

LA FOSSA BRADANICA: ORIGINE, SEDIMENTAZIONE E MIGRAZIONE

Memoria di RAFFAELE CASNEDI (*)

RIASSUNTO

La Fossa Bradanica corrisponde al settore meridionale dell'Avanfossa adriatica. Durante il Pliocene inferiore il mare copre una fascia molto più ampia dell'area di attuale sviluppo (in superficie e sottosuolo) dei sedimenti di quest'epoca. Nel Pliocene medio e superiore la Placca apula in subduzione determina la formazione della Fossa Bradanica s.s. (a S del Gargano) che si separa dal bacino molisano col sollevamento di un alto strutturale (del Fortore) connesso alla tettonica garganica. L'area di massimo sprofondamento in questa fase è situata nel bacino pugliese (Fossa di Candela). La compressione determina *thrusts* con scorrimento dei bacini interni (*piggy back*) su quelli esterni accompagnati da scivolamenti gravitativi a grande scala. Nel Quaternario l'asse depocentrale prosegue nella sua migrazione sprofondando nel bacino lucano (Fossa di Salandra) e in seguito nel Golfo di Taranto ove si trova attualmente. La sedimentazione è rappresentata dai citati scivolamenti gravitativi (olistostromi) nel margine interno, in progradazione verso l'asse depocentrale, affiancati da apporti torbiditici longitudinali. Questi ultimi sono confinati entro fasce delimitate all'esterno da faglie sinsedimentarie di compressione in progressiva attivazione, oltre le quali trascina solo la frazione fine delle correnti di torbidità. Dopo il colmamento di queste depressioni strutturali le torbiditi tendono ad espandersi su fasce via via più larghe, migrando progressivamente verso SE.

TERMINI CHIAVE: *avanfossa adriatica, pliocene, pleistocene, Analisi di Bacino, evoluzione geodinamica.*

ABSTRACT

The Bradano Trough, the southernmost sector of the Adriatic Foredeep, was characterized in the early Pliocene by widespread deposition of shallow-marine sediments. During the middle and late Pliocene, subduction of the Apulian Plate beneath the Foredeep caused marked deepening of the Bradano Trough. The development of a structural high to the North, asso-

ciated with tectonic activity of the Gargano Peninsula, separated the Bradano Trough s.s. from the Molise Basin. Compression yielded thrusting of «piggy back» basins and generation of olistostromes. During the Quaternary the depocenter migrated south-eastward to the Lucanian Basin and the Gulf of Taranto. Basin sedimentation consisted of olistostromes that transported material toward the basin axis from its western flank and of a longitudinal turbidite supply. The longitudinal turbidite complex was divided into several belts bounded by active compressional faults, yielding fine-grained overbank deposits in topographically higher belts. The turbidites filled the structural troughs, covering successively larger areas, migrating southeastward through time.

KEY WORDS: *Adriatic Foredeep, pliocene, pleistocene, basin analysis, geodynamic evolution.*

PREMESSA E INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Definita per la prima volta da MIGLIORINI (1937) come il bacino di sedimentazione plio-pleistocenico compreso fra Gargano, Murge e Catena appenninica, la Fossa Bradanica è stata in seguito (SELLI, 1962 e altri Autori) estesa verso NW, comprendendovi il settore molisano.

Questa interpretazione estensiva può essere spiegata tenendo conto che la Fossa Bradanica s.s. (intesa come bacino a S del Gargano) si è individuata solo nel Pliocene superiore, epoca in cui un alto strutturale, situato nella basse valle del Fortore, ha delimitato questa parte meridionale dell'avanfossa adriatica.

L'avanfossa esprime l'effetto della subduzione della Placca adriatica (localmente detta apula) sotto l'Appennino. I margini continentali fra le due zolle convergenti non sono paralleli ma presentano un angolo aperto a SE; la collisione continentale, di cui la Fossa Bradanica e il prospiciente Golfo di Taranto rappresentano l'evento più recente, ha avuto quindi un'evoluzione spazio-temporale in progressiva migrazione verso SE, così articolata:

(*) Dipartimento di Scienze della Terra, Strada Nuova 65, 27100 Pavia.

Lavoro finanziato con il contributo del Ministero della Pubblica Istruzione, fondi 40%, nell'ambito della ricerca: *Sedimentologia e analisi di bacino.*

1) nella parte alta del Pliocene inferiore il mare invade Molise, Puglia e Lucania formando un bacino allungato a sedimentazione argillosa;

2) nel Pliocene medio si attiva l'avanfossa soprattutto nel Bacino pugliese (BALDUZZI *et alii*, 1982a) che inizia a separarsi, per falde in parte a carattere trascorrente, dal Bacino molisano;

3) nel Pliocene superiore l'alto strutturale del Fortore (CASNEDI, 1978) separa il Bacino molisano da quelli pugliese e lucano (Fossa Bradanica s.s.);

4) nel Quaternario sprofonda il Bacino lucano (BALDUZZI *et alii*, 1982b);

5) la deriva della Placca apula è tuttora in corso determinando la configurazione del Golfo di Taranto (PESCATORE & SENATORE, 1986).

Effetto primario della collisione continentale è il sistema longitudinale di faglie inverse che borda il margine appenninico e che costituisce il raccordo fra la fascia di sollevamento della catena («rampa frontale») e quella di sprofondamento dell'avanfossa. Su questo sistema di faglie si imposta la scarpata interna dell'avanfossa che costituisce il paleo-pendio di scivolamento gravitativo delle coltri all'ocione.

Effetto secondario è il sistema trasversale di faglie in parte trascorrenti («rampe laterali») che individuano alti strutturali e depressioni bacinali.

La complessa articolazione della Fossa Bradanica è appunto determinata dai rapporti esistenti fra tettonica longitudinale in progressiva migrazione verso NE e smembramento trasversale dei vari elementi in progressivo sprofondamento verso SE. La sedimentazione sintettonica è quindi controllata da questi movimenti e pertanto ne registra le varie fasi.

SEDIMENTAZIONE E TETTONICA

L'esplorazione del sottosuolo della Fossa Bradanica per ricerche di idrocarburi permette l'analisi dei rapporti fra tettonica e sedimentazione. Dopo la sintesi di CARISSIMO *et alii* (1963) le società minerarie (in particolare AGIP & MONTEDISON) hanno permesso nell'ultima decade di pubblicare dati basati sull'interpretazione della sismica e dei sondaggi profondi. Buona parte del lavoro è stata effettuata in collaborazione da geologi dell'AGIP

e delle Università di Pavia e Pescara. A questi studi si sono affiancati quelli relativi alla neotettonica condotti specialmente dall'Università di Bari.

Le osservazioni e la cartografia qui riportate si riferiscono agli intervalli cronologici, basati sui microforaminiferi planctonici, ben noti in letteratura.

L'individuazione della Fossa Bradanica nella sua accezione più ampia e la sua separazione dalla parte centro-settentrionale dell'Avanfossa adriatica, avviene in seguito al sollevamento, nel Pliocene inferiore, di una struttura trasversale localizzata lungo il F. Pescara. Essa si identifica con un alto (mineralizzato ad idrocarburi nel campo denominato Cigno) contro il quale terminano per *onlap* longitudinale i corpi torbiditici del bacino abruzzese.

IL PLIOCENE INFERIORE

L'ingressione marina che contraddistingue la Fossa Bradanica l.s. va collocata nella parte alta del Pliocene inferiore (cenozona a *Globorotalia puncticulata*) mentre la sottostante cenozona a *Gl. margaritae* è documentata solo eccezionalmente nel sottosuolo molisano (CASNEDI & BALDUZZI, 1984) e scarsamente sul margine appenninico affiorante ai bordi della Maiella e nella Calabria settentrionale (ORTOLANI, 1978 ed altri Autori). Dal Messiniano al Pliocene si verifica quindi una fase tettonica con conseguente emersione (CRESCENTI, 1975; DI NOCERA *et alii*, 1976).

I terreni su cui poggia il Pliocene bradanico sono rappresentati da:

1) terreni della Piattaforma apula il cui tetto è costituito da calcari del Cretaceo superiore o da calcareniti paleogenico-mioceniche (CRESCENTI, *op. cit.*; DAZZARO & RAPISARDI, 1984 ecc.). È la situazione più comune che si verifica lungo tutta la fascia centrale ed esterna della Fossa Bradanica. In quest'area è presumibile che dalla fine del Cretaceo la Piattaforma apula interna (MOSTARDINI & MERLINI, 1988) sia stata parzialmente emersa e che sia annegata nel Pliocene inferiore;

2) terreni alloctoni miocenici delle coltri molisano-lagonegresi-irpine già parzialmente traslati nelle fasi tettoniche langhiano-messiniane;

3) terreni riferibili a piattaforme interne. Sul margine meridionale della Fossa Bradanica-

ca il substrato è rappresentato da calcari cretacei riferiti da MOSTARDINI & MERLINI (*op. cit.*, sez. 1) alla Piattaforma appenninica; essa è traslata sulla sequenza superiore del Bacino lagonegrese-molisano a sua volta sovrascorsa. Tali calcari cretacei, a prescindere da una loro eventuale attribuzione ad una Piattaforma intermedia nel senso di D'ARGENIO *et alii* (1973), sono quindi sovrascorsi nel Pliocene inferiore sui terreni di bacini esterni e successivamente, nel Pliocene medio, solidalmente con questi ultimi, sull'Avanpaese apulo.

La fig. 1 mette in evidenza l'estensione del bacino durante il Pliocene inferiore. Il margine esterno è delineato dall'attuale distribuzio-

ne dei sedimenti del Pliocene inferiore in quanto si presuppone che la zona di Avanpaese garganico-murgiano non abbia subito traslazioni più recenti ma solo movimenti verticali (RICCHETTI, 1980; CIARANFI *et alii*, 1983).

Al contrario, in corrispondenza al margine interno, viene tracciata una supposta linea di costa che amplia notevolmente le dimensioni dedotte dall'attuale distribuzione areale del Pliocene inferiore nel sottosuolo bradanico. In particolare nell'area prospiciente il litorale ionico, in alcuni pozzi (si vedano le sezioni di BALDUZZI *et alii*, 1982 b e la già citata sezione 1 di MOSTARDINI & MERLINI) il Pliocene inferiore è alloctono ed è traslato come bacino

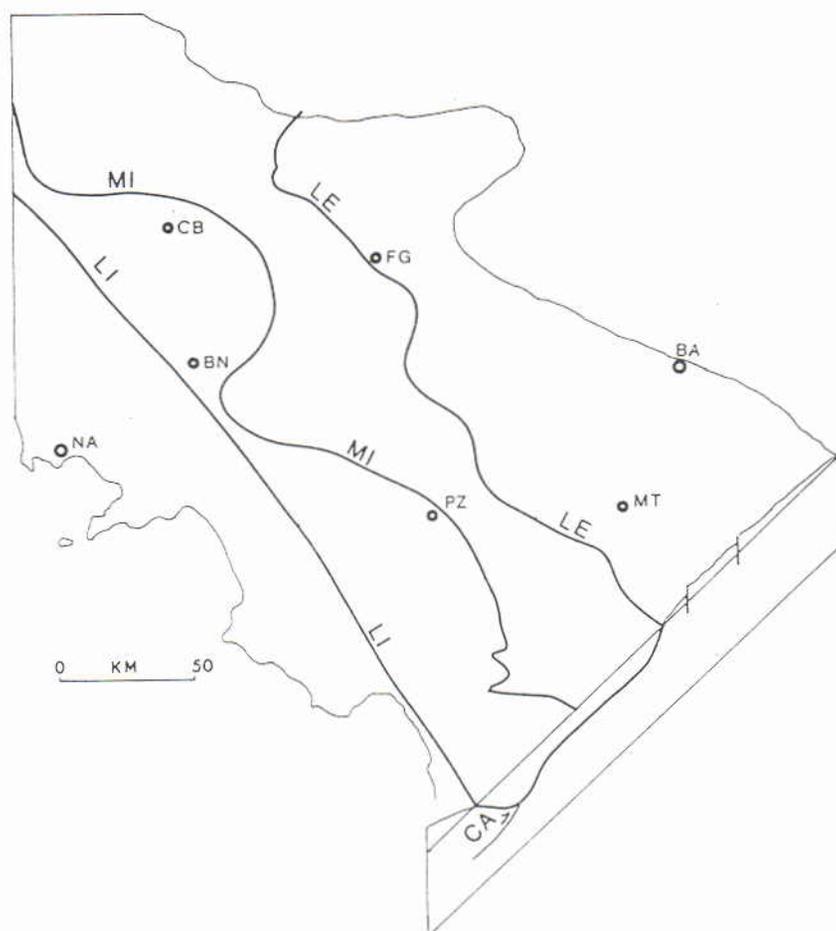


Fig. 1 - Pliocene inferiore: paleogeografia. LE = linea di costa esterna; MI = margine interno attuale dei sedimenti del Pliocene inferiore (di norma con copertura alloctona); LI = supposta linea di costa interna; CA = coltri alloctone.

Early Pliocene: palaeogeography. LE = outer coast-line; MI = present inner margin of the early Pliocene sedimentation (usually with allochthonous cover); LI = presumed inner coast-line; CA = allochthonous cover.

piggy back al di sopra di terreni coevi. L'entità minima del sovrascorrimento (50 km) è stata valutata riportando (*restored cross section*) il Pliocene inferiore alloctono presente nei pozzi Rotondella 1 - Montegiordano 1 (ultima sezione citata) in continuità interna rispetto a quello autoctono che secondo l'interpretazione della sismica si estende fino sotto il pozzo Castelnuovo 1.

Nell'area settentrionale della Fossa Bradanica fino alla Maiella si possono documentare spostamenti analoghi.

Ne deriva una paleogeografia del Pliocene inferiore in cui la Fossa Bradanica rappresentava un braccio di mare a coste subparallele largo un centinaio di chilometri.

La sedimentazione nel Pliocene inferiore è di tipo prevalentemente argilloso con lito e biofacies pelagiche. Essa può rappresentare la terminazione distale di corpi torbiditici sviluppati più a NW oppure più comunemente argille bacinali con sviluppo e spessore abbastanza uniforme (100 m circa) che può ridursi o mancare in posizione di paleoalto.

IL PLIOCENE MEDIO

Con l'effetto della compressione e conseguente raccorciamento crostale il mare pliocenico evolve in fossa, particolarmente pronunciata a S del Gargano. Inizia infatti ad individuarsi la Fossa Bradanica s.s.

Essa è sede di un'attiva sedimentazione in cui agli apporti laterali di scarpata (trasporti in massa di tipo olistostroma) si alternano quelli longitudinali torbiditici.

La fase di riempimento è sempre preceduta da emipelagiti formatesi durante lo sprofondamento della fossa, prima dell'arrivo degli apporti maggiori e con caratteristiche di eletrofacies che ne rendono facile l'individuazione nel sottosuolo («fase pretorbiditica» di CASNEDI *et alii*, 1982, che può iniziare già nel Pliocene inferiore).

La scarpata, attivata da movimenti compressivi, caratterizza il margine interno della fossa ed è sede di scivolamenti gravitativi dovuti alla natura plastica ed incoerente del substrato paleogenico-miocenico, sollevato e mo-

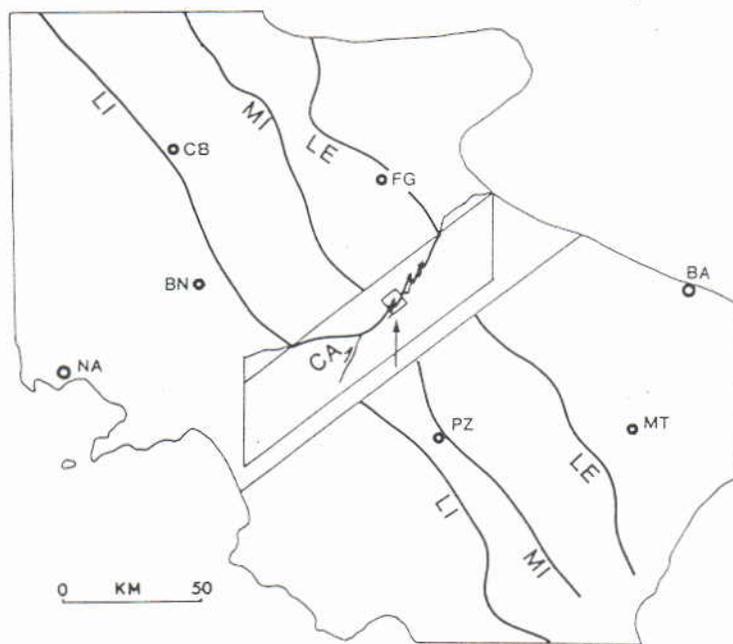


Fig. 2 - Pliocene medio: paleogeografia. LE = linea di costa esterna; MI = margine interno attuale dei sedimenti del Pliocene medio; LI = supposta linea di costa interna; CA = coltri alloctone. La freccia indica la sezione ingrandita in fig. 3.

Middle Pliocene: palaeogeography. LE = outer coast-line; MI = present inner margin of the middle Pliocene sedimentation; LI = presumed inner coast-line; CA = allochthonous cover. The arrow shows the section enlarged in fig. 3.

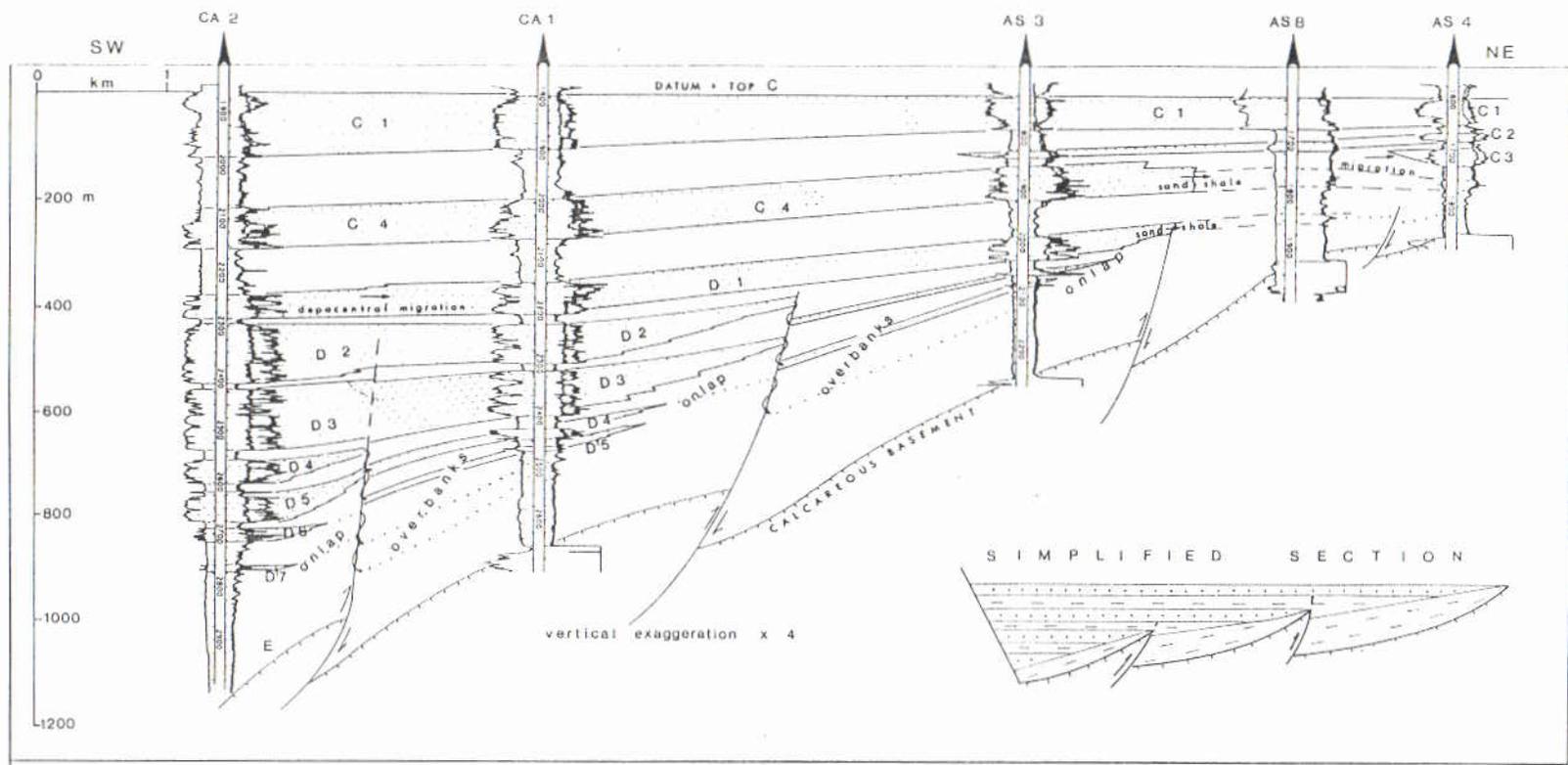


Fig. 3 - Correlazione fra carotaggi elettrici di pozzi in sezione trasversale (sezione di Candela, tratta da CASNEDI, 1988).
Electric-log correlation (Candela section) after CASNEDI, 1988.

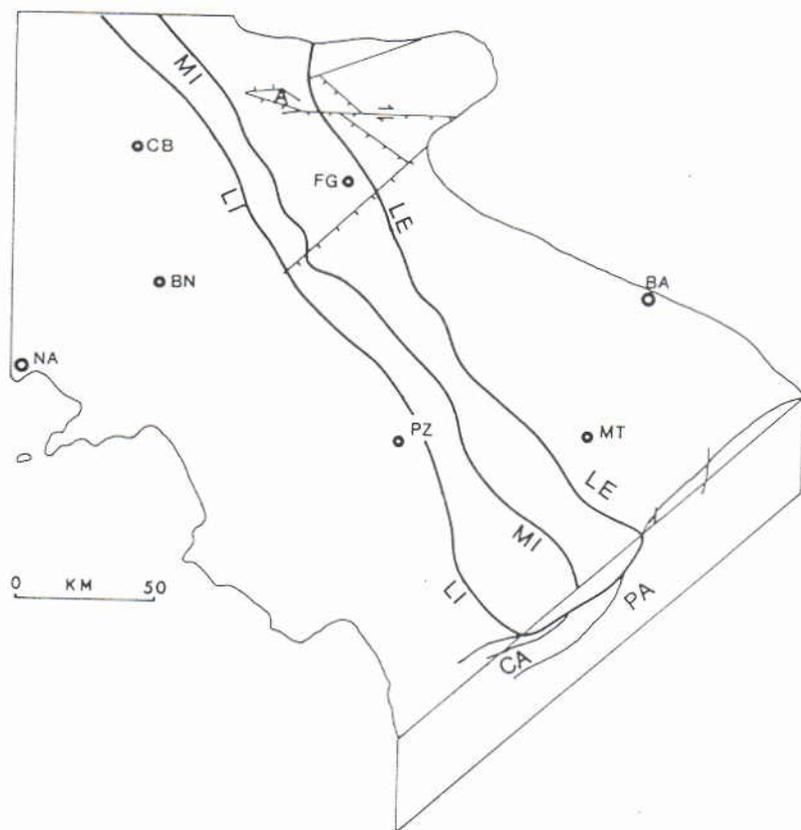


Fig. 4 - Pliocene superiore: paleogeografia e faglie della struttura garganica. LE = linea di costa esterna; MI = margine interno attuale dei sedimenti del Pliocene superiore; LI = supposta linea di costa interna; A = Alto del Fortore; PA = Piattaforma apula con copertura pliocenica inferiore-media; CA = coltri alloctone.
Late Pliocene: palaeogeography and faults of the Gargano structure. LE = outer coast-line; MI = present inner margin of the late Pliocene sedimentation; LI = presumed inner coast-line; A = Fortore High; PA = Apulian Platform with early-middle Pliocene cover; CA = allochthonous cover.

bilizzato. La scarpata migra progressivamente verso la fossa per faglie inverse determinando imponenti accumuli di masse alloctone di natura gravitativa mentre estesi ricoprimenti vergenti a NE concorrono alla riduzione delle dimensioni trasversali del bacino di sedimentazione (fig. 2).

Mentre la parte interna della fossa si riempie di detto materiale alloctono, la parte esterna, anch'essa in forte subsidenza, richiama correnti di torbidità provenienti da depositi clastici ancora incoerenti precedentemente depositi a NW. Queste correnti di torbidità determinano l'accumulo di potenti corpi sabbioso-argillosi particolarmente sviluppati nella zona di massima subsidenza (Fossa di Candela; si veda la sezione C di CASNEDI *et alii*, 1982; CASNEDI, 1988).

Essi formano un intero ciclo sedimentario caratterizzato dapprima da una subsidenza di attivazione tettonica che richiama apporti torbiditici in progressivo aumento verso l'alto (livelli D in fig. 3). In seguito la fase tettonica si attenua e il tasso di subsidenza viene compensato (livelli C) e quindi superato dal tasso di sedimentazione.

La geometria dei «livelli D» è di tipo confinato e cioè condizionato dalla morfologia della fossa. Essa presenta una caratteristica asimmetria trasversale (scarpata più ripida a SW); inoltre la deformazione della fossa è attiva durante la sedimentazione in misura maggiore nella prima fase: si formano quindi caratteristici *sand wedges* con geometria dei corpi maggiori a cuneo verso NE per *onlap* di sabbie contro un settore più esterno in sollevamento.

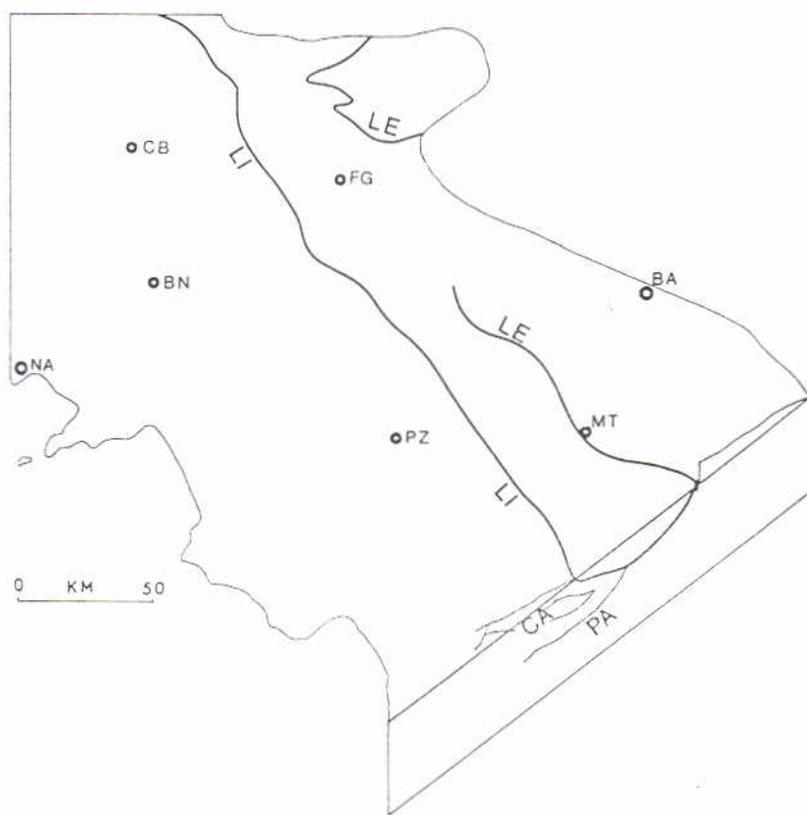


Fig. 5 - Pleistocene: paleogeografia. LE = linea di costa esterna; LI = linea di costa interna; CA = coltri appenniniche alloctone; PA = Piattaforma apula.

Pleistocene: palaeogeography. LE = outer coast-line; LI = inner coast-line; CA = Apenninic allochthonous cover; PA = Apulian Platform.

La deformazione sinsedimentaria che ha originato la fossa è dovuta a tettonica compressiva e quindi a faglie inverse per tutta la parte interna e depocentrale del bacino e cioè quella a più attiva subsidenza; faglie dirette si sviluppano invece per collasso dell'area di avanpaese, determinando in quest'ultimo una struttura a gradinata.

Le faglie inverse generano dei dislivelli strutturali (*longitudinal ridges*) che costituiscono l'argine «parziale» esterno alle correnti di torbidità; è da tenere presente infatti un concetto spesso trascurato nei modelli di sedimentazione torbiditica confinata da margini strutturali: la singola corrente di torbidità ha uno spessore dell'ordine delle decine o centinaia di metri mentre la torbidite, intesa come sedimento corrispondente, salvo eccezioni, è

spessa al massimo qualche metro; pertanto i margini strutturali esterni dovuti a faglie costituiscono argini alla sola parte inferiore, più grossolana, della corrente di torbidità mentre la parte superiore tracima all'esterno dando luogo a depositi di *overbank*. La loro geometria è evidente nelle correlazioni elettriche (fig. 3) mentre la facies può essere osservata in carote prelevate nel sottosuolo che mostrano sequenze torbiditiche senza gli intervalli basali di Bouma. Questi *overbanks* precedono i corpi sabbiosi più spessi che si distribuiscono su superfici maggiori dopo il colmamento della sezione confinata.

Longitudinalmente si osserva una progressiva diminuzione del rapporto sabbia/argilla verso SE (sottocorrente) mentre gli spessori totali rimangono pressoché costanti.

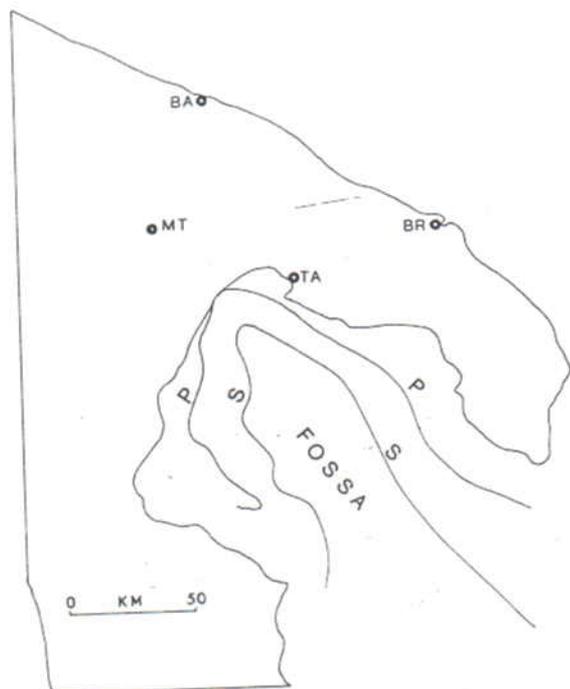


Fig. 6 - Situazione attuale. P = Piattaforma; S = Scarpata.
Present day situation. P = Platform; S = Slope.

IL PLIOCENE SUPERIORE

Durante il Pliocene superiore la Fossa Bradanica s.s. si separa quasi completamente dal Bacino molisano con la formazione di un alto strutturale tipo *Horst*, trasversale alla fossa, connesso con la tettonica garganica (fig. 4).

L'intensa esplorazione mineraria, dovuta alla presenza di un campo gassifero (campo Chieuti, CASNEDI & MORUZZI, 1978) ha permesso di riconoscere una distribuzione di litofacies caratterizzata da un potente accumulo di sedimenti prevalentemente sabbiosi nei fianchi ribassati mentre sul paleoalto (Alto del Fortore) i sedimenti coevi sono argillosi e di piccolo spessore (CASNEDI, 1978). Essi sono in buona parte riferibili al Pliocene superiore e quindi si può datare a tale epoca la maggiore attività tettonica. È possibile che questa struttura positiva si chiudesse verso W e che la fossa fosse ancora sede di attiva sedimentazione sul margine appenninico, in gran parte per colate gravitative alloctone.

Nel frattempo il decentro di massima

subsidenza dell'avanfossa tende a migrare verso SE dal Bacino pugliese a quello lucano. La demarcazione fra i due bacini corrisponde ad un alto strutturale a sedimentazione condensata (Sella di Banzi, in BALDUZZI *et alii*, 1982b; figg. 15-16). Le modalità di sedimentazione sono analoghe a quelle già descritte per il Pliocene medio.

La fine del Pliocene è interessata da manifestazioni vulcaniche i cui prodotti risedimentati sono stati riscontrati nel sottosuolo della parte settentrionale della Fossa Bradanica. Essi formano un orizzonte tufitico molto evidente nei carotaggi elettrici di numerosi sondaggi per la sua alta conduttività. La composizione chimica dei frammenti vetrosi varia da tipi andesitici a riolitici e rioidacitici, e può essere ritenuta simile a quella riscontrata da DI NOCERA *et alii* (1974), in cineriti del Messiniano della valle del Crati. È incerta la sua correlabilità con il vulcanismo del Vulture la cui attività secondo BOENZI *et alii* (1987) è iniziata nel Pleistocene medio.

IL PLEISTOCENE

Nel Pleistocene è continuata la migrazione longitudinale dell'avanfossa verso SE con lo sprofondamento della Fossa di Salandra nel Bacino lucano. Si riscontrano spessori di torbiditi pleistocenici di oltre 1500 m. La subsidenza viene compensata nella fascia interna da spessori anche maggiori di coltri gravitative alloctone (fig. 5).

Il raccorciamento ha determinato alti strutturali longitudinali, già individuati nel Pliocene superiore, in migrazione verso NE, che sono stati via via erosi al tetto (campi gassiferi di Grottole, Ferrandina, Pisticci e Pomarico). Il mare trasgredisce nella stessa direzione ricoprendo la fascia interna delle Murge, precedentemente emersa, il cui collasso è evidentemente effetto del carico di accumulo sedimentario nell'avanfossa prospiciente.

SITUAZIONE ATTUALE

Al colmamento della Fossa Bradanica è seguita un'emersione generalizzata (CIARANI *et alii*, 1983) con ulteriore migrazione dell'asse della fossa verso SE nell'attuale posizione, situata nel Golfo di Taranto (fig. 6).

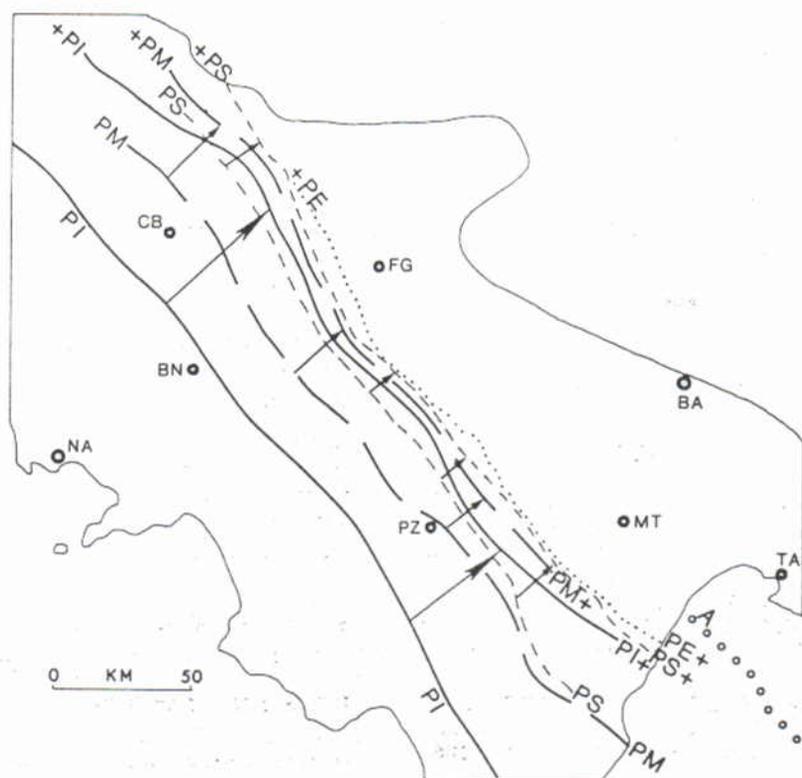


Fig. 7 - Migrazione dell'asse depocentrale. PI = Pliocene inferiore; PM = Pliocene medio; PS = Pliocene superiore; PE = Pleistocene; A = attuale. Col segno + sono indicati gli assi di spessore massimo dei sedimenti delle singole epoche ove si trovano attualmente. Le frecce indicano la traslazione tettonica (non considerata nel Pleistocene). Depocenter axis migration. PI = early Pliocene; PM = middle Pliocene; PS = late Pliocene; PE = Pleistocene; A = present day. + signes indicate the axis of maximum thickness of sediments of each epoch where they lie presently. Arrows show the tectonic translation (not considered for the Pleistocene).

CONCLUSIONI

La Fossa Bradanica rappresenta lo sprofondamento del settore meridionale dell'Avanfossa adriatica in rapida subsidenza durante il Plio-Pleistocene.

La polarità orogenica determina, per compressione, l'attivazione progressiva verso l'esterno di faglie inverse che evolvono, nei fianchi interni, in sovrascorrimenti e scivolamenti gravitativi. La migrazione e progradazione di questi terreni alloctoni concorre allo spostamento verso l'esterno delle correnti di torbidità di provenienza longitudinale. Si verifica quindi dapprima il colmamento delle depressioni più interne, strutturate da faglie longitudinali e quindi molto allungate in senso NW-SE. Detto colmamento avviene per sedimentazione della frazione più grossolana delle

correnti di torbidità, mentre la frazione fine tracima dalle depressioni con depositi di *over-bank* sui fianchi esterni.

Durante la sedimentazione si attivano via via faglie più esterne con sprofondamento di altri solchi e pertanto le correnti di torbidità tendono a coprire un bacino in progressivo allargamento (*widening upward* - si veda la fig. 3 e, per maggiori dettagli, CASNEDI, 1938).

In fig. 7 sono tracciati gli assi depocentrali, in prossimità della supposta scarpata interna, tenuto conto dell'asimmetria della fossa, in migrazione verso NE.

Alla sedimentazione segue la traslazione tettonica, dovuta al raccorciamento crostale: attualmente gli assi di massimo spessore dei sedimenti nelle singole epoche si trovano infatti considerevolmente traslati verso NE rispetto agli originali assi depocentrali (frecce in fig. 7).

Nel frattempo le depressioni più profonde migrano longitudinalmente verso SE. Infatti la fossa è il risultato del movimento di subduzione della Placca apula sotto l'Appennino: poiché i margini convergenti sono obliqui, ad angolo aperto a SE, la collisione e chiusura avvengono dapprima nei settori NW e quindi SE con progressivo colmamento in questa direzione nel Plio-Pleistocene. La fossa è tuttora attiva con sedimentazione attuale nel Golfo di Taranto.

Manoscritto consegnato l'8 aprile 1989.

Testo accettato per la stampa il 17 novembre 1989.

Ultime bozze restituite il 23 gennaio 1991.

OPERE CITATE

- BALDUZZI A., CASNEDI R., CRESCENTI U. & TONNA M. (1982a) - *Il Plio-Pleistocene del sottosuolo del Bacino pugliese (Avanfossa Appenninica)*. Geol. Rom., 21, 1-28.
- BALDUZZI A., CASNEDI R., CRESCENTI U., MOSTARDINI F. & TONNA M. (1982b) - *Il Plio-Pleistocene del sottosuolo del Bacino lucano (Avanfossa Appenninica)*. Geol. Rom., 21, 89-111.
- BOENZI F., LA VOLPE L. & RAPISARDI L. (1987) - *Evoluzione geomorfologica del complesso vulcanico del M. Vulture (Basilicata)*. Boll. Soc. Geol. It., 106, 673-682.
- CARISSIMO L., D'AGOSTINO O., LODDO C. & PIERI M. (1963) - *Petroleum exploration by AGIP Mineraria and new geological information in Central and Southern Italy from the Abruzzi to Taranto Gulf*. VI Petr. Intern. Congr., Frankfurt, 267-292.
- CASNEDI R. (1978) - *Sedimentazione e tettonica pliocenica nel sottosuolo della bassa valle del Fortore (Foggia)*. Mem. Soc. Geol. It., 19, 605-612.
- CASNEDI R. (1988) - *Subsurface basin analysis of Fault-controlled turbidite System in Bradano Trough, Southern Adriatic Foredeep, Italy*. Am. Ass. Petr. Geol. Bull., 72, 1370-1380.
- CASNEDI R. & BALDUZZI A. (1984) - *Livelli calcarei clastici del Miocene superiore e Pliocene nel sottosuolo molisano-pugliese*. Riv. It. Paleont. Strat., 89, 407-420.
- CASNEDI R., CRESCENTI U. & TONNA M. (1982) - *Evoluzione dell'Avanfossa adriatica meridionale nel Plio-Pleistocene, sulla base di dati di sottosuolo*. Mem. Soc. Geol. It., 24, 243-260.
- CASNEDI R. & MORUZZI G. (1978) - *Geologia del campo gassifero di Chieuti (Foggia)*. Boll. Soc. Geol. It., 97, 189-196.
- 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*. Pubbl. 515 del P.F. Geod., Bari, 1-62.
- CRESCENTI U. (1975) - *Sul substrato pre-pliocenico dell'Avanfossa appenninica dalle Marche allo Jonio*. Boll. Soc. Geol. It., 94, 583-634.
- D'ARGENIO B., PESCATORE T. & SCANDONE P. (1973) - *Schema geologico dell'Appennino meridionale (Campania e Lucania)*. Atti Conv. «Moderne vedute sulla geologia dell'Appennino», Acc. Naz. Lincei, 183, 49-72.
- DAZZARO L. & RAPISARDI L. (1984) - *Nuovi dati stratigrafici, tettonici e paleogeografici della parte settentrionale dell'Appennino Dauno*. Boll. Soc. Geol. It., 103, 51-58.
- DI NOCERA S., NARDI C., ORTOLANI F. & TORRE M. (1974) - *Cineriti riolitiche nei depositi messiniani nella valle del Crati (Calabria settentrionale)*. Acc. Sc. Mat., Napoli, sez. 4, 41.
- DI NOCERA S., ORTOLANI F. & TORRE M. (1976) - *Fase tettonica messiniana nell'Appennino meridionale*. Boll. Soc. Nat., Napoli, 84.
- MIGLIORINI C. (1937) - *Cenno sullo studio e sulla prospezione petrolifera di una zona dell'Italia meridionale*. II Congr. Mondiale Petrolio, Parigi, 1-11.
- MOSTARDINI F. & MERLINI S. (1988) - *Appennino Centro-Meridionale. Sezioni geologiche e proposte di modello strutturale*. Mem. Soc. Geol. It., 35, 177-202.
- ORTOLANI F. (1978) - *Alcune considerazioni sulle fasi tettoniche mioceniche e plioceniche dell'Appennino meridionale*. Boll. Soc. Geol. It., 97, 609-616.
- PESCATORE T. & SENATORE M.R. (1986) - *A comparison between a present-day (Taranto Gulf) and a Miocene (Irpian Basin) foredeep of the Southern Apennines (Italy)*. In Foreland Basins, Special Publ. n. 8 of the I.A.S., P. Allen and P. Homewood eds., 169-182.
- RICCHETTI G. (1980) - *Contributo alle conoscenze strutturali della Fossa Bradanica e delle Murge*. Boll. Soc. Geol. It., 99, 421-430.
- SELLI R. (1962) - *Il Paleogene nel quadro della geologia dell'Italia meridionale*. Mem. Soc. Geol. It., 3, 737-790.