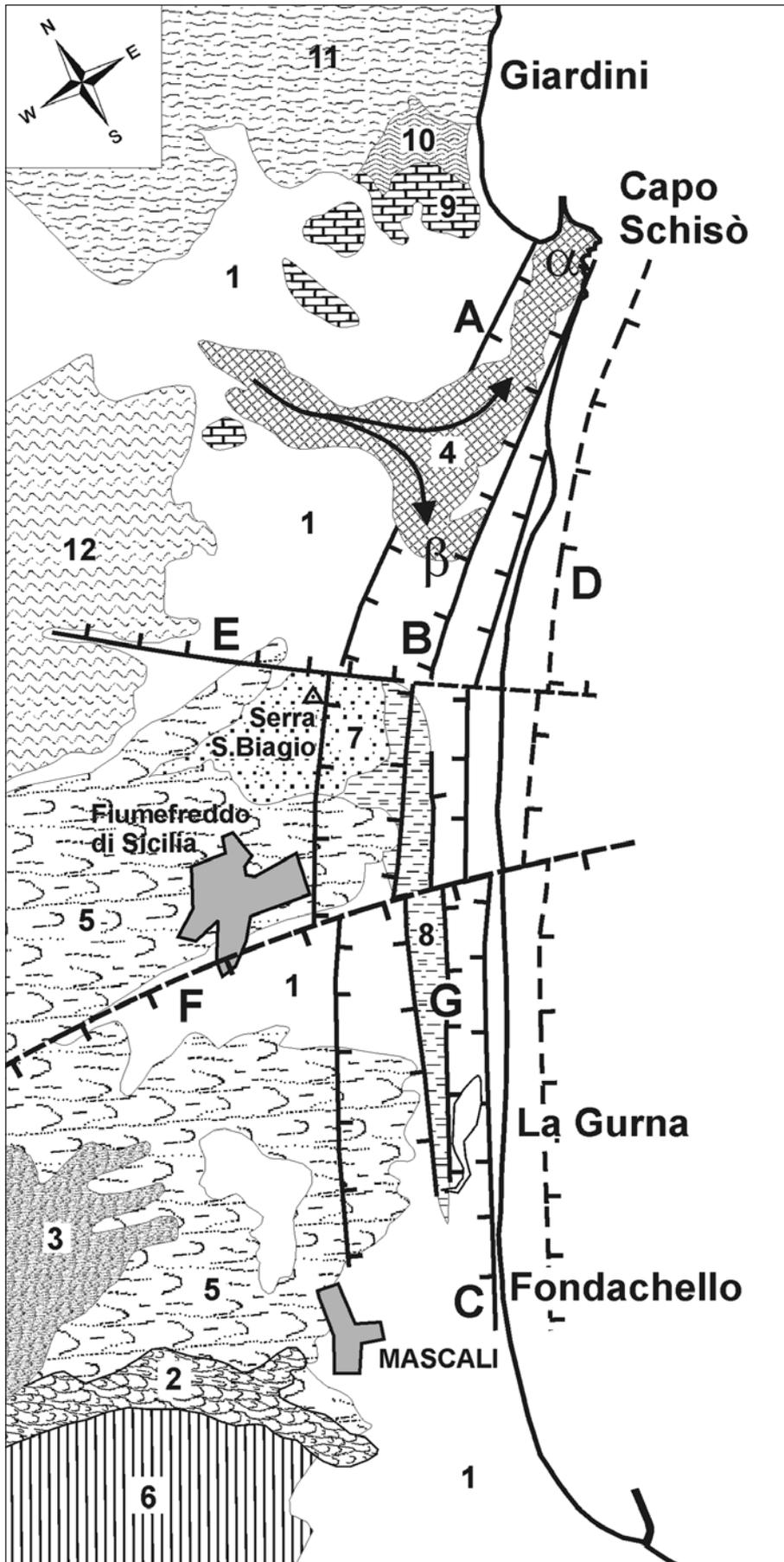


Fig. 4 - Schema geologico: 1) Alluvioni e depositi di spiaggia recenti ed attuali; 2) Colata lavica del 1928; 3) Colata lavica del 1651; 4) Colata lavica di Capo Schisò:  $\alpha$ ) tratto nord-orientale;  $\beta$ ) lobo sud-occidentale; 5) Colate laviche dei centri eruttivi dell'Ellittico e del Leone; 6) Piroclastiti dell'Unità del Trifoglietto; 7) Calcareniti medio-pleistoceniche a Briozoi; 8) Argille marnose azzurre infrapleistoceniche; 9) Marne argillose grigie con intercalazioni arenacee (Tortoniano) con Gessi (Messiniano) alla sommità; 10) Argille Scagliose Antisicilidi; 11) Flysch di Capo d'Orlando; 12) Formazione Piedimonte. A) Faglia di Giardini; B) Faglia di Naxos; C) Faglia di Fondachello; D) Faglia Capo Schisò - Foce del Torrente Macchia; E) Faglia del Torrente Minissale; F) Faglia della Pernicana; G) Faglia di Case Decime.

Geological scheme of Mt. Etna low northeastern slope: 1) Present day alluvium and shoreline deposits; 2) 1928 Lava flow; 3) 1651 Lava flow; 4) Capo Schisò Lava flow:  $\alpha$ ) NE flow;  $\beta$ ) SW bend; 5) Lavas from the eruptive centres of Ellittico and Leone; 6) Tephra from the eruptive centres of Trifoglietto; 7) Middle Pleistocene Calcarenites with Briozoa; 8) Low-Pleistocene bluish marly clays; 9) Grey silty clays with arenaceous intercalations (Tortonian) with Gypsum (Messinian) on the top; 10) Antisicilidi Varicoloured Clays; 11) Capo d'Orlando Flysch; 12) Piedimonte Formation. A) Giardini Fault; B) Naxos Fault; C) Fondachello Fault; D) Cape Schisò - Macchia Stream Mouth Fault; E) Minissale Stream Fault; F) Pernicana Fault; G) Case Decime Fault.

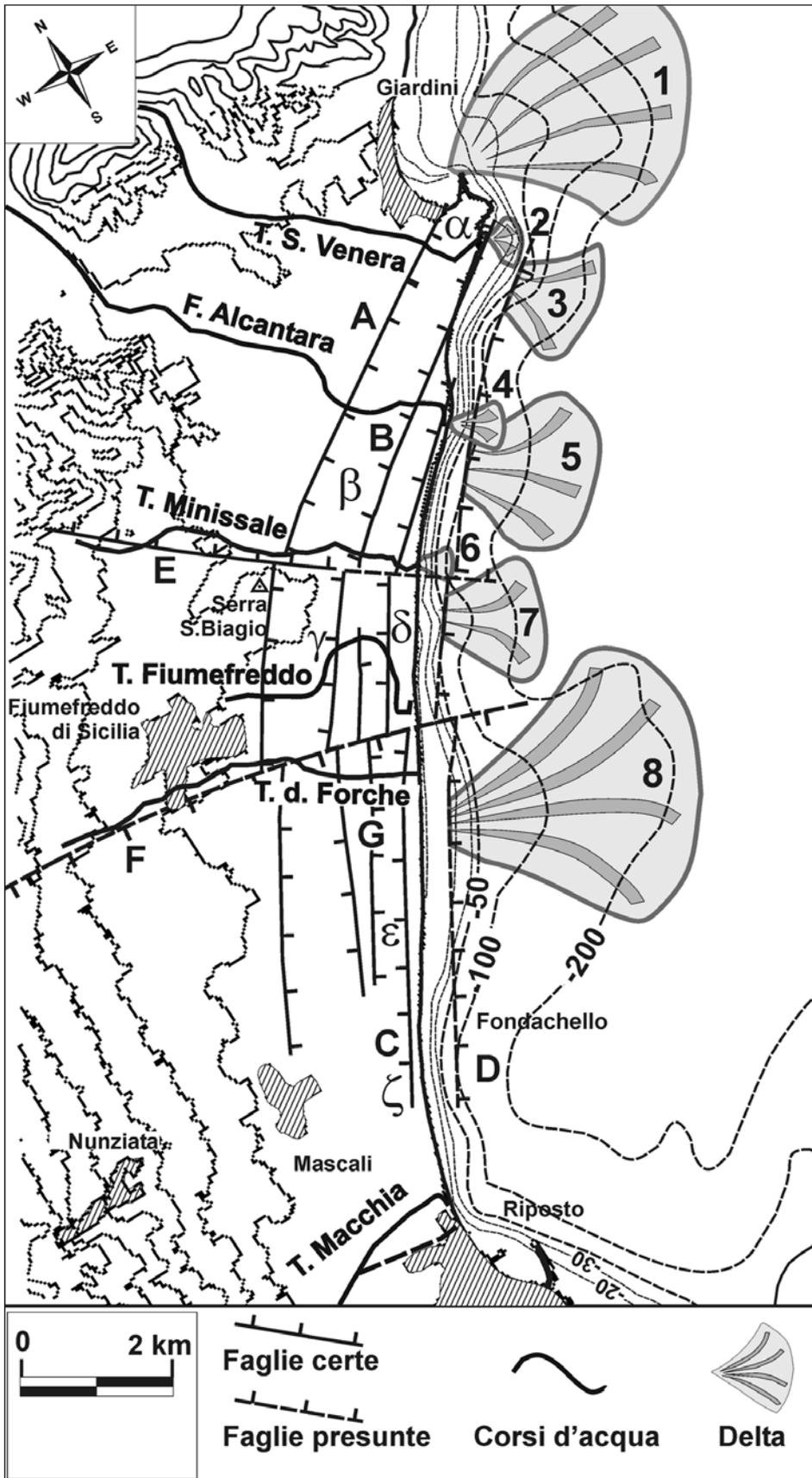


Fig. 5 - Schema morfologico: **A)** Faglia di Giardini; **B)** Faglia di Naxos; **C)** Faglia di Fondachello; **D)** Faglia Capo Schisò - Foce del Torrente Macchia; **E)** Faglia del Torrente Minis-sale; **F)** Faglia della Pernicana; **G)** Faglia di Case Decime. **1)** presunto delta subacqueo del Fiume Alcantara, formatosi posteriormente alla deviazione tettonica; **2)** attuale delta subacqueo del Torrente Santa Venera; **3)** presunto vecchio delta subacqueo del Torrente Santa Venera; **4)** attuale delta subacqueo del Fiume Alcantara; **5)** presunto vecchio delta subacqueo del Fiume Alcantara; **6)** attuale delta subacqueo del Torrente Minis-sale; **7)** presunto vecchio delta subacqueo del Torrente Minis-sale; **8)** delta subacqueo di incerta attribuzione; **α)** tratto della colata lavica che scorrendo lungo il Fiume Alcantara ha formato Capo Schisò; **β)** lobo sud-occidentale della colata lavica del Fiume Alcantara; **γ)** deviazione del Torrente Fiumefreddo causata dalla Faglia di Naxos; **δ)** deviazione del Torrente Fiumefreddo causata dalla Faglia di Fondachello; **ε)** Gurna di Fondachello; **ζ)** acquitrino di Anguillara.

*Morphological Scheme: A) Giardini Fault; B) Naxos Fault; C) Fondachello Fault; D) Cape Schisò - Macchia Stream Mouth Fault; E) Minissale Stream Fault; F) Pernicana Fault; G) Case Decime Fault. 1) hypothetical Alcantara River submarine delta, after tectonin ri-ver piracy; 2) actual Santa Venera Stream delta; 3) hypothetical Santa Venera Stream old delta; 4) Alcantara River delta; 5) hypothetical Alcantara River old delta; 6) Minissale Stream delta; 7) hypothetical Minissale Stream old delta; 8) uncertain attribution delta; α) lava flow forming Schisò Cape; β) SW part of lava flow; γ) Stream Fiumefreddo deviation caused by Naxos Fault; δ) Stream Fiumefreddo deviation caused by Fondachello Fault; ε) quagmire Gurna di Fonda-chello; ζ) Anguillara quagmire.*

metri di profondità (Fig. 5: 1); l'arrivo di una colata lavica lungo la valle dell'Alcantara ha *fossilizzato* il graben (Fig. 6 C), evidenziandolo sia verso NE, dove raggiungendo la costa ha formato la scogliera di Capo Schisò (Figg. 4 e 5:  $\alpha$ ), sia verso SW, con l'ampio lobo rivolto in questa direzione, forse in corrispondenza dell'ansa di un meandro preesistente ai movimenti tettonici (Figg. 4 e 5:  $\beta$ ); in seguito l'Alcantara ha eroso la colata, andando a sfociare approssimativamente nella stessa zona occupata prima della deviazione di origine tettonica (Fig. 6 D): dall'analisi delle carte nautiche (Istituto Idrografico della Marina, 2001) il delta subacqueo relativo all'attuale foce è riconoscibile fino all'isobata -100 metri (Fig. 5: 4).

Oltre a questa importante deviazione del Fiume Alcantara, la Faglia di Naxos provoca una deviazione verso NE del Torrente Fiumefreddo (Fig. 5:  $\gamma$ ).

L'esistenza della Faglia di Fondachello era già stata ipotizzata da MERCURIO (1847), il quale notava che la morfoscultura poteva essere seguita agevolmente dalla spiaggia di Riposto a Capo Schisò; oggi la scarpata di faglia è certamente molto meno evidente, a causa dell'erosione e dell'azione antropica; questa faglia condiziona il tratto terminale del Torrente Fiumefreddo (Fig. 5:  $\delta$ ) costringendolo a compiere una deviazione verso SW; inoltre, sbarrando alcuni piccoli corsi d'acqua, ha creato le condizioni per la nascita di alcuni stagni costieri: lo stagno conosciuto come *Gurna* di Fondachello (Fig. 5:  $\epsilon$ ) (*gurna* = *vasca d'acqua*, dal greco moderno γουρνα, GIARRIZZO, 1989), un secondo stagno che, in base ad alcune carte topografiche del XIX secolo si trovava a circa mezzo chilometro di distanza verso SSE in località Ausini, e del quale non si conservano tracce a causa dell'industrializzazione della zona, e un terzo ancora più a meridione, in Contrada Anguillara (Fig. 5:  $\zeta$ ).

La formazione di uno stagno costiero viene generalmente attribuita all'accumulo di sabbie e/o ghiaie in un tratto di mare poco profondo in corrispondenza di una baia; se l'accumulo evolve da barra subacquea a tombolo, l'insenatura, ormai separata dal mare, si trasforma in lago costiero; la formazione di un tombolo può verificarsi anche lungo una costa rettilinea, se il moto ondoso ha la competenza per spostare ingenti quantità di materiali detritici depositi lungo le foci fluviali o erosi direttamente dal mare lungo la costa. L'analisi della carta nautica dell'area (ISTITUTO IDROGRAFICO DELLA MARINA, 2001) evidenzia che la profondità del mare aumenta rapidamente con la distanza dalla linea di costa, quindi non è pos-

sibile addebitare la formazione dei bacini costieri all'evoluzione da barra subacquea a tombolo; si ipotizza quindi che la genesi della Gurna di Fondachello e delle zone acquitrinose di Ausini e di Anguillara sia dovuta all'attività della Faglia di Fondachello, che ha formato il lungo dosso rettilineo che separa la spiaggia attuale dalla pianura costiera.

La Faglia Capo Schisò - Foce del Torrente Macchia è stata ipotizzata, principalmente, sulla base dell'andamento rettilineo della linea di costa e del forte gradiente tra le isobate; inoltre, dati di letteratura (MONACO & TORTORICI, 1995) evidenziano la presenza di faglie obliquo-destre appartenenti al sistema Messina-Giardini, alle quali può essere collegata la faglia qui ipotizzata, la quale presenta identica orientazione e trascorrenza destra; i dati inediti circa l'esistenza del movimento della Faglia Capo Schisò-Foce del Torrente Macchia riguardano l'interazione tra il movimento della faglia in oggetto e l'attuale assetto di alcuni delta subacquei:

- in corrispondenza dell'attuale foce del Torrente Santa Venera si trova una morfologia assimilabile ad un delta subacqueo fino alla profondità di -30 metri (Fig. 5: 2); a SE di questo ipotizzato delta, se ne trova un altro, riconoscibile fino all'isobata, -200 metri (Fig. 5: 3);
- dalla morfologia presentata dalle isobate in corrispondenza dell'attuale foce dell'Alcantara si riconosce un delta subacqueo fino all'isobata -100 metri

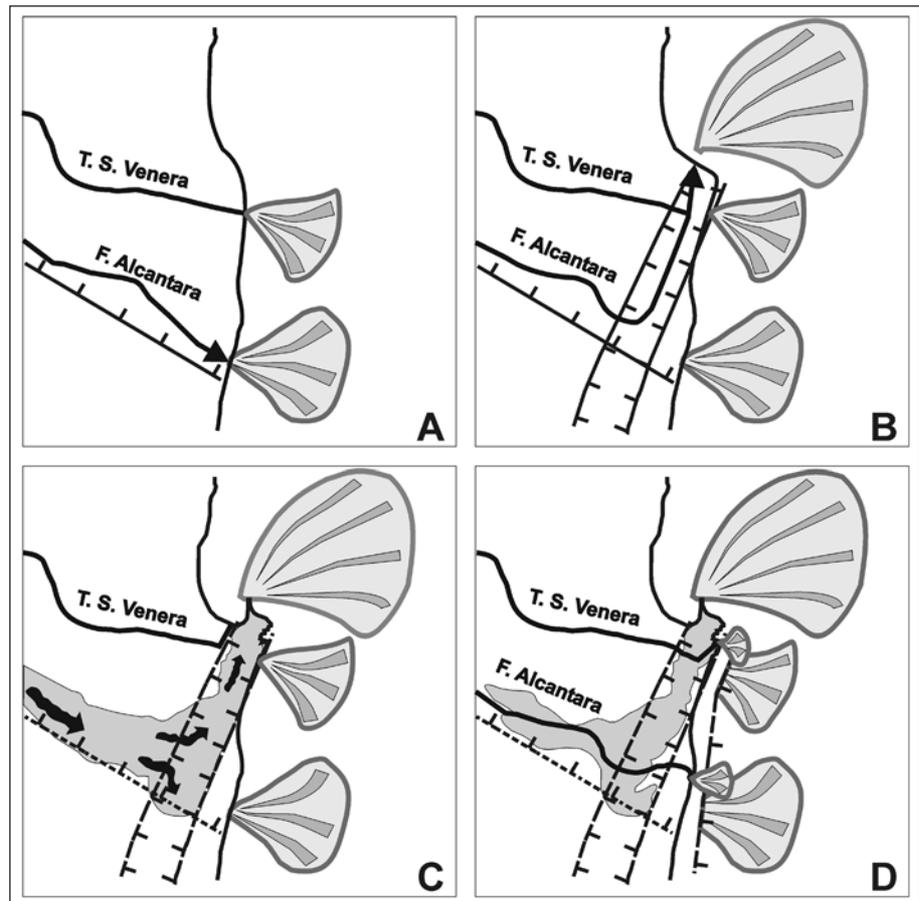


Fig. 6 - Evoluzione morfologica della foce del Fiume Alcantara.  
Morphological evolution of Alcantara River Mouth.

- (Fig. 5: 4), ed un delta di maggiori dimensioni, fino all'isobata -200 metri, più a SE (Fig. 5: 5);
- c) l'attuale delta subacqueo del Torrente Minissale è rimarcato dall'andamento dell'isobata -20 metri (Fig. 5: 6); è riconoscibile un altro delta subacqueo, fino a -200 metri, spostato verso SW di circa 500 metri (Fig. 5: 7);
- d) poco più a SW dell'attuale foce del Torrente delle Forche è chiaramente riconoscibile un delta subacqueo nella forma dell'isobata -200 (Fig. 5: 8); allo stato attuale delle conoscenze non è chiaro quale possa essere il fiume relativo a questa ultima morfologia; si può ipotizzare l'esistenza di un corso d'acqua lungo la cui valle sono scese una o più colate laviche, affioranti nella zona di Fiumefreddo, le quali, riempiendo le valli e fossilizzandole, hanno causato la scomparsa dalla superficie dei corsi d'acqua, i quali continuano a scorrere, presumibilmente, in subalveo.

## 6. LA SISMICITÀ LOCALE

L'analisi dei cataloghi dei terremoti evidenzia una mancanza assoluta di dati relativi alla sismicità locale; le uniche informazioni su sismi avvenuti nella zona in studio, tutti collegati all'attività della Salsa di Fondachello, ci sono tramandate da MERCURIO (1847), il quale fornisce le informazioni riassunte nella Tabella 1.

Per quanto riguarda il sisma delle 19,30 del 26 marzo 1847, lo stesso MERCURIO (1847) avanza dubbi sulla possibilità che l'eruzione di un vulcano di fango, per quanto forte, possa provocare un sisma avvertito ad una distanza di 22 miglia; si ritiene quindi legittimo ipotizzare che si sia trattato di un sisma con ipocentro talmente profondo da avere un campo macrosismico che si estendeva fino a Catania, e che l'evoluzione del vulcano di fango sia stata una conseguenza del movimento tellurico.

## 6. CONCLUSIONI

Sulla base di uno studio a carattere prevalentemente geomorfologico è stato riconosciuto il Sistema di Faglie Giardini – Mascali (tratto meridionale del Sistema Messina – Fiumefreddo), il quale interseca il basso versante nord-orientale dell'edificio vulcanico etneo, condizionandone il reticolo idrografico e l'andamento della linea di costa. Nell'ambito di un generale sollevamento dell'edificio etneo, le faglie di questo sistema hanno provocato una serie di abbassamenti localizzati, con conseguenti fenomeni di subsidenza, di catture e deviazioni fluviali e di formazione di laghi da sbarramento attualmente in via di estinzione.

Dall'analisi della morfologia dell'area, si può ipotizzare la seguente successione di eventi tettonici, suddivisa in fasi:

1<sup>a</sup> fase: il Fiume Alcantara scorre, nel suo tratto terminale, lungo una valle di origine tettonica, con direzione NW-SE e blocco ribassato a NE (ROMANO *et al.*, 1979) (Fig. 6 A);

2<sup>a</sup> fase: forse come cedimento causato dal generale sollevamento del territorio, inizia l'attività lungo le faglie del sistema: la Faglia di Giardini e la Faglia di Naxos formano un graben lungo il quale viene deviato il Fiume Alcantara, ed il Torrente Santa Venera diventa suo tributario; si forma un delta subacqueo nell'attuale Baia di Giardini, riconoscibile dalla forma delle isobate (Fig. 6 B); la Faglia di Fondachello provoca piccole deviazioni fluviali e la formazione di piccoli bacini lacustri (Fig. 5: ε e ζ);

3<sup>a</sup> fase: una colata lavica, percorsa la valle dell'Alcantara, sbocca in mare formando Capo Schisò; il Fiume Alcantara sovralluviona la zona a monte dello sbarramento (Fig. 6 C);

4<sup>a</sup> fase: a causa del continuo graduale fenomeno di sollevamento della zona, e conseguente ringiovanimento del rilievo e ripresa dell'attività erosiva, il Fiume Alcantara e il Torrente Santa Venera erodono lo sbarra-

Data	Fenomeni	Zona di osservazione	Attività della Salsa
1693 gen. 11	Terremoto disastroso (XI Scala Mercalli)	Sicilia orientale.	Nascita del vulcano di fango, con emissione di acqua fangosa a 32 metri di altezza.
1795 dic.	Numerose scosse durante tutta la notte, accompagnate da rombi sotterranei.	Nelle contrade attorno alla Gurna.	Emissione di acqua fangosa fino a 7 metri di altezza.
1847 mar. 25	Scosse	Nelle contrade attorno alla Gurna.	Ripresa dell'attività.
1847 mar. 26, h 06,15	Scosse	Nelle contrade attorno alla Gurna.	Nessuna
1847 mar. 26, h 19,30	Scosse	Fino a Catania.	Nessuna
1847 apr. 9	Esplosione.	Nelle contrade attorno alla Gurna.	Crollo del fianco orientale del vulcano di fango ed intensa emissione di acqua ricca di gas.

mento costituito dalla colata di Capo Schisò (Fig. 6 D);

5<sup>a</sup> fase: tutto il Sistema Giardini – Mascali viene dislocato lateralmente dalla Faglia del Torrente Minissale e dalla Faglia della Pernicana (Fig. 5 E, F);

6<sup>a</sup> fase: in tempi storici, movimenti tettonici, probabilmente lungo la Faglia di Fondachello, agevolano la fuoriuscita di gas e fango della Salsa di Fondachello.

In questo contesto non è facile stabilire quale sia stata la fase che ha visto il teorizzato movimento lungo la Faglia Capo Schisò – Foce del Torrente Macchia, con probabile spostamento di circa 500 metri di alcuni delta subacquei, lungo una o più faglie con direzione NNE-SSW e componente orizzontale destra.

Dall'analisi dei cataloghi dei terremoti si evidenzia una completa mancanza di eventi sismici storici attribuibili all'attività del Sistema di Faglie Giardini – Mascali; le rare testimonianze di sismicità locale sono relative alla riattivazione nel dicembre del 1795 e nel marzo del 1847 del vulcano di fango conosciuto col nome di *Salsa di Fondachello* e allo sprofondamento del medesimo, avvenuto nell'aprile 1847; considerando che il sisma più intenso, avvenuto alle 19,30 del 26 marzo 1847 fu avvertito fino a Catania, si può ipotizzare che esso sia imputabile all'attività di una delle faglie facenti parte del Sistema Giardini – Mascali.

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 i Referees per gli utili e costruttivi consigli.

## 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., D'ALESSANDRO L., GIUFFRIDA E., LO GIUDICE A. & ZANINI A. (1992) - *Dinamica litorale tra Capo Peloro e Capo Passero (Sicilia orientale)*. Boll. Acc. Gioenia Sc. Nat., **25** (339), 69-114.
- AZZARO R., CARVENI P., LO GIUDICE E. & RASÀ R. (1989) - *Il terremoto di Codavolpe (basso versante orientale etneo) del 29 gennaio 1989: campo macrosismico e fratturazione cosismica*. Boll. G.N.V., **1**, 1-12.
- 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.
- 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 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'Avampese 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.
- CARBONE S., GRASSO M. & LENTINI F. (1982 c) - *Elementi per una valutazione degli eventi tettonico-sedimentari dal Cretaceo al Quaternario nella Sicilia Sud-Orientale*. In CATALANO R. & D'ARGENIO B., Eds., *Guida alla geologia della Sicilia occidentale*. Soc. Geol. It., Palermo, 103-109.
- 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., 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., 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 (Avampese Ibleo, Sicilia)*. Boll. Acc. Gioenia Sc. Nat., vol. 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.
- 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 basi-*

- che 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.
- DE JONG K.A., MANZONI M., STRAVENGA T., VAN DJIK F., VAN DER VOO R. & ZIJDERVELD J.D.A. (1973) – *Paleomagnetic evidence for rotation of Sardinia during the Early Miocene*. Nature, **243**, 281-283.
- DEWEY J.F., HELMAN M.L., TURCO E., HUTTON D.H.W. & KNOTT S.D. (1989) – *Kinematics of the Western Mediterranean*. In: COWARD M.P., DIETRICH D. & PARK R.G. (Editors): *Alpine Tectonics Geol.*, Spec. Publ., **45**, 265-283.
- DI GERONIMO I., GHISSETTI F., LENTINI F. & VEZZANI L. (1978) – *Lineamenti neotettonici della Sicilia orientale*. Mem. Soc. Geol. It., **19**, 543-549.
- 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., s. 7, **4**, 1-32.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- GHISSETTI F. (1979) – *Relazione tra strutture e fasi trascorrenti e distensive lungo i sistemi Messina-Fiumefreddo, Tindari-Letojanni e Alia-Malvagna (Sicilia nord-orientale): uno studio microtettonico*. Geol. Rom., **18**, 23-58.
- GHISSETTI F. & VEZZANI L. (1982) – *The recent deformation mechanism of the Calabrian Arc*. In: MANTOVANI E. & SARTONI R. (Edi-tors): *Structure, evolution and present dynamics of the Calabrian Arc*. Earth Evolution Sciences, **3**, 197-206.
- GIARRIZZO S. (1989) – *Dizionario etimologico siciliano*. Herbita Editrice, Palermo, 390 pp.
- 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.
- GIRONI F. (2003) – *Cosa c'è sotto*. Quark, **23**, 50-57.
- 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.
- GUEST J.E., CHESTER D.K. & DUNCAN A.M. (1984) – *The Valle del Bove, Mount Etna: its origin and relation to the stratigraphy and structure of the volcano*. Jour. Volc. Geoth. Res., **21**, 1-23.
- GUERRERA F. & WEZEL F.C. (1974) – *Nuovi dati stratigrafici sui flysch oligomiocenici siciliani e considerazioni tettoniche relative*. Riv. Min. Sic., **145-147**, 27-51.
- GVIRTSMAN Z. & NUR A. (1999) – *The formation of Mount Etna as the consequence of slab roll-back*. Nature, **401**, 782-785.
- ISTITUTO IDROGRAFICO DELLA MARINA - ITALIA (2001) – *Foglio 22, da Capo Santa Croce a Messina e Capo dell'Armi*, scala 1:100.000. Genova.
- 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.
- KIEFFER G. & TANGUY J.C. (1993) – *L'Etna: évolution structurale, magmatique et dynamique d'un vulcan "poligenic"*. Mem. Soc. Géol. France, **163**, 253-271.
- 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.
- LENTINI F., CARBONE S., CUCNO C., GRASSO M., SCAMARDA G. & SCIUTO F. (1986) – *Carta geologica del settore nord-orientale ibleo (Sicilia S.E.)*. Scala 1:50.000, S.E.L.Ca., Firenze.
- LENTINI F., CATALANO S., CARBONE S., CALIRI A., CARVENI P., DI STEFANO A., GARGANO C., GRASSO M., GUARNIERI P., LA MANNA F., LENTINI R., MESSINA A., ROMEO M., STRAZZULLA S., VINCI G. & VINCIGUERRA G. (2000) – *Carta geologica della Provincia di Messina*. Scala 1:50.000. S.EL.CA., Firenze.
- LENTINI F., GRASSO M. & CARBONE S. (1987) – *Introduzione alla geologia della Sicilia e guida all'escursione*. Conv. Soc. Geol. It. "Sistemi Avanfossa - Avampaese lungo la Catena

- Appenninico – Maghrebide”. Naxos – Pergusa 22-25 aprile 1987.
- LO GIUDICE E., PATANÈ 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.
- LYELL C. (1859) - *On the structure of lavas which have consolidated on steep slopes; with remarks on the mode of origin of Mt. Etna, and on the theory of "Center of Elevation"*. Phil. Trans. Roy. Soc., 703-785.
- MARCHESINI E., CONEDERA C., MORABITO G. & MACII L. (1964) - *Studio fotogeologico dell'Etna*. Riv. Min. Sic., **85-87**, 83-95.
- MCGUIRE W.J., STEWART I.S. & SAUNDERS S.J. (1997) - *Intra-volcanic 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., 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.
- 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.
- OGNIBEN L. (1960) - *Nota illustrativa dello Schema geologico della Sicilia nord-orientale*. Riv. Min. Sic., **64-65**, 183-212.
- OGNIBEN L., PAROTTO M. & PRATURLON A. (1975) - *Structural model of Italy*. C.N.R., Quaderni de "La Ricerca Scientifica", **90**, 502 pp.
- PATACCA E., SCANDONE P., GIUNTA C. & LIGUORI V. (1979) - *Mesozoic paleotectonic evolution of the Ragusa zone (SE Sicily)*. Geol. Romana, **18**, 331-369.
- 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.
- SCANDONE P. (1982) - *Geology of the Calabrian Arc*. In: MANTOVANI E. & SARTONI 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.
- 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.
- 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 17 novembre 2004  
 Testo definitivo ricevuto il 22 febbraio 2005

Ms. received: November 11, 2004  
 Final text received: February 22, 2005.