Mem. Descr. Carta Geol. d'It.
LXXVII (2008), pp. 147 - 176
figg. 4 - tabb. 2 - tavv. 6 - tav. I f.t.

Carta geologica delle unità carbonatiche mesozoiche e cenozoiche del Gargano sud-occidentale: nuovi vincoli stratigrafici per l'evoluzione tettonica dell'area

Geologic map of the mesozoic-cenozoic carbonate units cropping out in the south-western Gargano Promontory (southern Italy): new stratigraphic constraints for the tectonic evolution of the area

SPALLUTO L. (*) , PIERI P. (*)

RIASSUNTO - Il rilevamento geologico condotto nel settore sud-occidentale del Promontorio del Gargano ha consentito di evidenziare i principali caratteri stratigrafici delle unità affioranti e di riconoscere i principali elementi strutturali che caratterizzano questa porzione dell'Avampaese apulo. I nuovi ed originali dati stratigrafici riguardano le unità carbonatiche mesozoiche e cenozoiche per le quali è stato possibile elaborare un nuovo quadro stratigrafico sostanzialmente differente rispetto a quello presente sia nella cartografia geologica ufficiale in scala 1:100.000 che in studi stratigrafici successivi. In particolare, dal basso verso l'alto, sono state distinte le seguenti unità litostratigrafiche formali o informali: Calcare di Bari (Calloviano p.p.-Cenomaniano inf./medio) e Calcare di Altamura (Coniaciano-Santoniano p.p.), entrambe in facies di piattaforma carbonatica interna e divise da una significativa lacuna stratigrafica marcata da depositi bauxitici (Turoniano); Calcari di Monte Acuto (Santoniano p.p.) in facies di base scarpata; formazione di Masseria Belvedere (Serravalliano medio-superiore), formazione di Masseria Spagnoli (Tortoniano superiore), formazione di Valle di Vituro (Messiniano superiore?/Pliocene medio-sup.?) e Calcarenite di Gravina (Pliocene medio-superiore) depositatesi in contesti deposizionali di tipo neritico.

I nuovi dati stratigrafici forniscono degli importanti vincoli per l'evoluzione tettonica dell'area. Un primo vincolo stratigrafico è fornito dai depositi di scarpata dei Calcari di Monte Acuto che marcherebbero la formazione, durante il Santoniano, di un bacino di intrapiattaforma (Bacino apulo Auct.) all'interno della Piattaforma apula (Auct.). Gran parte delle strutture mappate nell'area di studio sono state attive durante le fasi orogenetiche appenninico-dinariche. Le più importanti di queste strutture sono la Faglia di Mattinata e la Faglia di Rignano, orientate rispettivamente E-O e NO-SE. In particolare, la Faglia di Mattinata è oggetto di un acceso dibattito sia per quanto riguarda la sua evoluzione cinematica che per il suo significato strutturale nel contesto geodinamico regionale dell'Avampaese apulo. Malgrado i differenti punti di vista, è comunemente accettato in letteratura che questa struttura mostri indicatori cinematici e caratteristiche morfo-strutturali tipiche di strutture trascorrenti che hanno registrato una complessa evoluzione polifasica. Durante il Miocene superiore-Pleistocene medio le fasi tettoniche appenninico-dinariche avrebbero indotto sul settore garganico dell'avampaese un campo di stress regionale che avrebbe generato l'attivazione della Faglia di Mattinata come trascorrente sinistra e contestualmente attività compressiva lungo direttrici orientate NO-SE (faglie inverse e pieghe) e attività distensiva lungo direttrici orientate NE-SO (faglie dirette). I vincoli stratigrafici forniti dalle unità neogeniche, coinvolte nella formazione dell'anticlinale di rampa a tetto della Faglia di Rignano, hanno permesso di distinguere tre distinte fasi tettoniche, compatibili con questo campo di stress, rispettivamente nel Tortoniano inferiore-medio, nel post-Tortoniano superiore e nel post-Pliocene medio-superiore. Altre strutture mappate nell'area di studio (faglie dirette orientate NO-SE e pieghe orientate NE-SO) non sono cinematicamente compatibili con le strutture descritte in precedenza perché sono congruenti con un campo di *stress* regionale che ha prodotto compressione lungo direttrici orientate NE-SO (pieghe) e distensione lungo direttrici orientate NO-SE (faglie dirette). L'assenza di vincoli stratigrafici e di chiari rapporti di antecedenza non consente di vincolare temporalmente l'attività delle strutture cinematicamente compatibili con il nuovo campo di *stress*. Tuttavia, si ritiene che, almeno parte di esse, possano essere state attive in seguito al mutamento del regime geodinamico che, com'è regionalmente noto, ha prodotto, a partire dal Pleistocene medio, l'inversione del campo di stress regionale agente sull'area di studio. I dati neotettonici della recente letteratura ed i meccanismi focali dei terremoti confermano questa visione ed evidenziano inoltre che in tale contesto tettonico la Faglia di Mattinata sia stata riattivata come trascorrente destra.

PAROLE CHIAVE: Rilevamento geologico, stratigrafia, tettonica, Piattaforma apula, Avampaese apulo, Gargano sud-occidentale.

(*) Dipartimento di Geologia e Geofisica - Università degli Studi di Bari, Via E. Orabona, 4. 70125 - Bari. e-mail: l.spalluto@geo.uniba.it

ABSTRACT - A new geological map of the south-western part of the Gargano Promontory (Southern Italy) is presented. Updated stratigraphic data allowed us to propose a new stratigraphic framework of the outcropping units which revealed useful to recognize distinct phases in the tectonic evolution of this sector of the Apulian foreland. The following formations have been recognized: Calcare di Bari Fm. (Callovian p.p.-Lower/Middle Cenomanian), Calcare di Altamura Fm. (Coniacian p.p.-Santonian p.p.) (both deposited in inner shelf settings); Calcari di Monte Acuto Fm. (Santonian p.p.) (slope settings); Calcarenite di Gravina Fm. (Middle-Upper Pliocene) (open shelf settings). In addition, the informal units of Masseria Belvedere fm. (Middle/Upper Serravallian), Masseria Spagnoli fm. (Upper Tortonian) and Valle di Vituro fm. (Late Messinian ? or Middle/Upper Pliocene) (all formed in shallow-water carbonate environments) are proposed. Excepting informal Miocene units, the formational nomenclature used in this paper has a regional meaning and replace the ones mapped on the Geological map of Italy (1:100.000 scale). Significant facies changes recorded in the lower-middle part of the Calcare di Bari Fm., due to meaningful environmental changes, allowed us to recognize the following three informal members: Monte Calvo Lms. (Callovian p.p.-Valanginian p.p.), Borgo Celano Lms. (Valanginian p.p.-Aptian p.p.) and Ostreids and Requienids Lms. (Aptian p.p.). Boundaries among members correspond to significant changes in the vertical arrangement of lithofacies associations which reflect rapid opening events of depositional environments. These latter may be correlated to incipient drowning events recorded in coeval platform-to-basin units cropping out in the eastern part of the Gargano Promontory.

The new stratigraphic frame and field mapping allowed us to recognize a multistage tectonics.

Deposition during Santonian of slope sediments (Calcari di Monte Acuto Fm.) in an internal sector of the Apulian Platform suggests that an extensional tectonic phase resulted in the formation of an intrashelf basin probably corresponding to the easternmost part of the Apulian basin (Auct.).

Most of the tectonic structures mapped in the studied area as the Mattinata and Rignano faults along with their wrench related structures, NW-SE oriented reverse faults and folds systems formed after distinct tectonic phases showing a common deformation style. In the sector located to S-SE of Rignano Garganico village three tectonic phases have been recognized due to the stratigraphic constraints provided by the neogenic units: a) the Masseria Spagnoli fm. (Late Tortonian) onlaps both the Masseria Belvedere fm. (middle/late Serravallian) and the Mesozoic substrate along the southern limb of a major anticline developed on the footwall of the Rignano Fault. This relationship suggests that the early phase of formation of this structure occurred during Early/Middle Turonian times; b) a later tectonic tilting (about 20°) recorded by the Masseria Spagnoli fm. reveals a reactivation of this structure after Late Tortonian times; c) the Calcarenite di Gravina Fm. crops out at the footwall of the reverse Monte Granata fault. This enabling to date the activity of this structure after middle/late Pliocene times.

Further structures mapped in the studied area (NW-SE oriented normal faults and NE-SW oriented folds) are not coherent with the deformation style of the above structures. It is assumed that they formed during an inversion of the stress field acting on the studied area even though the lack of stratigraphic constraints and of antecedence relationships with previously described structures does not allow to fulfill detailed time constraints. Despite this, it is argued that, these structures are quite recent since they are coherent with the tectonic frame reported by published neotectonic data dealing with the Apricena-Poggio Imperiale sector, west of the studied area, and seismic ones. These latters are congruent with a change of the stress field which, starting from middle Pleistocene times, produced the tectonic inversion of the Mattinata Fault and the formation of new structures.

KEY WORDS: geological mapping, stratigraphy, tectonics, Apulia Carbonate Platform, Apulia foreland, southern Italy, south-western Gargano Promontory.

1. - INTRODUZIONE

Il settore sud-occidentale del Gargano è caratterizzato dalla presenza in affioramento di unità carbonatiche mesozoiche e cenozoiche deposte in ambienti di piattaforma carbonatica. Il grado di deformazione tettonica di queste unità è relativamente blando eccetto che in corrispondenza di alcune importanti zone di taglio, corrispondenti alle strutture note in letteratura come Faglia di Mattinata e Faglia di Rignano. Negli ultimi venticinque anni gli studi geologici di dettaglio riguardanti questo settore dell'Avampaese apulo hanno affrontato sia gli aspetti lito-bio-cronostratigrafici delle unità mesozoiche e cenozoiche (D'ALESSANDRO *et alii*, 1979; LUPERTO SINNI & MASSE, 1986; 1994; LUPERTO SINNI 1996a; b; CLAPS *et alii*, 1996; CASOLARI *et alii*, 2000; SPALLUTO *et alii*, 2005) che quelli di geologia strutturale (FUNICIELLO *et alii*, 1988; PICCARDI, 1998; 2005; BERTOTTI *et alii*, 1999; SALVINI *et alii*, 1999; BILLI & SALVINI, 2000; CHILOVI *et alii*, 2000; BRANKMAN & AYIDIN, 2004; PATACCA & SCANDONE, 2004; TONDI *et alii*, 2005). Gli studi stratigrafici hanno evidenziato come i dati geologici presenti nei Fogli in scala 1:100.000 della Carta Geologica d'Italia (155 "San Severo", 156 "San Marco in Lamis" e 164 "Foggia") siano in gran parte da rivisitare sia per quanto riguarda il numero ed il rango delle unità litostratigrafiche cartografate (e.g. LUPERTO SINNI 1996a; CASOLARI *et alii*, 2000; SPALLUTO *et alii*, 2005) che per l'attribuzione bio-cronostratigrafica delle stesse (e.g. D'ALESSANDRO *et alii*, 1979; LUPERTO SINNI 1996B; CASOLARI *et alii*, 2000). Gli studi di geologia strutturale hanno invece evidenziato la complessità tettonica dell'area che fa del Promontorio del Gargano il settore più deformato dell'intero Avampaese apulo. In particolare, le principali strutture sono rappresentate da faglie subverticali che attraversano l'area di studio per diversi chilometri (Faglia di Mattinata, Faglia

di Rignano e Faglia del Candelaro), e la cui cinematica è oggetto di dibattito (ORTOLANI & PAGLIUCA, 1987; 1988; FUNICIELLO *et alii*, 1988; SALVINI *et alii*, 1999; BILLI & SALVINI, 2000). Tra queste, la più studiata risulta essere la Faglia di Mattinata che mostra chiari caratteri di polifasicità in relazione ad una complessa, ed ancora non completamente riconosciuta, evoluzione geodinamica del settore garganico dell'Avampaese apulo (DOGLIONI *et alii*, 1994; 1996; DE ALTERIIS, 1995; BERTOTTI *et alii*, 1999; CHILOVI *et alii*, 2000; MORELLI, 2002; TONDI *et alii*, 2005). Tuttavia, malgrado tali studi abbiano contribuito ad incrementare notevolmente le conoscenze geologiche su questo settore dell'avampaese, permangono ancora differenti visioni, spesso alternative, circa l'attribuzione litostratigrafica delle successioni mesozoiche e cenozoiche oltre che sull'assetto strutturale dell'area (e.g. BERTOTTI *et alii*, 1999; CASOLARI *et alii*, 2000; CHILOVI *et alii*, 2000; BRANKMAN & AYIDIN 2004; SPALLUTO, 2004).

Il presente lavoro espone i risultati di un rilevamento geologico eseguito in scala 1:25.000 nel settore sud-occidentale del Promontorio del Gargano (semplificato e ridotto in tavola I f.t.), nelle aree comprese tra gli abitati di San Giovanni Rotondo, Apricena, San Marco in Lamis e Rignano Garganico, eseguito nell'ambito di una tesi di dottorato in Scienze della Terra (SPALLUTO, 2004) ed implementato con dati inediti CARG (Foglio 396 "San Severo" scala 1:50.000; RICCHETTI *et alii* in prep.). Lo scopo di questo lavoro è quello di illustrare i caratteri stratigrafici e sedimentologici delle formazioni affioranti in questa porzione dell'Avam-paese apulo e di individuare i principali elementi strutturali che hanno deformato le unità carbonatiche meso-cenozoiche. L'analisi litostratigrafica di dettaglio ha costituito un momento fondamentale del rilevamento geologico perché in determinate condizioni (scarsità di affioramenti continui e bene esposti) ha rappresentato l'unico strumento utilizzabile per individuare la presenza di motivi tettonici altrimenti non riconoscibili. Le informazioni riguardanti la cinematica delle principali faglie (Faglia di Mattinata e Faglia di Rignano) derivano dai lavori di letteratura, mentre i nuovi vincoli stratigrafici hanno consentito la datazione delle principali fasi deformative che hanno segnato l'evoluzione tettonica dell'area. Gli stili deformativi di ogni singola fase tettonica analizzata nel presente lavorosonostati comparati con quelli già noti in letteratura per le principali strutture del settore garganico dell'Avampaese apulo al fine di vincolare al contesto geologico regionale le fasi tettoniche riconosciute nell'area di studio.

2. - INQUADRAMENTO GEOLOGICO E CONOSCENZE PRECEDENTI

Il Promontorio del Gargano rappresenta parte dell'Avampaese apulo, individuatosi nel Terziario durante l'orogenesi appenninica (D'ARGENIO *et alii*, 1973; RICCHETTI *et alii*, 1988). La struttura geologica dell'Avampaese apulo corrisponde essenzialmente ad una regione carbonatica autoctona interessata in prevalenza da strutture di natura fragile. La gran parte delle successioni carbonatiche presenti in affioramento e nel sottosuolo è rappresentata da calcari mesozoici deposti in un ampio dominio di piattaforma (Piattaforma Apula *sensu* D'ARGENIO, 1974), che insieme ad altre piattaforme peri-adriatiche bordava, durante il Mesozoico, il margine meridionale della Tetide articolato in un promontorio del continente africano noto come Adria (e.g. CHANNEL *et alii*, 1979; BOSELLINI, 2002).

L'evoluzione tettonica del settore occidentale dell'Avampaese apulo, di cui fa parte anche il Gargano, è generalmente messa in relazione con il progressivo ribassamento della Piattaforma apula al di sotto dei thrusts appenninici migranti verso i quadranti orientali. L'intero sistema orogenico è addebitato all'arretramento flessurale di Adria in subduzione verso ovest (MALINVERNO & RYAN, 1986; DOGLIONI, 1991). Le profonde differenze reologiche e di spessore litosferico dell'-Avampaese apulo rispetto ai settori adiacenti dell'Adriatico centro-occidentale e del Mar Ionio avrebbero prodotto tassi di subsidenza e di arretramento differenziati tra i diversi settori dell'intero Avampaese appenninico con inevitabili ripercussioni sui processi tettonici avvenuti sia in contesto di avampaese che di catena (ROYDEN *et alii*, 1987; FAVALI *et alii*, 1993; DOGLIONI *et alii*, 1994; 1996; GAMBINI & TOZZI, 1996). Alcune evidenti discontinuità tettoniche presenti all'interno dell'Avampaese Apulo, tra cui la Faglia delle Tremiti e la Faglia di Mattinata a direzione E-O, avrebbero svincolato porzioni dell'avampaese apulo caratterizzate da una differente evoluzione geodinamica (DOGLIONI *et alii*, 1994; SCROCCA, 2006).

2.1. - STRATIGRAFIA

Nell'area di studio affiorano prevalentemente calcari e calcari dolomitici mesozoici di piattaforma carbonatica di età compresa tra il Giurassico medio p.p. ed il Cretaceo superiore p.p. L'intera successione mesozoica è notoriamente suddivisa in due intervalli stratigrafici separati da un livello spesso pochi metri di terre rosse bauxitiche. Le bauxiti si sono formate durante un evento di con-

tinentalizzazione, documentato in letteratura, sia localmente che regionalmente, associato ad una prolungata fase di emersione della Piattaforma apula durante il Turoniano (Crescenti & Vighi, 1964; Valduga, 1965; Ricchetti, 1975; D'Argenio & Mindszenty, 1991; Mindszenty *et alii*, 1995, Luperto Sinni & Reina, 1996).

Gli autori della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 (Fogli 155 "San Severo" 156 "San Marco in Lamis" e 164 "Foggia") hanno attribuito l'intera successione affiorante nell'area a formazioni riferite all'intervallo di età Giurassico superiore-Cretaceo superiore (Boni *et alii*, 1969; Merla *et alii*, 1969; Cremonini *et alii*, 1971). In particolare, nell'intervallo di età Giurassico superiore-Cretaceo inferiore, gli autori hanno riconosciuto cinque formazioni tra loro coeve (Dolomie di Monte la Serra, Calcari di Sannicandro, Calcari di San Giovanni Rotondo, Calcari di Rignano Garganico e Formazione di Monte Spigno) attribuite ad un ambiente di retroscogliera.

Nell'intervallo di età Cretaceo inferiore (parte alta)-Cretaceo superiore sono state distinte tre formazioni: il Calcare di Masseria Quadrone (Albiano-Cenomaniano) ed il Calcare di Casa Lauriola (Senoniano) attribuite ad un ambiente di retroscogliera e la Formazione di Monte Sant'Angelo (Albiano superiore-Turoniano) attribuita ad un ambiente di transizione al mare aperto (Boni *et alii*, 1969; Merla *et alii*, 1969).

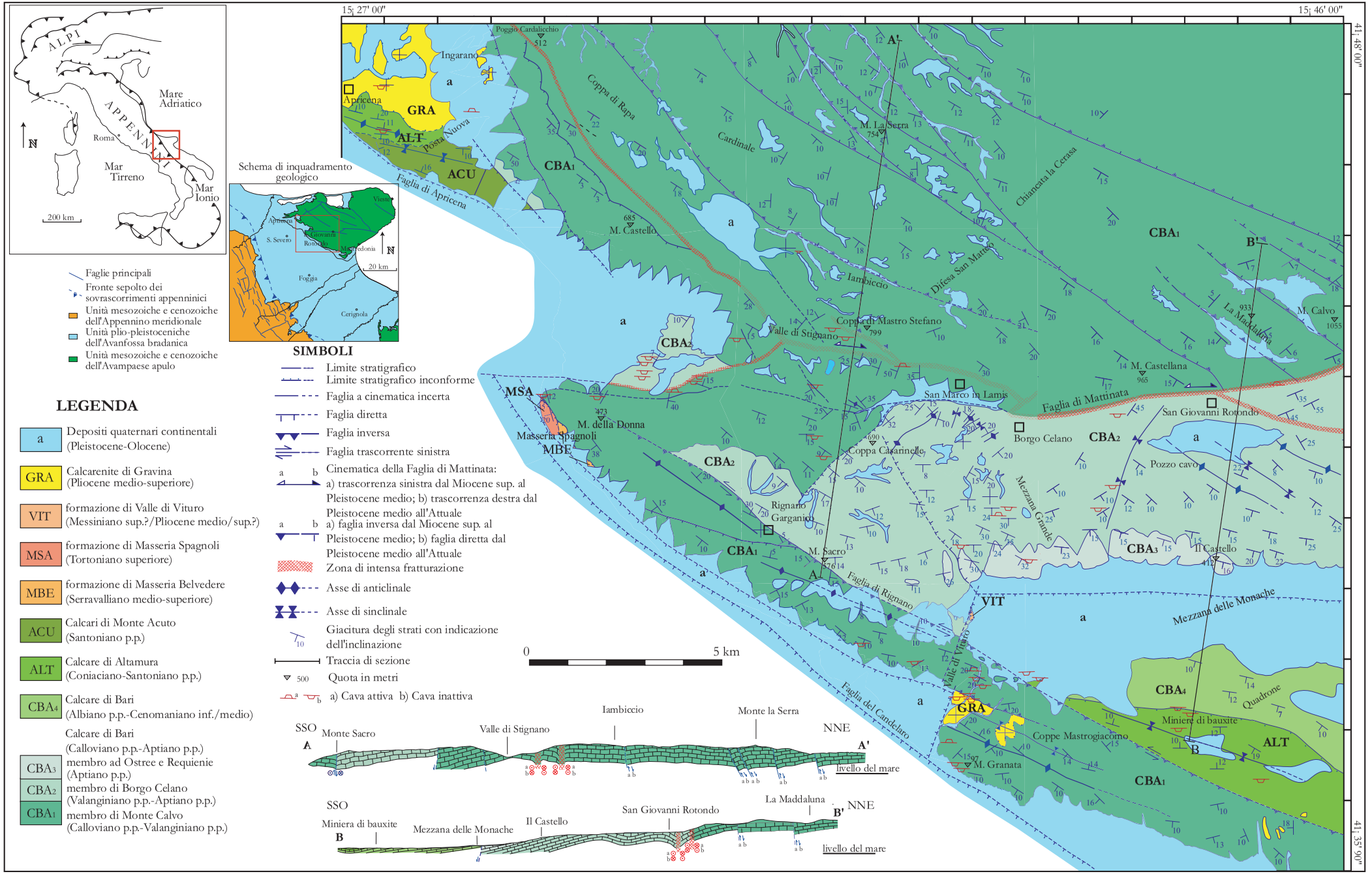
Studi stratigrafici successivi (Luperto Sinni & Masse, 1986; 1994; Claps *et alii*, 1996; Spalluto *et alii*, 2005) hanno dimostrato che le formazioni del Cretaceo inferiore presenti nella cartografia geologica ufficiale non presentavano un coerente quadro stratigrafico, ed hanno evidenziato una proliferazione dei nomi formazionali, alcuni dei quali sono stati recentemente inseriti nelle unità da emendare o da riclassificare come unità di rango inferiore (Delfrati *et alii*, 2002). Di questi nomi formazionali, Luperto Sinni & Masse (1986; 1994), Bosellini & Morsilli (1987), Morsilli & Bosellini (1997), Bosellini *et alii* (1999) hanno conservato solo i seguenti due: i Calcari di Sannicandro, che comprendono i calcari di piattaforma di età Giurassico superiore-Cretaceo basale, ed i Calcari di San Giovanni Rotondo che comprendono quelli di certa attribuzione al Cretaceo inferiore fino all'Aptiano p.p. Gli autori non hanno tuttavia precisato né i rapporti stratigrafici tra le due formazioni né la loro estensione areale. Inoltre, Luperto Sinni & Masse (1986) e Claps *et alii* (1996), hanno suddiviso informalmente i Calcari di San Giovanni Rotondo in membri di significato locale. Più di recente, Spalluto *et alii* (2005), non avendo rilevato gli elementi necessari per istituire due formazioni all'interno della successione pre-bauxiti del Gargano occidentale, hanno proposto di adottare per tale successione, per priorità di istituzione, il termine di Calcare di Bari (Calloviano p.p.-Cenomaniano inferiore/medio), unità definita in precedenza per la coeva successione affiorante nelle Murge (Valduga, 1965; Ricchetti, 1975; Ciaranfi *et alii*, 1988). Spalluto *et alii* (2005); inoltre, hanno distinto nel Calcare di Bari i seguenti tre membri: membro di Monte Calvo (Calloviano p.p.-Valanginiano p.p.), membro di Borgo Celano (Valanginiano p.p.-Aptiano p.p.) e membro ad Ostree e Requienie (Aptiano p.p.).

Laviano & Marino, (1996) e Luperto Sinni (1996b), hanno invece attribuito al Calcare di Altamura (Coniaciano-Santoniano p.p.) la successione sovrastante le bauxiti che affiora in lembi limitati nella parte meridionale ed occidentale dell'area di studio; anche tale unità è stata definita in precedenza per la successione affiorante nelle Murge (Valduga, 1965; Ricchetti, 1975; Ciaranfi *et alii*, 1988).

Nel settore occidentale dell'area di studio, nelle aree in precedenza attribuite nella cartografia geologica ufficiale (F° 156 "San Marco in Lamis") alla Formazione di Monte Sant'Angelo (Albiano-Turoniano), Luperto Sinni & Borgomano (1994) hanno invece riconosciuto la presenza di facies di transizione da piattaforma a bacino attribuite al Calcare di Caramanica, formazione di età Campaniano-Maastrichtiano medio.

Successivamente, Morsilli *et alii* (2002), hanno ulteriormente rimaneggiato il quadro lito e cronostratigrafico dei precedenti autori, riattribuendo questa unità ai Calcari di Monte Acuto di età Santoniano superiore (zona a *Dicarinella asymetrica*).

Per quanto riguarda le unità cenozoiche, relativamente all'area di studio, gli autori della Carta Geologica d'Italia (F° 155 "San Severo", F° 156 "San Marco in Lamis" e F° 164 "Foggia") hanno distinto due formazioni: la Calcarenite di Apricena (Boni *et alii*, 1969; Cremonini *et alii*, 1971) del Langhiano-Serravalliano ed i Calcari a Briozoi (Merla *et alii*, 1969) attribuiti dubitativamente al Miocene medio. D'Alessandro *et alii* (1979) hanno rivisitato sia la litostratigrafia che le attribuzioni bio-cronostratigrafiche della cartografia geologica ufficiale distinguendo due unità mioceniche coeve del Tortoniano superiore, che gli autori hanno proposto di assimilare alle equivalenti facies organogene e biocalcarenitiche della Formazione di Andrano e della Pietra leccese, istituite nel Salento da Martinis (1970). Inoltre, gli autori hanno riconosciuto una unità del Pliocene medio-superiore, non distinta nella Carta Geologica d'Italia dalle formazioni mioceniche, equivalente (per facies ed età) alla Calcarenite di



Tav. I - Carta geologica del settore sud-occidentale del Promontorio del Gargano (modificata e semplificata da SPALLUTO, 2004).

- Geologic map of the southwestern Gargano Promontory (modified and simplified after SPALLUTO, 2004).

Gravina istituita da CANTELLI (1960) sul lato bradanico delle Murge e successivamente estesa ad indicare tutta la successione carbonatica di età Pliocene medio/superiore-Pleistocene inferiore affiorante ai margini di tutto l'Avampaese apulo (D'ALESSANDRO *et alii*, 1979; IANNONE & PIERI, 1979; CIARANFI *et alii*, 1988; TROPEANO *et alii*, 2004).

CASOLARI *et alii* (2000) hanno rivisitato la stratigrafia delle unità neogeniche affioranti sul Promontorio del Gargano, giungendo ad un nuovo quadro stratigrafico e a nuove datazioni originali solo in parte coincidenti con quelle proposte da D'ALESSANDRO *et alii* (1979). In particolare, limitatamente al settore sud-occidentale del Promontorio del Gargano, gli autori hanno distinto le seguenti unità: a) la Formazione Torre Rossa (Burdigaliano inferiore-Langhiano inferiore); b) la Formazione Lauro (Langhiano-Tortoniano superiore); c) la Formazione di Rignano (Messiniano superiore ?). Inoltre, gli autori concordano con D'ALESSANDRO *et alii* (1979) nell'attribuzione della Calcarenite di Gravina al Pliocene medio-superiore.

2.2. - TETTONICA

Per molto tempo il Promontorio del Gargano è stato considerato omogeneo da un punto di vista geologico, strutturato a formare un'ampia anticlinale orientata ONO-ESE (MARTINIS, 1964) e, analogamente alla restante parte dell'Avampaese emerso, tettonicamente poco deformato essendo alcune faglie orientate E-O e NO-SE, rispettivamente con cinematica trascorrente e diretta, l'unica evidenza strutturale di rilievo (e.g. RICCHETTI *et alii*, 1988). Secondo diversi autori, alcune di queste strutture potrebbero essere state originate in un regime estensionale durante la deposizione dei carbonati cretacei come è evidenziato da occasionali geometrie di crescita e da brusche variazioni di facies riscontrabili soprattutto nel settore orientale del Gargano (MASSE & BORGOMANO, 1987; MASSE & LUPERTO SINNI, 1987; CHILOVI *et alii*, 2000; GRAZIANO, 2000). L'attività tettonica cretacea è stata supposta anche da RICCHETTI *et alii* (1988), i quali hanno segnalato la presenza di ampie pieghe anticlinaliche formate in seguito alla propagazione degli stress intraplacca generati durante le fasi incipienti dell'orogenesi alpina (D'ARGENIO & MINDSZENTY, 1991). Il campo di stress generato da questa fase tettonica avrebbe prodotto l'inarcamento litosferico di Adria e la conseguente emersione della Piattaforma apula su cui si sono deposti i paleosuoli bauxitici (e.g. D'ARGENIO & MINDSZENTY, 1991; MINDSZENTY *et alii*, 1995).

La Faglia di Mattinata è l'elemento morfostrutturale principale del Promontorio del Gargano, poiché lo attraversa interamente da est ad ovest, formando l'ampia Valle Carbonara; tale struttura continua sia verso est, nell'*offshore* adriatico (linea Gondola *sensu* DE DOMINICIS & MAZZOLDI, 1987), che verso ovest, al di sotto dei terreni plio-quaternari dell'Avanfossa bradanica (CHILOVI *et alii*, 2000). La storia cinematica, i rapporti con le altre strutture del Gargano e l'attività di questa struttura nell'Attuale come faglia sismogenetica sono oggetto di una notevole controversia in letteratura. Almeno sei differenti interpretazioni sono di seguito riportate: 1) ORTOLANI & PAGLIUCA (1987; 1988) la considerano una faglia inversa; 2) GUERRICCHIO (1983; 1986), DE DOMINICIS & MAZZOLDI (1987), DE ALTERIIS & AIELLO (1993), DOGLIONI *et alii* (1994; 1996) TRAMONTANA *et alii* (1995) la considerano una faglia trascorrente destra; 3) FUNICIELLO *et alii* (1988; 1991), FAVALI *et alii* (1993), CONSOLE *et alii* (1993), SALVINI *et alii*, (1999), BILLI & SALVINI (2000), BRANKMAN & AYIDIN (2004) la considerano una faglia trascorrente sinistra; 4) CHILOVI *et alii* (2000), TONDI *et alii* (2005) la considerano come una faglia trascorrente sinistra durante il Miocene superiore-Pliocene inferiore riattivata come destra a partire dal Pliocene superiore (secondo CHILOVI *et alii*, 2000) o a partire dal Pleistocene medio (secondo TONDI *et alii*, 2005); 5) DE ALTERIIS (1995) la considera come una faglia trascorrente destra durante gran parte del Miocene riattivata come sinistra nel Miocene superiore-Pliocene inferiore; 6) ARGNANI *et alii* (1993) la considerano come legata alla riattivazione per tettonica di inversione di strutture distensive mesozoiche durante l'intervallo Eocene-Pliocene inferiore. Malgrado i diversi punti di vista riguardanti l'interpretazione cinematica di questa struttura, c'è accordo tra gli autori nel ritenere che le differenti fasi deformative registrate nel settore garganico dell'avampaese siano da imputare all'orogenesi appenninico-dinarica.

Altre morfostrutture importanti presenti nell'area di studio sono la Faglia di Rignano e la Faglia del Candelaro orientate rispettivamente E-O e NO-SE, anch'esse con cinematica trascorrente sinistra secondo SALVINI *et alii*, 1999; BILLI & SALVINI, 2000). La riattivazione successiva di queste faglie come dirette avrebbe generato le scarpate che bordano a SO il Promontorio del Gargano (BILLI & SALVINI, 2000). Infine, un altro elemento significativo è costituito dalle faglie orientate NO-SE e ONO-ESE presenti soprattutto nel settore posto a N della Faglia di Mattinata, la cui cinematica, in precedenza ritenuta come diretta (e.g. FUNICIELLO *et alii*, 1988), è stata successivamente reinterpretata come inversa (BRANKMAN & AYIDIN, 2004).

BERTOTTI *et alii* (1999), hanno offerto un'interpretazione alternativa dell'assetto strutturale del Gargano basata sullo studio delle unità mioceniche. Più in particolare, gli autori hanno evidenziato la presenza di alcune strutture compressive cinematicamente interrelate e riconducibili ad un generale raccorciamento del promontorio garganico accomodato da strutture orientate NO-SE vergenti prevalentemente verso SO e subordinatamente verso NE connesse alla riattivazione di faglie dirette più antiche. Il raccorciamento complessivo dell'area, cumulativamente valutato in 14-17 km, sarebbe imputabile secondo gli autori alla presenza di un *thrust* profondo dinarico, mentre le evidenze superficiali (faglie inverse, pieghe e monoclinali) sarebbero interpretabili come la manifestazione superficiale di strutture ad esso associate (*thrusts, backthrusts* e *blindthrusts*). La presenza di strutture di crescita registrate nei depositi supramiocenici indicherebbe secondo gli autori un'attività sinsedimentaria di tali strutture compressive.

Per quanto riguarda l'attività tettonica più recente registrata nel settore occidentale del Promontorio del Gargano, SPALLUTO & MORETTI (2006), hanno evidenziato che durante il Plio-Pleistocene sono distinguibili due fasi: la prima, manifestatasi durante il Pliocene medio/superiore-Pleistocene inferiore è connessa alla fase di subsidenza che ha determinato la formazione del bacino di avanfossa sud-appenninico (Fossa bradanica); la seconda, esplicatasi a partire dal Pleistocene medio fino all'Attuale, avrebbe determinato la riattivazione in estensione di faglie più antiche e, contestualmente, il generale sollevamento dell'area. Secondo TONDI *et alii* (2005), questa fase sarebbe cominciata tra i 600.000 e 200.000 anni fa e avrebbe prodotto la riattivazione della Faglia di Mattinata come trascorrente destra. La Faglia di Mattinata e la Faglia di Apricena, attive durante quest'ultima fase tettonica, sono state indicate rispettivamente da PICCARDI (1998; 2005) e da PATACCA & SCANDONE (2004), come responsabili dei terremoti più disastrosi registrati storicamente nel Promontorio del Gargano.

3. - STRATIGRAFIA DELLE SUCCESSIONI AFFIORANTI

Nell'area di studio sono state individuate, dalla più antica alla più recente, le seguenti unità litostratigrafiche (tav. I f.t.; tabb. 1, 2):

1) Calcare di Bari (Calloviano p.p.-Cenomaniano inferiore/medio);
   a) membro di Monte Calvo (Calloviano p.p.-Valanginiano p.p.);
   b) membro di Borgo Celano (Valanginiano p.p. - Aptian p.p.);
   c) membro ad Ostree e Requienie (Aptiano p.p.):
2) Calcare di Altamura (Coniaciano p.p. - Santoniano p.p.);
3) Calcari di Monte Acuto (Santoniano p.p.);
4) Formazione di Masseria Belvedere (Serravalliano medio - superiore);
5) Formazione di Masseria Spagnoli (Tortoniano superiore);
6) Formazione di Valle di Vituro (Messiniano superiore ?);
7) Calcarenite di Gravina (Pliocene medio-superiore).

La nomenclatura stratigrafica utilizzata in questo lavoro segue la proposta di revisione litostratigrafica avanzata da LAVIANO & MARINO (1996) e LUPERTO SINNI (1996a; b) e più di recente da SPALLUTO (2004) e SPALLUTO *et alii* (2005), per le formazioni mesozoiche (tab. 1) mentre si attiene solo in parte alle revisioni litostratigrafiche proposte da D'ALESSANDRO *et alii* (1979) e da CASOLARI *et alii* (2000), per le unità neogeniche, preferendo l'uso di una nomenclatura informale per le unità mioceniche a causa delle differenti attribuzioni lito, bio e cronostratigrafiche emerse in questo lavoro rispetto a quelle proposte in precedenza in letteratura (tab. 2).

I riferimenti bio e cronostratigrafici utilizzati per la datazione delle unità litostratigrafiche sono stati ricavati dai dati di letteratura pubblicati da LUPERTO SINNI & MASSE (1986; 1993; 1994), CLAPS *et alii* (1996), MORSILLI & BOSELLINI (1997) e da dati originali ottenuti per la realizzazione del Foglio 396 "San Severo" (RICCHETTI *et alii*, in prep.).

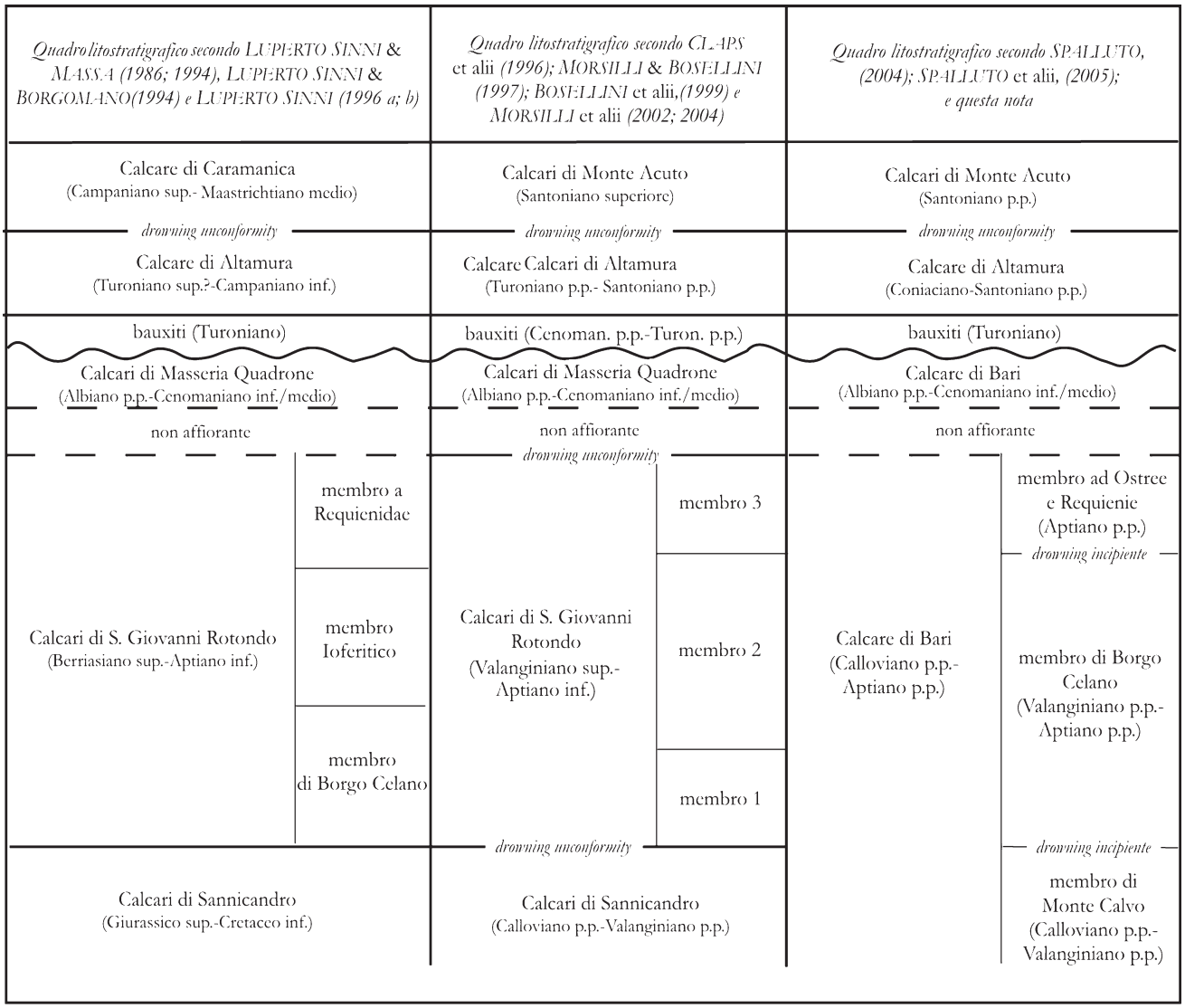
3.1. - CALCARE DI BARI

Il Calcare di Bari affiora nella maggior parte dell'area rilevata e costituisce l'ossatura sedimentaria principale di tutto il settore occidentale del Promontorio del Gargano (tav. I f.t.).

La porzione inferiore del Calcare di Bari, corrispondente sia ai Calcari di Sannicandro che ai Calcari di San Giovanni Rotondo (tab. 1), affiora nel settore centrale e settentrionale dell'area di studio ed è quella meglio esposta. La porzione superiore, corrispondente ai Calcari di Masseria Quadrone *Auct.* (tab. 1), affiora nella parte meridionale dell'area ed è in gran parte ricoperta dai depositi quaternari di versante. La maggior parte dei dati originali proviene dalla porzione inferiore di questa unità che è stata informalmente suddivisa in tre membri: membro di Monte Calvo, membro di Borgo Celano e membro ad Ostree e Requienie (SPALLUTO *et alii*, 2005) (tab. 1).

Dal punto di vista litologico, la porzione infe-

Tab. 1 - *Confronto tra i rapporti stratigrafici delle unità giurassico-cretaciche affioranti nel settore sud-occidentale del Promontorio del Gargano istituite in letteratura con quelli proposti in questo lavoro.*
- Comparison chart among the Jurassic-Cretaceous lithostratigraphic units cropping out in the south-western sector of the Gargano Promontory used in previous works with those used in this work.



riore del Calcare di Bari è costituita prevalentemente da calcari micritici bianchi e grigio chiari a luoghi dolomitizzati e/o ricristallizzati e da calcari oolitici e bioclastici. Gli strati sono tabulari e di spessore variabile da pochi decimetri a 3-4 metri. Lo spessore complessivo è di circa 900 m. Sono state distinte quattro associazioni di litofacies (A-D) attribuibili ad ambienti deposizionali variabili dalla laguna aperta alla piana tidale.

A: Associazione di laguna aperta. È rappresentata da: a) *floatstone/rudstone* costituiti da gusci disarticolati e parzialmente frammentati di nerineidi, requienidi ed ostreidi organizzati in livelli tabulari o lenticolari spessi da pochi decimetri fino ad 1-1.5 m (tav. 1A) immersi in una matrice con tessitura *wackestone/packstone* macro e microfossilifera con alghe verdi, foraminiferi bentonici e frammenti bioerosi di gasteropodi e bivalvi (tav. 2A); b) *wackestones/packstones* e subordinatamente *grainstone* bioclastici costituiti da, foraminiferi bentonici, alghe verdi e rari frammenti bioerosi di bivalvi e gasteropodi (tav. 2B).

B: Associazione di *shoal* interno. È costituita da: a) *packstone/grainstone* biopeloidali con abbondanti noduli di *Cayeuxia* sp., frammenti di molluschi, foraminiferi bentonici, frammenti di alghe verdi (salpingoporelle), ostracodi, grani rivestiti, peloidi ed intraclasti micritici (tavv. 1B; 2C); b) *grainstone/packstone* oolitici organizzati in *set* di lamine con spessori variabili da 5 a 40 cm. Le lamine sono piano-parallele o incrociate, hanno spessori millimetrici e a luoghi mostrano una distribuzione

dei grani con gradazione diretta. Gli ooidi hanno dimensioni comprese tra 0.2 mm e 3-4 mm, mostrano una microstruttura fibroso - raggiata ed appaiono sovente frammentati e rigenerati (poli-ooidi) (tav. 2D). Il sedimento possiede un elevato numero di cavità primarie (*keystone vug*), formatesi durante le fasi precoci della diagenesi, le quali mostrano dei riempimenti interni costituiti da silt vadoso. Tra i precipitati chimici precoci sono stati riconosciuti anche abbondanti cementi meteorici vadosi (microstalattitici e a menisco) che occludono parzialmente le cavità tra gli ooidi. Il riempimento delle cavità è stato completato con la precipitazione, durante le fasi tardive della diagenesi, di un mosaico calcitico di drusa.

C: Associazione di laguna ristretta. È costituita da: a) *wackestone/packstone* biopeloidali bioturbati costituiti da piccoli gasteropodi (tav. 1C), foraminiferi bentonici (soprattutto miliolidi), rare alghe verdi (salpingoporelle), oncoidi, ostracodi, peloidi ed intraclasti micritici; b) *mudstones/wackestones* e più raramente *packstones* bioturbati costituiti prevalentemente da oncoidi (tav. 1D), rari foraminiferi bentonici (miliolidi), ostracodi, taumatoporelle, ooidi fibroso-raggiati, peloidi ed intraclasti micritici.

D: Associazione di piana tidale. È costituita da: a) *bindstone* stromatolitici (tav. 1E) costituiti da un'alternanza di lamine micritiche e lamine formate da *packstones/grainstones* peloidali, con intraclasti e piccole cavità fenestrali (tav. 2E).
Frequenti anche le strutture da disseccamento tipo *mud crack;* b) *mudstone* con ostracodi o del tutto privi di fossili che mostrano numerose cavità fenestrali parzialmente riempite da sedimento interno con disposizione geopetale (tav. 2F);
c) argille residuali verdastre costituite principalmente da illiti, montmorilloniti e smectiti formanti dei paleosuoli di spessore variabile da 5 a 40 cm che riempiono delle tasche erosive paleocarsiche incise nei calcari (tav. 1F).

3.1.1. - *membro di Monte Calvo*

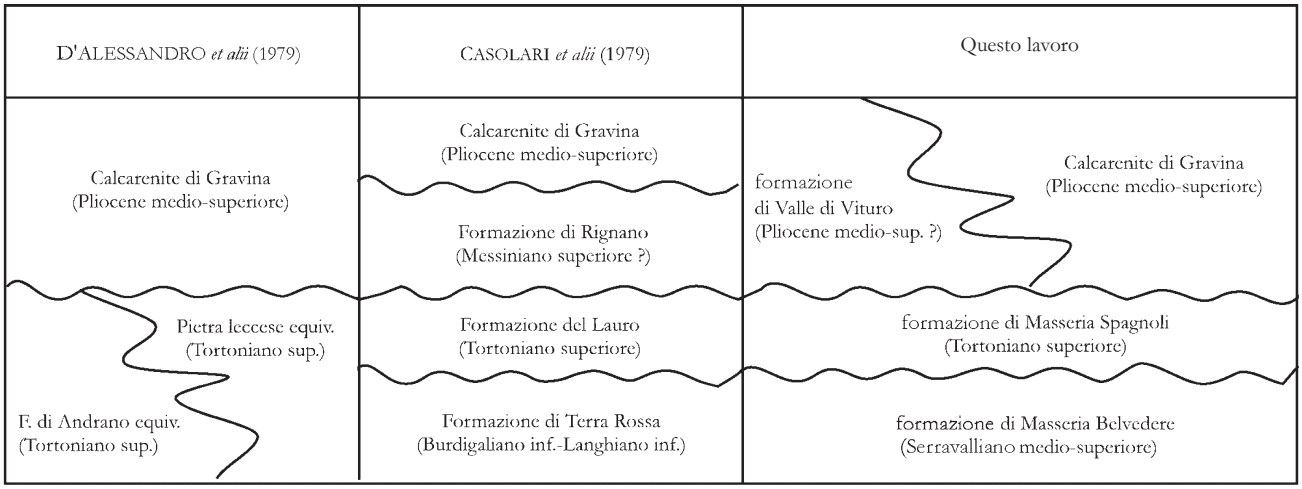
Affiora principalmente a nord della Faglia di Mattinata e nelle aree poste a S e SE di Rignano Garganico) dell'area di studio (tav. I f.t.).

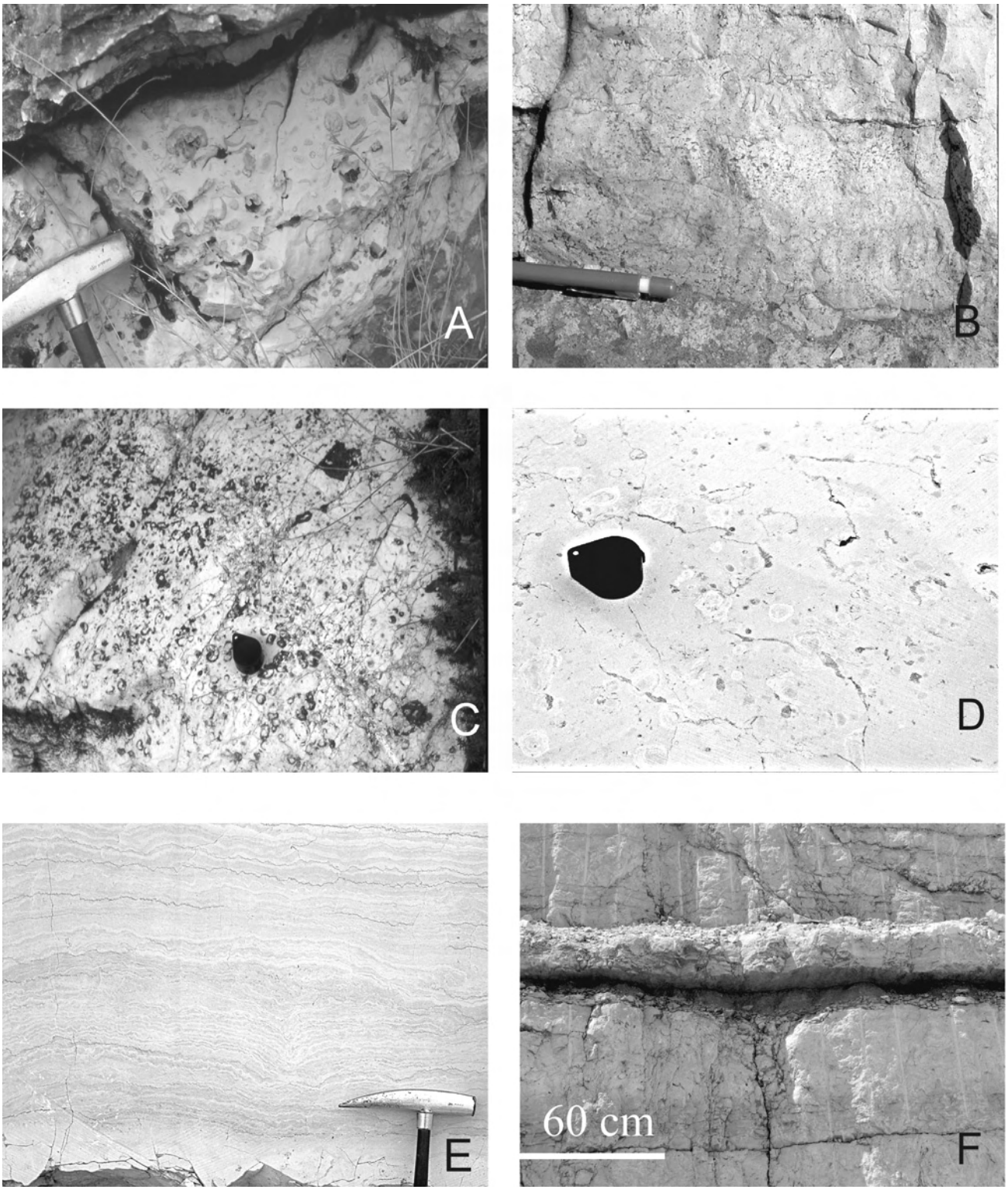
La parte inferiore del membro di Monte Calvo è costituita da calcari e dolomie di colore nocciola con tessiture prevalentemente fango-sostenute in cui è stato possibile riconoscere associazioni di litofacies attribuibili prevalentemente ad un ambiente di laguna ristretta (associazione di litofacies C). Le superfici di strato sono irregolari e, a luoghi, marcate da orizzonti microcarsificati con spessori millimetrici o centimetrici di silt argillosi giallo-ocracei o rossastri. I calcari sono irregolarmente alternati con dolomie calcaree e dolomie grigio scure. La stratificazione nei calcari risulta ben evidente con strati tabulari e di spessore variabile da alcuni centimetri ad alcuni metri; nelle dolomie, invece, si presenta di regola indistinta o, ove visibile, in banchi spessi alcuni metri.

L'intervallo superiore della successione del membro di Monte Calvo presenta una maggiore diffusione delle associazioni di litofacies attribuibili ad ambienti tidali (associazione di litofacies D) sovente organizzate in cicli asimmetrici peritidali.

Lo spessore affiorante è stimato in circa 300-350 metri.

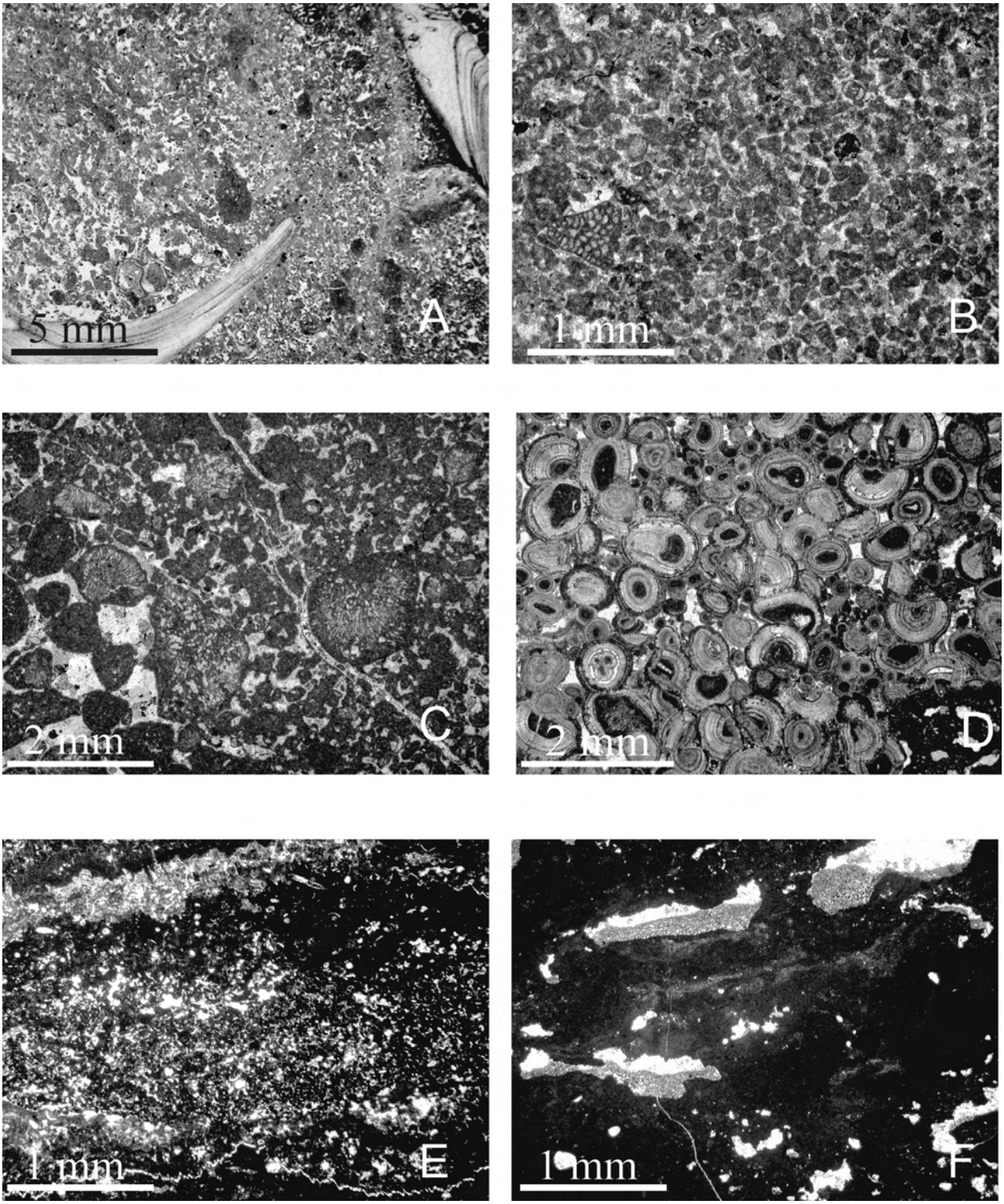
Tab. 2 - *Confronto tra i rapporti stratigrafici delle unità neogeniche affioranti nel settore sud-occidentale del Promontorio del Gargano proposti in letteratura con quelli proposti in questo lavoro.*
- Comparison chart among neogenic lithostratigraphic units cropping out in the south-western sector of the Gargano Promontory used in previous works with those used in this work.





Tav. 1 - Litofacies del Calcare di Bari: A) floatstone bioclastico con requienie e gasteropodi (litofacies Aa, membro di Borgo Celano); B) packstone/grainstone con noduli di Porostromata e keystone vugs (litofacies Ba, membro di Borgo Celano); C) wackestone bioclastico con piccoli gasteropodi (litofacies Ca, membro di Monte Calvo); D) wackestone con oncoidi e gasteropodi (litofacies Cb, membro di Borgo Celano); E) lamine stromatolitiche con geometrie emisferoidali (LLH) (litofacies Da, membro di Borgo Celano); F) paleosuolo argilloso compreso tra strati di calcari micritici peritidali (litofacies Dc, membro di Borgo Celano).

- Lithofacies of the Calcare di Bari Fm.: A) bioclastic floatstone with requienids and gastropods (lithofacies Aa, Borgo Celano lms.); B) packstone/grainstone with Porostromata nodules and keystones vugs (lithofacies Ba, Borgo Celano lms.); C) bioclastic wackestone with small gastropods (lithofacies Ca, Monte Calvo lms.); D) wackestone with oncoids and small gastropods (lithofacies Cb, Borgo Celano lms.); E) stromatolites showing laterally-linked emispheroids (LLH) (lithofacies Da, Borgo Celano lms.); F) clayey palaeosoil sandwiched between peritidal limestone beds (lithofacies Dc, Borgo Celano lms.).



Tav. 2 - Litofacies del Calcare di Bari: A) packstone bioclastico con frammenti di bivalvi, gasteropodi e foraminiferi bentonici (litofacies Aa, membro ad Ostree e Requienie); B) packstone/grainstone con foraminiferi bentonici e bioclasti micritizzati (litofacies Ab, membro ad Ostree e Requienie); C) grainstone biointraclastico con Cayeuxia sp., foraminiferi bentonici, oncoidi ed intraclasti micritici (litofacies Ba, membro di Borgo Celano); D) grainstone oolitico costituito interamente da ooidi con fabric fibroso-raggiato. Alcuni ooidi sono rotti e rigenerati (litofacies Bb, membro di Borgo Celano); E) bindstone stromatolitico costituito da lamine micritiche scure e lamine pelmicritiche e pelsparitiche con abbondanti fenestrae (litofacies Da, membro di Monte Calvo); F) mudstone costituito da cavità irregolari (birdseyes) con riempimenti geopetali (silt vadoso) (litofacies Db, membro di Borgo Celano).

- Lithofacies of the Calcare di Bari Fm.: A) bioclastic packstone with bivalve and gastropod debris and small benthic foraminifers (lithofacies Aa, Ostreids and Requienids lms.); B) packstone/grainstone with benthic foraminifers and micritized bioclasts (lithofacies Ab, Ostreids and Requienids lms.); C) bioclastic grainstone with Cayeuxia sp., benthic foraminifers, oncoids and micritic intraclasts (lithofacies Ba, Borgo Celano lms.); D) oolitic grainstone made up of radial ooids. Some ooids are broken and regenerated (lithofacies Bb, Borgo Celano lms.); E) stromatolitic bindstone made up of dark micrite laminae alternated with pelmicrite and pelsparitic amalgamated peloids forming a laminoid fenestral fabric (lithofacies Da, Monte Calvo lms.); F) barren mudstone showing irregular voids geopetally filled by vadose silt (lithofacies Db, Borgo Celano lms.).

La base stratigrafica del membro di Monte Calvo non è affiorante, mentre il limite superiore è stato cartografato in corrispondenza di un intervallo spesso alcune decine di metri in cui si assiste alla transizione dalle litofacies calcareo-dolomitiche e dolomitiche del membro di Monte Calvo alle litofacies calcaree che costituiscono la base del membro di Borgo Celano. Il limite è evidenziato dalle seguenti caratteristiche riscontrate alla base del membro di Borgo Celano: 1) aumento dello spessore degli strati che da pochi decimetri passa a circa 2-3 m; 2) minore ricorrenza delle litofacies di ambienti tidali (associazione di litofacies D) e contestuale maggiore diffusione delle litofacies attribuibili ad ambienti di laguna aperta (associazione di litofacies A) e di *shoal* interno (associazione di litofacies B); 3) incremento del contenuto macro e microfossilifero.

LUPERTO SINNI & MASSE (1994) e MORSILLI & BOSELLINI, (1997), hanno riconosciuto nelle associazioni bentoniche (foraminiferi ed alghe verdi) le seguenti specie indice: *Chablasia chablasiensis, Praekurnubia crusci, Pfenderella arabica, Kurnubia palastiniensis, Alveosepta jaccardi, Parurgonina caelinensis, Valvulina lugeoni, Clypeina jurassica, Campbelliella striata* e *Salpingoporella annulata*. L'età del membro di Monte Calvo è pertanto attribuibile al Calloviano p.p. - Valanginiano p.p.

3.1.2. - *membro di Borgo Celano*

Affiora nella fascia intermedia dell'area studiata tra gli abitati di Rignano Garganico e San Giovanni Rotondo (tav. I f.t.).

La parte inferiore del membro è costituita da strati e banchi, di spessore variabile da pochi decimetri a qualche metro (max. 3 metri), in cui sono state distinte associazioni di litofacies, attribuibili in prevalenza ad ambienti di laguna aperta (associazione di litofacies A) e di *shoal* interno (associazione di litofacies B), formanti, a luoghi, cicli che mostrano una evoluzione di tipo *"coarsening-upward"*.

L'intervallo superiore del membro di Borgo Celano è costituito da strati e banchi di calcari micritici che, rispetto alla parte inferiore del membro, mostrano una maggiore ricorrenza delle associazioni di litofacies attribuibili ad ambienti di laguna ristretta (associazione di litofacies C) e di piana tidale (associazione di litofacies D) organizzati in cicli peritidali di tipo *"fining upward"* del tutto analoghi a quelli riconosciuti al tetto del sottostante membro di Monte Calvo. Così come per la parte superiore del membro di Monte Calvo, le fasi di emersione più durature sono associate alla formazione di cavità carsiche e sono evidenziate dalla deposizione dei livelli millimetrici e centimetrici di argille residuali. Lo spessore complessivo del membro di Borgo Celano è stato stimato in circa 500 metri.

Il limite superiore con le litofacies calcaree del sovrastante membro a Ostree e Requienie è netto e corrisponde: 1) ad un brusco aumento dello spessore degli strati che, nella parte inferiore del membro ad Ostree e Requienie, raggiunge anche i 3-4 metri; 2) alla scomparsa della marcata ciclicità peritidale; 3) alla comparsa di livelli riccamente fossiliferi ad ostree.

Le informazioni bio e cronostratigrafiche relative al membro di Borgo Celano derivano dai lavori di LUPERTO SINNI & MASSE (1986) e da CLAPS *et alii* (1996). Gli autori hanno riconosciuto tra le forme bentoniche le seguenti specie indice: *Trocholina delphinensis, Salpingoporella annulata, Pseudotextulariella? salevensis, Campanellula capuensis, Clypeina solkani, Salpingoporella biokovensis, Salpingoporella muehlbergii, Salpingoporella melitae, Praturlonella danilovae*. L'età è riferibile all'intervallo Valanginiano p.p. - Aptiano p.p.

3.1.3. - *membro ad Ostree e Requienie*

Affiora nel settore meridionale dell'area di studio, ad est dell'abitato di Rignano Garganico, lungo il margine della scarpata che delimita verso sud il Promontorio del Gargano (tav. I f.t.). La parte inferiore di questo membro è costituito da calcari bioclastici il cui carattere peculiare è la presenza di diversi livelli fossiliferi ad ostree a luoghi formanti corpi tabulari spessi circa un metro. Le associazioni di litofacies distinte in questa parte del membro sono attribuibili prevalentemente ad ambienti di laguna aperta (associazione di litofacies A).

La parte superiore del membro ad Ostree e Requienie è costituita invece da calcari micritici microfossiliferi e stromatolitici che mostrano una graduale evoluzione verso associazioni di litofacies attribuibili ad ambienti di laguna ristretta e di piana tidale (associazioni di litofacies C e D). Anche in questo caso, così come è stato osservato nella parte superiore del membro di Monte Calvo e del membro di Borgo Celano, le litofacies sono organizzate in cicli peritidali. Lo spessore affiorante è di circa 80 m. Il tetto del membro non è stato osservato in affioramento nell'area di studio.

LUPERTO SINNI & MASSE (1986) e CLAPS *et alii* (1996) hanno riconosciuto in questo intervallo stratigrafico le seguenti specie indice:

Prechrysalidina infracretacea, Debarina hahourenensis, Sabaudia minuta, Palorbitolina lenticularis, Praeorbitolina wienandsi, Praeorbitolina cormyi, Orbitolina (Mesorbitolina) lotzei, Salpingoporella dinarica. L'età del membro ad Ostreee e Requienie è attribuibile all'Aptiano p.p.

La parte superiore del Calcare di Bari affiora con discontinuità in corrispondenza della piana antistante la scarpata che borda il Promontorio del Gargano a sud dell'abitato di San Giovanni Rotondo (tav. I f.t.). Di quest'ultima parte della successione, corrispondente in letteratura ai Calcari di Masseria Quadrone (MERLA *et alii*, 1969), non è stato possibile ricostruire lo spessore affiorante (stimato tuttavia in circa 250-300 m) né descrivere in dettaglio le caratteristiche stratigrafico - sementologiche per le cattive condizioni di affioramento. Pur non essendo accertabile in affioramento, la continuità stratigrafica con la sottostante porzione del Calcare di Bari è desunta dai dati stratigrafici di superficie e di pozzo raccolti nelle Murge (RICCHETTI, 1975), area tipo della formazione, dove è documentata l'assenza di lacune stratigrafiche significative e la persistenza dei caratteri di facies in tutta la successione pre - bauxiti ivi affiorante.

La parte superiore del Calcare di Bari è costituita nell'area di studio da calcari micritici micro e macrofossiliferi particolarmente ricchi in rudiste ed in foraminiferi bentonici. La porzione apicale del Calcare di Bari è stata attribuita nel Promontorio del Gargano all'intervallo Albiano p.p.-Cenomaniano inferiore/medio (zona di associazione a *Cuneolina pavonia parva* in LUPERTO SINNI, 1996a; b). Le informazioni raccolte per questo intervallo stratigrafico non sono risultate esaustive per proporre al suo interno una ulteriore suddivisione in membri, come fatto per la porzione inferiore dell'unità.

Il limite inferiore del Calcare di Bari non è noto in affioramento. Il limite superiore è noto in affioramento in località "Quadrone" e corrisponde ad un intervallo stratigrafico spesso pochi metri di depositi bauxitici osservabili in alcune miniere in passato intensamente coltivate ("Miniere di San Giovanni Rotondo" descritte da CAVINATO, 1953 e CRESCENTI & VIGHI, 1964) ed ora abbandonate e quasi del tutto colmate.

3.2. - CALCARE DI ALTAMURA

Il Calcare di Altamura affiora irregolarmente e con spessori esigui nel settore meridionale ed occidentale dell'area di studio (tav. I f.t.).

Il Calcare di Altamura è costituito prevalentemente da calcari micritici bianchi e grigio chiari e da calcari bioclastici a rudiste ed echinoidi. Gli strati sono tabulari e di spessore variabile da 30 cm a 3-4 m. Il Calcare di Altamura è costituito da tre associazioni di litofacies (A-C) attribuibili ad ambienti variabili dalla laguna aperta alla piana tidale.

A: associazione di litofacies di laguna aperta. È costituita da: a) *bafflestone* con rudiste in posizione di vita (tav. 3A) e più comunemente *floatstone/rudstone* con gusci di rudiste concentrati in livelli lenticolari o tabulari lateralmente continui e spessi in media 40-50 cm (tav. 3B). I gusci delle rudiste, in genere in buono stato di conservazione, sono per lo più privi della valva superiore e sono immersi in una matrice con tessitura *wackestone/packstone* costituita da frammenti di rudiste, foraminiferi bentonici, taumathoporelle e grani micritizzati (tav. 4A); b) i livelli a rudiste passano in modo graduale, lateralmente e verso l'alto, a *packstone/grainstone* bioclastici (tav. 3C), a luoghi laminati, costituiti in prevalenza da frammenti di rudiste, gasteropodi, echinidi, foraminiferi bentonici, peloidi e grani micritizzati. Le lamine, da piano-parallele ad incrociate, mostrano a luoghi una gradazione diretta.

B: associazione di laguna ristretta. È costituita da: a) *packstone* bioclastici con foraminiferi bentonici, frammenti bioerosi di gusci di rudiste e foraminiferi bentonici; b) *wackestone/mudstone* biopeloidali, a luoghi intensamente bioturbati, con miliolidi, taumathoporelle, ostracodi, grani micritizzati e peloidi (tav. 4B).

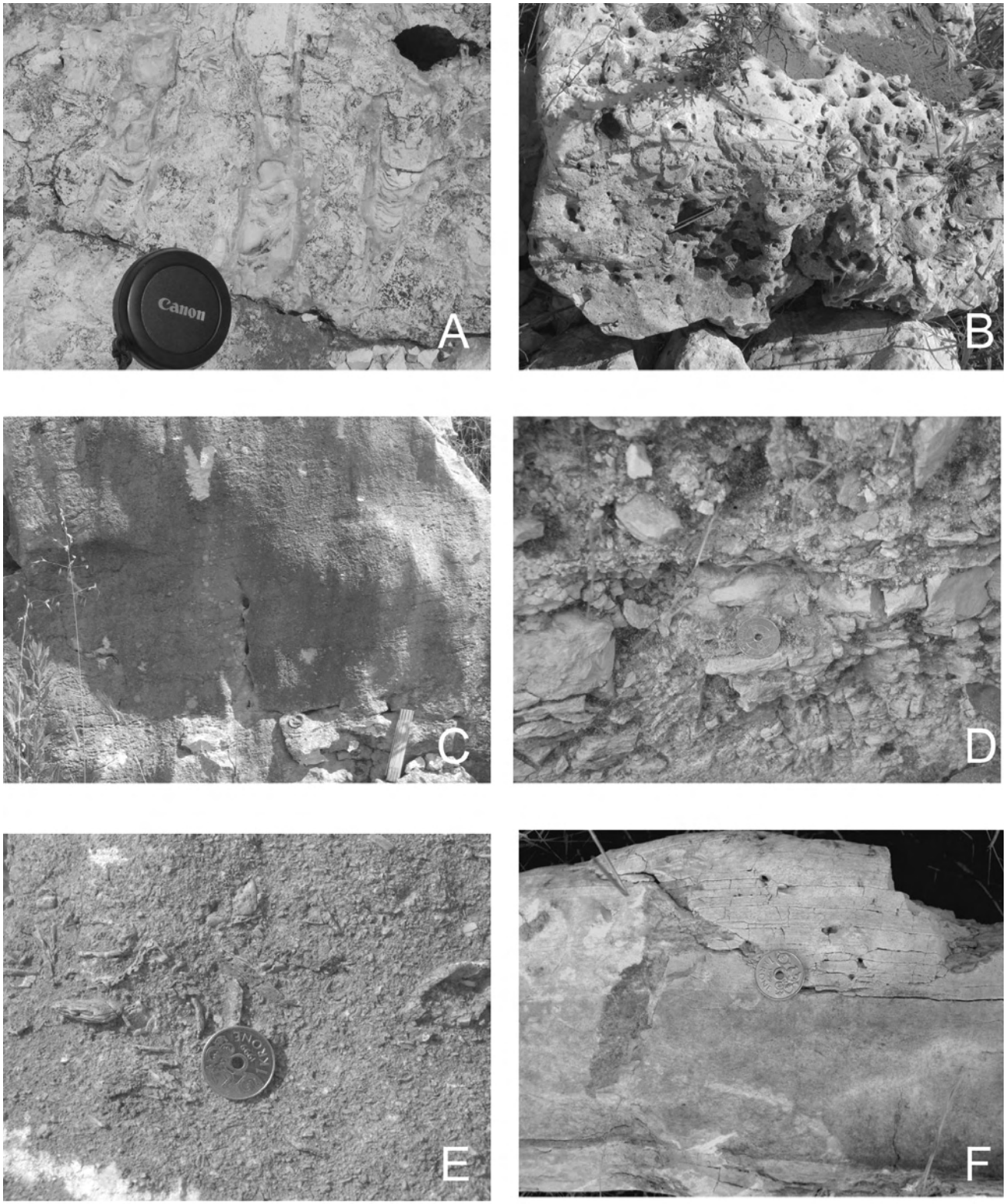
C: associazione di litofacies di piana tidale. È costituita principalmente da *bindstones* stromatolitici (tavv. 3D, 4C) del tutto simili a quelli osservati per il Calcare di Bari.

Nel complesso, la porzione inferiore del Calcare di Altamura è dominata da associazioni di litofacies di ambienti di bassa energia variabili da laguna ristretta a piana tidale che, gradualmente, passano verso la parte superiore dell'unità ad associazioni di litofacies prevalentemente di laguna aperta in cui potevano proliferare le rudiste. Questo *trend* nell'impilamento delle litofacies del Calcare di Altamura indica che tale unità si è deposta in un contesto generale di tipo *"deepening upward"* in relazione ad un relativo approfondimento degli ambienti di sedimentazione dalla base al tetto dell'unità.

Lo spessore affiorante del Calcare di Altamura è stato stimato in circa 30-40 m.

Il Calcare di Altamura poggia in trasgressione sulle bauxiti turoniane, mentre il limite superiore è netto con i Calcari di Monte Acuto. A luoghi, è coperto in discordanza dalla Calcarenite di Gravina e da depositi quaternari.

Sia l'associazione a rudiste (*Radiolites spinulatus, Sauvagesia* sp., *Milovanovicia martellii* e *Gorjanovicia costata*) rinvenuta da LAVIANO & MARINO (1996), che quella a foraminiferi bentonici (*Moncharmontia appenninica*, *Dyciclina schlumbergeri* e *Murgella lata*) rinvenuta da LUPERTO SINNI (1996a; b), consentono di attribuire l'età del Calcare di Altamura al Coniaciano - Santoniano p.p.



Tav. 3 - Litofacies del Calcare di Altamura (A-C) e litofacies dei Calcari di Monte Acuto (D-F): A) floatstone/bafflestone con rudiste in posizione di vita prive della valva superiore (litofacies Aa); B) rudstone bioclastico costituito interamente da frammenti bioerosi di rudiste (litofacies Aa); C) grainstone bioclastico con lamine planari (litofacies Ab); D) mudstone bianco straterellato e, a luoghi, poco cementato (chalk) (litofacies d); E) rudstone bioclastico laminato e gradato costituito da frammenti di rudiste (litofacies a); F) grainstone bioclastico passante verso l'alto ad un wackestone con lamine variabili da piano-parallele ad incrociate costituenti gli intervalli Tc-d della sequenza di Bouma (litofacies b e c).

- Lithofacies of the Calcare di Altamura Fm. (A-C) and lithofacies of the Calcari di Monte Acuto Fm. (D-F): A) floatstone/bafflestone with rudists in growht position lacking the upper valve (lithofacies Aa); B) bioclastic rudstone made up of bioeroded rudist debris (lithofacies Aa); C) evenly laminated bioclastic grainstone (lithofacies Ab). D) thin bedded, poorly cemented and chalky mudstone; E) laminated and graded bioclastic rudstone made up of rudist debris; F) bioclastic grainstone passing upward to planar and cross lamination hemipelagic wackestone showing intervals Tc-d of the Bouma sequence (lithofacies c and d).

3.3. - Calcari di Monte Acuto

I Calcari di Monte Acuto affiorano in un'area limitata nel settore occidentale dell'area di studio (tav. I f.t.). Nel complesso l'unità è formata da un'alternanza irregolare di calcari micritici e biomicritici bianchi, a tratti poco cementati e farinosi *(chalk)* (tav. 3D), di calcareniti bioclastiche con lamine variabili da piano-parallele ad incrociate a piccola scala e di calciruditi lito-bioclastiche laminate (tav. 3E). Lo spessore degli strati varia da circa 3-4 cm a circa 70-80 cm. I bioclasti sono costituiti in prevalenza da frammenti risedimentati di gusci di rudiste. Liste e noduli di selce, di spessore variabile da pochi cm a circa 20-30 cm e di colore variabile dal grigio al nero, si intercalano a più altezze all'interno della successione. All'interno di questa formazione De Cosmo & Morsilli (2002) hanno segnalato la presenza di orizzonti ricchi in foglie e frustoli vegetali e di fossili di pesci.

Più in dettaglio, sono state riconosciute le seguenti quattro litofacies: a) *rudstone/grainstone* lito-bioclastici, massivi o organizzati in strati piano-paralleli con gradazione diretta ed in alcuni casi inversa dei granuli, costituiti interamente da frammenti grossolani di rudiste e da litoclasti derivanti dall'erosione del Calcare di Altamura. Tale litofacies è particolarmente ricorrente alla base dell'unità; b) *packstone/grainstone* con laminazione piano - parallela costituiti prevalentemente da frammenti di rudiste (tav. 4D); c) *wackestone/packstone* con sottili laminazioni piano-parallele o incrociate a scala millimetrica (*ripples* asimmetrici) costituiti da minuti frammenti di gusci di rudiste misti a calcisfere, radiolari, foraminiferi planctonici ed intraclasti micritici (tav. 5E); d) *mudstones/wackestones* con foraminiferi planctonici, radiolari e calcisfere (tav. 4F). A luoghi, le litofacies osservate possono costituire sequenze complete o incomplete di Bouma (tav. 3F). In accordo con Luperto Sinni & Borgomano (1994) i caratteri di facies dei Calcari di Monte Acuto ne consentono l'attribuzione ad ambienti di scarpata con una sedimentazione ascrivibile a processi gravitativi, talora riconducibili a correnti di torbida, e di *fall out* emipelagico.

Lo spessore massimo di questa formazione è stato stimato in circa 50-60 m.

Il passaggio netto con il soggiacente Calcare di Altamura corrisponde ad un evento di rapido annegamento *(drowning unconformity)* di questo settore della Piattaforma carbonatica apula (Luperto Sinni & Borgomano, 1994; Borgomano, 2000; Morsilli *et alii*, 2002). Il limite superiore corrisponde ad una superficie erosiva su cui poggiano in discordanza i depositi marini e continentali del Quatermario.

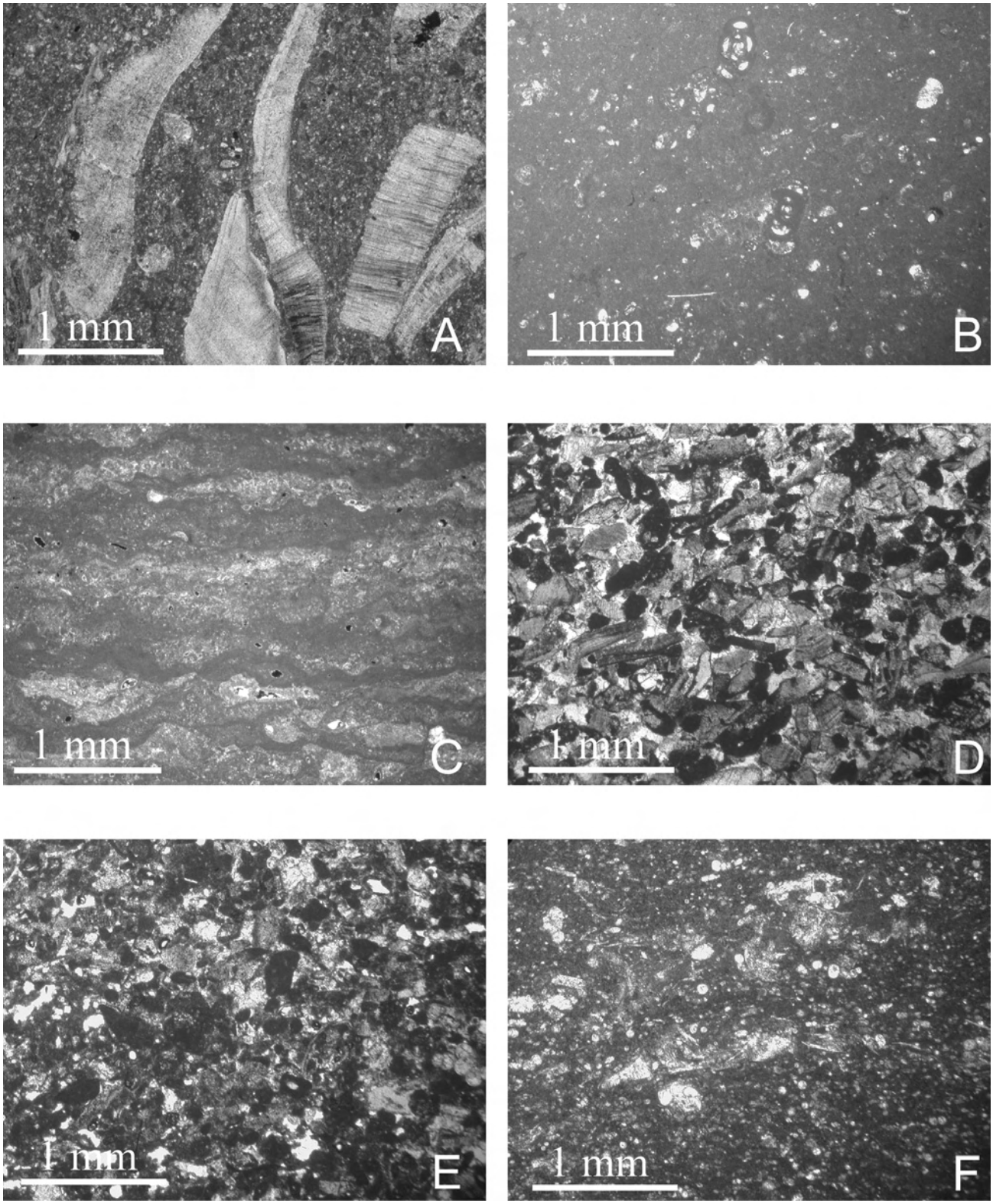
Le associazioni a nannofossili calcarei riconosciute da Ricchetti *et alii* (in prep.) consentono di datare questa formazione al Santoniano p.p. (Zona CC17 a *Calculites obscurus*; Sissingh, 1977).

3.4. - Formazione di Masseria Belvedere

Nell'area di studio la formazione di Masseria Belvedere affiora in lembi discontinui lungo una dorsale orientata E-O nei pressi di Apricena e nel settore sud-occidentale al margine del Promontorio del Gargano (tav. I f.t.). La base della formazione è marcata da uno spessore variabile, da pochi centimetri a qualche metro, di terre rosse residuali con ciottoli carbonatici che riempiono delle depressioni carsiche impostate nel Calcare di Bari (membro di Borgo Celano). Nelle terre rosse si rinvengono numerosi resti di vertebrati oggetto di studi precedenti (Freudhental *et alii*, 1971; 1972; 1976; Ballman, 1973; Abbazzi *et alii*, 1996). La formazione di Masseria Belvedere è caratterizzata da: a) argille verdastre ricche in frustoli vegetali; b) *mudstone/wackestone*, il cui contenuto fossilifero è costituito unicamente da piccoli miliolidi ed ostracodi, alternati a *bindstones* stromatolitici; c) *grainstone/packstone* con foraminiferi bentonici (operculine, amphistegine, miogipsinoidi ed heterostegine) e tubi di anellidi (ditrupe), frammenti di pettinidi, briozoi, echinidi ed alghe rosse (tavv. 5A, 6A); d) *floatstone/bafflestone* ricchi in coralli (tav. 5B), balani (tav. 5C), lamellibranchi, alghe rosse ed echinidi in una matrice di tipo *wackestone* in cui si distinguono foraminiferi planctonici, rari foraminiferi bentonici, ostracodi e spicole di spugna (tav. 6B). L'estrema variabilità laterale che si riscontra nelle facies di questa formazione indica che la distribuzione dei sedimenti era condizionata da fattori locali presumibilmente influenzati da natura e fisiografia del substrato. Pertanto, a seconda della topografia ereditata, da luogo a luogo potevano formarsi facies peritidali di ambienti ristretti (*mudstone/wackestone* ad ostracodi e miliolidi e *bindstones* stromatolitici) che gradualmente passavano verso il mare aperto ad ambienti di *shoal* (*grainstone/packstone* a foraminiferi bentonici) fino ad ambienti relativamente più profondi posti costantemente al di sotto del livello di base del moto ondoso (*floatstone/bafflestone* a coralli e balani). Tipologia e distribuzione delle litofacies suggeriscono l'esistenza di contesti fisiografici di tipo rampa carbonatica.

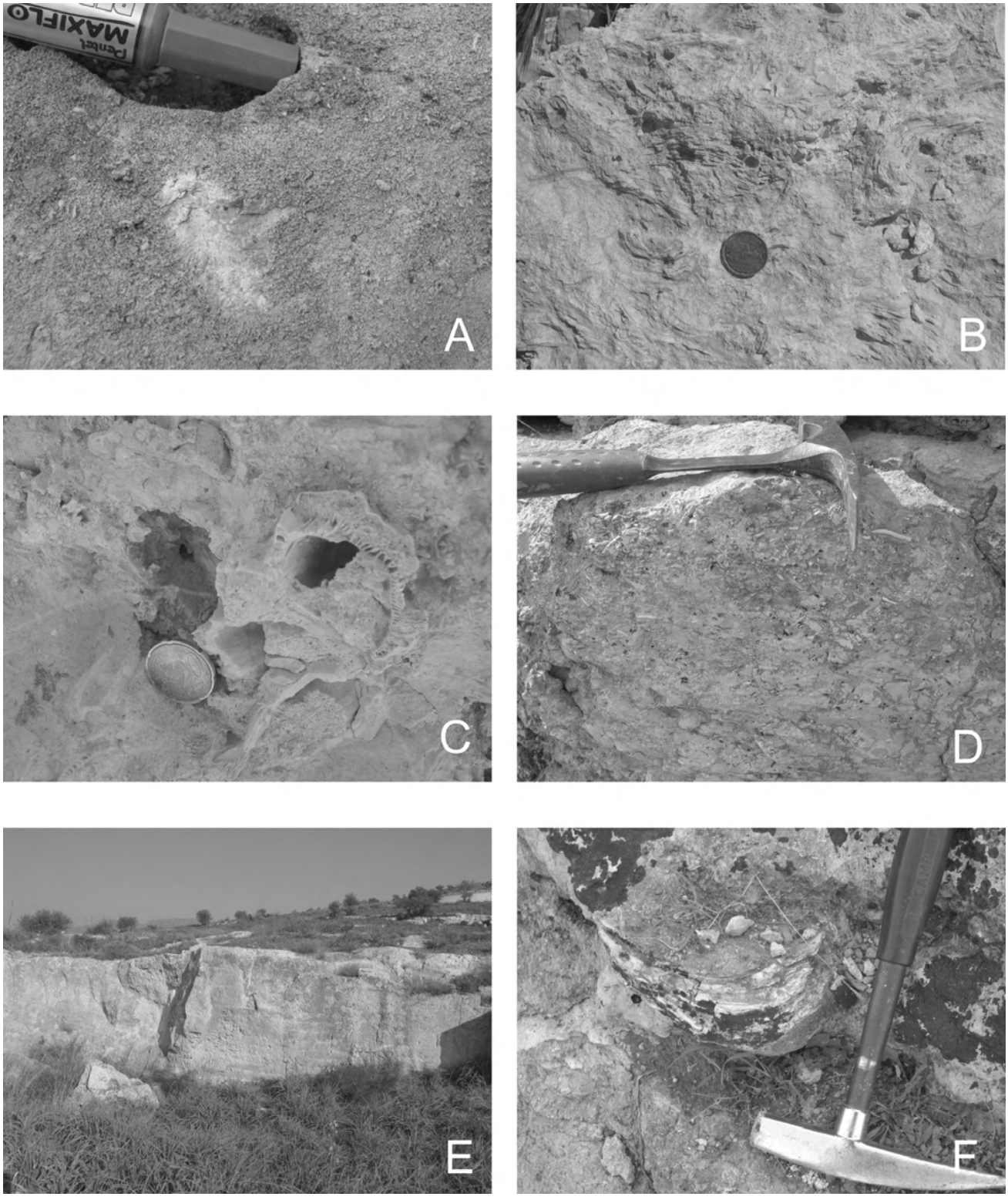
Lo spessore massimo affiorante della formazione di Masseria Belvedere è stato stimato in circa 15-20 metri.

Nell'area di studio, questa formazione poggia in disconformità sul Calcare di Bari (membro di Monte Calvo) ed è ricoperta in discordanza ango-

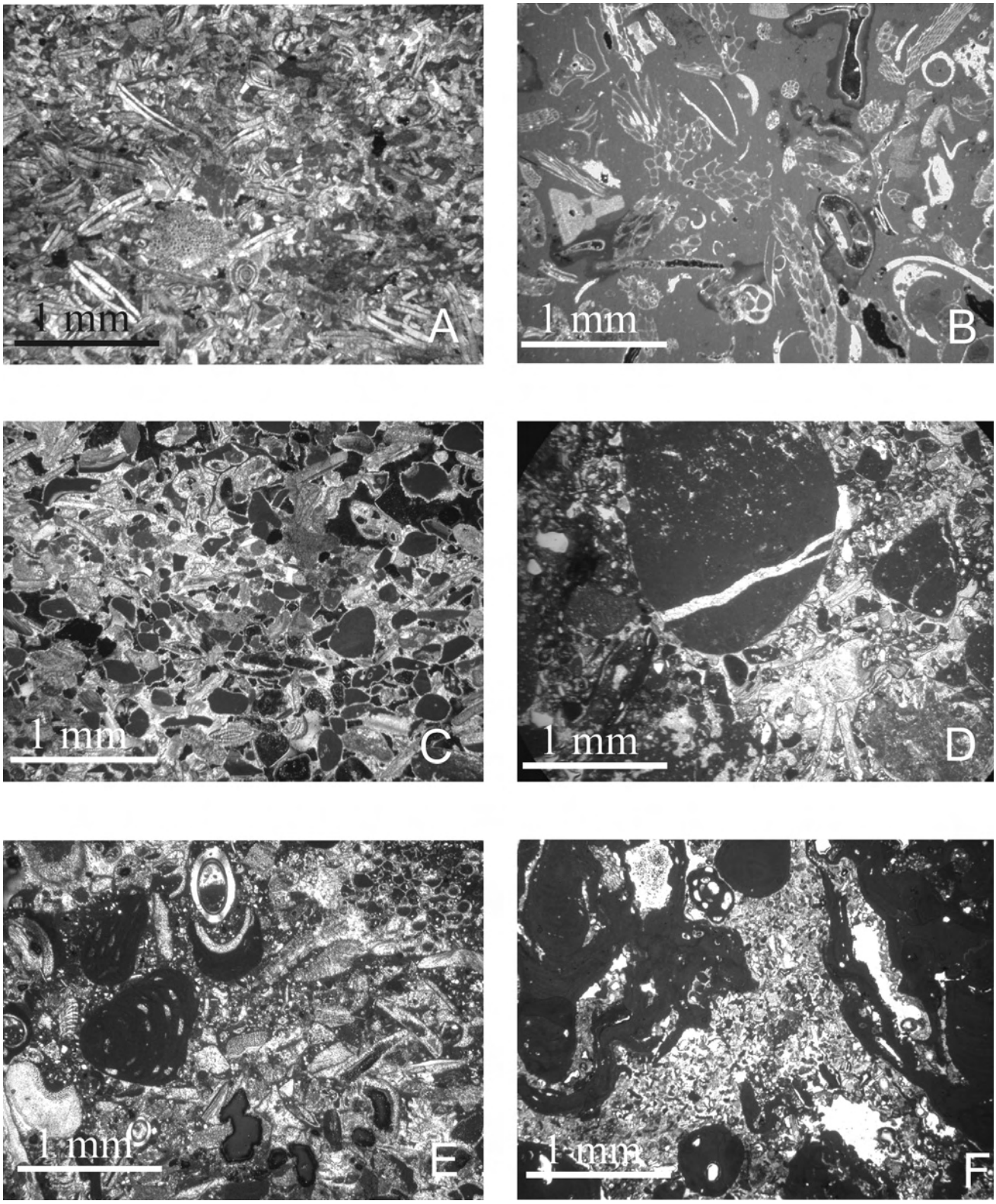


Tav. 4 - Litofacies del Calcare di Altamura (A-C) e litofacies dei Calcari di Monte Acuto (D-F): A) wackestone bioclastico con frammenti di rudiste ed echinidi (litofacies Ba); B) wackestone fossilifero con foraminiferi bentonici (miliolidi) ed ostracodi (litofacies Bb); C) laminite stromatolitica costituita da lamine micritiche irregolari alternate a lamine biopelsparitiche con piccole cavità fenestrali (lithofacies Ca); D) grainstone bioclastico costituito da frammenti di bivalvi, echinidi e bioclasti micritizzati (litofacies b); E) packstone bioclastico con frammenti di bivalvi, granuli micritizzati e foraminiferi planctonici (litofacies c); F) wackestone con foraminiferi planctonici e calcisfere (litofacies d).

- Lithofacies of the Calcare di Altamura Fm. (A-C) and lithofacies of the Calcari di Monte Acuto Fm. (D-F): A) bioclastic wackestone with rudist and echinoids debris (lithofacies Ba); B) fossiliferous mudstone with benthic foraminifers (miliolids) and ostracods (lithofacies Bb); C) stromatolites made up of irregular micritic laminae alternated with biopelsparitic laminae showing small fenestrae (lithofacies Ca); D) bioclastic grainstone made up of bivalve and echinoid debris and micritized grains (lithofacies b); E) bioclastic packstone with bivalve debris, micritized grains and planktonic foraminifers (lithofacies c); F) pelagic wackestone with planktonic foraminifers and calcispheres (lithofacies d).



Tav. 5 - Litofacies delle formazioni di Masseria Belvedere (A-C), di Masseria Spagnoli (D) e della Calcarenite di Gravina (E-F): A) grainstone grossolano costituito in prevalenza da frammenti di macroforaminiferi bentonici; B) bafflestone a coralli (Porites sp.); C) floatstone con balani e coralli solitari in una matrice di packstone bioclastico; D) patch reef a serpulidi; E) banco di grainstone bioclastico massivo; F) grainstone bioclastico ad ostreidi.
- Lithofacies of the Masseria Belvedere fm. (A-C) and Masseria Spagnoli fm. (D) and Calcarenite di Gravina Fm. (E-F): A) coarse grainstone mostly made up of macroforaminifers debris; B) coral bafflestone (Porites sp.); C) barnacles and solitary corals floatstone in a matrix of bioclastic packstone; D) serpulid-rich patch reef; E) massive bioclastic grainstone; F) bioclastic grainstone with ostreids.



Tav. 6 - Litofacies delle formazioni di Masseria Belvedere (A-B), di Masseria Spagnoli (C), di Valle di Vituro (D-E) e della Calcarenite di Gravina (F): A) grainstone bioclastico a macroforaminiferi bentonici (soprattutto operculine); B) packstone bioclastico a frammenti di briozoi, bivalvi, balani, spicole di spugne e foraminiferi bentonici; C) grainstone bioclastico a frammenti di bivalvi, foraminiferi bentonici ed alghe rosse; D) litoclasti calcarei provenienti dall'erosione del substrato mesozoico immersi in una matrice con tessitura packstone/grainstone bioclastica costituita da frammenti di bivalvi, echini e di foraminifeiri bentonici; E) grainstone bioclastico a frammenti di bivalvi, echinidi, alghe rosse, briozoi, serpulidi e a foraminiferi bentonici; F) grainstone bioclastico a rodoliti, frammenti di bivalvi e foraminiferi bentonici.

- Lithofacies of the Masseria Belvedere fm. (A-B), Masseria Spagnoli fm. (C), Valle di Vituro fm. (D-E) and of the Calcarenite di Gravina Fm. (F): A) bioclastic grainstone made up of benthic macroforaminifers (mostly operculinids); B) bioclastic packstone with bryozoans, bivalves and barnacles debris and sponge spicules and benthic foraminifers; C) bioclastic grainstone with bivalves debris and benthic foraminifers and red algae; D) well rounded calcareous lithoclasts deriving from the erosion of the Mesozoic substrate in a matrix of grainstone-bearing bivalves, echinoids and benthic foraminifers; F) bioclastic grainstone with rhodolites, bivalves debris and benthic foraminifers.

lare dalla formazione di Masseria Spagnoli e dalla Calcarenite di Gravina.

L'analisi micropaleontologica delle associazioni a foraminiferi planctonici (RICCHETTI *et alii*, in prep.) ha permesso di datare la formazione di Belvedere al Serravalliano medio-superiore (Zona a *Paragloborotalia partimlabiata* MMi7 e Zona a *Neogloboquadrina atlantica praeatlantica* MMi8 di SPROVIERI *et alii*, 2002).

3.5. - FORMAZIONE DI MASSERIA SPAGNOLI

Questa formazione affiora su un'area molto limitata posta al piede della scarpata meridionale del Promontorio del Gargano in corrispondenza di Masseria Spagnoli (tav. I f.t.). La successione calcarea è costituita da un'alternanza spessa circa 10 metri di *floatstone* con pettinidi a valve disarticolate o articolate passanti lateralmente e verso l'alto a *packstone/grainstone* bioclastici costituiti da frammenti di molluschi, brachiopodi, echinidi, briozoi, foraminiferi bentonici e planctonici (tav. 6C). A più altezze all'interno della successione si intercalano lags fossiliferi ad ostreidi e pettinidi in matrice micritica e brecce calcaree con abbondante matrice micritica. A luoghi sono presenti biocostruzioni a serpulidi (tav. 5D). I caratteri suddetti consentono di attribuire i depositi di questa formazione ad ambienti di mare basso costantemente al di sotto del livello di base del moto ondoso *(floatstone)* in cui si verificavano periodi di maggiore energia legati probabilmente ad eventi di tempesta (*lag* bioclastici).

L'unità poggia in netta discordanza angolare ed in rapporto di onlap sul suo substrato, costituito sia dalla formazione di Masseria Belvedere che dai calcari mesozoici.

I dati biostratigrafici ricavati non sono risultati significativi per una attribuzione cronostratigrafica tuttavia in base ai dati di letteratura già noti per l'affioramento di Masseria Spagnoli (D'ALESSANDRO *et alii* 1979 e CASOLARI *et alii*, 2000), si attribuisce questa formazione al Tortoniano superiore [subzona a Globorotalia suterae di IACCARINO (1985), corrispondente alla Zona N17 di BLOW (1969), in CASOLARI *et alii*, (2000).

3.6. - FORMAZIONE DI VALLE DI VITURO

Questa formazione affiora nei pressi della Valle di Vituro, nel settore meridionale dell'area di studio (tav. I f.t.).

La parte bassa dell'unità è costituita da conglomerati calcarei i cui clasti presentano un discreto indice di arrotondamento e raggiungono 50 cm di diametro. Tali conglomerati sono molto grossolani e disorganizzati in una scarsa matrice sabbiosa, ma passano verso l'alto a conglomerati meno grossolani, con caratteri granulometrici più uniformi e con cenni di stratificazione. La parte intermedia della formazione è costituita da strati spessi pochi centimetri di microconglomerati a matrice bioclastica con tessitura *packstone/grainstone* (tav. 6D). La parte alta è costituita da *grainstone* bioclastici con frammenti di lamellibranchi, echinidi, alghe rosse, gasteropodi, foraminiferi bentonici e rarissimi planctonici (tav. 6E).

Il complesso degli elementi di facies permette di riferire la formazione di Valle di Vituro ad un sistema deposizionale di transizione, con facies continentali che gradualmente passano a facies costiere francamente marine. In particolare, CASOLARI *et alii* (2000) attribuiscono questi sedimenti ad un ambiente di *fan-delta*. Lo spessore complessivo di questa unità è di circa 20/25 m.

La formazione di Valle di Vituro poggia in disconformità sul sustrato mesozoico tramite una superficie molto irregolare ed è ricoperta in discordanza da depositi continentali quaternari di versante.

In assenza di associazioni fossilifere significative è possibile assegnare a questa formazione solo un'età relativa, basata sulla posizione stratigrafica. CASOLARI *et alii* (2000) attribuiscono dubitativamente questa unità (Formazione di Rignano degli autori) al Messiniano superiore (sin-evaporitico) perché essa poggia, al di fuori dell'area di studio, su facies del Messiniano inferiore (Tripoli e Calcare di Base). Il punto di vista di chi scrive è che la formazione di Valle di Vituro invece potrebbe essere attribuita al Pliocene medio-superiore in considerazione del fatto che le facies di questa unità costituirebbero depositi di piede di falesia (corrispondente grossomodo all'attuale scarpata meridionale del Gargano) passanti distalmente ai depositi marini relativamente più profondi attribuiti alla Calcarenite di Gravina. Questi ultimi sono presenti pochi chilometri più a sud dell'affioramento di Valle di Vituro, in corrispondenza del Monte Granata. La distribuzione areale della Calcarenite di Gravina, affiorante tipicamente sempre alla base della scarpata garganica nel suo settore occidentale, è congruente con quest'ultima interpretazione.

3.7. - CALCARENITE DI GRAVINA

La Calcarenite di Gravina affiora nel settore occidentale dell'area di studio in corrispondenza dell'abitato di Apricena e nel settore sud-orientale del foglio, ai margini del Promontorio del Gargano, nei pressi del Monte Granata (tav. I f.t.).

La base della Calcarenite di Gravina è costituita, per uno spessore di circa 40-50 cm, da brecce ad elementi calcarei di dimensioni variabili da pochi centimetri a qualche decimetro immersi in

una matrice di *packstone/grainstone* bioclastici a bivalvi, echinoidi, foraminiferi bentonici ed alghe rosse. Seguono circa 10 metri di *rudstone* e *grainstone* grossolani lito-bioclastici in banchi spessi da 1 ai 3 metri (tav. 5E) con bioclasti e litoclasti bioerosi ed in alcuni casi ben arrotondati e ben selezionati in relazione ad una elevata energia idrodinamica. Il resto della formazione è costituito da *packstone/wackestone* bioturbati con frammenti di pettinidi, ostree (tav. 5F) briozoi, balani, alghe rosse, foraminiferi bentonici e planctonici (tav. 6F). Nel complesso la Calcarenite di Gravina è attribuibile ad ambienti marini costieri variabili da *foreshore* (conglomerati lito-bioclastici) a *shoreface*/transizione all'*offshore (wackestone/packstone* con foraminiferi planctonici). La chiara tendenza di tipo *fining upward* nei caratteri tessiturali indica che gli ambienti deposizionali della Calcarenite di Gravina evolvono gradualmente da ambienti poco profondi e di alta energia ad ambienti più tranquilli e relativamente più profondi situati costantemente al di sotto del livello di base del moto ondoso. Lo spessore massimo stimato della formazione è di circa 30 metri.

La Calcarenite di Gravina poggia in discordanza angolare o in paraconcordanza sul Calcare di Bari e sul Calcare di Altamura.

L'analisi micropaleontologica delle associazioni a foraminiferi planctonici *(Globigerinoides quadrilobatus, Globigerina bulloides, Globigerinoides ruber e Neogloboquadrina acostaensis;* RICCHETTI *et alii*, in prep.) ha permesso di datare la Calcarenite di Gravina al Pliocene medio-superiore. Questa attribuzione di età concorda con quella precedentemente proposta da D'ALESSANDRO *et alii* (1979) e CASOLARI *et alii* (2000).

4. - CARATTERI STRUTTURALI PRINCIPALI DELL'AREA DI STUDIO

Dal punto di vista geologico-strutturale l'area di studio ricade interamente nel settore occidentale dell'Avampaese apulo e presenta strutture tettoniche legate essenzialmente a deformazione di natura fragile. Tale area è situata lungo il fianco meridionale della macroanticlinale che coinvolge l'intero Promontorio del Gargano, con asse a direzione ONO-ESE (MARTINIS, 1964). Gli elementi strutturali principali sono costituiti essenzialmente da: a) faglie subverticali, orientate prevalentemente NO-SE, E-O e NE-SO e che si propagano longitudinalmente anche per vari chilometri; b) blande pieghe con asse orientato NO-SE, ONO-ESE o NE-SO (tav. I f.t.). I sistemi di taglio più importanti corrispondono alle strutture note in letteratura con i nomi di Faglia di Mattinata e Faglia di Rignano. Esse generano zone di fratturazione pervasive sub-verticali ampie fino a 250-300 metri, a luoghi marcate dalla presenza di brecce e *gouge* di faglia. Nell'intervallo di età compreso tra il Miocene superiore ed il Pleistocene medio, le fasi tettoniche connesse alla strutturazione dei sovrascorrimenti appenninici hanno indotto sull'avampaese un campo di stress regionale che ha prodotto compressione lungo le strutture orientate NO-SE e distensione lungo le strutture orientate NE-SO (MORELLI *et alii* 2002 *cum. bibl.*). Congruentemente con questo campo di stress la Faglia di Mattinata avrebbe registrato una cinematica trascorrente sinistra (BRANKMAN & AYIDIN, 2004 *cum. bibl.*). I vincoli stratigrafici registrati nell'area di studio confermano questo quadro tettonico e suggeriscono che, durante il Miocene superiore-Pleistocene medio, l'attività delle strutture principali è stata polifasica ma caratterizzata da un comune stile deformativo. In particolare, i settori situati a N della Faglia di Mattinata e a SO della Faglia di Rignano sono quelli che presentano il maggior rilievo strutturale poiché in tali aree affiorano i termini più antichi del Calcare di Bari (membro di Monte Calvo). Il settore a N della Faglia di Mattinata è quello che registra anche il maggior rilievo topografico in corrispondenza di alcune dorsali, orientate NO-SE, che localmente superano i 1000 m di quota (Monte Calvo 1055 m). Le dorsali sono delimitate da faglie orientate NO-SE, ONO-ESE che, seppure di incerta caratterizzazione cinematica, si ritiene siano geneticamente legate alla Faglia di Mattinata, non proseguendo nel settore a sud della faglia stessa e non rigettandola. Congruentemente con la ricostruzione del campo di *stress* regionale ed in accordo con BRANKMAN & AYIDIN (2004), si ritiene che le faglie orientate NO-SE abbiano registrato un'attività compressiva o transpressiva che avrebbe determinato il sollevamento lungo faglie inverse delle dorsali tra esse comprese e che, le strutture orientate NE-SO abbiano contestualmente registrato una cinematica estensionale. Tra queste ultime si segnala la struttura che ha determinato la formazione del Pantano di Sant'Egidio (ad E dell'abitato di San Giovanni Rotondo), interpretato in letteratura come un bacino di *pull-apart* (GUERRICCHIO, 1986), congruente con una configurazione di *"releasing bend"* lungo un tratto orientato NE-SO della Faglia di Mattinata. Il settore meridionale dell'area di studio situato, a SO della Faglia di Rignano, quello che, a causa delle non sempre buone condizioni di affioramento e delle estese coperture detritiche di versante, presenta i mag-

giori problemi dal punto di vista interpretativo. Il rilevamento geologico dell'area ha consentito di precisare l'orientazione in pianta della Faglia di Rignano che mostra una direzione circa NO-SE piuttosto che E-O, come riportato nella recente letteratura (SALVINI *et alii*, 1999; BILLI & SALVINI, 2000; CHILOVI *et alii*, 2000). Questo nuovo elemento, di significativo valore ai fini della ricostruzione tettonica dell'area, è avvalorato dalla nuova cartografia delle unità mesozoiche. A SO della struttura affiorano i calcari del membro di Monte Calvo (Calloviano p.p.-Valanginiano p.p.) i quali formano una anticlinale asimmetrica vergente verso il quadrante di NE (anticlinale a tetto della Faglia di Rignano); nel settore a NE della Faglia di Rignano affiorano invece la parte superiore del Calcare di Bari (Albiano p.p.-Cenomaniano inf./medio) ed il Calcare di Altamura (Coniaciano Santoniano p.p.), che sono localizzati al nucleo di una sinclinale asimmetrica (tav. I f.t.; fig. 1). I dati raccolti in questo settore indicano che le strutture osservate sono interpretabili come il prodotto di una deformazione transpressiva congruente con un vettore di massima compressione orientato SW-NE (fig. 1). Questo campo di *stress* avrebbe innescato un processo di *fault* propagation *folding* che avrebbe determinato la formazione di una anticlinale nel blocco di tetto e, contestualmente, di una sinclinale nel blocco di letto, ambedue a scala chilometrica (fig. 1). In corrispondenza del fianco meridionale dell'anticlinale di rampa a tetto della Faglia di Rignano, nei pressi di Masseria Spagnoli, l'affioramento di unità mioceniche coinvolte nel processo di deformazione consente di vincolare temporalmente la formazione di questa struttura. In particolare, il rapporto di discordanza angolare con cui la formazione di Masseria Spagnoli (Tortoniano superiore) poggia sia sui calcari di Monte Calvo (Calloviano p.p.-Valanginiano p.p.) che sulla formazione di Masseria Belvedere (Serravalliano medio-superiore) (fig. 2) indica che la formazione dell'anticlinale di rampa a tetto della Faglia di Rignano è avvenuta durante il Tortoniano inferiore-medio. Il successivo basculamento di circa 20° della formazione di Masseria Spagnoli indica inoltre che la struttura è stata riattivata nel post-Tortoniano superiore.

Altre strutture interessanti sono state osservate nei pressi del Monte Granata. In quest'area, i calcari del membro di Monte Calvo (Calloviano p.p.-Valanginiano p.p.) formano un'anticlinale ed una sinclinale orientate NNO-SSE (tav. I f.t.; fig. 3). La sinclinale è delimitata verso N da una faglia inversa che ha determinato il sovrascorrimento

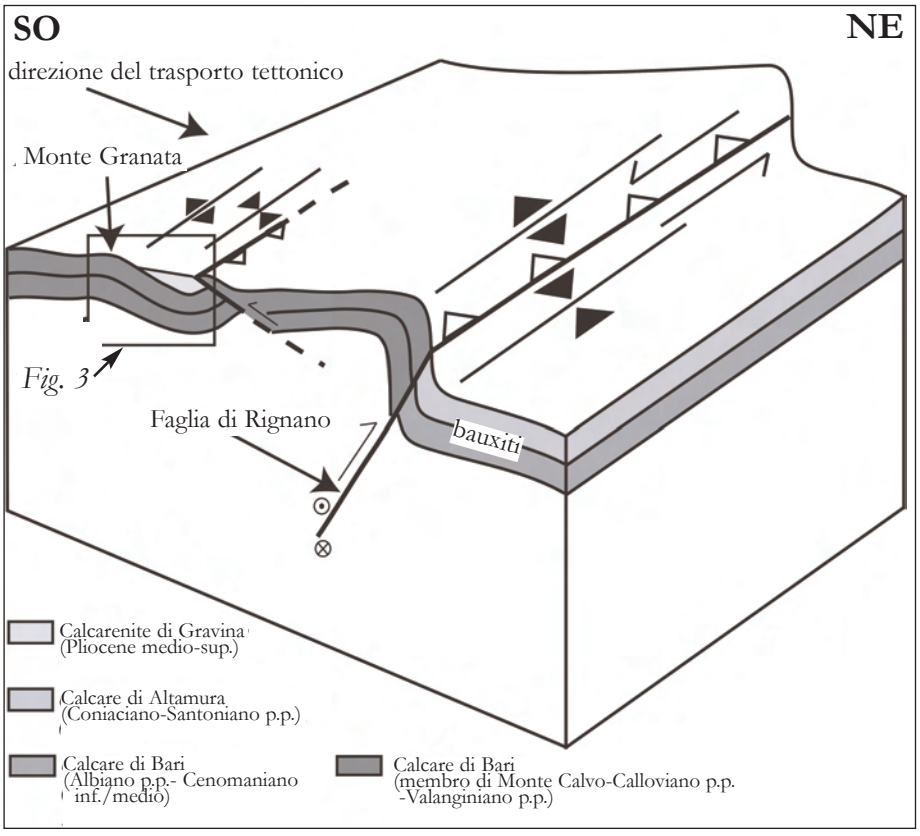


Fig. 1 - Schema geologico-strutturale (non in scala) del settore meridionale dell'area di studio.
- Geological and structural sketch (not in scale) of the southern part of the studied area.

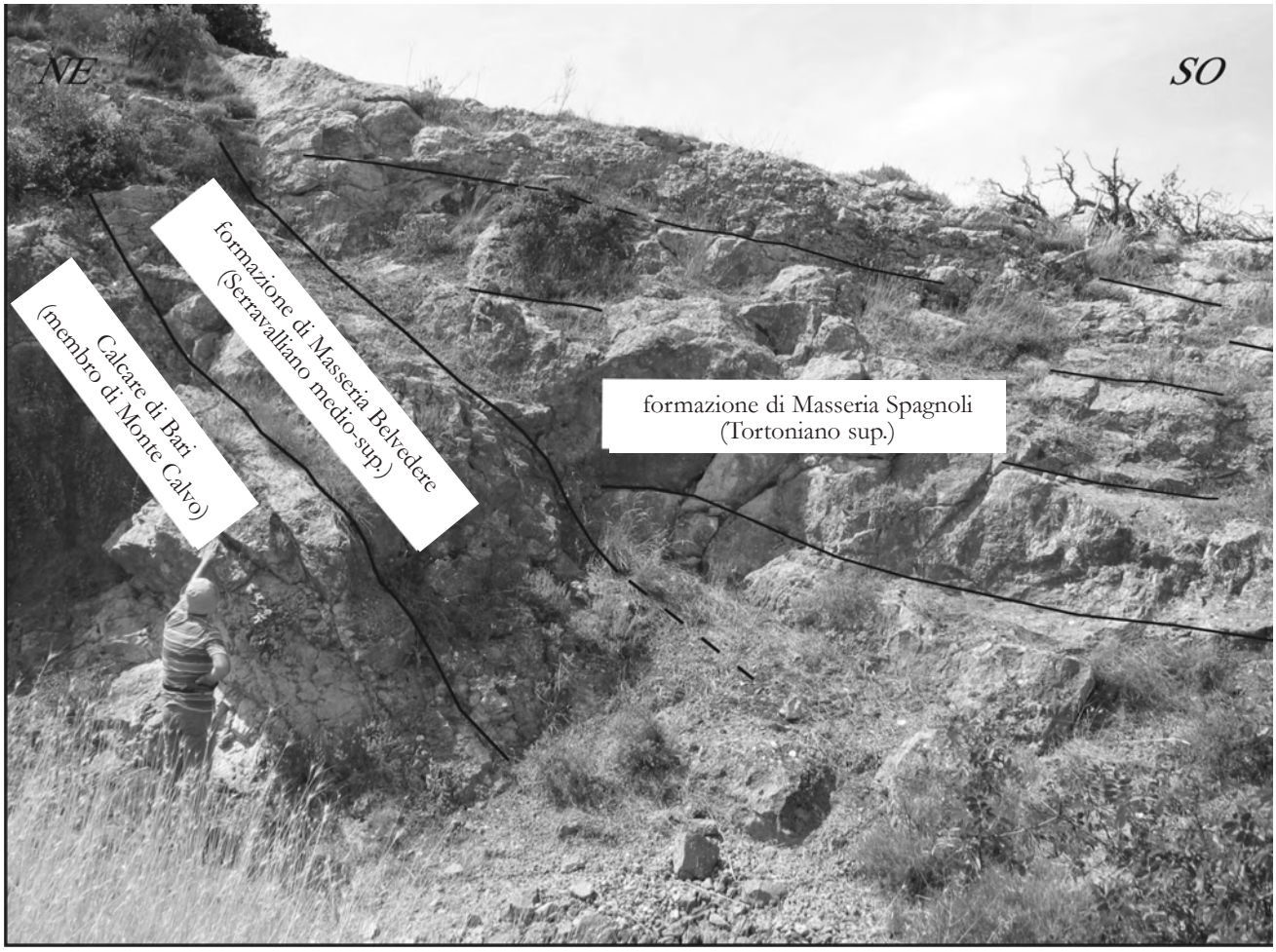


Fig. 2 - Affioramento di Masseria Spagnoli (vedi tav. 1f.t.): si noti la discordanza angolare tra la formazione di Masseria Spagnoli e la formazione di Masseria Belvedere che, a sua volta, poggia in disconformità sul membro di Monte Calvo (porzione inferiore del Calcare di Bari). La formazione di Masseria Spagnoli è inotre tiltata di circa 20° verso SO.
- *Masseria Spagnoli outcrop: note the angular unconformity between the Masseria Spagnoli fm. and the Masseria Belvedere fm., this latter disconformably overlies on the Monte Calvo member (lower Calcare di Bari Fm.). The Masseria Spagnoli fm. is tilted toward SW of about 20°.*

dei calcari del membro di Monte Calvo (Calloviano p.p.-Valanginiano p.p.) sulla Calcarenite di Gravina (Pliocene medio-superiore), affiorante al nucleo della sinclinale (fig. 3). L'età della formazione della faglia del Monte Granata (post-Pliocene medio-superiore) è chiaramente suggerita dall'età della Calcarenite di Gravina.

Per altre strutture cartografate nella zona centrale dell'area di studio, come ad esempio le pieghe orientate NE-SO e le faglie dirette orientate NO-SE (tav. I f.t.), associate alla Faglia di Mattinata, è ipotizzabile un altro contesto tettonico. Infatti, esse sono congruenti con una direzione del vettore di massima compressione circa NO-SE, ortogonale a quello che ha prodotto tutte le strutture descritte in precedenza. Si ipotizza che tali strutture possano essersi formate in seguito ad una variazione nel tempo del campo di stress regionale agente sull'area di studio (vedi CHILOVI *et alii*, 2000; TONDI *et alii*, 2005) che può aver riattivato anche alcune delle strutture più antiche per tettonica d'inversione (tav. I f.t.). Tuttavia, i dati stratigrafici emersi in questa nota non consentono di vincolare la formazione di queste strutture nel tempo; inoltre, non è neanche possibile ipotizzarne un'età relativa perché non sono stati osservati nell'area di studio chiari rapporti di antecedenza con le strutture formatesi durante le fasi tettoniche descritte in precedenza.

Infine, un altro elemento strutturale di rilievo è costituito dalla presenza di scarpate acclivi che bordano il Promontorio verso S-SO poste in corrispondenza di faglie dirette in gran parte sepolte sotto coltri di materiale clastico quaternario. In corrispondenza di queste strutture corrispondenti alle faglie note in letteratura come Faglia di Apricena e Faglia del Candelaro è avvenuto il sollevamento del settore occidentale del Promontorio del Gargano.

5. - DISCUSSIONE

5.1. - NUOVO QUADRO STRATIGRAFICO

Il nuovo quadro stratigrafico emerso dal rilevamento geologico dell'area studiata presenta diversi elementi di novità rispetto sia alla Carta geologica d'Italia in scala 1:100.000 (Foglio 155 "San Severo", Foglio 156 "San Marco in Lamis" e Foglio 164 "Foggia") che ai lavori stratigrafici più recenti pubblicati nell'area di studio.

Per quanto concerne le unità mesozoiche di piattaforma interna, l'adozione di due sole unità di rango formazionale separate dalla discontinuità turoniana (Calcare di Bari e Calcare di Altamura) ha consentito di semplificare il quadro stratigrafico presente nella carta geologica ufficiale in cui erano cartografate ben sei formazioni (Calcari di Sannicandro Garganico, Formazione di Monte la Serra, Calcari di Rignano Garganico, Calcari di San Giovanni Rotondo, Calcari di Masseria Quadrone e Calcari di Casa Lauriola). Le ragioni di questa scelta sono avvalorate dai seguenti motivi:

i) l'assenza di significative variazioni litologiche nella successione studiata;

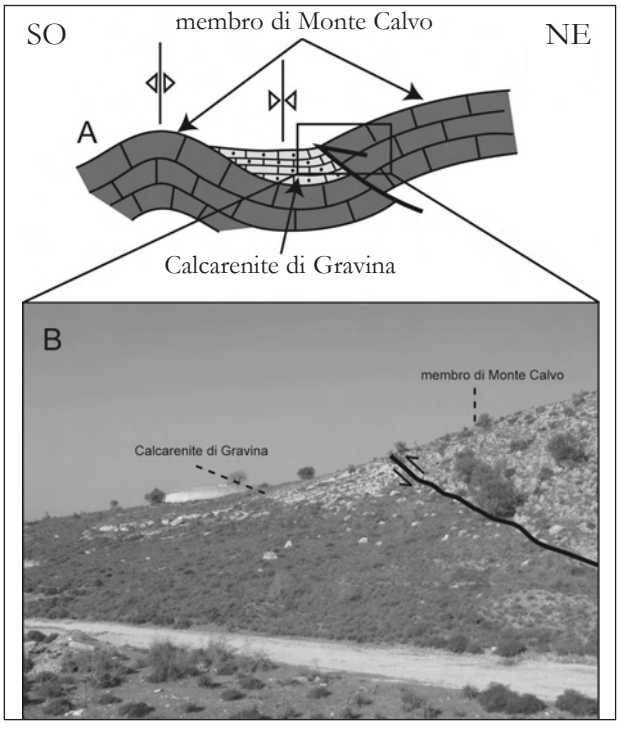


Fig. 3 - A) Sezione geologica qualitativa dell'area del Monte Granata (non in scala). B) Affioramento della faglia inversa che ha determinato il sovrascorrimento dei calcari del membro di Monte Calvo (parte inferiore del Calcare di Bari) sulla Calcarenite di Gravina (cava a N del Monte Granata; vedi tav. 1 f.t.).

- A) Qualitative geologic section across the Monte Granata sector (not in scale). B) Detail of the reverse fault which determined the thrusting of the Monte Calvo lms. (lower Calcare di Bari Fm.) over the Calcarenite di Gravina Fm (quarry located north of Monte Granata).

ii) l'assenza di superfici di discontinuità di significato regionale riconducibili a rilevanti lacune nella sedimentazione ad eccezione di quella associata alla genesi delle bauxiti turoniane.

Questo nuovo quadro stratigrafico impone di rimaneggiare anche gli schemi litostratigrafici pubblicati da LUPERTO SINNI & MASSE (1986; 1993; 1994), da CLAPS *et alii* (1996) e da MORSILLI & BOSELLINI (1997), nei quali erano distinte due formazioni (Calcari di Sannicandro e Calcari di San Giovanni Rotondo) nell'intervallo stratigrafico di età Calloviano p.p.-Aptiano p.p., corrispondente alla parte inferiore del Calcare di Bari di questa nota (tab. 1). La nomenclatura stratigrafica adottata nel presente lavoro ha il vantaggio di avere valore regionale poiché accorpa con lo stesso nome le formazioni coeve e di identica facies affioranti in settori differenti dell'Avampaese apulo (Promontorio del Gargano, Murge e Salento) ed appartenenti allo stesso dominio paleogeografico (Piattaforma apula Auct.) eliminando nomenclature di valore locale. La presenza di alcuni intervalli stratigrafici caratterizzati da apprezzabili variazioni nelle associazioni di litofacies, ha permesso di riconoscere e cartografare tre unità informali con il rango di membro (vedi SPALLUTO *et alii*, 2005) solo parzialmente corrispondenti ai membri proposti in precedenza nella stessa area di studio da LUPERTO SINNI & MASSE (1986) e CLAPS *et alii* (1996) (tab. 1). Ogni singolo membro, proposto da SPALLUTO *et alii* (2005), presenta al suo interno un'evoluzione di tipo *shallowing upward* in relazione ad una graduale transizione, dalla base al tetto, da associazioni di litofacies di ambienti relativamente più profondi (prevalentemente di laguna aperta) ad associazioni di litofacies di ambienti più ristretti e soggetti a periodiche emersioni (dalla laguna ristretta alla piana tidale). I limiti tra i membri corrispondono a superfici nette che marcano eventi di brusca apertura degli ambienti di sedimentazione. Questi eventi sono probabilmente interpretabili come gli effetti registrati nei settori interni della piattaforma carbonatica delle fasi di annegamento incipiente della stessa piattaforma occorse nel Valanginiano inferiore e nell'Aptiano inferiore. Queste fasi sono state ben documentate in letteratura nelle successioni di transizione da piattaforma a bacino affioranti nei settori orientali del Gargano (BOSELLINI *et alii*, 1993; 1999; BOSELLINI & MORSILLI, 1997; GRAZIANO, 1999; 2000), e troverebbero quindi riscontro nelle coeve successioni di piattaforma affioranti nell'area di studio.

I calcari con selce in facies di scarpata del Santoniano p.p., affioranti a SE di Apricena, sono perfettamente correlabili ai Calcari di Monte

Acuto, formazione già istituita da PAVAN & PIRINI (1965) nel Gargano orientale e meridionale e riferiti in quell'area all'intervallo di età Turoniano p.p.-Paleocene p.p. (BOSELLINI *et alii*, 1993; 1999; NERI, 1993; GRAZIANO, 1994; LUPERTO SINNI & BORGOMANO, 1994; NERI & LUCIANI, 1994; BORGOMANO, 2000).

Per quanto riguarda le unità neogeniche, il quadro stratigrafico emerso in questo lavoro è risultato più articolato di quello presente nella Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000. L'analisi di facies ha evidenziato che le unità neogeniche, pur presentando caratteri di facies molto simili, hanno età differenti ed occupano differenti posizioni stratigrafiche. In particolare, sono state riconosciute quattro formazioni differenti: due, mioceniche, di carattere informale (formazione di Masseria Belvedere e formazione di Masseria Spagnoli), una di incerta datazione (formazione di Valle di Vituro) ed una del Pliocene medio-superiore (Calcarenite di Gravina). Tutte erano in precedenza attribuite nella Carta Geologica d'Italia alla Calcarenite di Apricena (Foglio 156 "San Marco in Lamis"), formazione di età Langhiano-Serravalliano (CREMONINI *et alii*, 1971) o ai Calcari a briozoi e litotamni (Foglio 164 "Foggia"), formazione dubitativamente attribuita al Miocene medio (MERLA *et alii*, 1969). Questo quadro litostratigrafico delle unità neogeniche è parzialmente discordante anche con quello elaborato da D'ALESSANDRO *et alii* (1979) (tab. 2), sia perché nell'area di studio non sono stati riscontrati rapporti di eteropia tra formazioni con differenti caratteri di facies (vedi il Capitolo delle conoscenze precedenti) e sia perché la formazione di Masseria Belvedere (Serravalliano medio-superiore) ha una età più antica di quella supposta da questi autori per tutta la serie del Miocene affiorante nel Promontorio del Gargano (Tortoniano superiore). Non c'è piena corrispondenza neanche con il quadro litostratigrafico proposto da CASOLARI *et alii* (2000) (tab. 2), perché le unità istituite dagli autori nel settore nord-orientale del Promontorio del Gargano hanno differenti caratteri di facies e in alcuni casi una diversa attribuzione cronostratigrafica rispetto a quelle cartografate nell'area di studio. Per tali ragioni, in attesa che si giunga ad un quadro più organico delle unità neogeniche affioranti in tutto il Promontorio del Gargano, si propone una nuova nomenclatura litostratigrafia di carattere informale. In particolare, la formazione di Masseria Belvedere di questa nota (equivalente alla Formazione di Torre Rossa di CASOLARI *et alii*, 2000) è stata datata, in base ai nuovi ed originali dati sui foraminiferi planctonici, al Serravalliano medio-superiore e non al Burdigaliano inferiore-Langhiano inferiore come proposto dagli autori precedenti. C'è invece concordanza nell'attribuzione della formazione di Masseria Spagnoli (equivalente alla parte superiore della Formazione del Lauro di CASOLARI *et alii*, 2000), al Tortoniano superiore. Per quanto riguarda la formazione di Valle di Vituro (equivalente alla Formazione di Rignano di CASOLARI *et alii*, 2000) non si dispone di tutti gli elementi sufficienti per proporne un'attribuzione cronostratigrafica. Due ipotesi, entrambe valide, possono essere prese in considerazione. La prima è di CASOLARI *et alii* (2000), secondo cui questa formazione è databile dubitativamente al Miocene superiore perché poggia stratigraficamente su calcari del Messiniano inferiore non affioranti però nell'area di studio (formazioni del Tripoli e Calcare di Base di CASOLARI *et alii*, 2000); l'altra interpretazione, privilegiata da chi scrive, suggerisce che questa unità possa corrispondere a facies prossimali, sviluppatesi al piede di una falesia in arretramento (coincidente con l'attuale scarpata garganica), della Calcarenite di Gravina che affiora, con facies di ambienti relativamente più distali, pochi chilometri a sud dell'affioramento di Valle di Vituro. Questa interpretazione sembrerebbe avvalorata anche dalla distribuzione della Calcarenite di Gravina che affiora sempre alla base della scarpata che borda il promontorio garganico a S-SO, segno che la scarpata era già costituita prima dell'ingressione marina del Pliocene medio-superiore.

5.2. - NUOVI VINCOLI STRATIGRAFICI PER L'EVOLUZIONE TETTONICA DELL'AREA DI STUDIO

I dati stratigrafici originali di questa ricerca e le nuove attribuzioni litostratigrafiche e, in alcuni casi, anche cronostratigrafiche delle unità mesocenozoiche affioranti nell'area di studio costituiscono dei vincoli molto importanti nella ricostruzione delle principali fasi che hanno caratterizzato l'evoluzione tettonica del Gargano sud-occidentale dal Cretaceo superiore fino al Quaternario.

Un primo dato stratigrafico importante, mai considerato ai fini tettonici sino ad ora, è costituito dall'affioramento, nel settore nord-occidentale dell'area di studio, dei Calcari di Monte Acuto.
Ciò va collegato con quanto sostenuto da MOSTARDINI & MERLINI (1986); questi autori hanno individuato, in alcuni sondaggi (MASCHITO 2, CELENZA 2 e GUGLIONESI 1-2) realizzati poche decine di chilometri ad ovest dall'area di studio (vedi tab. 1 e fig. 1 in MOSTARDINI & MERLINI, 1986), la presenza di calcari con Globotruncane, selce e frammenti di rudiste, attribuibili ad ambienti di transizione a bacino, analoghi a quelli

osservati in affioramento nell'area di studio. Secondo gli autori, queste facies si sarebbero formate in un bacino di intrapiattaforma, da loro denominato Bacino apulo, che separava la Piattaforma apula esterna (i carbonati meso-cenozoici dell'attuale Avampaese apulo) dalla Piattaforma apula interna (i calcari mesozoici coinvolti nella strutturazione tardiva della catena sud-appenninica ed affioranti in Maiella). Quelle attraversate dai sondaggi rappresenterebbero le facies del Bacino apulo più prossimali alla Piattaforma apula esterna cui si correlerebbero i Calcari di Monte Acuto affioranti nell'area studiata. L'attribuzione al Santoniano p.p. di queste facies consente di affermare che l'apertura del Bacino apulo sia iniziata nell'area in tale intervallo di tempo; l'annegamento riconosciuto in affioramento di una porzione di piattaforma sarebbe avvenuto in seguito ad una significativa fase tettonica che avrebbe interessato il settore occidentale della Piattaforma apula esterna. Questa fase tettonica è stata ipotizzata in precedenza nelle Murge (area di Ostuni), dove PIERI & LAVIANO (1989) hanno descritto le evidenze di una retrogradazione del margine della Piattaforma apula secondo processi di *block faulting* dei suoi settori più esterni (orientali). Sui blocchi di piattaforma ribassati PIERI & LAVIANO (1989) hanno descritto il brusco appoggio di facies di scarpata e base scarpata (Calcare di Caranna) analoghe e coeve a quelle osservate nell'area di studio.

L'attuale assetto strutturale dell'intero Promontorio del Gargano e la distribuzione areale delle unità mesozoiche e cenozoiche sono in gran parte il risulato della deformazione che questo settore dell'Avampaese apulo ha subito durante il Terziario. Purtroppo, non sempre è stato possibile vincolare temporalmente in estremo dettaglio le varie fasi deformative nell'area di studio a causa della completa assenza delle unità paleogeniche ed oligoceniche e della marcata discontinuità delle unità neogeniche. Tuttavia, alcune ipotesi e considerazioni generali possono essere fatte accostando i dati del rilevamento geologico con le informazioni note in letteratura sull'evoluzione tettonica regionale dell'Avampaese apulo.

Si è generalmente concordi nel ritenere che gran parte dell'assetto strutturale del Promontorio del Gargano meridionale sia il risultato dell'attività trascorrente polifasica della Faglia di Mattinata durante l'evoluzione dell'orogenesi appenninico-dinarica (vedi discussione in MORELLI, 2002 *cum. bibl.*). Nell'intervallo Miocene superiore-Pleistocene medio queste importanti fasi tettoniche avrebbero indotto, in tutto l'Avampaese apulo, attività compressiva o transpressiva lungo le strutture orientate NO-SE, congruentemente con una direzione del vettore di massima compressione orientato SO-NE e, di conseguenza, attività estensionale o transtensiva lungo le strutture orientate NE-SO. Le strutture affioranti nell'area di studio congruenti con questo stile deformativo sono le seguenti (tav. I f.t.; fig. 4A): 1) le mesostrutture osservate in corrispondenza della Faglia di Mattinata (sistemi di

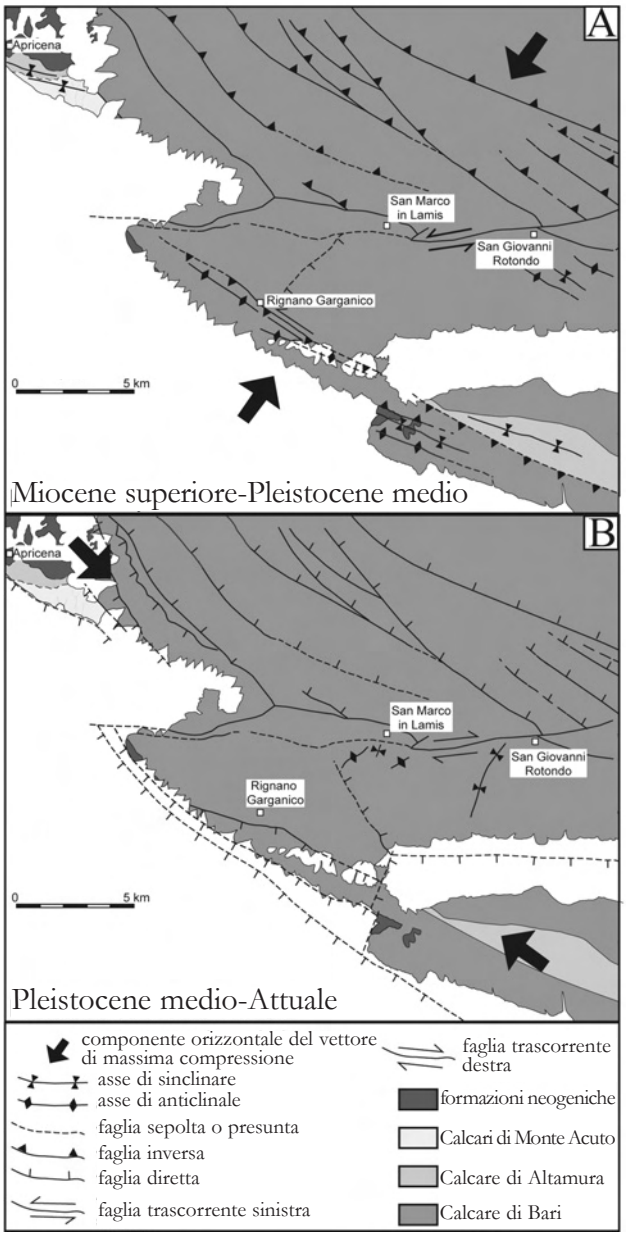


Fig. 4 - Schema evolutivo semplificato del Gargano sud-occidentale con l'indicazione della cinematica deformativa, attiva in due differenti intervalli di tempo: A) Miocene superiore-Pleistocene medio; B) Pleistocene medio-Attuale. Si noti l'inversione delle principali strutture tettoniche in seguito alla variazione del campo di stress regionale.
- *Simplified evolutive sketch of the south-western Gargano Promontory; kinematics of main structures is shown in two different time intervals: A) Late Miocene-Middle Pleistocene; B) Middle-Pleistocene-Present day. Note the tectonic inversion of main structures due to the changing of the regional stress field.*

faglie, di fratture e dei clivaggi stilolitici descritti in FUNICIELLO *et alii*, 1988; SALVINI *et alii*, 1999; BILLI & SALVINI, 2000; CHILOVI *et alii*, 2000; BRANKMAN & AYIDIN, 2004), 2) la geometria del bacino di *pull-apart* del Pantano di Sant'Egidio; 3) le faglie inverse orientate NO-SE presenti a nord della Faglia di Mattinata; 4) la struttura transpressiva associata alla formazione della Faglia di Rignano prodotta dalla propagazione delle pieghe a scala chilometrica rilevate nel settore meridionale dell'area di studio; 5) la faglia inversa ed il sistema di pieghe del Monte Granata. Anche la distribuzione areale dei calcari mesozoici è congruente con l'attività trascorrente sinistra delle Faglie di Mattinata e di Rignano poiché la porzione più antica del Calcare di Bari (membro di Monte Calvo) si trova in corrispondenza di quelle aree in cui si è registrato il maggior rilievo strutturale (settore a S di Rignano Garganico e settore a N della Faglia di Mattinata), mentre le formazioni mesozoiche più recenti (Calcare di Altamura e Calcari di Monte Acuto) si osservano al nucleo delle maggiori sinclinali orientate NO-SE (fig. 4A).

Più in particolare, la distribuzione areale e l'assetto strutturale delle unità neogeniche suggeriscono l'esistenza di più fasi deformative, caratterizzate però da un comune stile deformativo, alle quali ascrivere il complesso set di strutture visibili nell'area di studio. Le unità neogeniche poggiano in paraconcordanza o in discordanza angolare su un substrato mesozoico molto articolato costituito, a seconda dei luoghi, da uno dei membri del Calcare di Bari o dal Calcare di Altamura. Ciò suggerisce che parte dell'attività tettonica che ha prodotto la deformazione, l'esumazione e l'erosione della successione mesozoica si sia realizzata prima della sedimentazione della più antica delle unità neogeniche (Serravalliano medio-superiore). A tal riguardo, DE ALTERIIS (1995) e MORELLI (2002), dallo studio delle linee sismiche realizzate nell'*offshore* adriatico, hanno evidenziato che, durante il Paleogene, il settore garganico dell'avampaese è stato interessato dalle fasi iniziali dell'orogenesi dinarica che ha prodotto la riattivazione in compressione delle linee tettoniche ereditate dalle fasi deformative giurassico-cretaciche ed il modellamento di una marcata superficie erosiva sulle unità carbonatiche della Piattaforma apula (*unconformity* C in DE ALTERIIS, 1995).

Il rapporto di discordanza angolare con cui la formazione di Masseria Spagnoli (Tortoniano superiore) poggia sia sul Calcare di Bari che sulla formazione di Masseria Belvedere (Serravalliano medio-superiore), in corrispondenza del fianco meridionale dell'anticlinale di rampa a tetto della Faglia transpressiva di Rignano (fig. 2), suggerisce che la formazione di tale struttura possa essere avvenuta durante il Tortoniano inferiore-medio, prima della sedimentazione della formazione di Masseria Spagnoli. La struttura è stata attiva anche successivamente, nel post-Tortoniano superiore, come è dimostrato dal basculamento di circa 20° degli strati della formazione di Masseria Spagnoli. BERTOTTI *et alii* (1999) e CASOLARI *et alii* (2000) hanno suggerito che questa struttura sia stata attiva durante il Tortoniano superiore in base ad alcune geometrie di crescita che, però, non appaiono confermate da questo studio. DE ALTERIIS (1995) e MORELLI (2002) hanno evidenziato nell'*offshore* adriatico una fase tettonica sinsedimentaria che ha determinato la crescita della struttura transpressiva del Grifone la quale mostra uno stile deformativo simile a quello ricostruito nell'area di studio per la struttura transpressiva di Rignano Garganico. Secondo gli autori questa struttura si è formata nell'intervallo Miocene superiore-Pliocene inferiore in seguito alla riattivazione per tettonica di inversione della Faglia di Mattinata che, dopo aver agito come trascorrente destra per gran parte del Miocene, ha assunto una cinematica trascorrente sinistra. I dati stratigrafici delle unità mioceniche coinvolte nella deformazione dell'anticlinale di rampa a tetto della Faglia di Rignano permettono di vincolare la formazione della struttura polifasica e transpressiva di Rignano Garganico allo stesso intervallo di tempo (Miocene superiore-Pliocene inferiore) in cui si è formata la struttura del Grifone.

La successiva fase tettonica occorsa durante il Pliocene superiore-Pleistocene inferiore ha generato la faglia inversa orientata ONO-ESE che, nei pressi del Monte Granata, ha prodotto la sovrapposizione dei livelli inferiori del Calcare di Bari sulla Calcarenite di Gravina (Pliocene medio-superiore). Ciò sarebbe in accordo con quanto affermato da MORELLI (2002), grazie allo studio di linee sismiche nell'*offshore* adriatico, a proposito di una nuova fase tettonica compressiva del Pliocene superiore-Pleistocene inferiore che avrebbe prodotto lo sviluppo dell'anticlinale del Monte Dauno, parte di una struttura a *thrust* orientata circa ONO-ESE e che rappresenta un alto dell'attuale fondale marino. Tracce di questa fase tettonica sono state riscontrate in affioramento da SPALLUTO & MORETTI (2006) i quali, in corrispondenza di alcune strutture orientate E-O nei pressi di Apricena, hanno osservato strutture di crescita nella parte superiore della Calcarenite di Gravina (Pliocene medio-superiore).

Al fine di completare il quadro tettonico regionale dell'area di studio, si segnala che, a partire dal Pleistocene medio fino all'Attuale, le strutture

principali dell'area di studio hanno registrato un'inversione nell'orientazione dei vettori del campo di stress regionale con conseguente riattivazione della Faglia di Mattinata come trascorrente destra (TONDI *et alii*, 2005) (fig. 1; fig. 4B). A questa fase potrebbero essere attribuite le seguenti strutture rilevate nell'area di studio (fig. 4B): 1) le pieghe orientate NE-SO visibili a sud dell'abitato di San Marco in Lamis; 2) le faglie dirette orientate NO-SE, alcune delle quali (faglie a nord della Faglia di Mattinata) possono essersi formate per riattivazione, lungo gli stessi piani, delle faglie inverse attive nelle precedenti fasi tettoniche. Tale ipotesi, tuttavia, non è suffragata da alcun vincolo stratigrafico significativo.

Questa ultima fase tettonica potrebbe essere ricondotta all'inizio della diversificazione del comportamento geodinamico del settore dell'Avampaese apulo e della Fossa bradanica rispetto agli adiacenti settori centro-adriatico e ionico in relazione alla minore penetrazione della spessa litosfera continentale pugliese in subduzione (DOGLIONI *et alii*, 1994; 1996). In questo contesto, le faglie trascorrenti E-O avrebbero avuto una cinematica destrorsa per accomodare i differenti tassi di arretramento flessurale tra i diversi settori dell'Avampaese adriatico (DOGLIONI, 1994; 1996). Questa fase tettonica avrebbe inoltre determinato il noto sollevamento regionale del sistema avampaese-avanfossa sud-appenninico. Le principali evidenze neotettoniche registrate nel settore di Apricena-Poggio Imperiale da SPALLUTO & MORETTI (2006) (ad ovest dell'area di studio) ed i meccanismi focali dei terremoti sono congruenti con il campo di stress prodotto da questa fase tettonica che, pertanto, si ritiene sia responsabile dell'attuale sismicità registrata nell'area (BORRE *et alii*, 2003; PATACCA & SCANDONE, 2004; PICCARDI *et alii*, 2004; PICCARDI, 2005; TONDI *et alii*, 2005).

6. - CONCLUSIONI

I risultati descritti in questo lavoro sono stati conseguiti con i tradizionali metodi del rilevamento geologico e dell'analisi litostratigrafica di dettaglio. Riteniamo che queste metodologie di lavoro siano spesso trascurate in favore di tecniche le cui applicazioni trovano un più largo impiego ai fini sia della moderna ricerca scientifica ed industriale.

L'aggiornamento della carta geologica del Gargano sud-occidentale ha permesso di introdurre diversi elementi di novità inerenti la litostratigrafia e la cronostratigrafia delle unità carbonatiche mesozoiche e cenozoiche. I nuovi dati stratigrafici emersi per le unità litostratigrafiche mesozoiche e cenozoiche hanno inoltre fornito utili vincoli stratigrafici per la ricostruzione dell'evoluzione tettonica dell'area. Le unità mesozoiche di piattaforma carbonatica, precedentemente riportate nella Carta Geologica d'Italia con nomi formazionali locali, sono state assimilate alle unità coeve e di identica facies descritte in altri settori dell'Avampaese apulo (Murge e Salento). Questa scelta ha il vantaggio di inserire le unità di piattaforma del Gargano nel contesto geologico regionale, già noto per l'evoluzione sedimentaria dei carbonati di ambienti neritici della Piattaforma apula. Come già proposto in altri lavori recenti, si ribadisce la scelta di riferire le successioni mesozoiche di piattaforma affioranti sul Gargano a due sole unità con il rango di formazione: Calcare di Bari (Calloviano p.p.-Cenomaniano inferiore/medio) e Calcare di Altamura (Coniaciano-Santoniano p.p.) separate da una lacuna turoniana marcata da bauxiti. Analogamente, le unità di scarpata del Santoniano p.p. sono state assimilate ai Calcari di Monte Acuto, formazione istituita in precedenza per facies analoghe e coeve affioranti nel settore orientale del Gargano. Per quanto riguarda le unità neogeniche, in assenza di un quadro organico riguardante le attribuzioni lito-bio-cronostratigrafiche riguardanti tutte le formazioni mioceniche affioranti nel Gargano, si è preferito l'uso di una nomenclatura informale; infine, in accordo con precedenti studi, la successione di età Pliocene medio-superiore, che marca l'inizio della trasgressione del ciclo di sedimentazione della Fossa bradanica, è stata attribuita alla Calcarenite di Gravina.

I dati stratigrafici sull'evoluzione delle facies cretaciche e le risultanti correlazioni regionali hanno consentito di ipotizzare una fase tettonica significativa di età Santoniana. Questa corrisponde all'arretramento dei domini neritici della Piattaforma apula e determina la formazione del Bacino apulo e la brusca deposizione di facies di ambiente profondo (Calcari di Monte Acuto) su facies di ambienti marini molto superficiali (Calcare di Altamura).

Durante l'intervallo di tempo Miocene superiore-Pleistocene medio, l'area di studio ha registrato gli effetti dell'orogenesi appenninico-dinarica. Il campo di stress regionale indotto dalle fasi tettoniche sin-orogenetiche ha determinato l'attivazione della Faglia di Mattinata come trascorrente sinistra. Congruentemente con questo campo di stress, le strutture associate alla Faglia di Mattinata hanno registrato compressione lungo direttrici orientate NO-SE e distensione lungo direttrici orientate NE-SO. I vincoli stratigrafici provenienti dalla distribuzione areale e dall'asset-

to delle unità neogeniche hanno permesso di riconoscere tre fasi tettoniche distinte nel Tortoniano inferiore medio, nel post-Tortoniano superiore e nel post-Pliocene medio-superiore caratterizzate da un comune stile defomativo caratterizzato dalla orientazione da SO a NE del vettore di massima compressione orizzontale. Ulteriori strutture mappate nell'area di studio (faglie dirette orientate NO-SE e pieghe orientate NE-SO) sono incompatibili con il campo di stress che ha generato le precedenti strutture e suggeriscono un differente contesto deformativo. Malgrado non si disponga di dati stratigrafici originali per vincolare temporalmente questa fase tettonica, si ipotizza che queste strutture possano essere state attive a partire dal Pleistocene medio quando, in seguito al repentino mutamento del regime geodinamico, registrato a scala regionale in tutto l'Avampaese apulo, la Faglia di Mattinata è stata riattivata come trascorrente destra in risposta ad un campo di stress regionale che ha generato compressione lungo le direttrici orientate NE-SO e distensione lungo le direttrici orientate NO-SE.

Ringraziamenti

Si ringraziano ROBERTO GRAZIANO *e* MARCELLO TROPEANO *per la lettura critica del manoscritto e per i preziosi suggerimenti. Si ringrazia* VINCENZO FESTA *per le utili discussioni sul campo.*
Lavoro realizzato con fondi del Dottorato di Ricerca in Scienze della Terra dell'Università di Bari (F.S.E.-P.O.N. 2000-2006 "Ricerca Scientifica, Sviluppo Tecnologico ed Alta Formazione" Misura III.4 - Formazione Superiore e Universitaria, responsabile locale L. LA VOLPE), C.A.R.G. Puglia (Foglio 396 "San Severo", responsabile N. CIARANFI) e MIUR 60% 2004 e 2005 (responsabile L. SABATO).

BIBLIOGRAFIA

ABBAZZI L., BENVENUTI M., BOSCHIAN G., DOMINICI S., MASINI F., MEZZABOTTA C., PICCINI L., ROOK L., VALLERI G. & TORRE D. (1996) - *Revision of the Neogene and Pleistocene of the Gargano region (Apulia, Italy). The marine and continental successions and the faunal mammal assemblages in the area between Apricena and Poggio Imperiale (Foggia).* Mem. Soc. Geol. It., **51**, 383-402.

ARGNANI A., FAVALI P., FRUGONI F., GASPERINI M., LIGI M., MARANI M., MATTIETTI G. & MELE G. (1993) - *Foreland deformational pattern in the Southern Adriatic Sea.* Annali di Geofisica, **36**, 229-247.

BALLMAN P. (1973) - *Fossile vogel aus dem Neogen der Halbinsel Gargano (Italien).* Scripta Geol., **17**, 1-61.

BERTOTTI G., CASOLARI E. & PICOTTI V. (1999) - *The Gargano Promontory: a Neogene contractional belt within the Adriatic plate.* Terra Nova 11, 168-173.

BILLI A. & SALVINI F. (2000) - *Sistemi di fratture associati a faglie in rocce carbonatiche, nuovi dati sull'evoluzione tettonica del Promontorio del Gargano.* Boll. Soc. Geol. It., **119**, 237-250.

BLOW W.H. (1969) - *Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. Proc. 1st Internat. Conf. Plakt. Microfoss., Geneva, 1967*. Leiden: E.J. Brill, **1**, 199-442.

BONI A., CASNEDI R., CENTAMORE E., COLANTONI P., CREMONINI G., ELMI C., MONESI A., SELLI R. & VALLETTA M. (1969) - *Note illustrative alla Carta Geologica d'Italia. F° 155 "San Severo"*. Serv. Geol. d'It. Roma.

BORGOMANO J. (2000) - *The Upper Cretaceous carbonates of the Gargano-Murge region, southern Italy: A model of platform-to-basin transition.* A.A.P.G. Bull., **84**, 1561-1588.

BORRE K., CACON S., CELLO G., KONTNY B., KOSTAK B., LYKKE ANDERSEN H., MORATTI G., PICCARDI L., STEMBERG J., TONDI E. & VILIMEK V. (2003) - *The COST project in Italy: analysis and monitoring of seismogenic faults in the Gargano and Norcia areas (Central-Southen Apennines, Italy).* J. Geodyn., 36 (1-2), 3-18.

BOSELLINI A. (2002) - *Dinosaurs re-wright the geodynamics of the eastern Mediterranean and the paleogreography of the Apulian Platform.* Earth Science reviews, **59**, 211-234.

BOSELLINI A. & MORSILLI M. (1997) - *A lower Cretaceous drowning unconformity on the eastern flank of the Apulia Platform (Gargano Promontory, southern Italy).* Cretac. Res., **18**, 51-61.

BOSELLINI A., MORSILLI M. & NERI C. (1999) - *Long term event stratigraphy of the Apulian platform margin (Upper Jurassic to Eocene, Gargano, Southern Italy).* J. Sed. Res., **18**, 1241-1252.

BOSELLINI A., NERI C. & LUCIANI V. (1993) - *Platform margin collapses and sequence stratigraphic organization of carbonate slopes: Cretaceous-Eocene, Gargano Promontory, Southern Italy.* Terra Nova, **5**, p. 282-297.

BRANKMAN C.M. & AYIDIN A. (2004) - *Uplift and contractional deformation along a segmented strike-slip fault system: the Gargano Promontory, southern Italy.* Journal of Structural Geology, **26**, 807-824.

CANTELLI C. (1960) - *Sul Quaternario di Gravina di Puglia.* Gior. Geol., 28, 211-226.

CASOLARI E., NEGRI A., PICOTTI V. & BERTOTTI G. (2000) - *Neogene stratigraphy and sedimentology of the Gargano Promontory (Southern Italy).* Eclogae geol. Helv., **93**, 7-23.

CAVINATO (1953) - *Il deposito di bauxite di S. Giovanni Rotondo.* Ind. Mineraria, anno IV, **11**, 497-503.

CHANNEL J.E.T., D'ARGENIO B. & HORVATH F. (1979) - *Adria, the African Promontory, in Mesozoic Mediterranean Palaeogeography.* Earth Science Reviews, **15**, 213-292.

CHILOVI, C., DE FEYTER, A.J. & POMPUCCI A. (2000) - *Wrench zone reactivation in the Adriatic Block: the example of the Mattinata Fault System (SE Italy).* Boll. Soc. Geol. It., **119**, 3-8.

CIARANFI N., PIERI P. & RICCHETTI G. (1988) - *Note alla carta geologica delle Murge e del Salento (Puglia centromeridionale).* Mem. Soc. Geol. It., **41**, 449-460.

CLAPS M., PARENTE M., NERI C. & BOSELLINI A. (1996) - *Facies and cycles of the S. Giovanni Rotondo Limestones (Lower Cretaceous, Gargano Promontory, Southern Italy);* Annali dell'Università di Ferrara, Sez. Scienze della Terra; suppl. 7, 1-35.

CONSOLE R., DI GIOVAMBATTISTA R., FAVALI P., PRESGRAVE B.W. & SMRIGLIO G. (1993) - *Seismicity of the Adriatic microplate.* Tectonophysics, **218**, 343-354.

CREMONINI G., ELMI C. & SELLI R. (1971) - *Note illustrative della C.G. d'It., Foglio 156 "S. Marco in Lamis".* Serv. Geol. d'It., Roma.

CRESCENTI U. & VIGHI L. (1964) - *Caratteristiche, genesi e stratigrafia dei depositi bauxitici cretacici del Gargano e delle Murge: cenni sulle argille con pisoliti bauxitiche del Salento (Puglie).* Boll. Soc. Geol. It. **83**, 5-51.

D'ALESSANDRO A., LAVIANO A., RICCHETTI G. & SARDELLA A. (1979) - *Il Neogene del Monte Gargano.* Boll. Soc. Geol. It., **18**, 9-116.

D'ARGENIO B. (1974) - *Le piattaforme carbonatiche periadriatiche. Una rassegna di problemi nel quadro geodinamico mesozoico dell'area mediterranea.* Mem.Soc.Geol.It., 13, 137-160.

D'ARGENIO B. & MINDSZENTY A. (1991) - *Karst bauxites at regional unconformities and geotectonic correlation in the Cretaceous of the Mediterranean.* Boll. Soc. Geol. It., **110**, 85-93.

D'ARGENIO B., PESCATORE T. & SCANDONE P. (1973) - *Schema geologico dell'appennino meridionale (Campania e Lucania).* In: *"Moderne vedute sulla geologia dell'appennino".* Acc. Naz. Dei Lin., **183**, 49-72.

DE ALTERIIS G. (1995) - *Different foreland basins in Italy: example from the central and southern Adriatic sea.* Tectonophysics, 252, 349-373.

DE ALTERIIS G. & AIELLO G. (1993) - *Stratigraphy and tectonics offshore of Puglia (Italy, southern Adriatic sea).* Marine Geology, **113**, 233-253.

DE COSMO P.D. & MORSILLI M. (2002) - *Segnalazione di resti di flora ed ittiofauna fossile del Santoniano superiore nell'area di Apricena (Puglia, Gargano).* Fascicolo degli *abstract* del congresso Gis 2002, 39-40.

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

DELFRATI L., FALORNI P., GROPPELLI G., PAMPALONI R.& PETTI F.M. (2002) - *Carta geologica d'Italia - 1:50.000 Catalogo delle Formazioni. - Unità non validate.* Quaderni del Serv. Geol. d'It., Serie III, **7**, fascicolo II. 281 pp.

DOGLIONI C. (1991) - *A proposal of Kinematic modelling of W-dipping subductions-possible implicatins to the Thyrrenian-Apennines system.* Terra Nova, **3**, 423-434.

DOGLIONI 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**, 1309-1321.

DOGLIONI 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.

FAVALI P., FUNICIELLO R., MATTIETTI G., MELE G. & SALVINI F. (1993) - *An active margin across the Adriatic Sea (central Mediterranean Sea).* Tectonophysics, **219**,109-117.

FREUDHENTHAL M. (1971) - *Neogene vertebrates from the Gargano peninsula, Italy.* Scripta Geol., **3**, 1-10.

FREUDHENTHAL M. (1972) - *Deinogalerix koenigswaldi nov. gen., a giant insectivore from the Neogene of Italy*. Scripta Geol., **14**, 1-11.

FREUDHENTHAL M. (1976) - *Rodent stratigraphy of some Miocene fissure fillings in Gargano (Prov. Foggia, Italy).* Scripta Geol., **37**, 1-18.

FUNICIELLO R., MONTONE P., SALVINI F. & TOZZI M. (1988) - *Caratteri strutturali del Promontorio del Gargano.* Mem. Soc. Geol. It., **41**, 1235-1243.

FUNICIELLO R., MONTONE P., PAROTTO M, SALVINI F. & TOZZI M. (1991) - *Geodynamical evolution of an intra-orogenic foreland: the Apulia case history (Italy).* Boll. Soc. Geol. It., **110**, 419-425.

GAMBINI, R. & TOZZI M. (1996) - *Tertiary geodynamic evolution of the Southern Adria Microplate.* Terra Nova, **8**, 593-602.

GRAZIANO R. (1994) - *Evoluzione cretacica del sistema "Piattaforma carbonatica Apula/Bacino Est-Garganico" nel Promontorio del Gargano. Sedimentologia e stratigrafia sequenziale.* Tesi di dottorato, Università di Napoli "Federico II", 253 pp.

GRAZIANO R. (1999) - *The Early Cretaceous drowning unconformity of the Apulia carbonate platform (Gargano Promontory, southern Italy): local fingerprints of global paleoceanographic events.* Terra Nova, **11**, 245-250.

GRAZIANO R. (2000) - *The Aptian-Albian of the Apulia carbonate platform (Gargano Promontory, southern Italy: evidence of paleoceanographic and tectonic controls on the stratigraphic architecture of the platform margin.* Cret. Res., **21**, 107-126.

GUERRICCHIO A. (1983) - *Strutture tettoniche di compressione nel Gargano di elevato interesse applicativo evidenziate da immagine da satellite.* Geol. Appl. ed Idrogeol., **18**, 491-506.

GUERRICCHIO A. (1986) - *Esempi di bacini di pull-apart nel Gargano (Puglia settentrionale).* Geol. Appl. e Idrogeol., **6** (3), 25-36.

IACCARINO S. (1985) - *Mediterranean Miocene and Pliocene plan ktic foraminifera.* In: Plankton Stratigraphy (Ed. by BOLLI H.M., SAUNDERS J.B., & PERCH-NIELSEN K.). Cambridge Univ. Press, 283-314.

IANNONE A. & PIERI P. (1979) - *Considerazioni critiche sui "Tufi calcarei" delle Murge.* Nuovi dati litostratigrafici e paleoambientali. Geogr. Fis. e Dinam. Quat., 2, 173-186.

LAVIANO A. & MARINO M. (1996) - BIOSTRATIGRAPHY AND PALEOECOLOGY OF UPPER CRETACEOUS CARBONATE SUCCESSION IN THE GARGANO PROMONTORY. Mem. Soc. Geol. It., **51**, 1019-1036.

LUPERTO SINNI E. (1996a) - *Sintesi delle conoscenze biostratigra fiche del Cretaceo del Gargano e delle Murge.* Mem. Soc. Geol. It, **51**, 995-1018.

LUPERTO SINNI E. (1996b) - *Sintesi delle conoscenze stratigrafiche del Cretaceo del Gargano e delle Murge.* Mem. Soc. Geol. It., **51**, 1019-1026.

LUPERTO SINNI E. & BORGOMANO J. (1994) - *Stratigrafia del Cretaceo superiore in facies di scarpata di Monte Sant'Angelo (Promontorio del Gargano, Italia meridionale).* Boll. Soc. Geol. It., 113, 355-382.

LUPERTO SINNI E. & MASSE J.P. (1986) - *Données nouvelles sur la stratigraphie de calcaires de plate-forme du Crétacé inferieur du Gargano (Italié meridionale).* Riv. It. Paleont. e Strat., **92**; 33-66.

LUPERTO SINNI E. & MASSE J.P. (1993) - *The early Cretaceous Dasycladales from the Apulia Region (Southern Italy): biostratigraphic distribution and paleogeographic significance.* In: *Studies on Fossil Benthic Algae.* F. BARATTOLO *et alii* (Eds). Boll. Soc. Paleont. It, Vol. Spec. **1**, 295-309.

LUPERTO SINNI E. & MASSE J.P. (1994) - *Precisazioni micropaleontologiche sulle formazioni di piattaforma carbonatica del Giurassico superiore e del Cretaceo basale del massiccio del Gargano (Italia meridionale) e implicazioni stratigrafiche.* Paleopelagos, **4**, 243-266.

LUPERTO SINNI E. & REINA A. (1996) - *Nuovi dati sulla discontinuità mesocretacica delle Murge (Puglia, Italia meridionale).* Mem. Soc. Geol. It., **51**, 1179-1188.

MALINVERNO A. & RYAN W.F.B. (1986) - *Extension in the Thyrrenian sea and shortening in the Apennines as a result of arc migration driven by sinking of the lithosphere.* Tectonics, **146**, 67-78.

MARTINIS B. (1964) - *Osservazioni sulla tettonica del Gargano orientale.* Boll. Serv. Geol. d'It., **85**, 45-93.

MARTINIS B. (1970) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia. Note illustrative del F° 223 "Capo S. Maria di Leuca"* Serv. Geol. It., 64 pp.

MASSE J.P. & BORGOMANO J. (1987) - *Un modèle de tranistion plate-forme-bassin carbonates controlé par des phénomènes tectoniques: le Cretacé du Gargano (Italie Meridionale).* C.R. Acad. Sc. Paris, **304**, 521-526.

MASSE J.P. & LUPERTO SINNI E. (1987) - *A platform to basin transition model: the lower Cretaceous carbonates of the Gargano massif (Southern Italy).* Mem. Soc. Geol. It., **40**, 99-108.

MERLA G., ERCOLI A. & TORRE D. (1969) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia, Foglio 164 "Foggia".* Serv. Geol. d'It., Roma.

MINDSZENTY A., D'ARGENIO B. & AIELLO G. (1995) - *Litospheric buldges recorded by regional unconformities. The case of Mesozoic-Tertiary Apulia.* Tectonophysics, **252**, 137-161.

MORELLI D. (2002) - *Evoluzione tettonico-stratigrafica del Margine Adriatico compreso tra il Promontorio del Gargano e Brindisi.* Mem. Soc. Geol. It., **57**, 343-353.

MORSILLI M. & BOSELLINI A. (1997) - *Carbonate facies zona tion of the Upper Jurassic-Lower Cretaceous Apulia Platform margin (Gargano Promontory, Southern Italy)*. Riv. It. Paleont. e Strat., **103**, 193-206.

MORSILLI M., DE COSMO P.D., BOSELLINI A. & LUCIANI V. (2002) - *L'annegamento santoniano della Piattaforma Apula nell'area di Apricena (Gargano, Puglia): nuovi dati per la paleogeografia del Cretaceo superiore*. Fascicolo degli abstract del congresso Gis 2002, 63-64.

MORSILLI M., RUSCIADELLI G. & BOSELLINI A. (2004) - *The Apulia Platform-margin and slope, Late Jurassic to Eocene of the Maiella Mt. and Gargano Promontory: physical stratigraphy and architecture*. 32th Int. Geol. Congress, 4, Guidebook P18, 44 pp.

MOSTARDINI F. & MERLINI S. (1986) - *Appennino centro-meridionale: sezioni geologiche e proposta di modello strutturale*. Mem. Soc. Geol. It., **35**, 177-202.

NERI C. (1993) - *Stratigraphy and sedimentology of the Monte Acuto Formation (Upper Cretaceous- Lower Paleocene, Gargano Promontory, Southern Italy)*. Annali Università di Ferrara (N.S.), Sezione Scienze della Terra, **4**, 13-44.

NERI C. & LUCIANI V. (1994) - *The Monte S. Angelo Sequence (Late Cretaceous - Paleocene, Gargano Promontory, southern Italy): physical stratigraphy and biostratigraphy*. Giornale di Geologia, **56**, 149-165.

ORTOLANI V. & PAGLIUCA S. (1987) - *Tettonica transpressiva nel Gargano e rapporti con le catene appenninica e dinarica*. Mem. Soc. Geol. It., **38**, 205-224.

ORTOLANI V. & PAGLIUCA S. (1988) - *Il Gargano (Italia meridionale): un settore di "avampaese" deformato tra le catene appenninica e dinarica*. Atti 74° Congr. Soc. Geol. It., A411-A417.

PATACCA E. & SCANDONE P. (2004) - *The 1627 Gargano eartquake (Southern italy): identification and characterization of the causative fault*. Journ. Of Seismology, **8**, 259-273.

PAVAN G. & PIRINI C. (1965) - *Stratigrafia del Foglio 157, "Monte S. Angelo"*. Bol. Serv. Geol. d'It., 86, 123-189

PICCARDI L. (1998) - *Cinematica attuale, comportamento sismico, e sismologia storica della faglia attiva di Monte Sant'Angelo (Gargano): la possibile rottura superficiae del leggendario terremoto del 493 d.c*. Geogr. Fis. e Din. Quatern., **21**, 155-166.

PICCARDI L. (2005) - *Paleoseismic analysis of legendary earthquakes: The apparition of Archangel Michael at Monte Sant'Angelo (Italy)*. Tectonophysics, **408**, 113-128.

PICCARDI L., FERRELI L., MICHETTI A.M., TONDI E. & VITTORI E. (2004) - *Paleoseismolgy analysis along the Mattinata Fault, Apulia Foreland, southern Italy. Special issue "Active faults: analysis, processes and monitoring"*. In: PICCARDI L., TONDI E. (Eds.), Studi Geologici Camerti, 119-122.

PIERI P. & LAVIANO A. (1989) - *Tettonica e sedimentazione nei depositi senoniani delle Murge sud-orientali (Ostuni)*. Boll. Soc. Geol. It., **108**, 351-356.

RICCHETTI G. (1975) - *Nuovi dati stratigrafici sul Cretaceo delle Murge emersi da indagini nel sottosuolo*. Boll. Soc. Geol. It., **94** (3), 1013-1108.

RICCHETTI G., CIARANFI N., LUPERTO SINNI E., MONGELLI F. & PIERI P. (1988) - *Geodinamica ed evoluzione sedimentaria e tettonica dell'avampaese 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 foredeep-basin evolution*. Geology, 15, 714-717.

SALVINI F., BILLI A. & WISE D.U. (1999) - *Strikeslip fault-propagation cleavage in carbonate rocks: the Mattinata Fault zone, Southern Apennines, Italy*. Journal of Structural Geology **21**, 1731-1749.

SCROCCA D. (2006) - *Thrust front segmentation induced by differential slab retreat in the Apennines (Italy)*. Terra Nova, **18**, 154-161.

SISSINGH W. (1977) - *Biostratigraphy of Cretaceous calcareous nannoplancton*. Geol Mijnbouw, **57**, 433-440.

SPALLUTO L. (2004) - *La Piattaforma Apula nel Gargano centro-occidentale: organizzazione stratigrafica ed assetto della successione mesozoica di piattaforma interna*. Tesi di dottorato in Scienze della Terra. Università degli Studi di Bari, 173 pp.

SPALLUTO L. & MORETTI M. (2006) - *Evidenze di neotettonica (Pliocene medio-Pleistocene superiore) nel settore occidentale del Promontorio del Gargano (Italia meridionale)*. Il Quaternario, **19**(1), 143-154.

SPALLUTO L., PIERI P. & RICCHETTI G. (2005) - *Le facies carbonatiche di piattaforma interna del Promontorio del Gargano: implicazioni paleoambientali e correlazioni con la coeva successione delle Murge. (Italia meridionale, Puglia)*. Boll. Soc. Geol. It., **124**, 675-690.

SPROVIERI R., BONOMO S., CARUSO A., DI STEFANO A., DI STEFANO E., FORESI L.M., IACCARINO S.M., LIRER F., MAZZEI R. & SALVATORINI G. (2002). *An integrated calcareous plankton biostratigraphy and biochronology for the Mediterranean Middle Miocene*. In: S. IACCARINO (Ed.), Integrated Stratigraphy and Paleoceanography of the Mediterranean Middle Miocene, Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia, Milano, **108**, 337-353.

TONDI E., PICCARDI L., CACON S., KONTNY B. & CELLO G. (2005) - *Structural and time constraints for dextral shear along the seismogenic Mattinata Fault (Gargano, Southern Italy)*. Journal of Geodynamics, 40, 134-152.

TRAMONTANA M., MORELLI D. & COLANTONI P. (1995) - *Tettonica plio-quaternaria del sistema sud-garganico settore orientale) nel quadro evolutivo dell'Adriatico centro-meridionale*. Studi Geol. Camerti, Vol. Spec. 1995/2, 467-473.

TROPEANO M., SPALLUTO L., MORETTI M., PIERI P- & SABATO L. (2004) - *Depositi carbonatici infrapleistocenici di tipo foramol in sistemi di scarpata (salento - italia meridionale)*. Il Quaternario, 17 (2/2), 537-546.

VALDUGA A. (1965) - *Contributo alla conoscenza geologica delle Murge baresi*. Studi geologici e geomorfologici sulla regione pugliese, **1**, 1-14.