

## SOLLEVAMENTI E TETTOGENESI PLEISTOCENICA LUNGO IL MARGINE TIRRENO DEI MONTI PELORITANI: INTEGRAZIONE DEI DATI GEOMORFOLOGICI, STRUTTURALI E BIOSTRATIGRAFICI

**S. Catalano - A. Di Stefano**  
 Istituto di Geologia e Geofisica, Università di Catania, Catania

**ABSTRACT** - *Uplifting and pleistocene tectogenesis along the Tyrrhenian margin of Peloritani Mountains: integrated geomorphological, structural and biostratigraphic data* - Il Quaternario Italian Journal of Quaternary Sciences, 10(2), 1997, 337-342 - The Tyrrhenian margin of Peloritani Mountains in NE Sicily, has developed under a general transtensive regime since the Serravallian. Two principal stages of deformation were identified. The older phase gave rise to a N-S trending horst and graben system, connected with the earlier extensional events. The following configuration of the margin derived from the tectonic activity along the Plio-Pleistocene open shelf sequences. After 600 ka, these depocentres were dismembered by block faulting, which caused also a differential uplift between culminating areas and depressed coastal zones. The total amount of uplift recorded in the area in the last 600 ka exceeds 650 m with an average slip rate of 1+1.1 mm/a, which is the common value all over the area. In the downthrown portions of the margin, uplifting was contemporaneously partially balanced.

Parole chiave: Geomorfologia, biostratigrafia, neotettonica, Sicilia nord-orientale.  
 Key words: Geomorphology, biostratigraphy, neotectonics, NE Sicily.

### 1. PREMESSA

Il margine tirrenico dei Monti Peloritani, in Sicilia nord-orientale, si è sviluppato in un generale regime trassensivo, a partire dal Serravalliano. Esso si è sovrapposto ad una preesistente geometria a *thrust* di età oligo-miocenica relativa ai settori interni dell'Orogene Appenninico-Maghrebide, costituiti dalle unità kabilo-calabridi (Lentini *et al.*, 1994; 1995). La deformazione estensionale peritirrenica è stata accompagnata dalla deposizione di potenti successioni supramioceniche e plio-pleistoceniche che hanno scandito le fasi della strutturazione. Negli ultimi anni è stato ricostruito un quadro sufficientemente aggiornato degli eventi tettono-sedimentari dal Serravalliano

al Pleistocene inferiore (Lentini *et al.*, 1995; Di Stefano & Lentini, 1995). I dati fin qui raccolti sull'evoluzione recente e sub-attuale della regione (Lentini *et al.*, 1996; Catalano & Cinque, 1995; Di Stefano & Caliri, 1996) hanno evidenziato che consistenti variazioni del margine peritirrenico siciliano sono avvenute a partire dal Pleistocene medio ad oggi, accompagnato da notevoli tassi di surrezione delle aree emerse. Nel presente lavoro viene fornito un quadro complessivo dei dati geologico-strutturali, biostratigrafici e geomorfologici recentemente raccolti lungo la costa tirrenica siciliana da Capo d'Orlando a Capo Peloro (Fig. 1), finalizzati all'analisi delle relazioni tra la tetto-genesi pleistocenica ed i notevoli tassi di sollevamento segnalati nell'area.

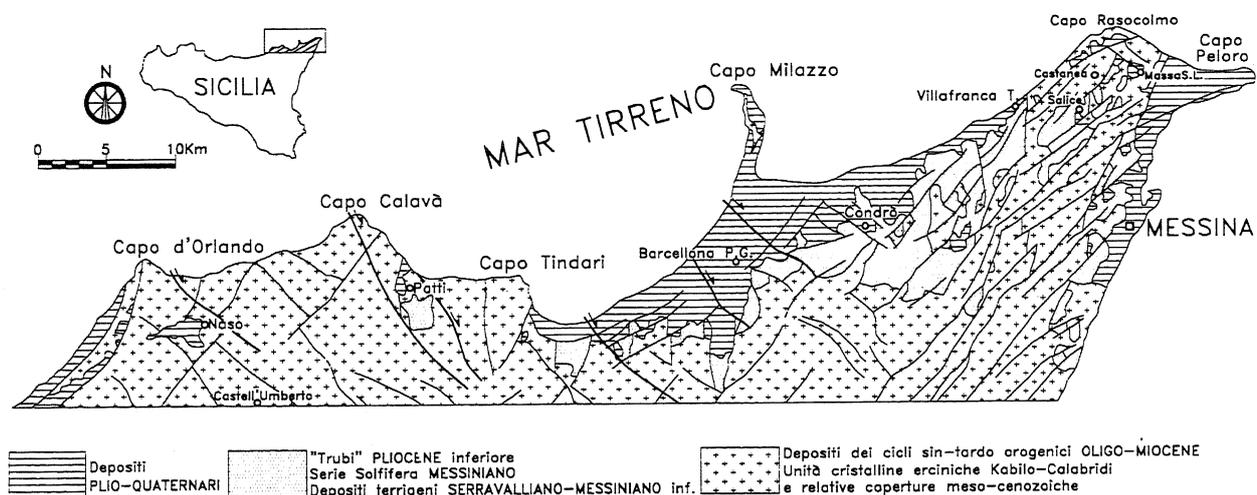


Fig. 1 - Schema geologico strutturale dell'area investigata.  
 Geological sketch map of the study area.

## 2. LINEAMENTI GEOLOGICO-STRUTTURALI E GEOMORFOLOGICI DEL MARGINE TIRRENICO PELORITANO

L'odierno assetto del margine tirrenico dei Monti Peloritani è costituito da un vasto settore di alto strutturale direttamente collegato all'asse di massima culminazione dell'Orogene Appenninico-Maghrebide che si protende in senso meridiano verso mare nelle zone di Capo d'Orlando-Capo Tindari (Alto di Naso) ad ovest, e Capo Rasocolmo (Alto di Castanea) ad est (Fig. 1). Il confine tra aree sollevate e aree depresse in gran parte coincide con la linea di costa attuale e rientra a terra ad est di Capo Tindari, in corrispondenza di una depressione parallela alla costa (Depressione di Barcellona), estesa verso est fino alle aree di Villafranca Tirrena (Fig. 1). I margini di questa depressione, così come i tratti di costa alta, sono controllati da due principali sistemi di faglie, rappresentati nell'area da direttrici destre orientate NW-SE e faglie normali ad orientazione NE-SW. Questo *set* di strutture si è originato a partire dal Pliocene superiore (Lentini *et al.*, 1996; Di Stefano & Lentini, 1995). Esse hanno dislocato una preesistente struttura ad *horst* e *graben* ad andamento meridiano le cui depressioni strutturali sono evidenziate da potenti accumuli clastici di età serravalliano-tortoniana. Questi antichi depocentri sono stati totalmente colmati dalle evaporiti messiniane e dai depositi pelagici infra-medio pliocenici. Questi ultimi hanno estesamente trasgredito anche la sommità degli *horst* andando a poggiare direttamente sul substrato pre-Serravalliano. L'attivazione delle strutture supraplioceniche è coincisa con una rapida riorganizzazione dei depocentri dei bacini peritirrenici (Di Stefano & Lentini, 1995), che ha determinato in alcuni casi l'abbandono e l'emersione dei depocentri preesistenti ed in altri la trasgressione marina su aree precedentemente emerse. I depositi marini del Pliocene superiore e del Pleistocene sono in gran parte conservati nelle aree oggi depresse, ma le relative linee di massima ingressione marina si possono ricostruire su un'area molto più vasta comprendente anche zone degli alti strutturali odierni. Questi sono caratterizzati dalla presenza di un paesaggio policclico in cui la gran parte dell'energia del rilievo si è prodotta in seguito all'approfondimento recente del reticolo idrografico conseguente al sollevamento finale dell'area. Nel promontorio dell'Alto di Naso alla sommità del rilievo è riconoscibile una superficie di spianamento subaereo oggi ridotta, per la diffusa dissezione dell'area, in lembi, il maggiore dei quali affiora nell'area di Castell'Umberto (Fig. 1). La correlazione tra i diversi lembi permette di ricostruire una unica superficie subpianeggiante debolmente immergente verso ovest. Verso mare, nell'area di Naso (Fig. 1), una paleosuperficie con caratteri analoghi, posta tra quota 500 e 400 m s.l.m. e modellata su orizzonti inframiocenici (Flysch di Capo d'Orlando), è ricoperta da una potente successione di mare aperto calcarenitico-sabbioso-argilloso, recentemente datata al Pleistocene medio (Di Stefano & Caliri, 1996). Questa passa lateralmente a facies di spiaggia e di ambiente continentale in corrispondenza di una antica scarpata di faglia, posta tra Naso e Castell'Umberto, coincidente con la linea di massima ingressione marina del Pleistocene.

Al tetto dei depositi di Naso è modellato un terrazzo di abrasione marina alla quota di circa 550 m s.l.m.. Questo costituisce nell'area il primo di sei ordini di terrazzi disposti rispettivamente alle quote di 480, 380, 250, 130-80 e 40 m s.l.m. (Fig. 2a). Il terrazzo di II ordine è il più esteso arealmente e deriva in gran parte dalla riesumazione della preesistente paleosuperficie di appoggio dei depositi mediopleistocenici, sui quali è modellata la relativa ripa di erosione. Questo terrazzo è sospeso verso mare in corrispondenza di una faglia ad andamento NE-SW, la cui scarpata è modellata al piede dal sottostante terrazzo marino di III ordine. Una ulteriore faglia normale separa il terrazzo di IV dalle spianate di abrasione di V ordine disposte dalla quota 130 fino alla quota 80. L'ultimo ordine di terrazzi marini (VI) è sospeso lungo le linee di faglia che definiscono la costa attuale. Ad est di Capo Tindari la prosecuzione dell'alto strutturale è caratterizzato da un paesaggio sommitale gradato a creste, con bassa energia del rilievo, accordato a superfici subspianate abbandonate ad alte quote lungo i versanti. Questo paleopaesaggio è progressivamente ribassato verso NW da faglie normali orientate NE-SW. Una superficie con caratteri morfologici confrontabili si riconosce anche alla base dei depositi plio-pleistocenici, caratterizzati da un appoggio molto articolato sul substrato. Le faglie normali a direzione NE-SW si estendono fino alle aree costiere, formando una gradinata che disloca anche i terreni recenti. All'interno di essa è possibile apprezzare la diversa orientazione delle linee di faglia prossime alla costa rispetto a quelle dell'entroterra, le cui direzioni divergono di circa 20° verso nord. Ancora più ad est nell'Alto di Castanea il paesaggio sommitale è costituito da ampie spianate di abrasione marina, modellate su orizzonti supramiocenici e infra-medio-pliocenici. Queste sono disposte secondo 5 ordini rispettivamente affioranti tra le quote 450-390, 350-320, 240, 130-80 e 35 (Fig. 2b). I diversi ordini sono sospesi lungo scarpate di faglia modellate al piede dai terrazzi di ordine successivo. Nell'area sono stati riconosciuti anche differenti ordini di terrazzi fluviali che disegnano antichi profili di equilibrio sospesi verso mare lungo linee di faglia. E' evidente una marcata divergenza tra gli elementi fluviali più antichi e gli attuali profili di equilibrio dei corsi d'acqua (Fig. 2b). La generale disposizione degli elementi morfologici riconosciuti attesta, come già segnalato da Catalano & Cinque (1995), un progressivo spostamento dell'attività delle faglie verso mare. I terrazzi marini di IV e V ordine dell'Alto di Castanea si correlano altimetricamente rispettivamente con i terrazzi di V e VI ordine dell'Alto di Naso (Fig. 2a,b). Le superfici di abrasione relative a questi due ordini si seguono con continuità in tutta la fascia costiera tra Capo Peloro e Capo d'Orlando e risultano assenti solo in alcuni tratti di costa alta controllati da faglie, che evidentemente post-datano le forme di abrasione.

## 3. SUCCESSIONI PLIO-PLEISTOCENICHE DEL MARGINE PERITIRRENICO PELORITANO

Le successioni plio-pleistoceniche peritirreniche dei Monti Peloritani mostrano una sequenza complessivamente trasgressiva con passaggio verticale da calcareniti-

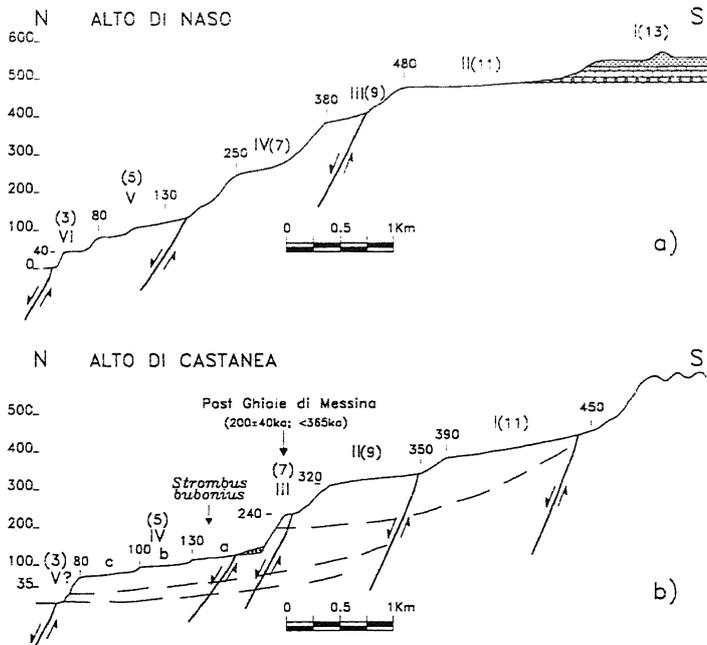


Fig. 2 - Terrazzi marini nell'area di Naso e Castanea: per ciascun ordine sono riportate le quote e lo stadio isotopico cui sono stati attribuiti.  
 Marine terraces of the Naso and Castanea areas: for each of them the altitude and the respective isotopic stage are quoted.

contraddistinte da un appoggio discordante e diacrono su differenti termini del substrato, fino a ricoprire in alcuni punti direttamente le unità cristalline senza l'interposizione dei depositi dei cicli peritirrenici precedenti. In generale gli orizzonti basali più antichi affiorano nei settori orientali e sono rappresentati da sabbie e calcareniti del Pliocene superiore (zona MNN19a di Rio *et al.*, 1990). Verso ovest la base data già al Pleistocene inferiore (zona MNN19b) anche se non è isocrona in tutta l'area. Si riconoscono infatti settori dove la base dei depositi ringiovanisce alla zona MNN19c (Pleistocene inferiore alto) riconosciuta nelle calcareniti di base della sezione di Condò, fino alla zona MNN19f del Pleistocene medio (*range* di distribuzione di *Gephyrocapsa* sp. 3) identificata nelle argille basali nell'area di Villafranca Tirrena. Questi stessi orizzonti nelle aree adiacenti poggiano in continuità o con deboli discordanze locali sui termini del Pleistocene medio sono attualmente rinvenibili a quote differenti nei diversi settori della depressione. Essi raggiungono le quote massime nei blocchi rialzati lungo la gradinata di faglie normali del margine sud-orientale, affiorando a 330 m s.l.m. a Salice fino ai 563 m nell'area di

ti e sabbie verso orizzonti argillosi ed hanno una età compresa tra il Pliocene superiore ed il Pleistocene medio (Di Stefano, 1996) (Fig. 3). Le successioni sono

Rometta dove sono state segnalate da Violanti *et al.* (1987). Tale quota è confrontabile con quella raggiunta dai depositi mediopleistocenici rinvenuti sull'Alto di

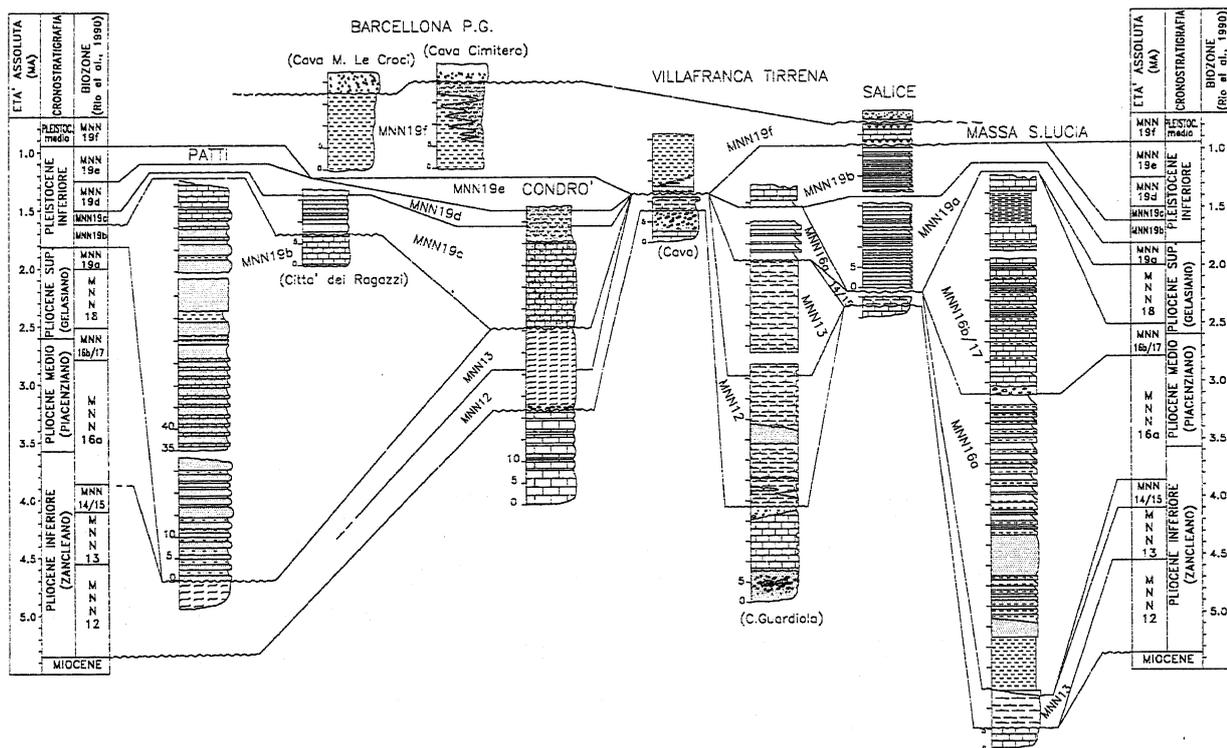
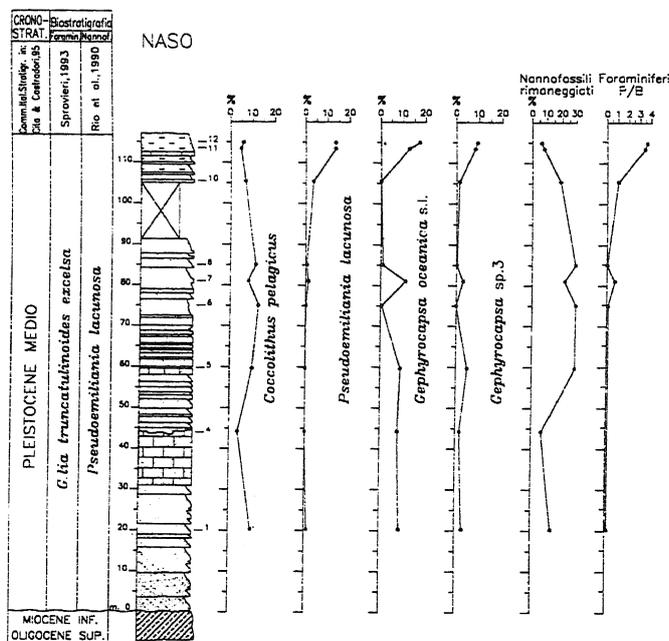


Fig. 3 - Sezioni stratigrafiche relative alle sequenze del Pliocene superiore-Pleistocene e relativo substrato, lungo il margine peritirrenico tra Patti e Massa S. Lucia.

Stratigraphic logs of the Upper Pliocene-Pleistocene deposits and their substratum, along the depressed coastal zones between the villages of Patti and Massa S. Lucia.



Naso, costituiti alla base da livelli conglomeratici, passanti lateralmente e verso l'alto a calcareniti e sabbie, e al tetto da depositi argillosi. Lo spessore totale della sequenza è di circa 120 m (Fig. 4). Il contenuto in nannoflore e in microfaune a foraminiferi ha consentito di attribuire la successione rispettivamente alle biozone a *Pseudoemiliania lacunosa* (MNN19f; Rio *et al.*, 1990) e a *Globorotalia truncatulinoides excelsa* (Sprovieri, 1993), ad un intervallo di età compreso tra 944-584 ka (range di distribuzione di *Gephyrocapsa* sp.3; Castradori, 1993) (Di Stefano & Caliri, 1997). L'analisi degli indicatori paleoclimatici e batimetrici ha consentito di ricostruire due eventi freddi separati da un picco caldo intermedio ed un generalizzato approfondimento finale (oltre 100 metri di profondità) corrispondente all'inizio di un evento caldo (Fig. 4). Le oscillazioni batimetriche registrate rientrano nell'ambito di un range minimo di circa 50 metri. I dati raccolti permettono di individuare un tratto di curva eustatica confrontabile con il primo picco eustatico dello stadio 15 della curva isotopica di Shackleton *et al.*, 1990, riferibile a circa 600 ka (Fig. 5). Nel settore centrale della Depressione di Barcellona le argille mediopleistoceniche raggiungono quote massime di 75 m nell'area di Barcellona P.G. dove sono ricoperte stratigraficamente dalle Ghiaie e Sabbie di Messina. Questa formazione clastica è distribuita nei settori ribassati della gradinata di faglie del margine orientale, e quindi sono limitate alle aree prossime alla costa. Essa è costituita da conglomerati di ambiente da transizionale a continentale. I contatti alla base della formazione sono generalmente bruschi ad indicare una rapida variazione delle condizioni batimetriche, probabilmente connessa ad un evento eustatico. Le Ghiaie sono state assegnate in letteratura al Pleistocene medio, in particolare il contenuto in mammalofaune indicherebbe un'età non più vecchia di  $200.000 \pm 40$  ka (Bonfiglio, 1991).

Fig. 4 - Grafici di distribuzione di alcuni nannofossili indicativi e rapporto P/B (tra foraminiferi planctonici e bentonici) nella successione mediopleistocenica di Naso

*Distribution pattern of selected nannofossils and P/B ratio along the sequence cropping out at the Naso culmination.*

#### 4. DATAZIONE DEI TERRAZZI MARINI

I dati fin qui raccolti permettono una datazione diretta o indiretta dei diversi ordini di terrazzi marini riconosciuti. L'elevata ampiezza di alcune piattaforme di abrasione ed il carattere policiclico delle spianate, come già segnalato in Catalano & Cinque (1995), suggeriscono di assegnare ciascun ordine ad un intero stadio isotopico caldo. Su questa base le spianate di abrasione poste tra quota 130-80 sono attribuibili, nel loro complesso, al Tirreniano (stadio isotopico 5) per il ritrovamento di esemplari di *Strombus bubonius* nell'area di Capo Peloro (Bonfiglio & Violanti, 1983), con un tasso di sollevamento di queste forme di circa 1 mm/a a partire dall'età della loro genesi. Nell'Alto di Castanea, un valore confrontabile è estendibile anche al terrazzo di III ordine di quota 240, modellato al tetto delle Ghiaie di Messina e quindi riferibile allo stadio isotopico 7. Nell'ipotesi di un sollevamento costante nel tempo e nello spazio durante tutta la fase surrettiva, le forme sospese più recenti nell'Alto di Castanea sarebbero attribuibili per la loro attuale quota (35 m s.l.m.) allo stadio isotopico 3, mentre i terrazzi di II e III ordine sarebbero rispettivamente assegnabili agli stadi isotopici 9 e 11. Tale ipotesi è in accordo con l'evidenza che le faglie della gradinata su cui sono modellati i terrazzi non hanno agito contemporaneamente, ma hanno avuto intervalli di attività distinti e progressivamente più recenti verso mare, ed è rafforzata dai nuovi dati raccolti nell'area di Naso, dove le quote massime raggiunte dalle argille mediopleistoceniche (550 m s.l.m.) permettono di estendere fino a 600 ka un tasso di sollevamento pari a circa 1.1 mm/a. La continuità fisica delle spianate di quota 130-80 tra Capo d'Orlando e Capo Rasocolmo permette di assegnare i terrazzi di V ordine affioranti a Naso allo stadio 5. Ciò testimonia che nell'area il tasso di sollevamento può essere considerato pressoché costante durante l'intera fase di surrezione dell'area (1-1.1 mm/a). In quest'ottica i terrazzi di Naso sarebbero rappresentativi degli stadi caldi del Pleistocene medio-superiore a partire dallo stadio 13.

#### 5. CONCLUSIONI

I dati raccolti permettono di fissare alcuni vincoli nell'evoluzione recente del margine tirrenico peloritano. L'assetto attuale è il prodotto di una intensa tettonica medio-supra-pleistocenica, ancora oggi attiva, responsabile di movimenti verticali differenziali tra l'asse di massima culminazione della catena, solidale con gli alti strutturali di Naso e Castanea, e la Depressione di Barcellona. Tali movimenti sono evidenziati dalla dislocazione di orizzonti non più antichi di 940 ka lungo le principali strutture che bordano la depressione. Rigetti fino a 500

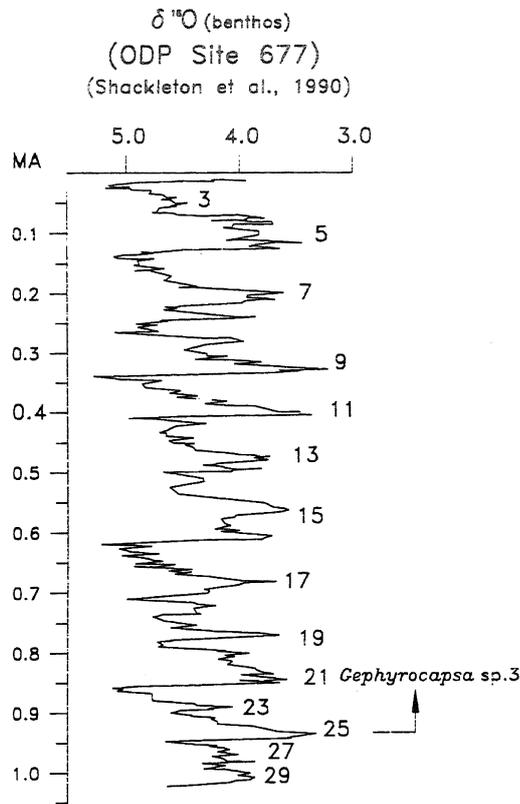


Fig. 5 - Scala del Tempo Geologico e curva degli isotopi stabili dell'Ossigeno per il tratto compreso tra 1Ma e oggi.

*Geological Time Scale and Oxygen Isotope Curve.*

metri sono stati cumulati lungo le direttrici orientate NW-SE che la delimitano ad ovest. Tale rigetto va compreso in un intervallo di 600 ka, età del tetto della successione di Naso e l'inizio dello stadio isotopico 5 (130 ka), momento in cui tutta l'area inizia a sollevarsi solidalmente. Un rigetto totale confrontabile deriva dalla sommatoria dei rigetti ripartiti lungo le faglie normali a direzione NE-SW che costituiscono il bordo sud-orientale della depressione. Il cumulo dei rigetti lungo la gradinata di faglie non si associa ad un tasso medio di sollevamento superiore nei blocchi rialzati. La disposizione altimetrica delle forme medio-suprapleistoceniche sospese indicano che il tasso di sollevamento negli ultimi 600 ka è rimasto uniforme su tutti i settori della gradinata e valutabile intorno ad 1-1.1 mm/a. Ciò è in accordo con l'evidenza geomorfologica di una progressiva migrazione dell'attività delle faglie normali verso mare. I dati geologico-geomorfologici indicano inoltre che i movimenti assoluti di sollevamento sono via via decrescenti nei settori più prossimi alla costa e quindi, considerando il tasso costante in tutta l'area, devono essere riferiti a intervalli di tempo sempre più ristretti. Lo *slip-rate* delle faglie durante il periodo di attività ha in sostanza bilanciato il tasso di sollevamento regionale registrato nell'area. Il quadro morfologico complessivo riconosciuto è ottenibile ammettendo un sollevamento regionale di fondo accompagnato dalla disgiunzione tra blocchi cinematici adiacenti che avrebbe annullato del tutto gli effetti del sollevamen-

to nei settori via via ribassati dalle faglie attive lungo la gradinata di faglie. Tale meccanismo di sollevamento è da imputare a cause esterne alle strutture affioranti nell'area, che pertanto risulterebbero strutture di accomodamento ad un fenomeno di estensione regionale.

## BIBLIOGRAFIA

- Bonfiglio L., 1991 - *Correlazioni tra depositi a mammiferi, depositi marini, linee di costa e terrazzi medio e tardo-pleistocenici nella Sicilia orientale*. Il Quaternario, 4(1b), 205-214.
- Bonfiglio L. & Violanti D., 1983 - *Prima segnalazione di Tirreniano ed evoluzione pleistocenica del Capo Peloro (Sicilia nord-orientale)*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 6, 3-15.
- Castradori D., 1993 - *Calcareous nannofossil biostratigraphy and biochronology in Eastern Mediterranean deep-sea cores*. Riv. It. Paleont. Strat., 99(1), 107-126.
- Catalano S. & Cinque A., 1995 - *Dati preliminari sull'evoluzione neotettonica dei Peloritani settentrionali (Sicilia nord-orientale) sulla base dei dati morfologici*. Studi Geologici Camerti, Vol. Spec. (1995/2), 113-123.
- Di Stefano A., 1996 - *Biostratigrafia a Nannofossili Calcarei dei depositi plio-pleistocenici del settore centrale del margine tirrenico dei Monti Peloritani (Sicilia Nord-Orientale)*. Riassunti, XIII Conv. Soc. Paleont. It., Parma, settembre, 1996.
- Di Stefano A. & Caliri A., 1996 - *Dati biostratigrafici sui depositi pleistocenici di Naso (ME) (Sicilia Nord-Orientale)*. Boll. Soc. Paleont. It., 35(3), 229-243.
- Di Stefano A. & Lentini R., 1995 - *Ricostruzione stratigrafica e significato paleotettonico dei depositi plio-pleistocenici del margine tirrenico tra Villafranca Tirrena e Faro (Sicilia nord-orientale)*. Studi Geologici Camerti, Vol. Spec. (1995/2), 219-237.
- Lentini F., Carbone S. & Catalano S., 1994 - *Main structural domains of the central mediterranean region and their tectonic evolution*. Boll. Geofis. Teor. e Appl., 36(141-144), 103-125.
- Lentini F., Carbone S., Catalano S., Di Stefano A., Gargano C., Romeo M., Strazzulla S. & Vinci G., 1995 - *Sedimentary evolution of Neogene basins in mobile belts: examples from Tertiary terrigenous sequences of the Peloritani Mts. (NE Sicily)*. Terra Nova, 7, 161-170.
- Lentini F., Grasso M., Carbone S. & Catalano S., 1996 - *Elementi per la ricostruzione del quadro strutturale della Sicilia Orientale*. Mem. Soc. Geol. It., 51(1), 179-195.
- Rio D., Raffi I. & Villa G., 1990 - *Pliocene-Pleistocene calcareous nannofossil distribution patterns in the Western Mediterranean*. In: Kastens, K.A., Mascle, J., et al. (eds.), Proceedings of ODP, Scientific Result, 107, 513-533.
- Shackleton N.J., Berger A. & Peltier W.R., 1990 - *An alternative astronomical calibration of the lower Pleistocene timescale based on ODP Site 677*. Trans. R.

Soc. Edinburgh, Earth Science, **81**, 251-261.

Sprovieri R., 1993 - *Pliocene-Early Pleistocene astronomically forced planktonic foraminifera abundance fluctuations and chronology of Mediterranean calcareous plankton bio-events*. Riv. Ital. Paleont. Strat., **99**(3), 371-414.

Violanti D., Bonfiglio L. & Saccà D., 1987 - *Foraminiferi pleistocenici ed interpretazioni paleoambientali in un*

*affioramento della Sicilia nord-orientale (Rometta, Messina)*. Riv. It. Paleont. Strat., **93**(2), 251-286.

*Ms. ricevuto il: 23. 4. 1997*

*Inviato all'A. per la revisione il: 9. 7. 1997*

*Testo definitivo ricevuto il: 6.9. 1997*

*Ms received: April 23, 1997*

*Sent to the A. for a revision: July 9, 1997*

*Final text received: Sept. 6, 1997*