

TETTONICA PLEISTOCENICA NELL'AREA A SUD DELL'ETNA (SICILIA ORIENTALE)

C. Monaco

Istituto di Geologia e Geofisica, Università di Catania, Catania
(Email: cmonaco@mbx.unict.it)

ABSTRACT - *Pleistocene tectonic activity in the area to the South of Mt. Etna (Sicily)* - Il Quaternario Italian Journal of Quaternary Sciences, 10(2), 1997, 395-400 - The Quaternary sedimentary substratum of Mt. Etna, in Eastern Sicily, crops out in the area to the south of the volcano and is composed of a Lower-Middle Pleistocene foredeep succession of marly clays, up to 600 m thick, which passes upwards to a sequence, some 10 m thick, of coastal sands and fluvio-deltaic conglomerates, unconformably overlain by Middle Pleistocene (~330 ka) alluvial conglomerates. In the area there are evidence of the Etna submarine to subaerial fissural early activity represented by basalts of tholeiitic-transitional affinity (pre-Etnean volcanism, 500-200 ka). This activity is thus almost coeval to the deposition of the Etna substratum deposits. The present volcanic edifice, characterized by alkaline products, started to form 180 ka ago, on the footwall of a Middle-Upper Pleistocene normal faults system, at the boundary between the Ionian and chain-foreland domains. To the South of Mt. Etna, the Lower-Middle Pleistocene deposits are folded in a E-W trending anticline about 10 km long, which has been interpreted as a fault propagation fold at the front of the Maghrebian thrust system. This structure developed about 330 ka ago and warped the Middle Pleistocene alluvial conglomerates. A flight of undeformed coastal alluvial terraces of the Simeto River, related to the time span from 240 and 60 ka and located at altitudes between 250 and 50 m, carve the western extension and the southern limb of the anticline. Therefore, the age of the anticline is confined between 330 and 240 ka and is older than the Etna present edifice, which started to grow 180 ka ago. To the East, beach deposits intercalated with 170-100 ka old alkaline lavas are evidence of the Ionian coast uplift. These deposits, which are at 180 m a.s.l. to the NW of Aci Trezza, can be attributed to the 125 ka Tyrrhenian high-stand. Ancient shorelines, dating to the 200 ka, 100 ka, 80 ka and 60 ka sea level high-stands, were observed in this area at elevations of 230 m, 130 m, 100 m, and 40 m a.s.l., respectively; this fact suggests an uplift-rate of 1.4 mm/year. This high value of uplift-rate can be explained as the effect of the NNW-SSE trending active normal fault system located at the lower southeastern slope of Mt. Etna, which extends off-shore into the Ionian sea. It can be concluded that the compressive tectonic regime responsible for the evolution of the frontal part of the Maghrebian thrust-system in the Etnean area, ended about 240 ka ago. From that time the uplifting of the eastern Sicily coast has been remarkable and it is attributable to the activity of normal faults related to the regional WNW-ESE extensional tectonic regime. The activity of Mt. Etna volcano, subsequent to the anticline formation, seems to be contemporaneous to the extensional tectonics of the Ionian coast.

Parole chiave: Tettonica, terrazzi, Pleistocene, Etna, Sicilia
Key-words: Tectonics, terraces, Pleistocene, Mt. Etna, Sicily

1. INTRODUCTION

Poco a sud dell'Etna (Sicilia Orientale), nelle colline delle Terreforti, affiora il basamento sedimentario quaternario del vulcano (Fig. 1), costituito da una successione d'avanfossa di età infra-mediopleistocenica (Wezel, 1967). Questa successione è formata da almeno 600 m di argille marnose passanti verso l'alto ad alcune decine di metri di sabbie costiere e conglomerati fluvio-deltizi, attribuiti al Mindel-Riss (Kieffer, 1971), su cui poggiano in discordanza dei depositi conglomeratici terrazzati (Kieffer, 1971; Chester & Duncan, 1982) di origine alluvionale (T1 - T6 in Fig. 2) o marina (I - VI in Fig. 2). In questa zona vi è testimonianza delle prime fasi di attività vulcanica dell'area etnea (Romano, 1982), a carattere fissurale, da sottomarino a subaereo e con chimismo tholeiitico-transizionale (vulcanismo pre-etneo). Queste fasi sono quindi coeve o di poco posteriori alla sedimentazione dei depositi del substrato etneo. Le vulcaniti pre-etnee a sud del vulcano sono costituite dagli espandimenti lavici affioranti a est di Paternò (350-250 ka; Gillot *et al.*, 1994), intercalate tra i sedimenti infra-mediopleistocenici e le alluvioni terrazzate T1, e dal *neck* di Motta Sant'Anastasia, posteriore alle alluvioni terrazzate T2 (Fig. 2). Clasti lavici a composizione tholeiitica sono contenuti inoltre in lenti conglomeratiche interpretate come canali d'erosione all'interno delle sabbie

costiere. Verso est, lungo la costa nei dintorni di Aci Trezza, i prodotti pre-etnei sono invece formati da lave a *pillow*, brecce di *pillow* e ialoclastiti (circa 500 ka; Gillot *et al.*, 1994), intercalate o sovrapposte alle argille marnose e ricoperte dai depositi terrazzati di origine marina.

L'edificio vulcanico vero e proprio, caratterizzato da prodotti alcalino-sodici (AA.VV., 1979; Romano, 1982; Chester *et al.*, 1985; Cristofolini *et al.*, 1991), si è formato a partire da circa 180 ka (Gillot *et al.*, 1994), al letto di un sistema di faglie normali medio-supra-pleistoceniche (Fig. 1), al limite tra il dominio ionico e il dominio catena-avampaese (Monaco *et al.*, 1995; 1997).

Considerato che l'evoluzione tettonica e morfologica dell'area studiata si è sviluppata in corrispondenza delle varie fasi del vulcanismo pre-etneo ed etneo, utilizzando le datazioni esistenti sui prodotti del vulcano (Gillot *et al.*, 1994), in questo lavoro si è cercato di correlare sia i terrazzi alluvionali costieri dell'area a sud del vulcano sia quelli marini a sud-est dello stesso, ai vari stadi isotopici corrispondenti agli *high-stand* della curva eustatica di Chappell & Shackleton (1986) (v. anche Imbrie *et al.*, 1984; Bassinot *et al.*, 1994). Grazie allo studio di campagna dei terrazzi e delle strutture affioranti, accompagnato dall'analisi aereofotogrammetrica, si è potuta inoltre ricostruire l'evoluzione tettonica dell'area durante il Pleistocene medio-superiore.

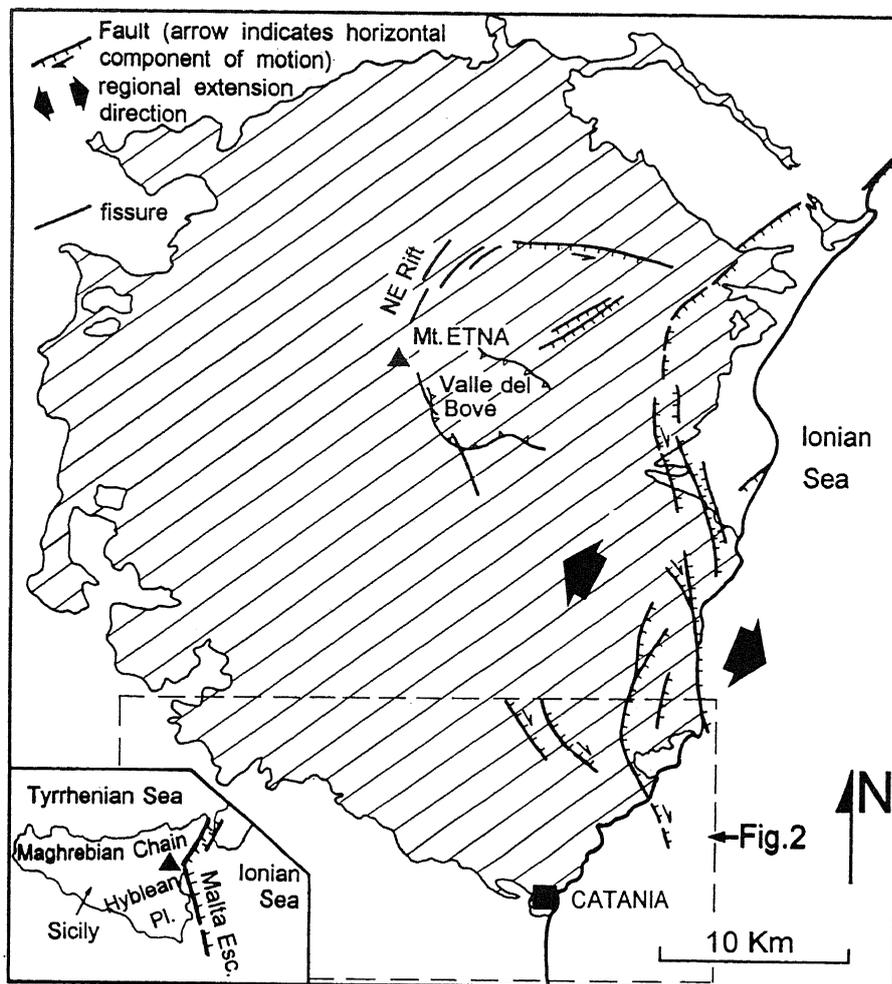


Fig. 1 - Schema tettonico del M. Etna. Il rigato obliquo indica l'area di affioramento dei prodotti vulcanici; le frecce grandi nere indicano la direzione d'estensione nel versante orientale etneo (da Monaco *et al.*, 1997). Nel riquadro, schema tettonico della Sicilia.

*Tectonic sketch map of Mt. Etna. Hatched area indicates the area covered by volcanic materials; the black arrows indicate the Mt. Etna eastern slope direction (from Monaco *et al.*, 1997). Inset: tectonic sketch of Sicily.*

2) e i relativi depositi alluvionali contengono clasti appartenenti alle tholeiiti pre-etnee (Tab. 1), per cui è stato attribuito all'*high stand* relativo allo stadio isotopico 7 (240-190 ka). I terrazzi T4 e T5, estesi in tutta l'area a sud del vulcano, sono caratterizzati da clasti vulcanici appartenenti rispettivamente all'Unità dei Centri Alcalini Antichi (180-100 ka; Gillot *et al.*, 1994) e all'Unità del Trifoglietto (80-60 ka), per cui sono stati riferiti agli *high-stand* relativi allo stadio isotopico 5 (125-80 ka), il primo, ed allo stadio isotopico 3 (60-30 ka), il secondo (Tab.1).

2. TETTONICA PLEISTOCENICA E TRASGRESSIONI MARINE

Tra le propaggini meridionali dell'Etna e la Piana di Catania, la successione sedimentaria infra-mediopleistocenica forma una grande piega anticlinale con asse orientato all'incirca est-ovest (Fig. 2), estesa per una decina di chilometri e interpretata come *fault propagation fold* (Fig. 3) al fronte della catena (Labaume *et al.*, 1990; Borgia *et al.*, 1992). Questa struttura deforma il terrazzo T2, affiorante in tutta l'area a sud del vulcano a quote variabili da 350 a 150 m circa (Fig. 2), di età posteriore ai primi prodotti tholeiitici del versante sud-occidentale (350-250 ka; Gillot *et al.*, 1994). Grazie alla determinazione dei clasti vulcanici contenuti nei conglomerati alluvionali (Tab. 1), appartenenti alle tholeiiti pre-etnee, il terrazzo T2 è stato attribuito all'*high-stand* relativo allo stadio isotopico 9 (330-300 ka) di Bassinot *et al.* (1994), per cui la formazione del terrazzo T2 è da riferirsi a circa 330 ka, in accordo con Kieffer (1971).

Tra Paternò e la costa ionica a sud di Catania (Fig. 2), una serie di terrazzi alluvionali costieri del Fiume Simeto (T3-T5), ubicati a quote variabili da 250 a 50 m, si appoggiano indeformati sulla porzione occidentale e lungo il fianco meridionale dell'anticlinale (Fig. 3). Il terrazzo T3 si ritrova solamente nelle aree occidentali (Fig.

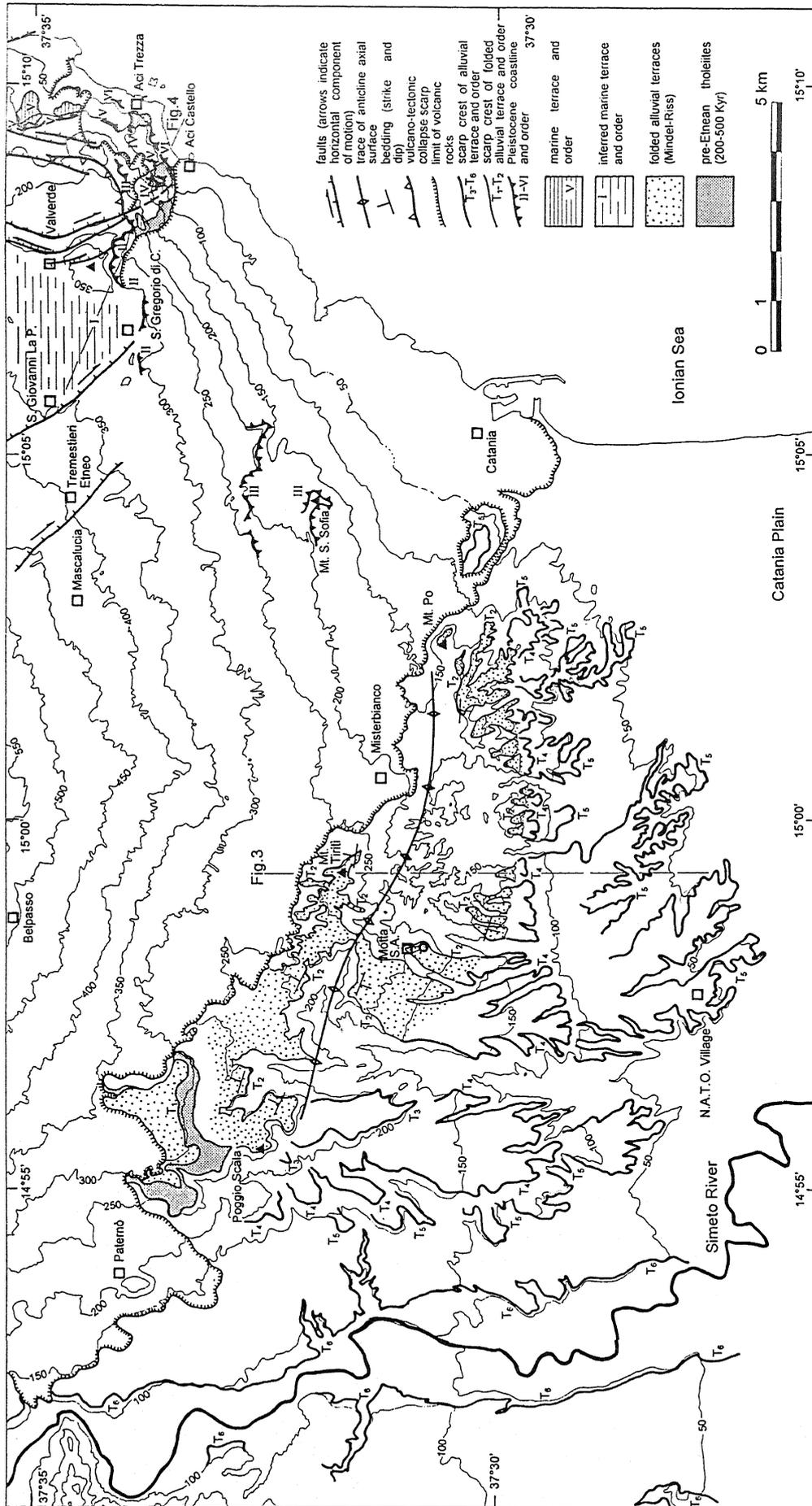
Considerata l'età dei terrazzi deformati (T1 e T2) e di quelli indeformati (T3-T5), la crescita dell'anticlinale risulta confinata ad un periodo compreso all'incirca tra 330 e 240 ka ed è chiaramente anteriore alla formazione dell'edificio vulcanico vero e proprio avvenuta a partire da circa 180 ka.

Tenuto conto dell'età e della quota minima di affioramento dei terrazzi T2 - T5 (Fig. 2 e Tab.1), il tasso di sollevamento regionale dell'area a sud dell'Etna può essere quantificato in un valore attorno ad 1 mm/a a partire da circa 240 ka. Fino a quel periodo i sollevamenti sono da imputare alle deformazioni tangenziali in quanto il terrazzo T2 (~330 ka), pur risultando sollevato fino a circa 350 m nella zona di cresta dell'anticlinale, lungo il fianco meridionale della struttura raggiunge quote poco più alte dei terrazzi più recenti (Fig. 2).

Verso est, lungo la costa ionica, il sollevamento dell'area a partire dalla fine del Pleistocene medio è confermato dal ritrovamento di un livello di spiaggia (III in Fig. 2), intercalato a lave alcalino-sodiche risalenti a 170-

Fig. 2 - Carta morfotettonica dell'area a sud dell'Etna (localizzazione in Fig. 1).

Morphotectonic map of the area to the south of Mt. Etna (see location in Fig. 1).



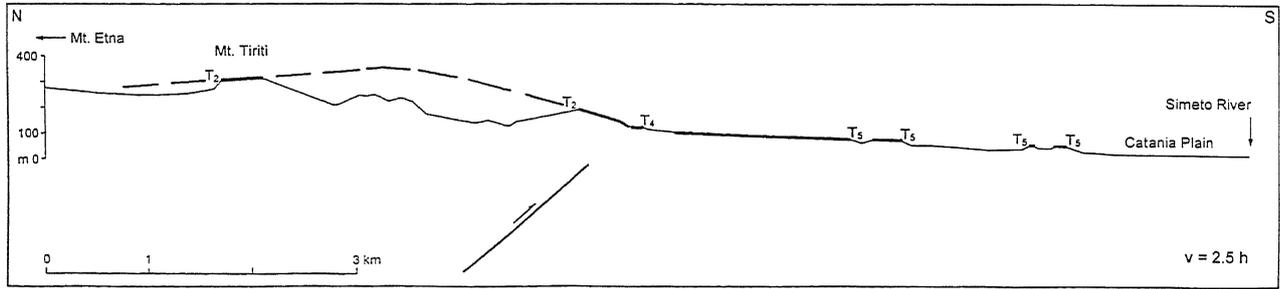
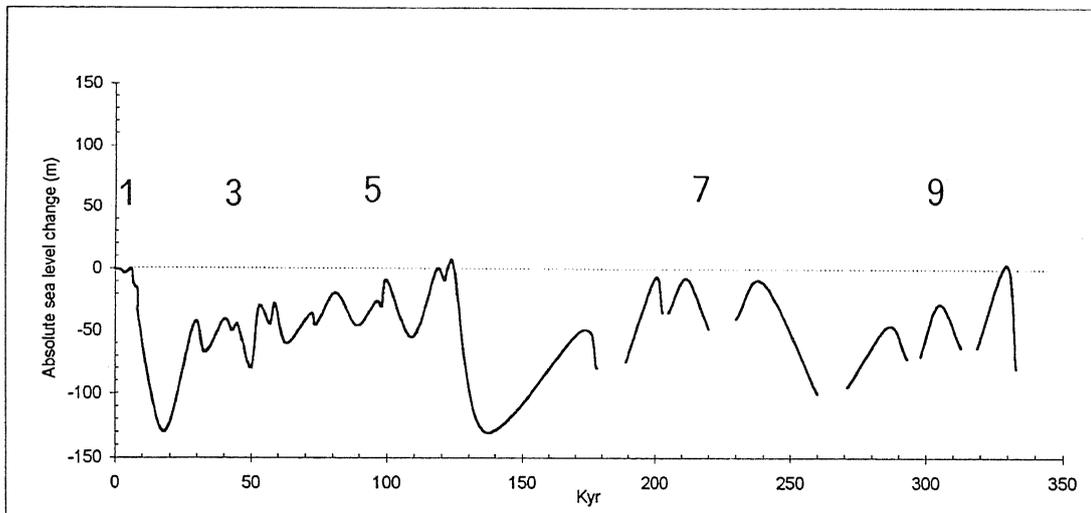


Fig. 3 - Profilo topografico (localizzazione in Fig. 2) dell'area a sud dell'Etna compresa tra Motta S. Anastasia, Misterbianco e la Piana di Catania. Si osservano il terrazzo T2 deformato da un'anticlinale ed i terrazzi T4 e T5 indeformati.

Topographic profile (see Fig. 2 for location) of the area south of Mt. Etna between Motta S. Anastasia, Misterbianco and the Catania Plain. Note terrace T2 warped by an anticline and the undeformed terraces T4 and T5.

Tabella 1 - Relazione tra i terrazzi alluvionali costieri a sud dell'Etna (localizzazione in Fig. 2) e gli stadi isotopici di Bassinot *et al.*, (1994), ottenuta grazie alla determinazione dei clasti vulcanici di origine etnea contenuti nei conglomerati alluvionali. In alto la curva eustatica (da Chappel & Shackleton, 1986, modificata) con i relativi stadi isotopici.

*Relationship between coastal alluvial terraces located south of Mt. Etna (see Fig. 2 for location) and isotopic stages of Bassinot *et al.*, (1994), obtained from Etnean volcanic clasts of alluvial conglomerates. In the upper part of the table, the eustatic curve (from Chappel & Shackleton, 1986, modified) and the respective isotopic stages.*



Ordine del terrazzo	Quota minima (m)	Stadio isotopico ed età (Ka)	unità di appartenenza dei clasti vulcanici ed età in Ka (Gillot <i>et al.</i> , 1994)
T2	150	9 (330-300)	tholeiiti pre-etnee (350-250)
T3	205	7 (240-190)	tholeiiti pre-etnee (350-250)
T4	125	5 (125-80)	Centri alcalini antichi (180-100)
T5	50	3 (60-30)	Trifoglietto (80-60)

100 ka (Gillot *et al.*, 1994) e marcato da lenti di conglomerati basaltici con resti di malacofauna, a quota 180 m poco a NW di Acì Trezza. Considerata l'età delle lave, questo livello deve essere legato alla trasgressione tirreniana di 125 ka (III in Fig. 4a). Altri livelli di spiaggia, riferibili agli *high-stand* di 200 ka, 100 ka, 80 ka e 60 ka, sono stati già segnalati nella stessa area da Kieffer (1971), a quota 230 m, 130 m, 100 m e 40 m, rispettivamente (Fig. 4a). Il tasso di sollevamento ottenuto è quindi di 1,4 mm/a, a partire da 200-250 ka (Fig. 4b). Un valore così

elevato è da attribuire al sistema di faglie normali attive immergenti verso lo Ionio, orientato NNW-SSE nel basso versante sud-orientale etneo dove presentano una leggera componente orizzontale destra e NNE-SSW in quello nord-orientale (Fig. 1), legato ad un'estensione regionale WNW-ESE (Monaco *et al.*, 1997). La prosecuzione a mare verso sud di questo sistema è stata osservata grazie ad una serie di profili sismici monocanale (Scandone *et al.*, 1981) e multicanale, quest'ultimi di recente acquisizione (Monaco *et al.*, 1995; Hirn *et al.*, 1997).

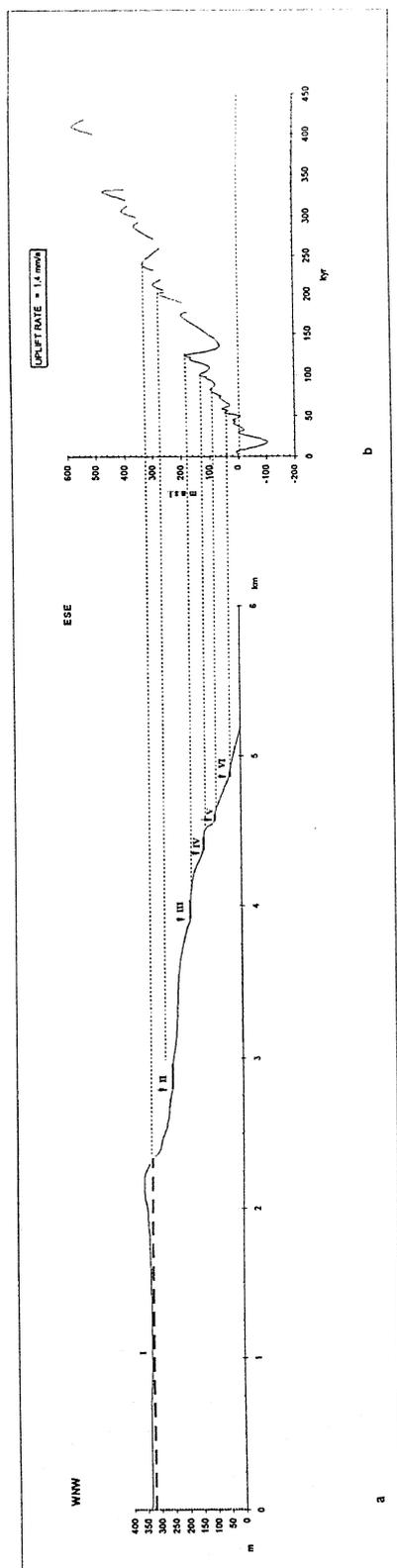


Fig. 4 - Profilo topografico (localizzazione in Fig. 2) del basso versante sud-orientale dell'Etna (a) e correlazione delle linee di costa pleistoceniche con la curva eustatica di riferimento (da Chappel & Shackleton, 1986; Bassinot *et al.*, 1994) modificata per una velocità di sollevamento di 1,4 mm/a (b).

Topographic profile (location in Fig. 2) of the lower southeastern slope of Mt. Etna (a) and correlation between Pleistocene coastlines and picks of the eustatic curve (from Chappel & Shackleton, 1986; Bassinot *et al.*, 1994), modified for an uplift rate of 1.4 mm/a (b).

3. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

L'insieme dei dati raccolti suggerisce che nell'area meridionale etnea la tettonica compressiva tangenziale, legata all'evoluzione del fronte della catena, si sia esaurita circa 240.000 anni fa. A partire da questo periodo si ha un forte sollevamento dell'area legato all'attivazione di un sistema di faglie normali lungo la costa ionica nel Pleistocene medio-superiore, in risposta ad una direzione di estensione regionale WNW-ESE. I tassi di sollevamento risultano maggiori in prossimità della costa (1,4 mm/a), dove si localizza il sistema di faglie normali, e minori (circa 1 mm/a) verso ovest, tra il vulcano e la Piana di Catania, in accordo con i modelli di deformazione flessurale della

crosta in corrispondenza di faglie normali (King *et al.*, 1988; Armijo *et al.*, 1996).

L'inizio del vulcanismo etneo vero e proprio (circa 180 ka), posteriore alla formazione dell'anticlinale, risulta invece coevo all'attivazione del sistema di faglie normali lungo la costa ionica. Ciò esclude che le strutture compressive affioranti a sud dell'Etna siano causate dall'espansione gravitativa del vulcano, come proposto da Borgia *et al.* (1992), in quanto anteriori alla crescita dell'edificio vulcanico e suggerisce che quest'ultima sia legata alla deformazione crostale al letto (*rift-flank volcano*) del sistema di faglie normali immergenti verso lo Ionio (Ellis & King, 1991; Monaco *et al.*, 1995; 1997).

RINGRAZIAMENTI

Lavoro eseguito con il contributo finanziario del C.N.R. e del G.N.V. Si ringrazia il Prof. Renato Cristofolini per gli utili suggerimenti ed il Prof. Luigi Tortorici per la lettura critica del manoscritto. Si ringrazia inoltre Marcello Bianca per l'elaborazione grafica delle curve eustatiche.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 1979 - *Geological Map of Mt. Etna*. C.N.R., Progetto Finalizzato Geodinamica.
- Armijo R., Meyer B., King G.C.P., Rigo A. & Papanastassiou D., 1996 - *Quaternary evolution of the Corinth Rift and its implications for the Late Cenozoic evolution of the Aegean*. *Geophys. J. Int.*, **126**, 11-53.
- Bassinot F.C., Labeyrie L.D., Vincent E., Quidelleur X., Shackleton N.J. & Lancelot Y., 1994 - *The astronomical theory of climate and the age of the Brunhes-Matuyama magnetic reversal*. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **126**, 91-108.
- Borgia A., Ferrari L. & Pasquarè G., 1992 - *Importance of gravitational spreading in the tectonic and volcanic evolution of Mount Etna*. *Nature*, **357**, 231-235.
- Chappel J. & Shackleton N.J., 1986 - *Oxygen isotopes and sea level*. *Nature*, **324**, 137-140.
- Chester D.K. & Duncan A.M., 1982 - *The interaction of volcanic activity in Quaternary times upon the evolution of the Alcantara and Simeto rivers, Mt. Etna, Sicily*. *Catena*, **9**, 319-342.
- Chester D.K., Duncan A.M., Guest J.E. & Kilburn C.R.J., 1985 - *Mount Etna: the anatomy of a volcano*. Chapman & Hall, London, 404 pp.
- Cristofolini R., Corsaro R.A. & Ferlito C., 1991 - *Variazioni petrochimiche nella successione etnea: un riesame in base a nuovi dati da campioni di superficie e da sondaggi*. *Acta Vulcanologica*, **1**, 25-37.
- Ellis M.A. & King G.C.P., 1991 - *Structural control of flank volcanism in continental rifts*. *Science*, **254**, 839-842.
- 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.
- Hirn A., Nicolich R., Gallart J., Laigle M., Cernobori L. &