

TETTONICA QUATERNARIA ED ELEMENTI DI SISMOTETTONICA NELL'AREA DELLE MURGE (AVAMPAESE APULO)

M. Tropeano⁽¹⁻²⁾ - P. Pieri⁽¹⁾ - M. Moretti⁽¹⁾ - V. Festa⁽¹⁾ - G. Calcagnile⁽¹⁻³⁾ - V. Del Gaudio⁽¹⁻³⁾ - P. Pierrì⁽³⁾

⁽¹⁾Dipartimento di Geologia e Geofisica - Università di Bari, Via E. Orabona 4, 70125 BARI

⁽²⁾Centro di Geodinamica - Università della Basilicata, via Anzio 10, 85100 POTENZA

⁽³⁾Osservatorio di Geofisica e Fisica Cosmica - Università di Bari, via E. Orabona 4, 70125 BARI

ABSTRACT - *Quaternary tectonics and seismotectonic features of the Murge area (Apulian foreland, SE Italy)* - *Il Quaternario Italian Journal of Quaternary Sciences*, 10(2), 1997, 543-548 - The paper illustrates the tectonic activity during the Quaternary in the Murge area, a portion of the Apulian foreland in southeastern Italy. Tensional and transtensional faults are the main structural features of this area and are associated with an horst-and-graben system cutting the whole foreland ramp (the Murge area s.s. and the substratum of the Bradanic trough). Terraced marine deposits of Quaternary age are also displaced indicating a Middle-Late Pleistocene fault activity. The same deposits display soft-sediment deformation structures induced by seismic liquefaction (seismites). Quaternary tectonic evidence and instrumental records of low-energy earthquakes ($M \leq 3.2$) allow for a revision of the seismotectonic zonation of the Murge area.

Parole chiave: Tettonica quaternaria, sismotettonica, sismicità, rampa di avampaese, Murge, Avampaese apulo, Italia sud-orientale
Key words: Quaternary tectonics, seismotectonics, seismicity, foreland ramp, Murge area, Apulian foreland, SE Italy

1. PREMessa ED INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

Recenti dati sulla tettonica quaternaria dell'area delle Murge, confrontati con quelli noti (derivanti essenzialmente dalle ricerche di neotettonica condotte negli anni '70) ed integrati dalle evidenze di attività sismica locale registrata nella stessa area permettono di proporre un quadro sismotettonico della regione murgiana relativamente diverso rispetto a quello generalmente accettato. A tale proposito si ricorda che, sotto il profilo sismotettonico, in base ai dati emersi dalle ricerche sviluppate nell'ambito del Progetto Finalizzato Geodinamica del CNR, l'area pugliese, ad esclusione del Gargano, è considerata una zona con scarsissima attività tettonica e sostanzialmente asismica (De Vivo *et al.*, 1979; Ciaranfi *et al.*, 1981; Iannone & Pieri, 1982). Questa valutazione, riferita agli ultimi 700 ka (IV e V intervallo di neotettonica in: Ciaranfi *et al.*, 1983), viene sostanzialmente confermata anche nei più recenti studi di zonazione sismica del territorio italiano (Boschi *et al.*, 1995).

Come è noto, le Murge appartengono all'Avampaese apulo (*Auctt.*), una regione caratterizzata da una spessa copertura carbonatica mesozoica ed articolata in tre distinti settori di alto strutturale (Gargano, Murge e Salento) (Ricchetti *et al.*, 1988). Questi settori sono limitati da importanti zone di svincolo orientate circa E-W ed oblique rispetto ai fronti di migrazione degli opposti sistemi orogenici appenninico e dinarico (Royden *et al.*, 1987; Ricchetti *et al.*, 1988; Funicello *et al.*, 1991; Tozzi, 1993; Gambini & Tozzi, 1996). L'alto strutturale delle Murge, allungato in senso NW-SE, risulta individuato a N, rispetto al Gargano, tramite il Graben dell'Ofanto, e a S, rispetto al Salento, tramite la Soglia Messapica e la depressione tarantino-brindisina (Ricchetti *et al.*, 1988)

(Fig. 1). La stessa struttura immerge a SW verso l'Appennino e a NE verso la depressione mesoadriatica tramite una serie di blocchi disposti a gradinata (Ricchetti, 1980). Quindi i fianchi dell'alto strutturale delle Murge hanno la loro naturale prosecuzione sia verso oriente nello *shelf* adriatico, sia verso occidente nel ripiano premurgiano, un termine che individua il settore della rampa regionale a bassa inclinazione prossimo all'area delle Murge s.s. (Pieri *et al.*, 1994; 1996).

L'evoluzione stratigrafico-strutturale plioquaternaria delle Murge, connessa alla migrazione adriatico-vergente del sistema orogenico appenninico, è caratterizzata da due momenti. Nell'intervallo di tempo Pliocene inferiore-medio - Pleistocene inferiore, estese aree emerse dell'avampaese murgiano subiscono una marcata subsidenza ed evolvono ad avanfossa; tale fenomeno è accompagnato a livello regionale dalla sedimentazione della Calcarenite di Gravina e delle Argille subappennine (Ciaranfi *et al.*, 1979; 1983; Pieri, 1980) (Fig. 2). Dalla fine del Pleistocene inferiore (Siciliano), l'Avampaese apulo è invece soggetto ad un marcato sollevamento regionale. In questo intervallo di tempo si formano i depositi regressivi del ciclo bradanico (Pleistocene inferiore) e i Depositi marini terrazzati (Pleistocene medio-superiore), che marciano la graduale riemersione dell'area murgiana (Ciaranfi *et al.*, 1988) (Fig. 2).

2. PRINCIPALI LINEAMENTI TETTONICI AD ATTIVITÀ QUATERNARIA

Dalla letteratura emerge che nell'area delle Murge sono presenti due stretti graben (Graben delle Murge alte e Graben delle Murge basse; Iannone & Pieri, 1980; 1982), che attraversano longitudinalmente l'intero blocco murgiano per una lunghezza di oltre 100 km. Il Graben

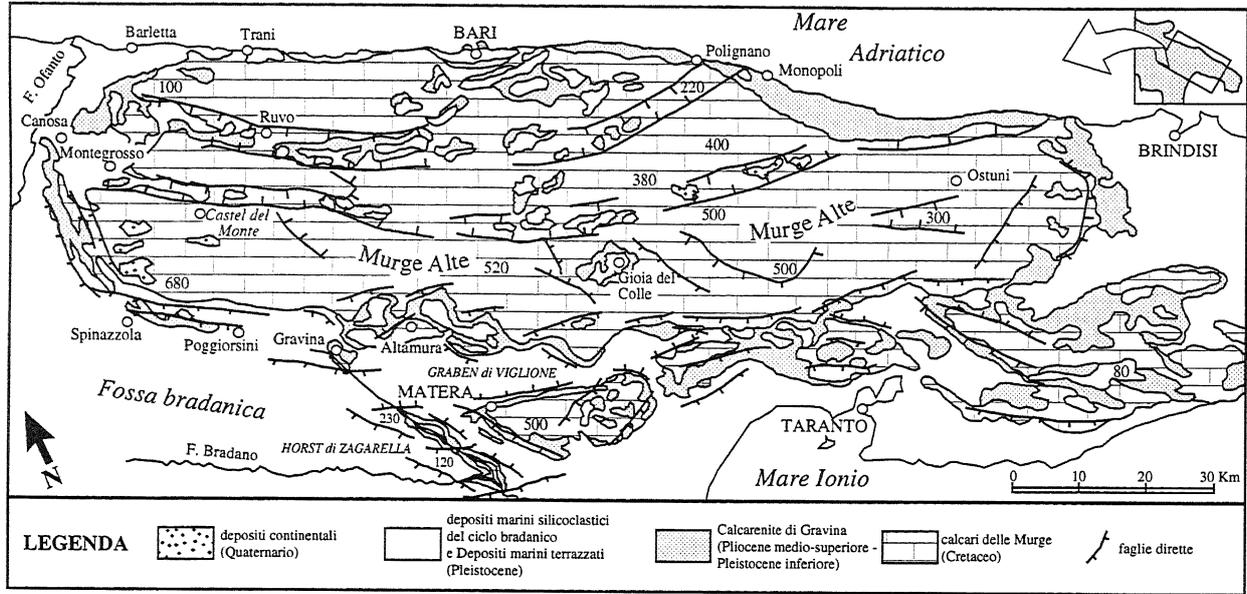


Fig. 1 - Carta geologica schematica dell'area delle Murge.
Geologic map of the Murge area.

delle Murge alte si sviluppa da Montegrosso, sulla valle dell'Ofanto, a Fasano in prossimità della costa brindisina; il Graben delle Murge basse si sviluppa da Canne della Battaglia, sull'Ofanto, al litorale di Polignano a Mare (Fig. 1). Sono all'incirca paralleli ed orientati NW-SE nelle Murge centro-settentrionali e W-E nelle Murge centro-meridionali; sono delimitati a SW da un'importante faglia diretta (*master fault*), immergente a NE, alla quale si associa una faglia diretta minore, immergente a SW (*synthetic fault*). Gli indicatori cinematici suggeriscono movimenti verticali dei blocchi calcarei. I due graben sono ben riconoscibili anche come depressioni morfostrutturali e la scarpata che delimita a sud il Graben delle Murge alte rappresenta l'elemento morfologico che permette di distinguere le Murge alte dalle Murge basse.

Altri dati significativi e confrontabili con i precedenti sono quelli relativi all'area di Matera, dove la rampa regionale, pur immergendo verso l'Appennino, si articola in una serie di horst e graben (Pieri & Tropeano, 1994; Tropeano *et al.*, 1994) (Fig. 2). Si tratta di strutture a dimensione sia chilometrica (Horst di Matera; Horst di Zagarella; Graben di Viglione), sia decametrica, come è possibile osservare, per esempio lungo la struttura di

Zagarella. In questi settori della rampa regionale, dove è possibile fare migliori osservazioni, gli indicatori cinematici lungo i piani mostrano anche una componente orizzontale, mettendo in evidenza soprattutto effetti di tettonica transtensiva (Tropeano *et al.*, 1994; Festa, 1996).

Sulla base di considerazioni stratigrafico-sedimentologiche l'attività di tutte le strutture ricordate ha sicuramente preceduto la sedimentazione della Calcarenite di Gravina (Pliocene superiore-Pleistocene inferiore), che mostra, a luoghi, di suturare alcuni lineamenti delle Murge (Iannone & Pieri, 1983), ma è dimostrata una altrettanto sicura prosecuzione dell'attività di tali strutture nel Pleistocene inferiore inoltrato, visto che sia la Calcarenite di Gravina, che le soprastanti Argille subappennine (Emiliano), sono interessate in più punti da attività sia sindeposizionale (strutture di crescita e controllo degli spessori di tali unità formazionali) sia postdeposizionale (rigetti anche decametrici misurabili sia nell'ambito della Calcarenite di Gravina che delle Argille subappennine - Tropeano *et al.*, 1994), evidenziando una tettonica attiva per l'intero Pleistocene inferiore con probabile estensione al medio. Dal complesso dei dati sopra esposti si ricava quindi che l'intera regione murgiana, estesa dall'Adriatico alla

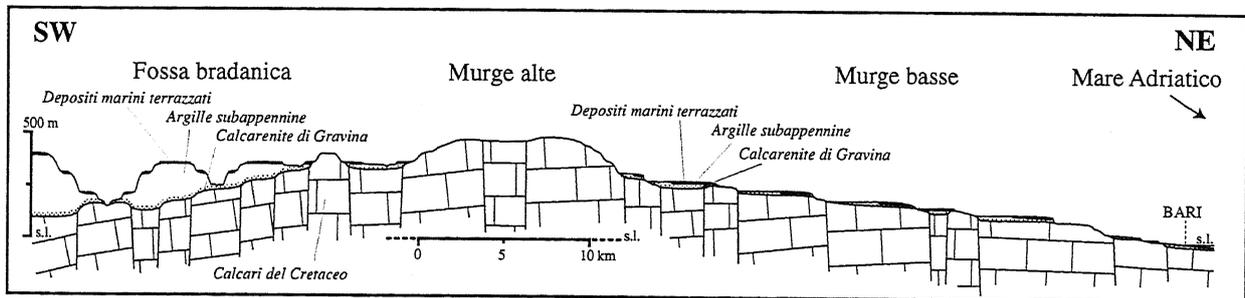


Fig. 2 - Sezione geologica schematica delle Murge.
Schematic cross-section of the Murge area.

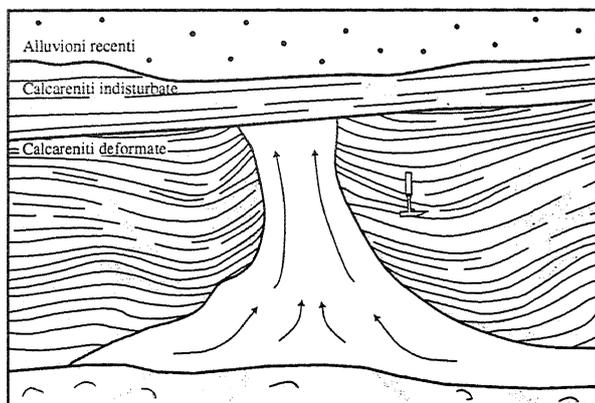


Fig. 3 - Un esempio delle strutture sedimentarie deformative indotte da liquefazione sismica nei Depositi marini terrazzati di Torre S. Gennaro (Brindisi). Schizzo da foto.

Sketch of a soft-sediment deformation structure (sand volcano) induced by seismic liquefaction in "Depositi marini terrazzati" (terraced marine deposits) of Torre S. Gennaro.

Fossa bradanica è stata soggetta a sforzi tensionali per almeno tutto il Pleistocene inferiore.

Meno numerosi, quantunque certi, risultano i dati relativi a lineamenti attivi nel Pleistocene medio e superiore; ciò dipende anche dalla limitata diffusione dei Depositi marini terrazzati (utilizzati come *markers*) che nell'area delle Murge sono ben rappresentati solo nella zona compresa fra Montegrosso, Canosa, Barletta e Trani. In questa zona i Depositi marini terrazzati affiorano in lembi discontinui da quota 230 m (Montegrosso) a 10 m s.l.m. (Trani) e sono riferibili ad un intervallo di età compresa fra un generico Pleistocene medio ed il Tirreniano (Ciaranfi *et al.*, 1988). In particolare, in corrispondenza di alcuni fronti di cava nella zona di Montegrosso, di Canosa e di Canne della Battaglia, sono state osservate numerose faglie dirette diversamente orientate, che interessano i Depositi marini terrazzati affioranti da quota 190 a quota 60 m. Le faglie sono principalmente orientate N130° e N10-20°, presentano piani subverticali e rigetti di alcuni metri. E' interessante sottolineare che le faglie N130° sono orientate come i principali lineamenti dei graben; le faglie N10-20° fanno parte del sistema dell'Ofanto che delimita a nord le Murge. Tenendo conto dell'età dei terreni interessati, l'attività di queste faglie è riferibile al Pleistocene medio e superiore (Iannone & Pieri, 1980).

3. INDICAZIONI DI PALEOSISMICITA' E DI ATTIVITÀ SISMICA STORICA ED ATTUALE NELL'AREA DELLE MURGE

Indicazioni di tipo indiretto sull'attività medio-supra-pleistocenica dei principali lineamenti tettonici delle Murge sono state ottenute attraverso lo studio di *soft-sediment deformation structures* indotte da liquefazione sismica (*seismites*, *sensu* Seilacher, 1969) riconosciute sulle Murge nell'ambito dei Depositi marini terrazzati (Fig. 3). Si sottolinea che le sismite (registrazioni sedimentarie di eventi sismici) si sviluppano in depositi suscettibili di liquefazione posti generalmente entro un raggio di 40 km dall'epicentro di un paleo-terremoto con $M \geq 5$ (Audemard

& De Santis, 1991; Galli & Meloni, 1993; Obermeier, 1996) (Fig. 4). Le relazioni fra magnitudo e distanza delle sismite dall'epicentro indicano che quelle osservate nei Depositi marini terrazzati delle Murge affioranti lungo il versante adriatico (Trani, Bari, Torre San Gennaro) possono essere state indotte esclusivamente da eventi sismici con epicentro nell'area murgiana o nella prospiciente area adriatica (Moretti *et al.*, 1995; Moretti & Tropeano, 1996; Moretti, 1997) (Fig. 4).

Gli studi relativi alla sismicità storica riportano per l'area murgiana (sia sul versante bradanico che adriatico) diversi terremoti anche di intensità elevata (Baratta, 1901; Kärnik, 1969), ma tali indicazioni vengono in genere considerate di scarsa attendibilità. Grazie però al potenziamento della rete di stazioni sismiche, sono stati recentemente registrati sulle Murge eventi di bassa energia. A tale proposito l'attivazione nel 1985 della stazione di Castel del Monte (Murge alte) risulta essere stata determinante per la registrazione nel 1991 di una sequenza sismica di bassa energia ($M \leq 3.2$) con epicentro localizzato in prossimità della stazione, ed in particolare in corrispondenza del Graben delle Murge alte (Del Gaudio *et al.*, 1997). Eventi singoli di energia paragonabile a quella della suddetta sequenza si sono registrati anche nel 1988 nella zona di Poggiorsini ($M = 2.9$) e tra Altamura e Santeramo ($M = 3.0$) (Fig. 4). Anche considerando le incertezze di localizzazione legate alla configurazione della rete sismica, gli eventi registrati vanno comunque sicuramente riferiti all'attività sismogenetica di lineamenti murgiani. L'area di localizzazione degli epicentri e la bassa energia sono quindi due elementi a favore per considerare come locale la sismicità registrata sulle Murge; d'altronde, nei periodi di registrazione sopra indicati, in aree contigue alle Murge (Gargano, catena appenninica e catena dinarico-ellenica) non si sono verificate crisi sismiche tali da dover interpretare come indotta la sismicità qui considerata.

4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'area delle Murge rappresenta uno degli alti strutturali che caratterizzano l'Avampaese apulo. Questa regione presenta una articolazione strutturale in alti e bassi relativi che, pur se prevista nei modelli geodinamici di subduzione per arretramento flessurale dello *slab* litosferico (Doglioni, 1995), è stata recentemente attribuita alla resistenza che lo spesso settore litosferico Apulo offre alla subduzione ed all'*underthrusting* (Doglioni *et al.*, 1994; Gambini & Tozzi, 1996).

Anche il sollevamento pleistocenico delle Murge, secondo alcuni autori connesso a riaggiustamenti isostatici postorogenici (Ciaranfi *et al.*, 1983; Ricchetti *et al.*, 1988), è stato attribuito al fenomeno di difficile penetrazione dello *slab* litosferico, accompagnato da un effetto di *buckling* nel settore apulo (Doglioni *et al.*, 1994; 1996) (Fig. 5).

In tale contesto geodinamico ben si inquadrano i dati sull'attività tettonica nell'ultimo milione di anni delle principali strutture delle Murge. Questi elementi, con i dati con l'attività sismica locale registrata nell'ultimo decennio sulle Murge, indicano che gli sforzi tensionali

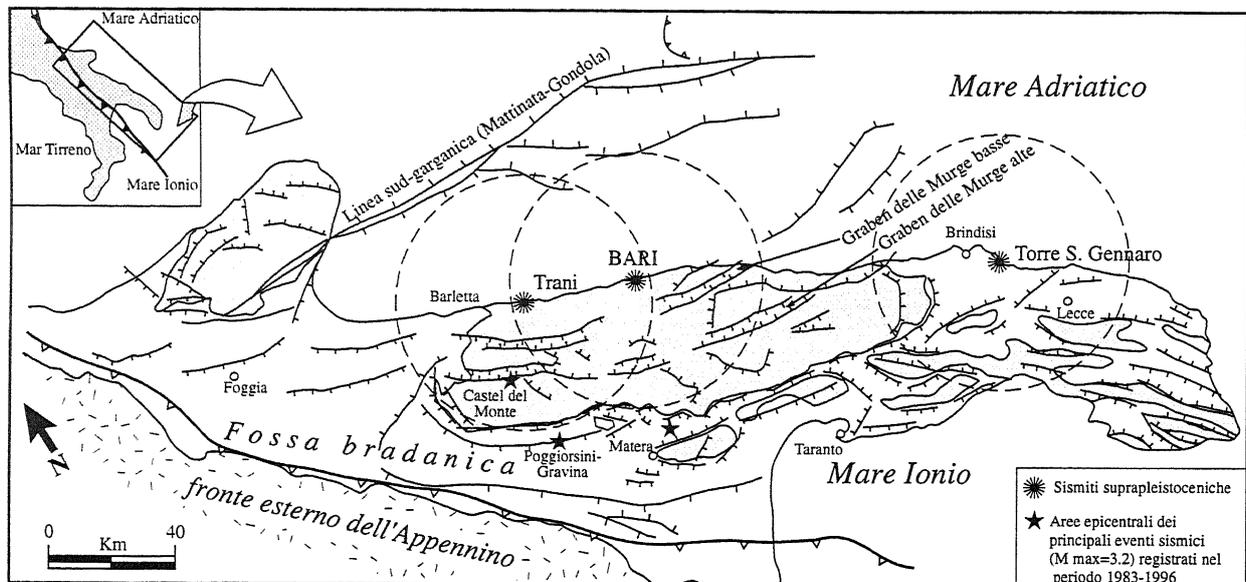


Fig. 4 - Schema strutturale dell'avampese apulo emerso: localizzazione delle sismiti e dei principali terremoti registrati strumentalmente. Sono inoltre riportate le circonferenze con raggio di 40 km (vedi testo).

Structural sketch of the Apulian foreland: location of seismites and instrumental main seismic shocks. Circles are 40 km in radius (see text).

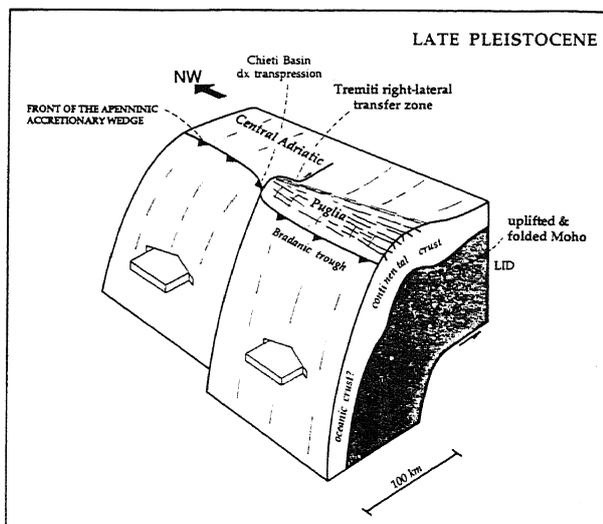


Fig. 5 - La presenza di uno spesso settore litosferico impedisce un "normale" arretramento flessurale della placca adriatica nel settore di Avampaese apulo. Si determina lo sviluppo di importanti zone di svincolo ed il fenomeno di buckling con accentuato sollevamento della Puglia (da: Doglioni *et al.*, 1994; 1996).

*The thick continental lithosphere in Apulia causes a different rollback of the Adria plate in the Southern Adriatic foreland (Apulia) in comparison with the Central Adriatic foreland. The lower penetration rate of the lithospheric slab in Apulia causes the development of regional transfer zones in the foreland (between the Apulian foreland and the Central Adriatic and within the Apulian foreland) and the buckling and uplift of Apulia (from: Doglioni *et al.*, 1994; 1996).*

che hanno interessato questo settore di avampaese non si sono esauriti nel Pleistocene inferiore, in un contesto di progressiva subsidenza dell'area, ma hanno agito anche nel più recente contesto di sollevamento regionale (Pieri *et al.*, 1997).

L'importanza regionale delle strutture analizzate, che attraversano l'alto strutturale murgiano per la sua intera lunghezza, permette di considerare questo ampio settore di avampaese (ripiano premurgiano, Murge s.s. e prospiciente piattaforma adriatica) come un'area attiva sotto il profilo sismotettonico, a differenza di quanto risulta in letteratura. Inquadrando gli elementi emersi per l'area delle Murge nel quadro deformativo dell'intero Avampaese apulo, questi appaiono congrui sia col significato delle evidenze tettoniche di superficie (faglie distensive) sia con il fatto che il blocco murgiano sia tuttora in sollevamento e quindi necessita di alcuni elementi di svincolo non solo rispetto agli adiacenti blocchi dell'avampaese (Gargano e Salento), ma anche al suo interno, parallelamente all'asse di buckling.

Ricerca eseguita e finanziata con fondi CNR (96.00827.CT.13) e ASI (ARS 96-47), responsabile P. Pieri.

BIBLIOGRAFIA

- Ambrosetti P., Bosi C., Carraro F., Ciaranfi N., Panizza M., Papani G., Vezzani L. & Zanferrari A., 1983 - *Neotectonic map of Italy (sheet 4)*. Quad. Ric. Scient. CNR, 114(4).
- Audemard F.A. & De Santis F., 1991 - *Survey of liquefaction structures induced by recent moderate earthquakes*. Bull. Ass. Int. Géol. de l'Ingegn., 44, 5-16.
- Baratta M., 1901 - *I terremoti in Italia*. A. Forni Ed., 1979 ristampa, Torino.
- Bigi G., Cosentino D., Parotto M. Sartori R. & Scandone P., 1988 - *Structural model of Italy*. Quad. Ric. Scient.

- CNR, 114.
- Boschi E., Favali P., Frugoni F., Scalera G. & Smriglio G., 1995 - *Mappa della massima intensità macrosismica risentita in Italia*. I.N.G. Rapp. interno.
- Casnedi R., 1988 - *La Fossa Bradanica: origine, sedimentazione e migrazione*. Mem. Soc. Geol. It., **41**, 439-448.
- Ciaranfi N., Cinque A., Lambiase S., Pieri P., Rapisardi L., Ricchetti G., Sgrosso I. & Tortorici L., 1981 - *Proposta di zonazione sismotettonica dell'Italia meridionale*. Rend. Soc. Geol. It., **4**, 493-496.
- Ciaranfi N., Ghisetti F., Guida M., Iaccarino G., Lambiase S., Pieri P., Rapisardi L., Ricchetti G., Torre M., Tortorici L. & Vezzani L., 1983 - *Carta neotettonica dell'Italia meridionale*. Prog. Fin. Geodinamica, C.N.R., Pubbl. n°515, 62 pp.
- Ciaranfi N., Maggiore M., Pieri P., Rapisardi L., Ricchetti G. & Walsh N., 1979 - *Considerazioni sulla neotettonica della Fossa Bradanica*. Prog. Fin. Geodinamica, C.N.R., Pubbl. n°251, 73-95.
- Ciaranfi N., Pieri P. & Ricchetti G., 1988 - *Note alla carta geologica delle Murge e del Salento (Puglia centro-meridionale)*. Mem. Soc. Geol. It., **41**, 449-460.
- Del Gaudio V., Iurilli V., Pierrì P., Ruina G., Calcagnile G., Canziani R., Moretti M., Pieri P. & Tropeano M., 1997 - *Sismicità di bassa energia e caratteristiche strutturali delle Murge nord-orientali*. Atti XV Conv. G.N.G.T.S., in stampa.
- De Vivo B., Dietrich D., Guerra I., Iannaccone G., Luongo G., Scandone P., Scarpa R. & Turco E., 1979 - *Carta sismotettonica preliminare dell'Appennino meridionale*. Prog. Fin. Geodinamica, C.N.R., Pubbl. n° 166, 64 pp.
- Dogliani C., 1995 - *Geological remarks on the relationships between extensional and convergent geodynamic setting*. Tectonophysics, **252**, 253-267.
- Dogliani C., Mongelli F. & Pieri P., 1994 - *The Puglia uplift (SE Italy): an anomaly in the foreland of the Apenninic subduction due to buckling of a thick continental lithosphere*. Tectonics, **13**(5), 1309-1321.
- Dogliani C., Tropeano M., Mongelli F. & Pieri P., 1996 - *Middle-Late Pleistocene uplift of Puglia: an "anomaly" in the Apenninic foreland*. Mem. Soc. Geol. It., **51**, 101-117.
- Festa V., 1996 - *Tettonica distensiva e transtensiva plio-pleistocenica nell'area di Matera*. Dip. Geologia & Geofisica, Università Bari, Tesi di laurea inedita, 69 pp.
- Funciello R., Montone P., Parotto M., Salvini F. & Tozzi M., 1991 - *Geodynamic evolution of an intra-orogenic foreland: the Apulia case history (Italy)*. Boll. Soc. Geol. It., **110**, 419-425.
- Galli P. & Meloni F., 1993 - *Nuovo catalogo dei processi di liquefazione avvenuti in occasione dei terremoti storici in Italia*. Il Quaternario, **6**(2), 271-292.
- Gambini R. & Tozzi M., 1996 - *Tertiary geodynamic evolution of Southern Adria microplate*. Terra Nova, **8**, 593-602.
- Iannone A. & Pieri P., 1980 - *Caratteri neotettonici dei Fogli 176 "Barletta" e 177 "Bari"*. Prog. Fin. Geodinamica, C.N.R., Pubbl. n°356, 85-100.
- Iannone A. & Pieri P., 1982 - *Caratteri neotettonici delle Murge*. Geol. Appl. e Idrogeol., **XVII**, 147-159.
- Iannone A. & Pieri P., 1983 - *Rapporti fra i prodotti residuali del carsismo e la sedimentazione quaternaria nell'area delle Murge*. Riv. It. Pal., **88**(2), 319-330.
- Kárník V., 1969 - *Seismicity of the European Area*. Reidel Publ. Com. Amsterdam, 364 pp.
- Martinis B., 1961 - *Sulla tettonica delle Murge nord-occidentali*. Acc. Naz. Lincei, Rend.Sc. Fis. Mat. Nat., s. VIII, **XXXI**(5), 299-305.
- Moretti M., 1997 - *Le strutture sedimentarie deformative. Studio delle modalità di deformazione e dell'origine attraverso esempi fossili e modellizzazione in laboratorio*. Tesi di dottorato, Università di Bari, 232 pp.
- Moretti M., Pieri P., Tropeano M. & Walsh N., 1995 - *Tyrrhenian seismites in Bari area (Murge - Apulian foreland)*. Atti Convegno "Terremoti in Italia - Prevenzione e prevenzione dei danni", **122**, 211-216. Acc. Naz. Lincei, Roma.
- Moretti M. & Tropeano M., 1996 - *Strutture sedimentarie deformative (sismiti) nei depositi tirreniani di Bari*. Mem. Soc. Geol. It., **51**, 485-500.
- Obermeier S.F., 1996 - *Use of liquefaction-induced features for paleoseismic analysis - An overview of how liquefaction features can be distinguished from other features and how their distribution and properties of source sediment can be used to infer the location and strength of Holocene paleoearthquakes*. Eng. Geol., **44**, 1-76.
- Pieri P., 1980 - *Principali caratteri geologici e morfologici delle Murge*. Murgia Sotterranea, Boll. Gr. Sp. Mart., **2**, 13-19.
- Pieri P., Festa V., Moretti M. & Tropeano M., 1997 - *Quaternary tectonic activity of the Murge area (Apulian foreland, Southern Italy)*. Ann. Geofisica, **XLV**, 1395-1404.
- Pieri P., Sabato L. & Tropeano M., 1994 - *Evoluzione tettonico-sedimentaria della Fossa bradanica a sud dell'Ofanto nel Pleistocene*. In: *Guida alle escursioni, 77° Congr. Soc. Geol. It., Bari, Quad. Bibl. Prov. Matera*, **15**, 35-54. Ed. Osanna, Venosa (Potenza).
- Pieri P., Sabato L. & Tropeano M., 1996 - *Significato geodinamico dei caratteri deposizionali e strutturali della Fossa bradanica nel Pleistocene*. Mem. Soc. Geol. It., **51**, 501-515.
- Pieri P. & Tropeano M., 1994 - *Tettonica distensiva e soft-sediment deformation structures nella Calcarenita di Gravina (Pliocene superiore) lungo il Fiume Bradano (bordo orientale della Fossa bradanica)*. In: *Guida alle Escursioni, 77° Congr. Soc. Geol. It., Bari, Quad. Bibl. Prov. Matera*, **15**, 55-66. Ed. Osanna, Venosa (Potenza).
- Ricchetti G., 1980 - *Contributo alla conoscenza strutturale della Fossa bradanica e delle Murge*. Boll. Soc. Geol. It., **49**(4), 421-430.
- Ricchetti G., Ciaranfi N., Luperto Sinni E., Mongelli F. & Pieri P., 1988 - *Geodinamica ed evoluzione sedimentaria e tettonica dell'Avampata Apulo*. Mem. Soc. Geol. It., **41**, 57-82.
- Royden L., Patacca E. & Scandone P., 1987 - *Segmentation and configuration of subducted lithosphere in Italy: An important control on thrust-belt and fore-deep-basin evolution*. Geology, **15**, 714-717.
- Seilacher A., 1969 - *Fault-graded beds interpreted as*

seismites. *Sedimentology*, **13**, 155-159.

Tozzi M., 1993 - *Assetto tettonico dell'avampaese apulo meridionale (Murge meridionali-Salento) sulla base dei dati strutturali*. *Geol. Rom.*, **29**, 95-111.

Tropeano M., Marino M. & Pieri P., 1994 - *Evidenze di tettonica distensiva plio-pleistocenica al margine*

orientale della Fossa bradanica - l'Horst di Zagarella. *Il Quaternario*, **7(2)**, 597-606.

Ms. ricevuto il: 2. 5. 1997
Inviato all'A. per la revisione il: 3. 9. 1997
Testo definitivo ricevuto il: 10. 11. 1997
Ms received: May 2, 1997
Sent to the A. for a revision: Sept. 3, 1997
Final text received: Nov. 10, 1997