Mem. Soc. Geol. It.,
45 (1990), 233-241, 4 ff., 1 tab.

SISMOTETTONICA DELL'AREA ADRIATICA: INTERPRETAZIONE DI DATI SISMOLOGICI RECENTI

GIULIANA MELE, GIUSEPPINA MATTIETTI & PAOLO FAVALI (*)

RIASSUNTO

La convergenza Africa-Eurasia, che ha dato origine alle catene montuose circum-mediterranee, ha provocato la frammentazione della zona di contatto tra le due placche in blocchi minori. Tra questi la microplacca adriatica ha giocato un ruolo determinante nell'evoluzione del Mediterraneo centrale e in particolare delle catene terziarie periadriatiche.

I margini della microplacca sono stati definiti da diversi autori sulla base dell'attività sismica, con ipotesi anche recenti di un comportamento dinamico unitario del blocco adriatico, relativamente indeformato e asismico rispetto alle fasce orogeniche circostanti. Tale modello risulta tuttavia insufficiente a giustificare quanto emerge dall'analisi della sismicità recente dell'area: negli ultimi anni l'*Istituto Nazionale di Geofisica* (ING) ha infatti notevolmente migliorato il sistema di acquisizione e di elaborazione dei dati sismici rilevati dalla *Rete Sismica Nazionale Centralizzata* (RSNC), che attualmente dispone di una copertura strumentale più omogenea del territorio. Ciò ha permesso di definire spazialmente con maggior precisione l'attività sismica italiana, compresa quella che ha interessato negli ultimi anni il bacino adriatico: dall'elaborazione dei nuovi dati si è infatti evidenziata una maggiore concentrazione degli ipocentri al di sotto del 43° parallelo, in una fascia a est del promontorio del Gargano. Questa zona ha un notevole significato geodinamico per la presenza di un'ampia fascia di deformazione, in corrispondenza dei due sistemi di faglie trascorrenti, noti in letteratura come faglie delle *Tremiti* e di *Mattinata*.

Il verificarsi di terremoti con notevole rilascio di energia individua dunque un'importante zona sismogenetica nel basso Adriatico, finora poco studiato da questo punto di vista, che potrebbe modificare il quadro geodinamico del Mediterraneo centro-orientale.

TERMINI CHIAVE: *Microplacca adriatica, sismotettonica, sismicità recente.*

ABSTRACT

The convergence between the two plates Africa-Eurasia, which originated circum-Mediterranean mountain belts, determined the fragmentation of the collisional border in minor blocks. Among these the Adriatic microplate has played an important role in the evolution of the Central Mediterranean region and, in particular, of the peri-Adriatic belts during Tertiary.

The Adriatic microplate margins have been defined by several authors on the basis of seismic activity, assuming also recently a unitary dynamical behaviour of the Adriatic block, considered relatively undeformed and aseismic compared with the peri-Adriatic belt. Nevertheless such a model is inadeguate to justify the recent seismicity (1986-1990). During the last years the *Istituto Nazionale di Geofisica* (ING) has greatly improved the acquisition system and the elaboration of the seismic data, detected by the *Telemetered National Seismic Network*, providing a more homogeneous instrumental covering of territory. This fact has allowed a more precise spatial definition of the Italian seismic activity, including the one occurred in the last years within the Adriatic basin. In such a way a major hypocentral concentration has been possible to point out below 43° N latitude, on east of the Gargano headland. This area has a considerable geodynamical meaning due to a wide kinematic deformation belt, in coincidence of the two *Tremiti and Mattinata* regional strike-slip fault systems.

The occurrence of strong earthquakes defines an important seismogenic structure in the Southern Adriatic, which would modify the geodynamical framework of the Central-Eastern Mediterranean.

KEY WORDS: *Adriatic microplate, seismotectonics, recent seismicity.*

INQUADRAMENTO GENERALE

L'area mediterranea è costituita da un sistema molto complesso di blocchi continentali, bacini e fasce orogenetiche derivati dalla frantumazione del margine di collisione in seguito alla convergenza delle placche africana ed euroasiatica. Attualmente sono identificabili una serie di blocchi più piccoli in movimento differenziale, come la penisola iberica, il blocco sardo-corso, le microplacche egea e anatolica (MCKENZIE, 1972). Anche la microplacca adriatica trova la sua origine in questo meccanismo: si tratta di un

(*) Istituto Nazionale di Geofisica. Via di Villa Ricotti, 42 - 00161 Roma.

settore litosferico di forma allungata che ha giocato un ruolo importante nell'evoluzione della regione centro-mediterranea. Infatti collidendo con la placca europea ha dato origine in tempi differenti al sollevamento delle catene periadriatiche: ai sistemi montuosi alpini e dinarico-ellenici durante il Cretaceo-Eocene, alle Alpi occidentali durante l'Eocene-Miocene, al sistema appenninico-maghrebide a partire dal Miocene superiore. Attualmente è costituita dall'area continentale comprendente la pianura padana e il bacino adriatico, estesa tra gli Appennini a ovest, le Alpi meridionali a nord, la catena dinarico-ellenica a est-sudest e il bacino ionico a sud. I margini della microplacca sono stati identificati, a partire da LORT (1971), sulla base della distribuzione dell'attività sismica, con ipotesi anche recenti di un blocco rigido a comportamento geodinamico unitario e pressoché asismico rispetto alle catene periadriatiche (MANTOVANI *et alii*, 1985; ANDERSON & JACKSON, 1987).

I margini della microplacca adriatica sono in consunzione, eccetto quello ionico che sembra un'area tettonicamente stabile con bassi valori di flusso di calore, tipici di crosta antica ($\simeq$ 30-40 mW/m^2, da ERICKSON *et alii*, 1977). Tali caratteristiche crostali sono di grande importanza per comprendere meglio i rapporti tra la zona adriatica e il continente africano: infatti uno dei temi più dibattuti in letteratura è se il blocco adriatico costituisca un promontorio in moto congiunto con l'Africa (tra gli altri CHANNELL *et alii*, 1979; D'ARGENIO & HORVÁTH, 1984) oppure se sia una placca distinta (HSÜ, 1982; MANZONI & VANDENBERG, 1982).

Il campo di *stress* è prevalentemente compressivo lungo i margini settentrionale e orientale e distensivo lungo quello appenninico (D'ARGENIO, 1988), come confermato dalle soluzioni focali disponibili (UDIAS, 1980; GIARDINI *et alii*, 1984; FAVALI & MELE, 1989).

SISMICITÀ

DATI SISMOLOGICI STORICI

La sismicità storica dell'area adriatica è scarsamente documentata e fornisce un quadro piuttosto impreciso dell'attività sismica di questa regione, con eventi spesso erroneamente localizzati. Dalle informazioni presenti nei cataloghi storici (POSTPISCHL, 1985b; ING, 1989), basate su criteri macrosismici, risulta difficile determinare l'area epicentrale, particolarmente nel caso di eventi verificatisi in mare aperto e risentiti nelle zone costiere. Si hanno comunque notizie di un centinaio di terremoti dall'anno 1000 al 1985, che permettono di affermare l'esistenza di sismicità all'interno del bacino adriatico. L'evento più antico presente in catalogo è quello del 30 novembre 1300, avvenuto nell'Adriatico settentrionale, con effetti del VI grado della scala Mercalli-Cancani-Sieberg (M.C.S.) lungo la costa italiana; a quest'area si riferisce anche il terremoto del 1934 (M_L = 5.6).

La zona garganica ha presentato sempre una sismicità piuttosto intensa e probabilmente anche mal localizzata. Ad esempio, tra gli eventi più distruttivi (1627, 1646 e 1876), quello del 30 luglio 1627 (XI grado) è stato localizzato in terra (POSTPISCHL, 1985a); in realtà notizie di piccole onde di maremoto lungo la costa settentrionale del Gargano fanno sospettare che l'area epicentrale fosse in mare, mentre gli effetti macrosismici maggiori sarebbero dovuti a situazioni geologiche locali. Nel foggiano si è verificato un evento di intensità X nel 1731 e a Mattinata si hanno notizie di più eventi di intensità pari e superiore a VII negli anni 1892 e 1893. Più articolata è la storia sismica delle Isole Tremiti: il loro nome indica infatti il verificarsi abbastanza costante, anche se non distruttivo, di terremoti. La presenza di un monastero nell'arcipelago ha garantito una certa continuità nella raccolta della cronaca locale, grazie alla quale è stato possibile localizzare, secondo le procedure dell'indagine macrosismica, alcuni eventi interessanti: un terremoto nel 1889 di VII grado, un VII grado nel 1892 e quattro sequenze sismiche tra il 1906 e il 1909, con un'intensità massima pari al VI nel 1908. Più a nord, in vicinanza delle coste dalmate, sono stati localizzati ancora un terremoto di magnitudo 4.4 nel 1924 e altri tra i quali il più forte (M_L = 4.8) nel 1967.

Si hanno notizie di almeno due terremoti nel 1661 e 1743, con forti risentimenti (VIII grado e oltre) nelle città di Otranto e Nardò, localizzabili probabilmente nel Canale d'Otranto, dove un'altra importante sequenza sismica è avvenuta a partire dall'ottobre del 1974, con una scossa principale di m_b = 4.9, protraendosi fino all'anno successivo.

DATI SISMOLOGICI RECENTI

Soltanto a partire dal 1975 il catalogo può essere considerato microsismico *stricto sensu*, cioè ogni evento presente è frutto di una determinazione ipocentrale basata sull'analisi delle registrazioni e non su considerazioni meramente macrosismiche. La copertura del territorio da parte delle stazioni sismiche non era però omogenea e i livelli di magnitudo minima per eventi localizzabili erano diversi a seconda delle aree geografiche. Fino alla metà degli anni ottanta il catalogo può considerarsi completo per eventi di magnitudo minima pari a 3.5. Dai primi anni ottanta c'è stato un notevole sviluppo della RSNC sino ad arrivare all'attuale copertura del territorio nazionale con oltre 70 stazioni (fig. 1) e al conseguente abbassamento del livello di magnitudo minima a 3.0 per gli eventi localizzabili in Italia e aree marine limitrofe. Per migliorare le localizzazioni in aree esterne alla rete vengono utilizzati dati di altre reti sismometriche italiane (Università e Osservatori) e di nazioni confinanti.

Dall'analisi della sismicità recente è emersa, come elemento di novità, l'attività sismica dell'Adriatico meridionale, in cui negli ultimi anni si sono verificate interessanti sequenze.

Fig. 1 - Distribuzione geografica delle stazioni sismiche della RSNC.

Gli epicentri localizzati dal 1975 al 1990 (ING, 1989; 1990) tra le latitudini 39°-43° N e le longitudini 12°-22° E sono stati riportati su mappe, nelle quali il periodo è stato così suddiviso: 1975-1985 (fig. 2a) e 1986-1990 (fig. 2b), allo scopo di separare dalle sequenze adriatiche la sismicità precedente.

In entrambe le figure è stata mantenuta una magnitudo minima di 3.5 per poterle confrontare direttamente, almeno da questo punto di vista. È necessario notare che l'evoluzione qualitativa e quantitativa della RSNC ha determinato anche un miglioramento, in termini di errore, nelle localizzazioni: nella fig. 2a esso è nell'ordine della decina di chilometri, mentre nella fig. 2b scende mediamente di un fattore dieci (2-3 km).

Nel gennaio del 1986 si è verificata una crisi sismica circa 50 km a nord delle Isole Tremiti, con almeno cinque sequenze tipo scossa principale-repliche e con la scossa più intensa pari a m_b = 4.2. Dopo un anno di relativa quiescenza l'attività è ripresa a est-sud-est del Gargano con un'altra sequenza (aprile 1988: scossa principale m_b = 5.3). Nel 1989 l'attività si è spostata verso le Isole Tremiti (ottobre 1989: scossa principale m_b = 4.7) protraendosi fino al 1990 e attivando anche l'area intorno a Manfredonia. L'attività a sequenza sembra essere una caratteristica dell'area mesoadriatica garganica. Questo *set* di dati è il primo di alta qualità e testimonia una notevole attività sismica interna al bacino, con rilasci di energia comparabili a quelli di aree limitrofe, sia in termini di evoluzione spazio-temporale (a sequenza) che in termini di magnitudo massime.

INTERPRETAZIONE SISMOTETTONICA E CONCLUSIONI

L'attività sismica, che fornisce un'immagine dello stato di *stress* attuale, è stata posta in correlazione con i principali elementi strutturali: in fig. 3 sono riportati i dati sismologici recenti (1986-1990) considerati completi e gli elementi strutturali. Anche se le principali direttrici tettoniche adriatiche sono NW-SE e NNW-SSE, sono presenti importanti elementi trasversali all'asse del bacino, come i sistemi di faglia delle *Tremiti* e di *Mattinata*, che dal promontorio del Gargano proseguono in mare (FINETTI *et alii*, 1987). Questi elementi cinematici hanno agito a partire

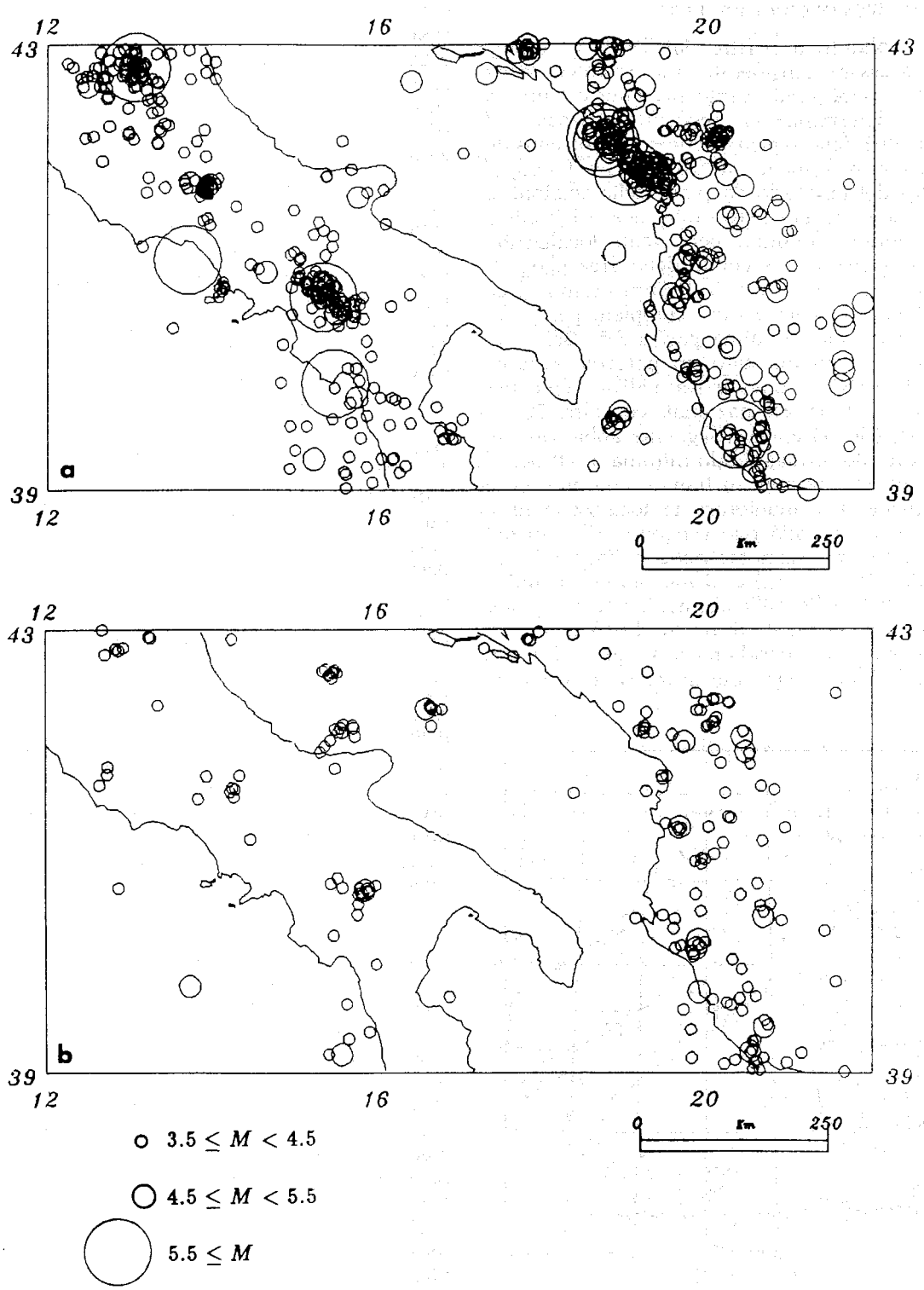

Fig. 2 - Attività sismica dell'Adriatico meridionale ($M \geq 3.5$) (ING, 1989; 1990): *a*) 1975-1985; *b*) 1986-1990.

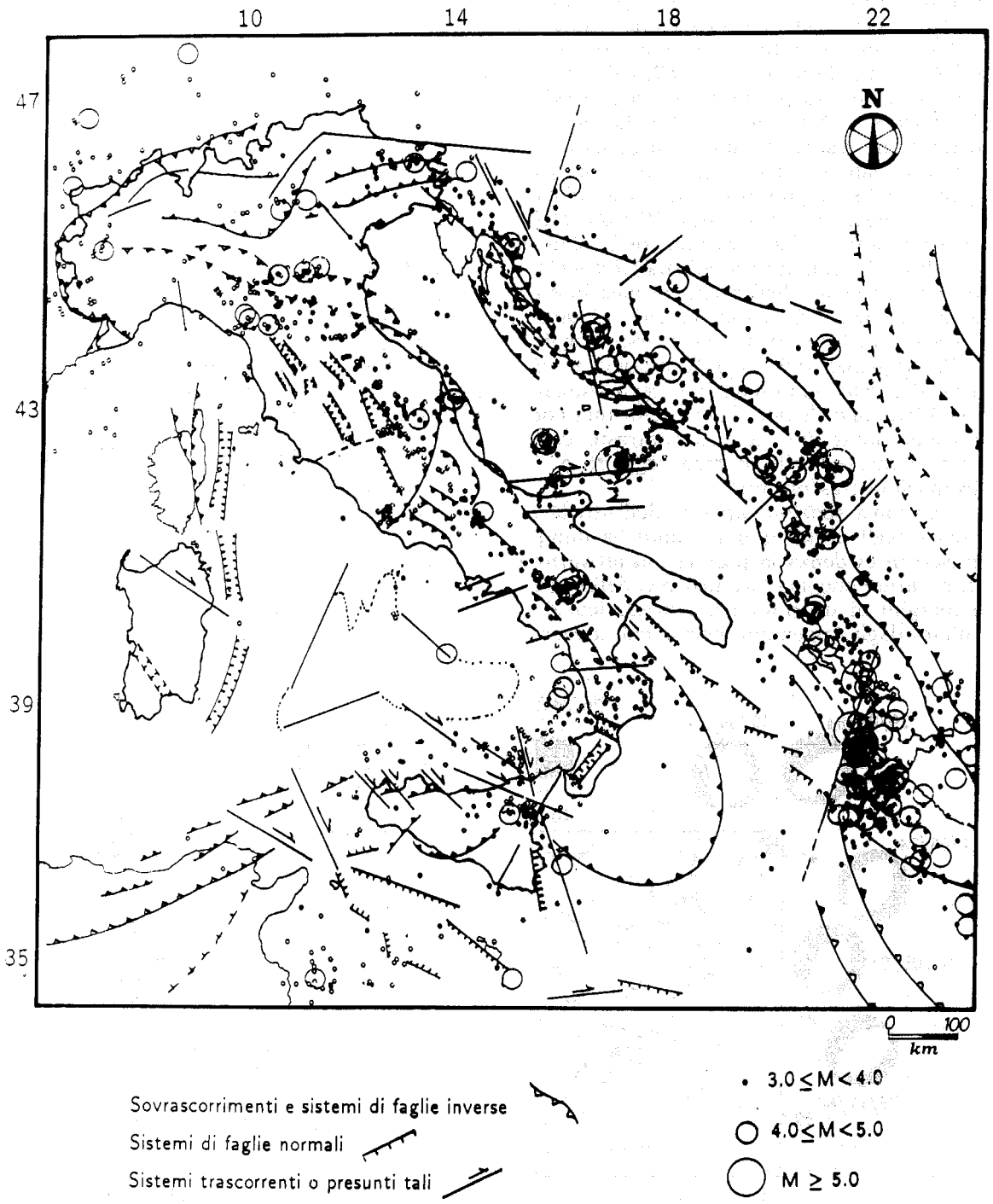

Fig. 3 - Attività sismica dal 1986 al 1990 ($M \geq 3.0$) (ING, 1989; 1990) e principali elementi strutturali (PAROTTO & PRATURLON, 1981; KISSEL *et alii*, 1986; FINETTI *et alii*, 1987; MARTINEZ & TRUILLET, 1987; REUTHER, 1987; SKOKO *et alii*, 1987; MORETTI & ROYDEN, 1988).

dal Terziario con movimenti di tipo trascorrente sia destro che sinistro, come risulta da indagini mesostrutturali e microstrutturali (MONTONE & FUNICIELLO, 1989) e da recenti interpretazioni di profili sismici a mare (DE' DOMINICIS & MAZZOLDI, 1987) dai quali si deduce che essi sono tuttora attivi. La fascia sismicamente attiva al largo delle coste garganico-molisane può essere messa in relazione con questi sistemi di faglie (FAVALI *et alii*, 1990): infatti la rilocalizzazione delle sequenze adriatiche con la metodologia *joint* mostra un allungamento dell'attività sismica in direzione est-ovest (CONSOLE *et alii*, 1989b). I meccanismi focali delle due scosse maggiori della sequenza del 1986 (CONSOLE *et alii*, 1989a) e dell'evento maggiore della sequenza del 1988 sono di tipo *dip-slip* con una componente *strike-slip*, non in contrasto con i movimenti possibili in aree soggette a deformazioni trascorrenti.

L'analisi spazio-temporale dell'attività sismica degli ultimi quindici anni ha dunque messo in evidenza la progressiva attivazione di strutture che, nel loro insieme, definiscono i margini di un frammento litosferico, delimitato dagli Appennini meridionali a ovest e dalle Dinaridi-Ellenidi a est, mentre la fascia attiva mesoadriatica ne costituisce il limite strutturale settentrionale. Il limite meridionale è scarsamente definito.

Lo spessore sismogenetico, compreso prevalentemente tra 10 e 20 *km* di profondità, potrebbe essere spiegato con un modello di sottoscorrimento della litosfera adriatica rispetto alle coltri sedimentarie appenniniche e dinarico-elleniche.

In fig. 4 sono riportati i principali elementi strutturali e le soluzioni focali relative ai terremoti più intensi dal 1977 (da quando sono disponibili i dati digitali a lungo periodo) al 1988. Il metodo utilizzato è quello del Centroide-Momento Tensore (CMT) proposto da DZIEWONSKI *et alii* (1981), con cui si rappresenta la sorgente sismica per mezzo delle componenti del tensore momento, in alternativa al modello della «doppia coppia» che ipotizza una rottura per faglia all'origine del terremoto. Il vantaggio consiste nell'utilizzare una maggiore quantità di informazioni contenute nel sismogramma (si esamina l'intera forma d'onda fino alle onde superficiali) rispetto alla sola polarità del primo impulso. I parametri degli eventi rappresentati sono ri-

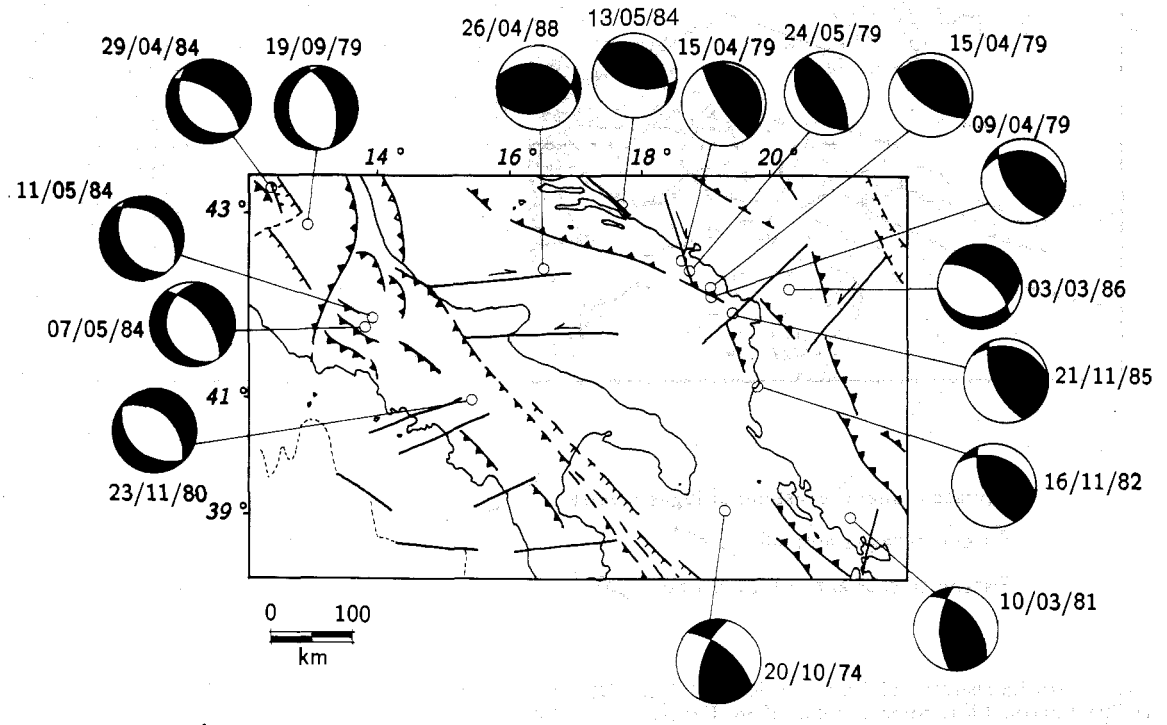

Fig. 4 - Soluzioni focali dal 1974 al 1988 e principali elementi strutturali.

TABELLA 1

Parametri delle soluzioni focali riportate in fig. 4 (trends *e* plunges *degli assi P e T in gradi).*

Data	ϕ	λ	*h*	m_b	*Asse T*		*Asse P*		
					trend	*plunge*	*trend*	*plunge*	
20/10/74	39.60	18.90	⋆	4.9	164	33	68	10	•
09/04/79	41.96	19.02	10	5.3	90	59	221	22	◇
15/04/79	42.04	19.05	4	6.1	31	58	222	32	◇
15/04/79	42.32	18.68	10	5.7	59	45	236	45	◇
24/05/79	42.26	18.75	8	5.8	254	72	58	18	◇
19/09/79	42.81	13.06	16	5.9	79	19	231	69	◇
23/11/80	40.91	15.37	10	6.0	39	4	163	82	◇
10/03/81	39.48	20.70	31	5.6	259	10	146	66	◇
16/11/82	40.98	19.54	10	5.6	108	65	232	15	◇
29/04/84	43.27	12.57	14	5.2	39	25	203	64	◇
07/05/84	41.77	13.89	10	5.5	57	19	189	63	◇
11/05/84	41.83	13.95	13	5.3	56	3	164	80	◇
13/05/84	42.93	17.73	10	5.2	10	59	203	30	◇
21/11/85	41.72	19.32	22	5.4	76	62	236	26	◇
03/03/86	41.95	20.27	23	5.0	31	13	273	64	◇
26/04/88	42.37	16.57	24	5.3	280	68	178	5	◇

ϕ, λ coordinate epicentrali

h profondità ipocentrale in km (⋆ non determinata)

• soluzione focale "doppia coppia"

◇ soluzione focale CMT

portati nella tab. 1: i dati provengono tutti dalle pubblicazioni periodiche del gruppo di Harward, tranne l'evento del 1988 calcolato da CONSOLE *et alii* (1989b) e il meccanismo «doppia coppia» dell'evento del canale d'Otranto (20 ottobre 1974, m_b = 4.9), determinato dagli autori utilizzando dati telesismici. Quest'ultimo è stato aggiunto in quanto era l'unico disponibile per l'area meridionale ionica. Tale meccanismo presenta una componente trascorrente con uno dei due piani in direzione NW-SE, simile all'allungamento della scarpata morfologica: in quest'area si potrebbe ipotizzare il limite meridionale del blocco sud-adriatico lungo la scarpata morfologica stessa e la faglia trasforme di Cefalonia. D'INGEO *et alii* (1980) e ANDERSON & JACKSON (1987) hanno ipotizzato in questa zona il margine tra la microplacca adriatica e l'Africa.

In conclusione, alla luce dei nuovi dati non è più giustificato un modello geodinamico che consideri la microplacca adriatica come un blocco unico, indeformato e, al suo interno, relativamente asismico. L'area garganica è caratterizzata dalla presenza di elementi cinematici di importanza regionale, il prolungamento dei quali si segue fino al versante tirrenico della penisola, inquadrabili come importanti motivi di svincolo tra zone relativamente stabili. L'andamento per lo più trasversale all'asse adriatico e il tipo di meccanismo che ha agito in alcune fasi della loro storia evolutiva, è consistente con un modello di rotazione del blocco adriatico. In questo senso potremmo considerare la sismicità ad essi legata come una manifestazione della esistenza di un margine attivo che svincola la microplacca in almeno due parti, in accordo anche con i dati paleoma-

gnetici provenienti dalla Grecia nordoccidentale (KISSEL & LAJ, 1988), dalla penisola salentina e più di recente dal promontorio del Gargano (TOZZI *et alii*, 1988), dai quali risulta che tali aree sono state interessate da una rotazione oraria, a partire dal Terziario, a differenza del settore settentrionale della microplacca.

Anche il rilascio di energia sismica differisce sostanzialmente tra i settori meridionale e settentrionale dell'area adriatica: infatti mentre in quello meridionale sono frequenti, sia in epoca storica che recente, terremoti di elevata magnitudo (≥ 6), nell'altro essi si trovano soprattutto nella parte più settentrionale (Friuli-Carnia) dove avviene l'interazione di tipo compressivo tra la placca adriatica e quella europea.

Manoscritto pervenuto il 1° febbraio 1991.
Testo approvato per la stampa il 7 maggio 1991.
Ultime bozze restituite l'11 agosto 1992.

BIBLIOGRAFIA

ANDERSON H. & JACKSON J. (1987) - *Active tectonics of the Adriatic region.* Geophys. J.R. Astr. Soc., **91**, 937-983.

CHANNELL J.E.T., D'ARGENIO B. & HORVATH F. (1979) - *Adria, the African promontory, in Mesozoic Mediterranean palaeogeography.* Earth Sci. Rev., **15**, 213-272.

CONSOLE R., DI GIOVAMBATTISTA R., FAVALI P. & SMRIGLIO G. (1989a) - *Lower Adriatic Sea seismic sequence (January 1986): spatial definition of the seismogenic structure.* Tectonophysics, **166**, 235-246.

CONSOLE R., DI GIOVAMBATTISTA R., FAVALI P., PRESGRAVE B. & SMRIGLIO G. (1989b) - *Seismicity of the Adriatic microplate.* XXV General Assembly IASPEI, Istanbul.

D'ARGENIO B. (1988) - *L'Appennino campano-lucano. Vecchi e nuovi modelli geologici tra gli anni sessanta e l'inizio degli anni ottanta.* In: L'Appennino Campano-Lucano nel quadro geologico dell'Italia meridionale. Atti del 74° Congresso della Soc. Geol. It., 1-13.

D'ARGENIO B. & HORVÁTH F. (1984) - *Some remarks on the deformation history of Adria, from the Mesozoic to the Tertiary.* Annales Geophysicae, **2**, 143-146.

DE' DOMINICIS A. & MAZZOLDI G. (1987) - *Interpretazione geologico-strutturale del margine orientale della piattaforma Apula.* Mem. Soc. Geol. It., **38**, 163-176.

D'INGEO F., CALCAGNILE G. & PANZA G.F. (1980) - *On the fault-plane solutions in the Central-Eastern Mediterranean region.* Boll. Geofis. Teor. Appl., **22**, 13-22.

DZIEWONSKI A.M., CHOU T.A. & WOODHOUSE J.H. (1981) - *Determination of earthquakes source parameters from waveform data for studies of global and regional seismicity.* J. Geophys. Res., **86**, 1825-1852.

ERICKSON A.J., SIMMONS G. & RYAN W.B.F. (1977) - *Review of heat flow data from the Mediterranean and Aegean Seas.* In: Biju-Duval B. & Montadert L. (Editors). *The structural history of the Mediterranean basins,* Technip, Paris, 263-280.

FAVALI P. & MELE G. (1989) - *Dinamica e margini attivi della microplacca apula: un'ipotesi di lavoro.* Atti dell'8° Convegno annuale del Gruppo Naz. Geofis. Terra Solida – CNR, Roma, 461-465.

FAVALI P., MELE G. & MATTIETTI G. (1990) - *Contribution to the study of the Apulian microplate geodynamics.* Mem. Soc. Geol. It., **44**, 71-80.

FINETTI I., BRICCHI G., DEL BEN A., PIPAN M. & XUAN Z. (1987) - *Geophysical stydy of the Adria plate.* Mem. Soc. Geol. It., **40**, 335-344.

GIARDINI D., DZIEWONSKI A.M., WOODHOUSE J.H. & BOSCHI E. (1984) - *Systematic analysis of the seismicity of the Mediterranean region using the Centroid Moment Tensor method.* Boll. Geofis. Teor. Appl., **26**, 103-121.

HSÜ K.J. (1982) - *Alpine-Mediterranean geodynamics: past, present and future.* In: Alpine-Mediterranean geodynamics, Am. Geophys. Union – Geol. Soc. Am., Geodynamics series, **7**, 7-14.

ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA (ING) (1989) - *Catalogo sismico italiano del 1450 a.C. al 1988 d.C.* (Rapporto interno), Roma.

ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA (ING) (1990) - *Bollettino sismico (1989-1990).* Roma.

KISSEL C. & LAJ C. (1988) - *The Tertiary geodynamical evolution of the Aegean arc: a palaeomagnetic reconstruction.* Tectonophysics, **146**, 183-201.

KISSEL C., LAJ C., POISSON A., SAVASCIU Y., SIMEAKIS K. & MERCIER J.L. (1986) - *Palaeomagnetic evidence for Neogene rotational deformations in the Aegean domain.* Tectonics, **5**, 783-795.

LORT J.M. (1971) - *The tectonics of the Eastern Mediterranean: A geophysical review.* Rev. Geophys. Sp. Phys., **9**, 189-216.

MANTOVANI E., BABBUCCI D. & FARSI F. (1985) - *Tertiary evolution of the Mediterranean region: outstanding problems.* Boll. Geofis. Teor. Appl., **27** (105), 67-88.

MANZONI M. & VANDENBERG J. (1982) - *Perityrrhenian palaeomagnetic data and the setting of the Calabrian arc.* In: Mantovani E. & Sartori R. (Editors). *Structure, evolution and present dynamics of the Calabrian arc,* Earth Evol. Sci., **3**, 181-186.

MARTINEZ C. & TRUILLET R. (1987) - *Evolution structurale et paleogeographie de la Tunisie.* Mem. Soc. Geol. It., **38**, 35-45.

MCKENZIE D. (1972) - *Active tectonics of the Mediterranean region.* Geophys. J.R. Astr. Soc., **30**, 109-185.

MONTONE P. & FUNICIELLO R. (1989) - *Elementi di tettonica trascorrente alle isole Tremiti (Puglia).* Rend. Soc. Geol. It., **12**, 7-12.

MORETTI I. & ROYDEN L. (1988) - *Deflection, gravity anomalies and tectonics of doubly subducted continental lithosphere: Adriatic and Ionian Seas*. Tectonics, **7**, 875-893.

PAROTTO M. & PRATURLON A. (1981) - *Structural sketch of the Middle-Eastern Mediterranean area*. C.N.R. - Progetto Finalizzato Geodinamica, **269**, G.E.O., Roma.

POSTPISCHL D. (editor) (1985a) - *Atlas of isoseismal maps of Italian earthquakes*. Quad. «La Ricerca Scientifica», P.F.G.-C.N.R., **114**, vol. **2A**, Bologna, pp. 164.

POSTPISCHL D. (editore) (1985b) - *Catalogo dei terremoti italiani dall'anno 1000 al 1980*. Quad. «La Ricerca Scientifica», P.F.G.-C.N.R., **114**, vol. **2B**, Bologna, pp. 239.

REUTHER C.D. (1987) - *Extensional tectonics within the Central Mediterranean segment of the Afro-European zone of convergence*. Mem. Soc. Geol. It., **38**, 69-80.

SKOKO D., PRELOGOVIČ E. & ALJINOVIČ B. (1987) - *Geological structure of the Earth's crust above the Moho discontinuity in Yugoslavia*. Geophys. J.R. Astr. Soc., **89**, 379-382.

TOZZI M., KISSEL C., FUNICIELLO R., LAJ C. & PAROTTO M. (1988) - *A clockwise rotation of Southern Apulia?* Geophys. Res. Lett., **15**, 681-684.

UDIAS A. (1980) - *Tectonic stresses in the Alpine-Mediterranean region*. Rock Mechanics, **9**, 75-84.