

L'ARCO CALABRO-PELORITANO: ASPETTI DI GEOLOGIA MARINA

RENZO SARTORI

Istituto di Geologia Marina, via Zamboni 65, 40127 Bologna

RIASSUNTO. — Dati geofisici (sismica, gravimetria, etc.) e geologici (campionature) raccolti nelle aree tirreniche e joniche permettono di avanzare alcune ipotesi sull'evoluzione neogenica dell'Arco nel quadro geodinamico del Mediterraneo centrale.

In particolare, l'attuale configurazione sembra il risultato di una evoluzione spazio-temporale differente per i diversi segmenti dell'Arco, evoluzione registrata nelle aree marine da eventi tettonico-sedimentari.

Per quanto riguarda inoltre la prosecuzione del dominio calabro-peloritano all'interno del Tirreno, si segnala la presenza al M. Flavio Gioia, ad oltre 150 km dalla costa, di complessi confrontabili con unità della Sila o col segmento Aspromonte-Peloritani.

ABSTRACT. — Geophysical (seismic profiles, gravimetric maps, etc.) and geological (samplings) data collected in the ionian and tyrrhenian areas allow to discuss the Neogene evolution of the calabro-peloritanian arc in the frame of the geodynamic events that occurred in the central Mediterranean.

In particular, the present configuration was achieved by a differential evolution of the discrete major segments making up the arc. This is recorded in the marine areas by peculiar tectonic-sedimentary events.

As regards the extension of the calabrian structural domain within the deep Tyrrhenian basin, the Flavio Gioia Smt., located more than 150 km off the coast, contains rock suites fairly corresponding to some Sila units and/or to the Aspromonte-Peloritani segment of the arc.

Introduzione

L'arco calabro-peloritano rappresenta un dominio strutturale particolarmente complesso, sia per quanto riguarda l'architettura orogenica, essenzialmente pre-Pliocenica, sia per le deformazioni causate da processi neotettonici. Dopo oltre un secolo di ricerche geologiche e petrografiche di terreno, sono tuttora accese vivaci discussioni fra gli studiosi non solo sulle interpretazioni, ma talora perfino sulle osservazioni di campagna.

In questo scenario può forse sembrare

pretenzioso parlare della geologia delle aree che si estendono al largo della costa jonica e di quella tirrenica, laddove la catena calabro-peloritana scompare sotto le acque del Mediterraneo. Ciononostante, parecchie campagne geologico-petrografiche sono state condotte di recente in queste aree da istituti italiani e stranieri (specialmente americani ed inglesi). In questa relazione si cercherà di rendere conto, in maniera molto sintetica e quindi necessariamente lacunosa, dei più recenti risultati ottenuti specialmente da parte dell'Istituto di Geologia Marina di Bologna. I principali argomenti trattati saranno la geologia e l'evoluzione post-Miocenica delle aree marine adiacenti all'arco ed il riconoscimento di elementi sottomarini strutturalmente pertinenti all'arco emerso.

I dati disponibili sono carte batimetriche, magnetiche, gravimetriche, del flusso di calore, una rete di oltre 5.000 miglia nautiche di profili sismici a riflessione e (rari) a rifrazione, numerose campionature del substrato acustico e delle coperture. Questi dati sono riportati in dettaglio nei lavori che richiamerò di volta in volta nel corso della relazione.

Caratteri geologici generali del M. Tirreno e del M. Jonio

Da un punto di vista fisiografico, l'arco calabro-peloritano è una stretta barriera che separa due vasti bacini: il Tirreno e lo Jonio, profondi oltre 3.600 e 4.000 m rispettivamente. Questi mari sono caratterizzati gravimetricamente da forti anomalie positive di Bouguer (oltre 250 e 320 mgal rispettivamente; MORELLI, 1970).

Nel Tirreno, grande profondità e anomalie di Bouguer fortemente positive si accompa-

gnano ad una crosta estremamente sottile, di tipo oceanico (11-15 km; FAHLQUIST e HERSEY, 1969; FINETTI e MORELLI, 1973; M. RECQ, comunicazione personale), ad alti ed irregolari valori del flusso di calore (DELLA VEDOVA e PELLIS, 1981; J.P. FOUCHER, comunicazione personale), ad intense anomalie magnetiche (BOLIS et al., 1981), ed a manifestazioni vulcaniche di età da tardo Tortoniano (7,3 M.A.) a recenti (Hsü, MONTADERT et al., 1978). Il vulcanismo è prevalentemente tholeitico nei grandi apparati delle zone più profonde ed interne (SELLI et al., 1977), calcalkalino e/o shoshonitico essenzialmente nell'area sudorientale, cioè nelle Isole Eolie e nella loro prosecuzione sommersa (BARBERI et al., 1973; BECALUVA et al., 1981). Una struttura sismo-genetica tipo « piano di Benioff » è presente nel Tirreno meridionale sudorientale e si spinge fino ad oltre 400 km di profondità. La sua geometria è tuttavia complessa e ancora controversa (DEL PEZZO et al., 1979; MANTOVANI et al., 1981; GASPARINI et al., 1982).

Tutti questi dati sembrano coerentemente indicare che il Tirreno è un'area oceanizzata nel Neogene e che la sua formazione (i cui processi sono tuttora dibattuti) riveste una importanza fondamentale per la comprensione delle deformazioni e rotazioni appenniniche e quindi anche dell'arco calabro. Per una revisione critica di questi problemi si rimanda a SCANDONE, 1979; CALCAGNILE et al., 1981.

Nel Mare Jonio, alla grande profondità ed all'elevato valore positivo dell'anomalia di Bouguer non sembrano accompagnarsi i fatti precedenti. Infatti, crosta e litosfera non sembrano estremamente assottigliate (FARUGGIA e PANZA, 1981; MANTOVANI e BOSCHI, 1982), non si hanno elevati valori di flusso di calore (ERICKSON e VON HERZEN, 1978), non si hanno forti anomalie magnetiche (BOLIS et al., 1981), nè si osserva vulcanesimo recente (FINETTI, 1981).

Queste osservazioni sono mutuamente in conflitto e non permettono tuttora di applicare *sic et simpliciter* all'area alcun univoco schema geodinamico. Alcuni autori ipotizzano la presenza di crosta oceanica antica, residuo della Tetide mesozoica (LAUBSCHER e BERNOULLI, 1977, etc.), altri pensano ad uno sprofondamento più recente, Terziario,

di una zona a crosta continentale, ed alla presenza di un mantello anomalmente denso (MANTOVANI et al., 1981; BALDI et al., 1982).

Il margine tirrenico dell'arco calabro

Il margine concavo dell'arco è occupato da tre bacini sedimentari peritirrenici: essi sono, da N a S, il bacino di Paola, quello di Gioia e quello di Cefalù (SELLI, 1970). Le notizie che qui riporto su queste aree sono riprese in forma sintetica da BARONE et al., 1982 a e b (*cum bibl.*).

I tre bacini ora menzionati possiedono la comune caratteristica di essersi individuati come aree subsidenti a partire dal Tortoniano, cioè successivamente all'impilamento delle unità tettoniche che costituiscono la parte interna della catena calabra ed al di sopra di esse. I bacini sono fra loro separati da importanti strutture, talora trascorrenti, trasversali anche all'arco emerso. In mare, queste strutture sono la prosecuzione della zona Sanginetto-basso Crati (faglia Sanginetto-M. Palinuro), della zona di Catanzaro (faglia Stromboli-Angitola) e della linea Tindari-Letojanni in Sicilia (alto vulcanico Salina-Vulcano e sua prosecuzione). A parte questi caratteri comuni, i tre bacini presentano una evoluzione tettonico-sedimentaria post-Tortoniana assai diversa.

Il bacino di Paola è orientato circa NNW-SSE ed è riempito da quasi 6.000 metri di sedimenti. Gli intervalli Tortoniano e Messiniano (con evaporiti marginali) sono rappresentati da poche centinaia di m, mentre con l'inizio del Pliocene inferiore si instaura nel bacino una enorme subsidenza, con accumulo di oltre 1,5 mm/anno di depositi terrigeni. Una discordanza di età Pliocene medio separa queste assise dalle successive, Pliocenico superiore - Pleistoceniche, che testimoniano una graduale diminuzione del tasso di sedimentazione (fino a 0,5 mm/anno) e che contengono varie discordanze di ordine minore. La diminuzione si accompagna ad una migrazione verso E-SE delle zone di massimo accumulo (depocentri). Le faglie più recenti del bacino di Paola sono orientate intorno N-S e NNW-SSE, in accordo con quanto osservato nella Calabria settentrionale (TORRICI, 1982).

Il bacino di Gioia è separato dal precedente dalla struttura E-W di Stromboli-Angi-

cola-Catanzaro (e/o sue vicarianti), è orientato circa NW-SE, come l'adiacente Calabria meridionale, e contiene meno sedimenti del bacino di Paola. A quasi 3.000 metri di depositi terrigeni Tortoniani seguono sottili e marginali evaporiti Messiniane. Modesto è lo spessore dei depositi Pliocenici e Quaternari, anche qui interessati da una discordanza di età Pliocene medio. A differenza del bacino di Paola, si ha qui una notevole sedimentazione tortoniana, ma non si osserva in seguito alcun brusco aumento di subsidenza nel Pliocene inferiore. Il tasso di sedimentazione Plio-Quaternaria è circa 1/4 di quello del precedente bacino. Le principali faglie che hanno originato e condizionato l'evoluzione del bacino di Gioia sono orientate E-W (più antiche e in parte trascorrenti), NW-SE e NE-SW (più recenti).

Il bacino di Cefalù è separato dal precedente dalla prosecuzione della linea Tindari-Letojanni ed è orientato circa E-W, subparallelo alle coste della Sicilia settentrionale. La successione sismostratigrafica comprende depositi terrigeni tortoniani, spesse evaporiti messiniane talora con ingenti accumuli saliferi, Pliocene e Quaternario terrigeni o emipelagici separati ancora dalla discontinuità medio pliocenica. Non si osservano sistematiche variazioni nei tassi di subsidenza e sedimentazione nel tempo. La caratteristica peculiare del bacino è una grande complessità e frammentazione causata da numerosi sistemi di faglie che producono minuti blocchi crostali a sezione subtriangolare, ognuno dei quali ha in parte storia sedimentaria diversa dagli adiacenti. I principali sistemi di faglie sono orientati E-W (come nel bacino di Gioia), WNW-ESE, NW-SE, NNW-SSE e NE-SW, come quelli noti in terraferma. Come questi ultimi, possono avere avuto carattere di trascorrenza.

Il margine jonico dell'arco calabro

Anche lungo il margine convesso dell'arco si individuano tre aree maggiori, i cui limiti sono però molto meno tracciabili (e molto meno studiati) che sul versante tirrenico. Tali aree sono il Golfo di Taranto (includendo parte della Calabria emersa fino alla stretta di Catanzaro), la zona che comprende bacino di Spartivento, Arco Calabro Esterno ed area a cobblestones, ed infine il Rise di Messina

che giunge fin contro la scarpata di Malta. Le notizie che qui riporto su tali aree sono sintetizzate dai lavori di ROSSI e SARTORI, 1981 e di BARONE et al., 1982 a e b.

Il Golfo di Taranto contiene la prosecuzione sommersa delle unità presenti nell'adiacente Appennino Meridionale, e cioè catena, avanfossa ed avampaese. In corrispondenza della porzione occidentale del Golfo si osservano in sismica a riflessione dei corpi caotici, interpretabili come coltri di argille scagliose di tipo sicilide (OGNIBEN, 1969). L'avanfossa è rappresentata dalla Valle di Taranto. Essa, come gran parte dell'area ora occupata dalla catena, è stata prodotta da uno sprofondamento dell'avampaese apulo avvenuto nel Messiniano-Pliocene basale lungo faglie a direttrice appenninica. L'avampaese è rappresentato dall'alto apulo non ribassato da tali faglie, che si proseguono fino alle Isole Jonie. La messa in posto finale delle argille scagliose è avvenuta nel Pliocene medio, con qualche coda fin nel Pleistocene inferiore: i meccanismi sono stati in parte gravitativi e in parte attivi (CELLO et al., 1981), come testimoniato anche da vere strutture compressive nel bacino di Crotona sommerso. Col Pleistocene inferiore tutta l'area sembra sottoposta a tettonica distensiva, lungo sistemi appenninici (NW-SE) ed antiappenninici (NE-SW), ed è in sollevamento. Quest'ultimo effetto sembra più intenso nelle porzioni più interne e più settentrionali, dove dal post-Calabriano sono emersi i bacini di S. Arcangelo, del basso Crati e la parte nordoccidentale del bacino di Crotona. Altri bacini « neoautoctoni », come il bacino di Sibari, sono tuttora sede di sedimentazione torbidity (CRATI GROUP, 1981). Nel Golfo di Taranto, scarsamente sismico, le coltri alloctone hanno praticamente raggiunto l'orlo stabile e rialzato dall'avampaese apulo, e i depositi contenuti nella Valle di Taranto sono suborizzontali e non disturbati da tettonica compressiva.

A Sud della stretta di Catanzaro si osserva invece un bacino (di Spartivento) che è sempre stato sommerso (tranne l'estremo margine interno) a partire dal Tortoniano. Al largo di questo bacino si ha la zona dell'Arco Calabro Esterno, dove intensi fenomeni compressivi sono tuttora attivi, con faglie inverse, accavallamenti di varia vergenza e caoticizzazione di sedimenti. An-

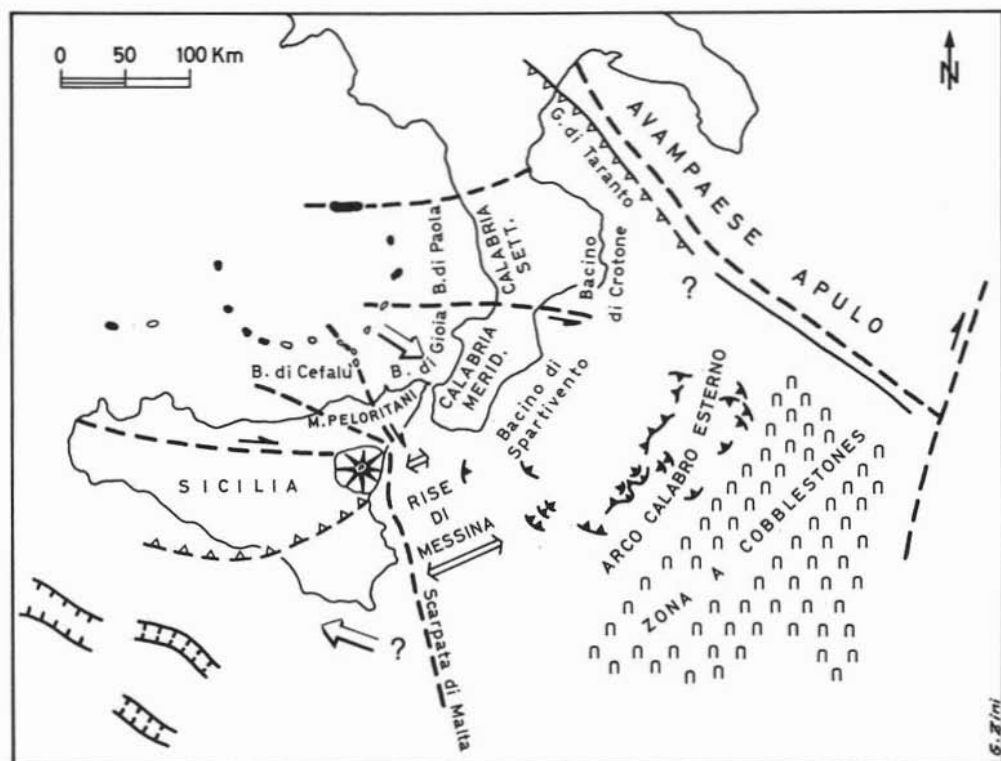


Fig. 1. — Schema illustrativo delle principali strutture e deformazioni delle aree marine che circondano l'arco calabro-peloritano (modificato da BARONE et al., 1982 a). Le frecce bianche schematizzano direzione e verso degli stress tettonici in atto. Le linee tratteggiate indicano le maggiori strutture disgiuntive radiali che hanno operato dal Tortoniano e le principali scarpate tettoniche. Le linee con triangoli indicano i fronti dell'alloctono in Sicilia e nel Golfo di Taranto, nonché gli accavallamenti con caoticizzazioni recenti dell'Arco Calabro Esterno. Per maggiori spiegazioni vedi testo.

cora più al largo si ha una vasta zona detta a « cobblestones » (acciottolato) per la generale presenza, sui profili sismici, di serie non risolvibili di echi iperbolici a varia scala (in genere chilometrica). La morfologia a cobblestones sembra coinvolgere solo la parte superiore della spessissima copertura sedimentaria della piana batiale jonica. Tali elementi sono dunque interpretabili come strutture compressive e gravitative di copertura, assai più blande di quelle dell'Arco Calabro Esterno, prodotte da scollamenti favoriti dalla presenza dei livelli plastici di evaporiti messiniane. Bacino di Spartivento (« fore-arc » basin), strutture dell'Arco Calabro Esterno (inner trench slope, trench, outer ridge) e zona a cobblestones (blanda tettonica di copertura) sembrano riprodurre, dall'interno verso l'esterno, una successione che richiama un margine in compressione, attivo con una

certa continuità dal Tortoniano. Secondo KENYON e BELDERSON (1977), gli stessi elementi rappresenterebbero l'equivalente speculare del bacino molassico e del sistema di pieghe di copertura del Giura-franco-svizzero all'esterno dell'arco alpino occidentale.

A Sud della zona precedente, fino alla scarpata di Malta, si estende il Rise di Messina. Anche qui si hanno abbondanti depositi caoticizzati, ma essi sono in molte zone ricoperti da depositi suborizzontali non deformati di età post-Messiniano. La tettonica recente non sembra compressiva, se non nell'area di confine con l'Arco Calabro Esterno. Prevalgono strutture distensive e trascorrenti, con sistemi di faglie a reticolo subtriangolare che producono estensioni diverse, massime a Sud e minime a Nord. Le trascorrenti, in prevalenza sinistre, producono così una divaricazione progressiva fra Si-

cia e Calabria Meridionale, ed anche la scarpata di Malta può avere in parte un ruolo di trascorrente.

Stretto e Rise di Messina, unitamente alla Calabria Meridionale, sono dunque le zone tettonicamente attive dell'arco. Queste sono anche le aree sismicamente più attive del sistema (GHISETTI et al., 1982).

Rapporti fra margine interno ed esterno dell'arco

La tripartizione del margine tirrenico sembra trovare una controparte nella tripartizione del margine jonico. Questo richiama una segmentazione dell'arco prodotta da fratture radicali (e concentriche), ipotesi avanzata a suo tempo da SUESS, 1894, e ribadita anche in tempi più recenti, ad esempio da DUBOIS, 1976. I segmenti primari che si identificano (probabilmente ulteriormente suddivisi) sono la Calabria settentrionale, la Calabria Meridionale e la Sicilia settentrionale (a W della Linea Tindari-Letojanni). Di ognuno di essi cercheremo di ricostruire l'evoluzione post-Tortoniana, così come è registrata nei bacini marini ad essi adiacenti. La situazione è schematicamente riassunta in fig. 1.

La Calabria settentrionale, compresa fra l'elemento di Sanginetto-basso Crati e la stretta di Catanzaro, è orientata NNW-SSE. I suoi margini sono il bacino di Paola nel Tirreno ed il Golfo di Taranto più bacino di Crotona (e di Sibari) nello Jonio. I fatti salienti nell'evoluzione di queste aree marine sono sincroni. Infatti, l'avampaese apulo sprofonda e dà origine alla fossa bradanica (ed al Golfo di Taranto) all'inizio del Pliocene inferiore. Questa è infatti l'età dei primi sedimenti marini incontrati nella maggior parte dei pozzi al di sopra dei calcari Mesozoici delle Murge sia nella fossa che sotto la catena (MOSTARDINI et al., 1966; CASNEDI et al., 1982). Nello stesso momento si registra nel bacino di Paola un enorme incremento del tasso di subsidenza e della sedimentazione. Per spiegare questo sincronismo si può ipotizzare che il segmento calabro settentrionale abbia reagito allo sprofondamento dell'avampaese con un generale basculamento verso E e NE. Tale movimento è stato compensato da una forte subsidenza sul margine tirrenico, che veniva così a trovarsi direttamente accostato alle zone più rialzate

del segmento stesso. Il conseguente ringiovanimento topografico produsse il grande accumulo di sedimenti terrigeni del Pliocene inferiore nel bacino di Paola. Sul margine jonico si venne invece a creare una sorta di piano inclinato immergente verso E-NE, che favorì la messa in posto delle coltri plastiche di argille scagliose nella fossa bradanica e nel Golfo di Taranto occidentale. Tale messa in posto può essere stata sia gravitativa che attiva, se allo sprofondamento dell'avampaese si è accompagnata subduzione.

Questi effetti, massimi fra Pliocene inferiore e Pliocene medio, rallentarono successivamente fino al Pleistocene inferiore, quando la depressione bradanica fu praticamente colmata e le coltri raggiunsero il bordo stabile rialzato dell'avampaese apulo. Parallelamente decrebbero velocità di subsidenza e sedimentazione nel bacino di Paola. Dal post-Calabro, quasi tutte le zone esterne (fossa bradanica e Golfo di Taranto) furono soggette a distensioni ed intensi sollevamenti, sempre meno completi e interessanti zone più interne muovendo da N verso S. Con questo sollevamento, in buona parte isostatico, la zona della Calabria settentrionale sembra stabilizzarsi rispetto all'avampaese, del quale ha quasi assunto l'orientamento (NNW-SSE).

La Calabria Meridionale, a Sud della stretta di Catanzaro, sembra aver avuto una evoluzione assai diversa. A partire dal Tortoniano questo segmento sembra infatti accavallarsi con una certa continuità sopra la piana batiale jonica, i cui sedimenti sono in buona parte caoticizzati e deformati. Infatti, a partire dal Tortoniano e fino ad oggi non si osservano brusche variazioni di subsidenza sul margine tirrenico (bacino di Gioia) né grosse discordanze o tendenze all'emersione sul margine jonico (bacino di Spartivento). Al contrario nell'Arco Calabro Esterno si osservano strutture compressive orientate da N-S a NNE-SSW e caoticizzazione di sedimenti originariamente depositi in zone più esterne (BARBIERI et al., 1982). Queste strutture sembrano rappresentare la controparte degli stresses distensivi, orientati da E-W a W20S, presenti nella retrostante piana batiale tirrenica, ove sono evidenziati ad esempio dall'orientazione dei grandi vulcani tholeitici Magnaghi, Vavilov e Marsili, e riconoscibili anche nella complessa tettonica del

bacino di Cefalù. L'evoluzione post-Messiniana del segmento calabro meridionale appare poco influenzata dallo sprofondamento dell'avampaese apulo dalla fossa bradanica alle isole Jonie. Infatti la direzione di accavallamento della Calabria meridionale è ad alti angoli rispetto ai trends appenninici. Ne risulta che tutto il settore non è ancora condizionato da una possibile collisione con le porzioni stabili dell'avampaese, ed è solo blandamente deformato nella zona a cobblestones.

L'ultimo segmento, la Sicilia settentrionale, ha molti caratteri in comune con l'Appennino meridionale. Dei suoi margini marini importa sottolineare che le trascorrenze nel Rise di Messina (e forse in parte nel bacino di Cefalù) permettono lo svincolo meccanico fra Sicilia più scarpata di Malta e Calabria Meridionale in accavallamento verso E-SE. Questi svincoli sembrano attivarsi dopo il Messiniano.

Possibili equivalenti del dominio calabro nel Mar Tirreno

Il Tirreno contiene numerosi rilievi e montagne sottomarine. Di questi, parecchi sono di natura vulcanica e legati alla formazione del bacino (*Carta Tettonica d'Italia*, 1981) mentre altri sono costituiti da rocce metamorfiche, eruttive e sedimentarie assai più antiche del Tortoniano, presunta età di formazione del Tirreno. La prima segnalazione di rocce sialiche continentali a costituire parte del substrato acustico al centro del bacino oceanizzato tirrenico si deve ad HEEZEN et al., 1971. Numerosissimi sono stati i ritrovamenti successivi, riassunti nella *Carta litologica e stratigrafica dei mari italiani* (1981). L'importanza di questi frammenti di crosta continentale, residui dei processi di oceanizzazione, risiede nel loro possibile significato in termini palinspastici e paleotettonici per ricostruire i rapporti fra massicci e catene di età diverse che affiorano ai bordi del Tirreno.

Nel nostro caso può interessare la presenza di equivalenti del dominio calabro. Le unità strutturali dell'arco si proseguono nel substrato della piattaforma e scarpata continentale tirrenica (*Bacini sedimentari*, 1980; FABBRI et al., 1980) e forse in parte di quella jonica (ROSSI e SARTORI, 1981). Un

substrato di tipo peloritano fa ancora da basamento almeno fino al di sotto delle Eolie, come sembrerebbero indicare gli xenoliti presenti in quei prodotti vulcanici (HONNOREZ e KELLER, 1968). Ancora più al largo, studi accurati dei campioni recuperati sono appena agli inizi. Riferirò qui i risultati ottenuti da DAL PIAZ et al., 1983, sul Monte Flavio Gioia, che è stato campionato e studiato in dettaglio per definirne costituzione e pertinenza strutturale.

Questo rilievo è ubicato sul bordo Est della piana batiale tirrenica, quasi equidistante dalla Sardegna, dalla Calabria e dagli Appennini Meridionali (fig. 2 a). È alto quasi 1.400 m e la sua vetta è posta a circa 2.200 m di profondità. Sette dragaggi positivi hanno permesso di recuperare numerosi campioni di rocce cristalline, metamorfiche e sedimentarie del basamento acustico (figura 2 b).

Le rocce metamorfiche sono le più abbondanti; sono tutte in facies di scisti verdi e comprendono:

- rocce anchimetamorfiche in facies tipo « Verrucano »;
- filladi e filladi carboniose, talora contenenti andalusite e biotite di origine termica. Le analisi termobariche suggeriscono un metamorfismo dinamico di età pre-alpina (ercinica?). L'evento metamorfico ha interessato depositi torbiditici immaturi, molto diffusi ad esempio nel Paleozoico superiore;
- filladi carbonatiche, che presentano un valore medio di b_0 relativamente più elevato delle precedenti ed età radiometriche di circa 43 M.A. (K/Ar) e 69 M.A. (Rb/Sr). Questi dati sembrano suggerire una possibile sovrimpronta metamorfica di età alpina;

— paragneise a sillimanite contenenti vene e piccole masse di granito a due miche, datato a 302 M.A. (Rb/Sr). La limitatezza dei campioni raccolti non permette di distinguere se il granito rappresenti una intrusione postcinematica o un fuso anatettico sincinemato. Una serie di datazioni radiometriche (Rb/Sr e K/Ar) su fasi minerali diverse sembra indicare un raffreddamento molto lento della roccia dopo la formazione, oppure una sovrimpronta metamorfica alpina che produce età miste.

Le rocce sedimentarie sono prevalentemente di età Mesozoica e Cenozoica, ma precise attribuzioni stratigrafiche sono praticamente

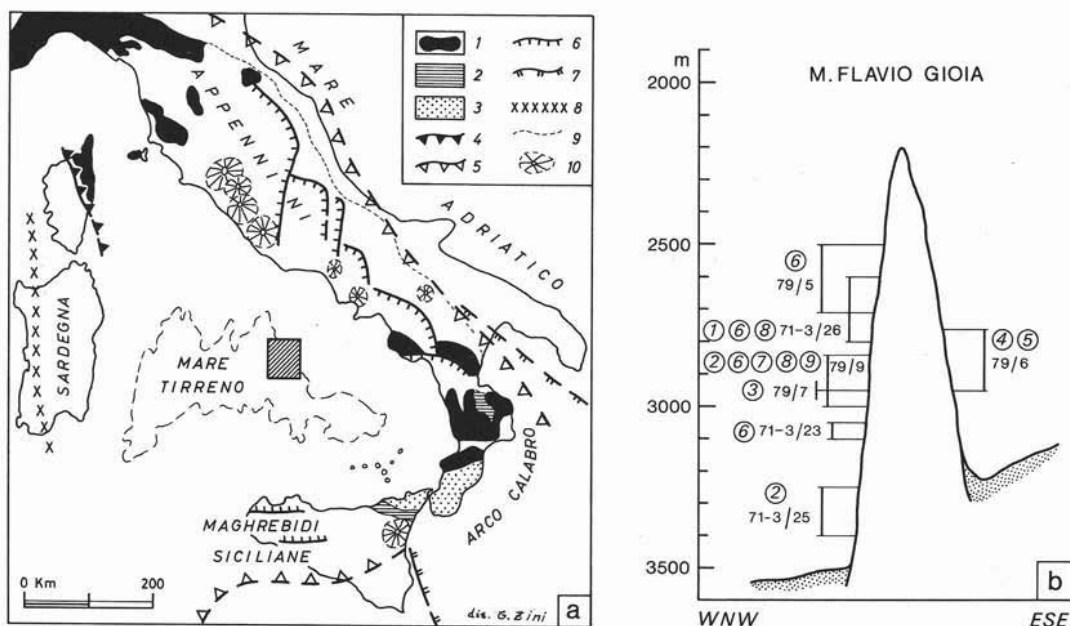


Fig. 2. — a) Ubicazione schematica del M. Flavio Gioia in rapporto ai maggiori domini strutturali delle regioni che bordano il Tirreno (modificato da DAL PIAZ et al., 1982). *Spiegazione della legenda:* 1 = Catena alpina paleogenica e neogenica Europa-vergente; 2 = coltri di basamento « insubrico » Africa-vergenti; 3 = unità superiori dell'Aspromonte e dei Peloritani; 4 = fronte europeo della Catena Alpina in Corsica; 5 = fronte compressivo neogenico degli Appennini e delle Maghrebidi siciliane (« fronte dell'alloctono »); 6 = fronte neogenico delle unità carbonatiche degli Appennini e delle Maghrebidi siciliane; 7 = scarpate di Puglia e Malta; 8 = arco calcareo oligo-miocenico della Sardegna occidentale; 9 = limite dei bacini postorogeni appenninici; 10 = principali apparati vulcanici emersi Terziari e Quaternari. b) Proiezione, su un profilo batimetrico rappresentativo (esagerazione verticale circa 18/1) dei tratti campionati con dragaggi sui versanti del M. Flavio Gioia. Le sigle sono quelle delle stazioni effettuate dall'Istituto di Geologia Marina di Bologna nel 1971 e 1979. I numeri entro circoletti rappresentano schematicamente le litologie recuperate in ogni stazione, secondo la seguente legenda estremamente semplificata: 1 = anchimetamorfiti; 2 = filladi; 3 = filladi ± carbonatiche; 4 = paragneiss; 5 = graniti; 6 = calcari di piattaforma; 7 = calcari pelagici; 8 = rocce detritiche e terrigene; 9 = rocce silicee.

impossibili a causa dell'estesa ricristallizzazione e dell'alterazione idrotermale che ha prodotto depositi ferromanganesiferi e talora zeoliti. Le rocce sedimentarie sono in genere contenute in breccie poligeniche di formazione subaerea e di età Messiniano-Pliocene inferiore. Le facies riconosciute, arrangiate in una probabile sequenza temporale, sono:

— depositi di piattaforma carbonatica, con facies riferibili ad una varietà di ambienti compresi i margini oolitici;

— depositi bacinali, a radiolari e spicule di spugne;

— depositi bacinali silicei e chert;

— depositi terrigeni, talora torbiditici;

— depositi evaporitici, con modelli di cristalli di gesso e carbonati chimici di età Messiniana.

Se si dispongono i campioni recuperati lungo i profili batimetrici di campionatura, si osserva che facies metamorfiche e rocce sedimentarie sembrano sovrapporsi le une alle altre in modo anomalo (fig. 2 b). Ad esempio, le filladi di basso grado del fianco occidentale del rilievo affiorano a maggior profondità delle paragneiss di alto grado con graniti del fianco orientale. Questo fatto può significare sia un sensibile basculamento verso W di tutto il rilievo con risalita di basamento più profondo lungo il fianco orientale, sia la presenza di complesse coltri sedimentarie e cristalline impilate le une sulle altre.

È ovvio che questi dati non possono far determinare con certezza la pertinenza strutturale del M. Flavio Gioia rispetto ai domini che bordano il Tirreno (Massiccio sardo-

corso, Corsica alpina, Toscana, Appennino centrale e meridionale, Calabria, Maghrebidi siciliane). Considerandoli tuttavia nel loro insieme, comparazioni a grande scala con i domini prima citati sono possibili. I fatti salienti al Flavio Gioia sono la prevalenza ed i caratteri delle rocce metamorfiche, la mancanza di tipico metamorfismo alpinotipo, l'età e la presunta successione di facies delle rocce sedimentarie, la complessità strutturale con la possibile presenza di coltri. Queesti fatti trovano la corrispondenza più soddisfacente con porzioni dell'Arco Calabro, segnatamente col segmento Aspromonte-Peloritani o con Unità presenti nella Sila, come quella di Mandatoriccio (AMODIO-MORELLI et al., 1976; BONARDI et al., 1979; LORENZONI e ZANETTIN-LORENZONI, 1979; SCANDONE, 1982).

Il M. Flavio Gioia risulta dunque ubicato oltre 150 km all'interno (a N e NW) dei suoi probabili equivalenti emersi. Se si ammette che questi elementi fossero adiacenti prima dell'estensione del bacino tirrenico e della frammentazione e deformazione oroclinale dell'Arco, questo ritrovamento implica che le distensioni neogeniche nel Tirreno hanno avuto componenti sia N-S che soprattutto E-W, in accordo anche con quanto prima riportato riguardo all'evoluzione mostrata dai margini marini della Calabria.

Conclusioni

Riassumendo quanto succintamente esposto nella presente relazione, si può affermare che gli studi di geologia marina hanno accertato alcuni nuovi fatti ed hanno permesso di formulare alcune ipotesi su evoluzione e costituzione dell'Arco Calabro-Peloritano.

1. La configurazione attuale dell'arco deriva da una deformazione oroclinale post-Tortoniana di un segmento originariamente più rettilineo. La deformazione ha prodotto una segmentazione dell'arco in elementi, sbloccati da strutture almeno in parte scorrenti, che hanno subito evoluzioni distinte. La geometria della deformazione è la risultante di fattori indipendenti e interdipendenti, quali l'apertura del Tirreno, lo sprofondamento dell'avampaese apulo dalla fossa bradanica alle Isole Jonie, il ruolo della scarpata di Malta, la presenza al di sopra della piana batiale jonica di una spessa co-

pertura sedimentaria in gran parte non consolidata e con livelli di scollamento preferenziali. Tale copertura è stata in buona parte sovrascorsa, deformata e caoticizzata dall'avanzare dei segmenti dell'Arco calabro (BARBIERI et al., 1982). Attualmente, la Calabria settentrionale appare abbastanza stabilizzata nei suoi rapporti con l'avampaese apulo. La Calabria meridionale appare invece ancora in attivo accavallamento sulla piana batiale jonica. Questo movimento è reso possibile dallo svincolo operato da strutture trascorrenti ubicate nella zona dello Stretto di Messina e del Rise di Messina, che separano la Calabria Meridionale dalla Sicilia.

2. L'Arco Calabro-Peloritano si estende ben oltre quella che è la sua parte emersa. Frammenti crostali equivalenti a questo dominio si rinvencono fino ad oltre 150 km al suo interno nel Mar Tirreno. Questi reperi possono fornire indicazione sui processi di frammentazione e di oroclinizzazione dell'arco stesso. Non bisogna tuttavia considerare tali frammenti come le possibili patrie dell'alloctono calabro, poichè anche le strutture come il Flavio Gioia sono verosimilmente costituite da complesse coltri tettoniche. Un ulteriore studio di questi massicci sialici potrà fornire una più convincente messa a fuoco dei rapporti paleogeografici e palinospastici che intercorrevano fra catena appenninica, catena alpina e massiccio sardo-corso prima dell'oceanizzazione tirrenica. La situazione deve essere piuttosto complessa, poichè indagini preliminari mostrano che blocchi anche vicini possiedono successioni di significato assai diverso.

Si può concludere che il ruolo della geologia e geofisica marina non è secondario nell'affrontare e tentare di risolvere i problemi tuttora aperti sull'Arco Calabro-Peloritano. Alcuni di essi trovano una immediata proiezione, e possono trovare più efficaci linee di interpretazione, nel proseguimento degli studi sulle aree marine che bagnano la regione.

Ringraziamenti. — Ringrazio vivamente la Società Italiana di Mineralogia e Petrologia e gli Organizzatori del Convegno di Rende-Cetraro per l'invito a tenere questa relazione.

I risultati qui esposti derivano dalla collaborazione con i seguenti Colleghi: A. BARONE, A. FABRI, S. ROSSI e C. SAVELLI (Bologna), G.V. DAL PIAZ (Padova), A. DEL MORO (Pisa), B. DI SABA-

TINO (Roma), F. BARBIERI, E. MORLOTTI, I. RAFFI e L. TORELLI (Parma).

Ringrazio infine Comando ed Equipaggio della

N/O « Bannock » del C.N.R. per il fattivo aiuto prestato nella raccolta dei dati in mare.

BIBLIOGRAFIA

- AMODIO-MORELLI L., BONARDI G., COLONNA V., DIETRICH D., GIUNTA G., IPPOLITO F., LIGUORI V., LORENZONI S., PAGLIONICO A., PERRONE V., PICCARRETA G., RUSSO M., SCANDONE P., ZANETTIN-LORENZONI E., ZUPPETTA A. (1976) - *L'arco calabro-peloritano nell'orogene apenninico-maghebide*. Mem. Soc. Geol. It., 17, 1-60.
- BACINI SEDIMENTARI (1980) - *Dati geologici preliminari sul bacino di Cefalù (Mar Tirreno)*. Ateneo Parmense, Acta Nat., 16, 3-18.
- BALDI F., DEGLI ANGIOLI E., PIALLINI L., MANTOVANI E. (1982) - *Gravity anomaly interpretation in the Calabrian Arc and surrounding regions: a tridimensional approach*. Earth Evolution Sciences, 2, 3, 243-247.
- BARBERI F., GASPERINI P., INNOCENTI F., VILLARI L. (1973) - *Volcanism of the Southern Tyrrhenian Sea and its geodynamic implication*. Journ. Geoph. Res., 78, 5221-5232.
- BARBIERI F., MORLOTTI E., RAFFI I., SARTORI R., TORELLI L. (1982) - *Depositi caotici dell'Arco Calabro Esterno (Mar Jonio)*. Mem. Soc. Geol. It. (in corso di stampa).
- BARONE A., FABBRI A., ROSSI S., SARTORI R. (1982 a) - *Evoluzione neogenica dei margini continentali dell'arco calabro-peloritano*. Mem. Soc. Geol. It. (in corso di stampa).
- BARONE A., FABBRI A., ROSSI S., SARTORI R. (1982 b) - *Geological structure and evolution of the marine areas adjacent to the Calabrian Arc*. Earth Evolution Sciences, 2, 3, 207-221.
- BECCALUVA L., GABBIANELLI G., LUCCHINI F., ROSSI P.L., SAVELLI C., ZEDA O. (1981) - *Magmatic character and K/Ar ages of volcanics dredged from the Aeolian Seamounts (Tyrrhenian Sea)*. In: WEZEL F.C. (1981) - *Sedimentary basins of Mediterranean margins*. Tecnoprint, Bologna, 361-368.
- BOLIS G., CAPPELLI V., MARINELLI M. (1981) - *Aeromagnetic data of the Italian area: instrumental to a better comprehension of the basement main characteristics in Italy*. 43rd Meeting Eur. Ass. Expl. Geophys. (AGIP preprint), Venezia, 26 p.
- BONARDI G., GURRIERI S., MESSINA A., PERRONE V., RUSSO M., ZUPPETTA A. (1979) - *Osservazioni geologiche e petrografiche sull'Aspromonte*. Boll. Soc. Geol. It., 98, 55-73.
- CALCAGNILE G., FABBRI A., FARSI S., GALLIGNANI P., GASPARINI C., IANACCONE G., MANTOVANI E., PANZA G.F., SARTORI R., SCANDONE P., SCARPA R. (1981) - *Structure and evolution of the Tyrrhenian Basin*. Rapp. Comm. Int. Mer. Medit., 27, 197-208.
- CASNEDI R., CRESCENTI U., TONNA M. (1982) - *Evoluzione della Fossa Periadriatica Meridionale nel Plio-Pleistocene sulla base di dati di sottosuolo*. Mem. Soc. Geol. It. (in corso di stampa).
- Carta litologica e stratigrafica dei mari italiani (1981) - Scala 1/1.500.000. Ist. Geol. Marina CNR, P.F. Geodinamica, Pubbl. n. 434, Litografia Artistica Cartografica, Firenze.
- Carta tettonica d'Italia (1981) - Scala 1/1.500.000. CNR, P.F. Geodinamica, Pubbl. n. 269, Grafica Editoriale Cartografica, Roma.
- CELLO G., TORTORICI L., TURCO E., GUERRA I. (1981) - *Profili profondi in Calabria settentrionale*. Boll. Soc. Geol. It., 100, 423-431.
- CRATI GROUP (1981) - *The Crati submarine fan, Ionian Sea. A preliminary report*. I.A.S. 2nd Eur. Meeting, Bologna, Abs., 34-39.
- DAL PIAZ G.V., DEL MORO A., DI SABATINO B., SARTORI R., SAVELLI C. (1983) - *Geologia del M. Flavio Gioia (Tirreno centrale)*. Mem. Soc. Geol. Padova, 35, 429-452.
- DELLA VEDOVA B., PELLIS G. (1981) - *Misure di flusso di calore nei mari italiani: stato di avanzamento della ricerca*. 1° Conv. Naz. G.N.G.T.S., Roma, preprint 14 p.
- DEL PEZZO E., GUERRA I., IANACCONE G., LOBASCIO A., LUONGO G., MARTINI M., SCARPA R. (1979) - *Struttura profonda e dinamica del basso Tirreno - Contributi preliminari alla sorveglianza e rischio vulcanico*. CNR, P.F. Geodinamica, Pubbl. n. 235, 29-59.
- DUBOIS R. (1976) - *La suture calabro-apenninique et l'ouverture tyrrhenienne néogène: étude pétrographique et structurale de la Calabre centrale*. Thèse 3^e Cycle Fac. Sci. Univ. Paris, 587 p.
- ERICKSON A.J., VON HERZEN R.P. (1978) - *Down-Hole Temperature Measurements*. In: Hsü K.J., MONTADERT L. et al. (1978) - *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*. Government Printing Office, Washington, 42, 857-871.
- FABBRI A., GHISETTI F., VEZZANI L. (1980) - *The Peloritani-Calabria range and the Gioia basin in the Calabrian Arc (Southern Italy): relationship between land and marine data*. Geologica Romana, 19, 131-150.
- FAHLQUIST D.A., HERSEY J.B. (1969) - *Seismic refraction measurements in the western Mediterranean Sea*. Bull. Inst. Oceanogr., 52.
- FARRUGLIA P., PANZA G.F. (1981) - *Continental character of the lithosphere beneath the Ionian*

- Sea. In: CASSINIS R. (1981) - *The solution of the inverse problem in geophysical interpretation*. Plenum Publ. Corp., 327-334.
- FINETTI I., MORELLI C. (1973) - *Geophysical exploration of the Mediterranean Sea*. Boll. Geof. Teor. Appl., 15, 263-344.
- GASPARINI C., IANACCONI G., SCANDONE P., SCARPA R. (1982) - *Seismotectonics of the Calabrian Arc*. Tectonophysics, 84, 267-286.
- GHISETTI F., SCARPA R., VEZZANI L. (1982) - *Seismic activity, Deep Structures and Deformation Processes in the Calabrian Arc, Southern Italy*. Earth Evolution Sciences, 2, 3, 248-260.
- HEEZEN B.C., GRAY C., SEGRE A.G., ZARUDZKI E.F.K. (1971) - *Evidence of foundered continental crust beneath the central Tyrrhenian Sea*. Nature, 229 (5283), 327-329.
- HONNOREZ J., KELLER B. (1968) - *Xenolithe in vulkanischen Gesteinen der Aeolischen Inseln (Sizilien)*. Geol. Rundschau, 57, 719-736.
- HSJ K.J., MONTADERT L. et al. (1978) - *Site 373: Tyrrhenian Basin*. In: HSJ K.J., MONTADERT L. et al. (1978) - *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*. Government Printing Office, Washington, 42, 151-174.
- KENYON N.H., BELDERSON R.H. (1977) - *Young compressional structures of the Calabrian, Hellenic and Cyprus outer Ridges*. In: *Structural History of the Mediterranean Basins*. Ed. Technip, Paris, 233-240.
- LAUBSCHER H., BERNOULLI D. (1977) - *Mediterranean and Tethys*. In: *Structural History of Mediterranean Basins*. Ed. Technip, Paris, 129-132.
- LORENZONI S., ZANETTIN-LORENZONI E. (1979) - *Problemi di correlazione tettonica Sila-Aspromonte. Il significato dell'unità ercinica di Mandatoriccio e dei graniti ad Al₂SiO₅*. Boll. Soc. Geol. It., 98, 227-238.
- MANTOVANI E., BABBUCCI D., FARSI F., CONTI R. (1981) - *The African promontory (Adriatic) and the Tertiary evolution of the central-western Mediterranean*. Oss. Geof. Univ. Siena, Pubbl. n. 44, 1-52.
- MANTOVANI E., BOSCHI E. (1982) - *Short period Rayleigh wave dispersion in the Calabrian Arc and surrounding regions*. Earth Evolution Sciences, 2, 3, 239-242.
- MORELLI C. (1970) - *Physiography, gravity and magnetism of the Tyrrhenian Sea*. Boll. Geof. Teor. Appl., 12, 274-308.
- MOSTARDINI F., PIERI M., PIRINI C. (1966) - *Stratigrafia del Foglio 212, Montalbano Jonico*. Boll. Serv. Geol. It., 87, 57-143.
- OGNEN L. (1969) - *Schema introduttivo alla geologia del confine calabro-lucano*. Mem. Soc. Geol. It., 8, 453-763.
- ROSSI S., SARTORI R. (1981) - *A seismic reflection study of the External Calabrian Arc in the Northern Ionian Sea (Eastern Mediterranean)*. Marine Geoph. Res., 4, 403-426.
- SCANDONE P. (1979) - *Origin of the Tyrrhenian Sea and Calabrian Arc*. Boll. Soc. Geol. It., 98, 27-34.
- SCANDONE P. (1982) - *Structure and evolution of the Calabrian Arc*. Earth Evolution Sciences, 2, 3, 172-180.
- SELLI R. (Ed.) (1970) - *Ricerche geologiche preliminari nel Mar Tirreno*. Giorn. Geologia, 38, 249 p.
- SELLI R., LUCCHINI F., ROSSI P.L., SAVELLI C., DEL MONTE M. (1977) - *Dati geologici, petrochimici e radiometrici sui vulcani centrotirrenici*. Giorn. Geologia, 42, 221-246.
- Suess E. (1894) - *L'aspetto della Terra*. Spoerri Ed., Pisa.
- TORTORICI L. (1982) - *Analisi delle deformazioni fragili dei sedimenti postorogenici della Calabria settentrionale*. Boll. Soc. Geol. It., 100, 291-308.