

SOVRASCORRIMENTI DI TIPO « DUPLEX »
NEI MONTI SICANI: L'ESEMPIO DI CASTRONUOVO
(SICILIA CENTRO OCCIDENTALE)

FRANCESCO P. VITALE & CALOGERO GIAMBRONE

RIASSUNTO

Nell'area di Castronuovo (Monti Sicani, Sicilia centro-occidentale) sono stati studiati in affioramento i rapporti stratigrafici e strutturali tra il substrato mesozoico-paleogenico e le sue coperture neogeniche. La successione stratigrafica è costituita da un substrato carbonatico con facies prevalentemente bacinali, di età compresa tra il Trias superiore e l'Eocene, avente uno spessore complessivo di circa 600 m, ricoperto in discordanza da una successione terrigena di età compresa tra l'Oligocene medio ed il Tortoriano inferiore, con spessore massimo stimato superiore ai 500 m.

La sequenza sedimentaria appare smembrata in scaglie tettonicamente sovrapposte, contenenti al loro interno strutture di ordine inferiore che mostrano una geometria di tipo *duplex*. I *duplex* appaiono svilupparsi entro i livelli triassici, mentre la porzione cretacio-oligocenica è stata scollata passivamente.

È stato possibile dimostrare che le *Areniti Glauconitiche* (Miocene inferiore) poggiano in discordanza angolare su terreni deformati ed in parte erosi. La deposizione delle *Areniti Glauconitiche*, almeno in questo settore, appare di poco posteriore ad un piegamento regionale delle coperture terrigene, probabilmente corrispondente alla propagazione dei *duplex* in livelli più profondi. Solo a partire dal Miocene superiore anche le coperture sono state coinvolte da thrust ad alto angolo, che troncano visibilmente anche i *duplex* precedentemente formati.

SUMMARY

«*Duplex*»-like thrust systems in the Sicani Mountain Range: the case of Castronuovo (Central-Western Sicily).

The study describes the geometry of the main tectonic structures outcropping in the area

of Castronuovo (Central-Western Sicily). The study area pertains to the Sicani Mountain Range, an intermediate sector of the Sicilian accretionary prism; it consists of a stack of imbricate thrust sheets, some thousand meter thick, derived from the deformation of Mesozoic-Paleogene pelagic deposits of the Sicanian Paleogeographic Domain. The outcropping sedimentary succession is made by a carbonate substratum, composed mainly by cherty and marly limestones, marls, breccia sheets and thin shallow water limestones (late Triassic-late Eocene), unconformably covered by a terrigenous succession consisting of sandy mudstones, marlstones and arenites (Late Oligocene-Middle Miocene).

In the area some major thrust imbricates (first order structures, a thousand meters thick and few kilometers wide) have been studied and mapped, and their geometry and evolution traced. A duplex structure have been also recognized inside one of the major structure; it is developed at lower scale (second order structures, few hundred meters sized). The duplex involves mainly the upper part of the triassic levels, while the Cretaceous to Oligocene portion of the sedimentary succession appears decoupled to form the roof thrust rocks. High angle reverse faults cut the whole succession as well as the already formed duplex stack; they appear to propagate in the region, like «out-of-sequence thrusts», probably since late Miocene up to early-middle Pliocene.

Most of the significance of the new data collected is focused on the possible relationships between unconformities and tectonics. An erosional truncation pointed out at the base of the Lower Miocene shallow water arenites is demonstrated to be a tectonically enhanced unconformity, because it cuts the already developed structures.

The propagation of thrusts inside the stratigraphic multilayer of the area, and the resulting geometries and sizes of the produced structures, were probably controlled by the stratigraphic variations present in the mesozoic portion of the sedimentary substrate. From this point of view, the study of the development and the evolution of the duplex systems, already started in the whole Sicanian Range by the present authors, makes the Castronuovo and its adjacent areas one of the possible key-zone for the understanding of the structure and evolution of the Sicanian wedge.

INTRODUZIONE

La recente letteratura geologica che ha elaborato concetti e modelli sulla propagazione dei sovrascorrimenti (*thrust systems*) in un multistrato sedimentario, ha indagato sia sugli aspetti meccanici che sulle geometrie prodotte (BOYER *et al.*, 1982; MITRA, 1986; MORLEY, 1986; BUTLER, 1987; JAMISON, 1987; BERGER & JOHNSON, 1980; DUNNE & FERRIL, 1988; PLATT, 1988; FERRIL & DUNNE, 1989; ROURE *et al.*, 1990). È ampiamente documentato come i thrust siano i *building blocks* fondamentali delle catene orogeniche, prismi dello spessore di migliaia di metri ed estesi per centinaia di chilometri che si accrescono verso zone poco o nulla deformate, incorporando frontalmente nuove falde. Seguendo una linea correntemente adottata, con il termine di «*thrust*» nel presente lavoro vengono indicate sia le faglie (*thrust faults*) che si propagano prevalentemente lungo i piani paralleli o poco inclinati rispetto alle superfici di stratificazione,

sia le scaglie tettoniche (*thrust sheets*) che vengono traslate al di sopra di esse.

Le traiettorie dei sovrascorrimenti in un corpo sedimentario stratificato dipendono dalla sua composizione stratigrafica, dalle sue variazioni laterali e dalle proprietà reologiche dei componenti. In dipendenza dello spessore e del contrasto di competenza dei livelli che compongono la successione, l'accrezione tettonica può generare: (a) un ventaglio di thrust tutti emergenti in superficie (*embricate fans*, fan embriciati), oppure (b) un insieme di thrust sepolti (*blind* o *buried thrusts*) al di sotto di coperture pre o sin-tettoniche, che impediscono ai thrust di raggiungere la superficie. Nel secondo caso, una delle possibili geometrie risultanti, denominata di tipo *duplex*, è generata dalla crescita di un cuneo di scaglie sigmoidali sottoscorse l'una all'altra. Questo cuneo è racchiuso tra due faglie subparallele a limiti stratigrafici, dette *floor thrust* e *roof thrust* (traducibili come faglia di letto e faglia di tetto, similmente alla nomenclatura stratigrafica). Le rocce poste al di sopra e al di sotto di tali faglie vengono anch'esse deformate, e tale deformazione produce in tutti i livelli della successione un raccorciamento equivalente a quello dei duplex prodotti in profondità.

Il riconoscimento nei prismi tettonici dei duplex con soli studi di superficie è in genere molto difficile, a meno di non disporre di ottime esposizioni. Una ulteriore complicazione nel lavoro di ricostruzione è introdotta dalla frequente sovrapposizione di strutture dovute ad eventi tettonici di stile differente e successivi nel tempo. Un terzo problema che si presenta nello studio della propagazione dei duplex è relativo infine alla loro datazione. Non è possibile infatti usare i metodi comunemente adoperati nella datazione dei thrust emergenti, in quanto nella geometria di tipo duplex le scaglie tettoniche derivano da un medesimo orizzonte litostratigrafico, e si sovrappongono senza interposizione di sedimenti più recenti. Diventa allora importante determinare le età delle più antiche discordanze angolari presenti nel complesso roccioso di roof thrust, per risalire all'età del primo piegamento regionale di superficie, assunto come penecontemporaneo alla propagazione dei duplex sepolti.

Nel quadro di un più ampio progetto di ricerca volto allo studio dell'evoluzione regionale della Catena Nord-occidentale Sicula attraverso la costruzione di sezioni geologiche bilanciate, il presente lavoro intende fornire nuovi dati geologici riguardanti la stratigrafia e la tettonica dell'area di Castronuovo (Sicilia Centro-Occidentale), apportando anche un contributo al riconoscimento e all'analisi di strutture affioranti di tipo duplex. Le implicazioni tettoniche della presenza di tali strutture, già segnalate in Sicilia (VITALE, 1991, riassunto; VITALE & GIAMBRONE, 1991, riassunto) e qui documentate, consentono di precisare i rapporti tra tettonica e sedimenta-

zione nel settore orientale dei Monti Sicani durante il Miocene, e vengono discusse in un ulteriore lavoro in preparazione (VITALE, 1992).

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La zona studiata, nel margine nord orientale dei Monti Sicani (Fig. 1), si colloca in un settore chiave per la comprensione dell'evoluzione della catena sicula.

Importanti studi geologici degli anni '60 e '70 hanno contribuito alla conoscenza fondamentale della stratigrafia e della tettonica dei Monti Sicani (CAFLISCH & SCHMIDT DI FRIEDBERG, 1967; BROQUET, 1970a, 1970b; BROQUET *et al.*, 1970; CATALANO & MONTANARI, 1979a, 1979b; MASCLE, 1979; BROQUET *et al.*, 1984). Studi più recenti ne hanno delineato la storia deformativa nel quadro di un più ampio scenario regionale (OLDOW *et al.*, 1989) o ne hanno riveduto la biostratigrafia in particolare per l'intervallo permo-triassico (DE WEVER *et al.*, 1979; CAFIERO & DE CAPOA-BO-

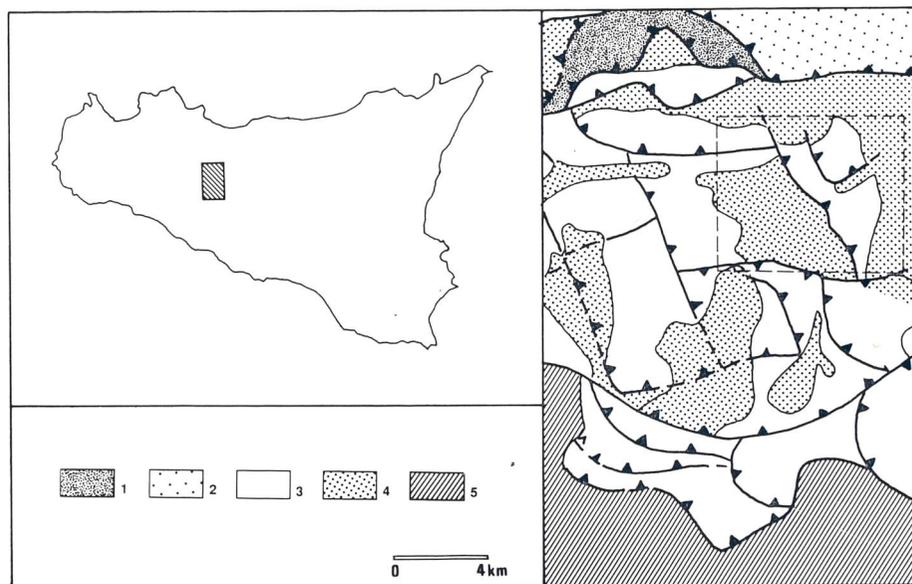


Fig. 1 — Mappa semplificata dei thrust maggiori affioranti nei Monti Sicani orientali, e collocazione geografica dell'area. Il rettangolo tratteggiato delimita l'area studiata. Leggenda: 1) alloctoni di Paleozoico superiore; 2) alloctoni di Flysch Numidico (Oligocene-Miocene); 3) alloctoni Sicani (Mesozoico-Paleogene); 4) coperture deformate dell'Oligocene-Miocene medio; 5) coperture deformate del Miocene superiore-Pliocene.

NARDI, 1982; CATALANO, DI STEFANO, & KOZUR, 1988, 1991, 1992; DI STEFANO 1990). L'area di Castronuovo risulta limitata a nord dai terreni permotriassici della formazione Lercara auct. e del Flysch Numidico; tali terreni sono sovrascorsi sulle scaglie tettoniche « Sicane » dell'area di Castronuovo e di Cammarata. Verso sud, le scaglie Sicane si sovrappongono, con faglie inverse ad alto angolo, ai depositi terrigeni tortoniani, messiniani e pliocenici dell'avanfossa della Sicilia centrale, estesamente affioranti fino alla costa meridionale dell'isola.

Un rilevamento geologico di dettaglio eseguito su un settore di alcune decine di kmq. posto tra l'abitato di Castronuovo e la diga del Lago Fanaco (vedi carta geologica allegata e schema strutturale di fig. 2), ha permesso, oltre la definizione della successione stratigrafica, la ricostruzione della geometria delle strutture tettoniche a media e grande scala che caratterizzano il substrato carbonatico affiorante. Sono stati prelevati alcuni campioni nella successione terrigena di copertura ai fini di una datazione relativa

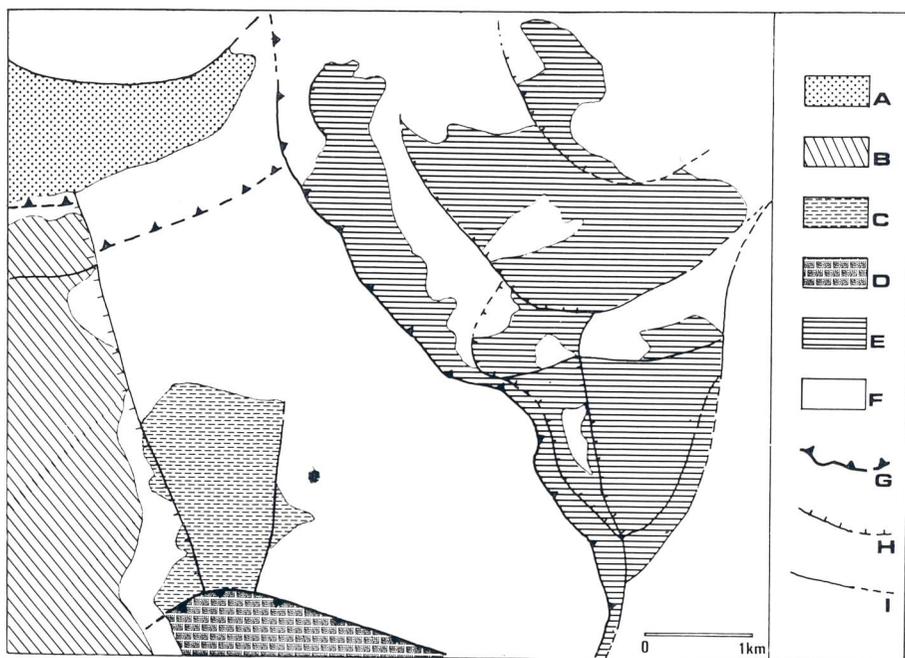


Fig. 2 — Schema strutturale dell'area studiata (vedi anche carta geologica allegata). Legenda: A) Unità Monte Carcaci; B) Unità Monte Fieravecchia; C) Unità Fanaco; D) Unità Pizzo Lupo; E) Unità Castronuovo; F) coperture terrigene Oligo-mioceniche; G) contatti tettonici tra le Unità maggiori, affioranti e sepolti; H) contatti tettonici inversi tra strutture minori, affioranti e sepolti; I) faglie normali, affioranti e coperte.

su basi biostratigrafiche delle superfici di discordanza identificate; si è anche indagato sulle possibili relazioni di alcune di queste superfici con gli eventi tettonici che hanno prodotto le strutture riconosciute.

Nel settore studiato il substrato è costituito da una successione sedimentaria mesocenozoica di affinità « Sicana » (sensu CATALANO & D'ARGENIO, 1982), dello spessore massimo complessivo di circa 600 m, generalmente composta da calcari, calcari selciferi e calcari marnosi di età compresa tra il Trias superiore e l'Eocene. Il substrato carbonatico è ricoperto in discordanza da una successione terrigena, di età compresa tra l'Oligocene medio ed il Tortonian inferiore. Questa è rappresentata soprattutto da peliti più o meno sabbiose, da areniti glauconitiche, ed in minor misura da lenti di arenarie torbiditiche, per uno spessore complessivo dell'ordine alcune centinaia di metri.

L'insieme di questi terreni deformati costituisce alcune unità tettoniche maggiori, in parte già individuate dagli studi precedenti; la sovrapposizione geometrica tra di esse sembra originariamente avvenuta attraverso thrust ciechi propagatisi nel substrato carbonatico al di sotto delle coperture terrigene (VITALE, 1991, 1992), ed appare complicata da successivi thrust ad alto angolo.

STRATIGRAFIA

La successione sedimentaria, più sotto descritta nel dettaglio, è stata studiata e ricostruita analizzando numerose sezioni affioranti nell'area studiata (Fig. 3). Tale successione è composta da unità litostratigrafiche di cui

Fig. 3 — Sezioni stratigrafiche ricostruite nell'area studiata. Legenda: 1) Alternanze a scala metrica di calcilutiti pelagiche, argilliti grigio scure e livelli risedimentati (Eq. Formazione « *Mufara* », Triassico medio-superiore); 2) Calcilutiti selcifere con lamellibranchi pelagici (Eq. Formazione « *Mirabella* ») (Triassico superiore); 3) Breccie, megabreccie ad elementi carbonatici e biocalcareniti ricristallizzate in banchi metrici (Lias); 4) Alternanze metriche e decimetriche di argilliti brune, calcari marnosi selciferi e rediolariti (Lias); 5) Calcareni oolitiche risedimentate (Lias); 6) Calcilutiti selcifere e marne rosa a globotruncane e globorotalie, con locali intercalazioni di livelli di megabreccie in banchi metrici (« *Scaglia* », Cretaceo superiore-Eocene); 7) Calcareni bioclastiche con nummuliti ed assiline (Eocene); 8) Argille sabbiose con foraminiferi planctonici (Oligocene); 9) Orizzonti di biocalcareni ad orbitoidi con glauconite (Oligocene); 10) Areniti glauconitiche grossolane, con granuli di quarzo e carbonato di calcio, alternantisi a livelli decimetrici di arenarie fini e lamine pelitiche (Aquitano); 11) Marne grige a foraminiferi planctonici, e peliti sabbiose contenenti livelli arenacei torbiditici (Serravalliano-Tortoniano inferiore); 12) Calcari biancastri vacuolari con tracce di zolfo ed strutture da laminazione algale (Messiniano); D) superfici di discordanza.

è anche
li eventi

ne sedi-
z D'AR-
n, gene-
tà com-
icoperto
l'Oligo-
prattutto
r misura
ll'ordine

à tetto-
sovrapp-
attraver-
lelle co-
success-

è stata
rea stu-
e di cui

ze a scala
ormazione
lagici (Eq.
i carbona-
e deci-
i oolitiche
otalie, con
ceo supe-
rgille sab-
orbitoidi
quarzo e
e (Aquita-
li arenacei
tracce di

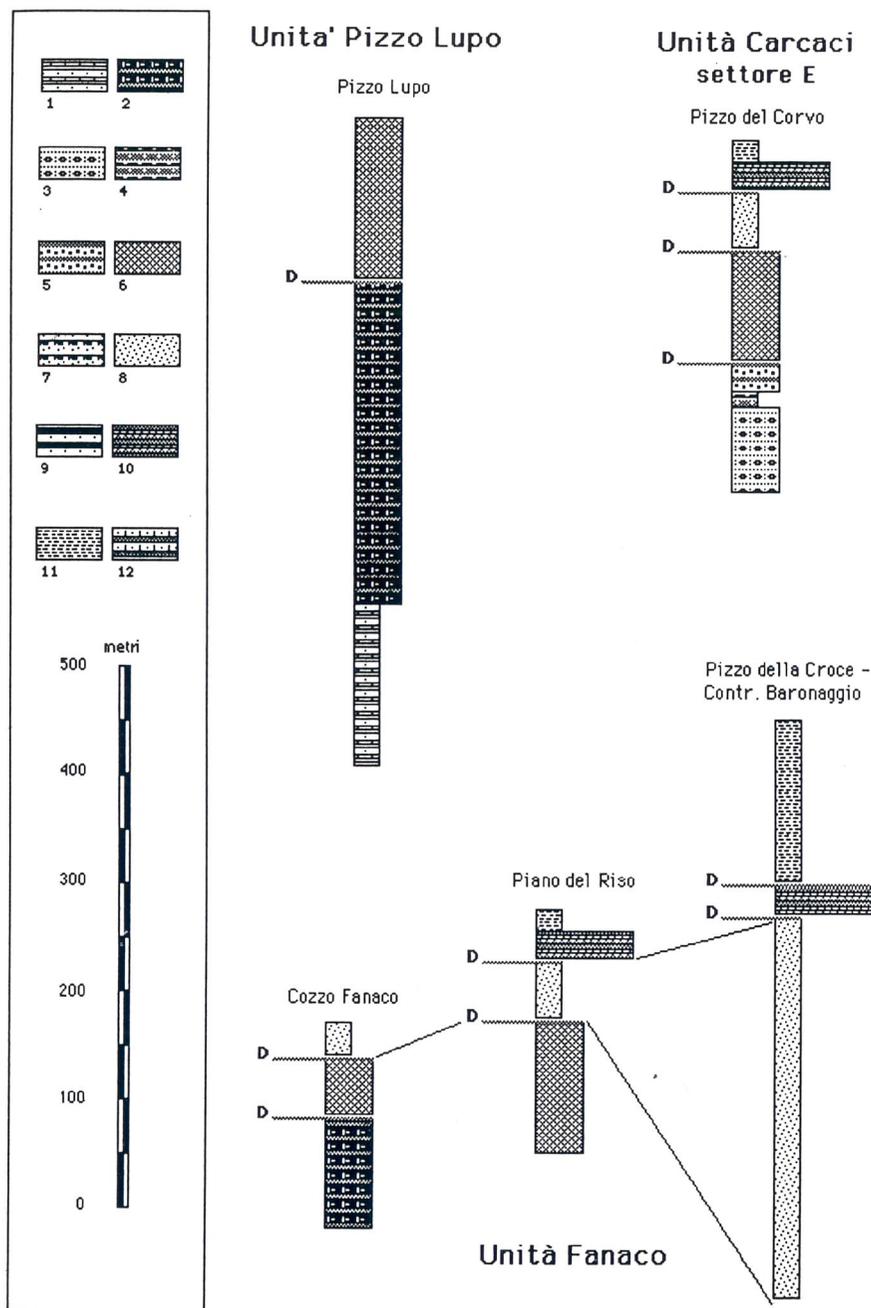


Fig. 3a

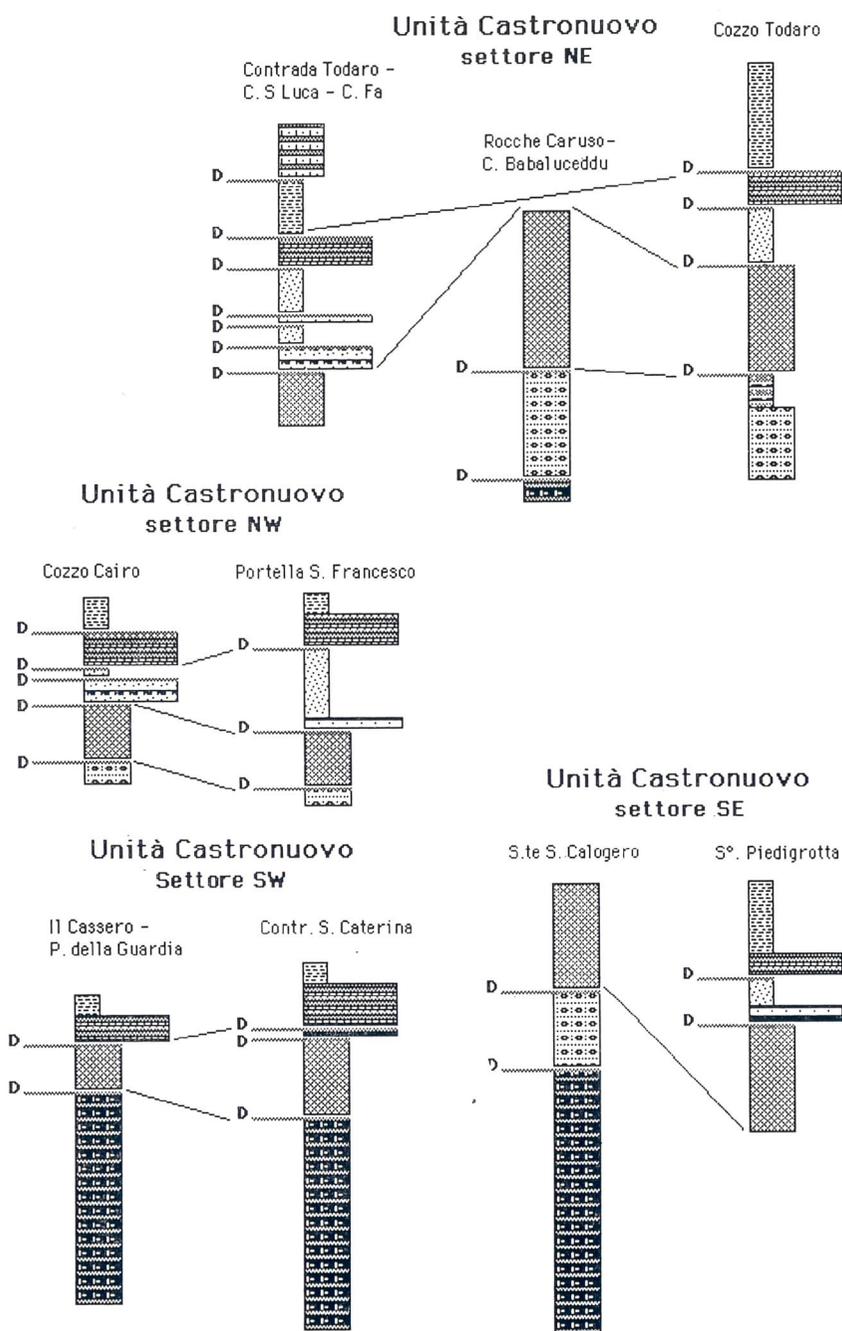


Fig. 3b

si trova già ampia descrizione nei lavori precedenti che riguardano le aree Sicane; caratteristica essenziale di queste unità è quella di essere limitate da superfici di discordanza, talora marcate da significativi gap sedimentari, da fenomeni di erosione più o meno evidenti, e da importanti variazioni laterali in spessore.

1) *Marne, calcilutiti ed Areniti risedimentate*. Si tratta di una successione di micriti grige con radiolari, alternantisi alla scala metrica con argilliti grigio e scure e livelli bioclastici e silicoclastici risedimentati (Eq. Formazione « Mufara »). Questi livelli contengono organismi pelagici quali radiolari e lamellibranchi riferibili al Carnico (BROQUET, 1970a; CATALANO & MONTANARI 1979a; MASCLE, 1979). In affioramento compaiono soltanto nell'unità Pizzo Lupo; in una cava tutt'ora attiva situata circa un chilometro a sud est di contrada S. Andrea, in destra del Fiume Platani, tale successione è presente con uno spessore massimo di circa 20 metri.

— PARACONCORDANZA

2) *Calcilutiti con selce*. Si tratta di calcari micritici, di colore variabile tra bianco e grigio, contenenti lamellibranchi pelagici (Eq. Formazione « Scilato »). L'età di questa unità stratigrafica è compresa tra il Carnico superiore ed il Retico (DE WEVER *et al.*, 1979; CAFIERO & DE CAPOA-BONARDI, 1982; DI STEFANO, 1990). La stratificazione è piano-parallela, sempre ben evidente, in banchi di 40-100 cm. Si notano frequenti orizzonti silicizzati e locali intercalazioni decimetriche di marne grige. I *Calcari con Selce* affiorano nell'Unità di Castronuovo nei settori di San Vitale, il Cassero, Pizzo della Guardia, Rocche di Caruso, per uno spessore massimo affiorante supera i 250 metri, immediatamente a ridosso dell'abitato di Castronuovo. Questi calcari sono presenti anche in tutte le altre Unità, con un massimo di spessore affiorante nell'Unità di Pizzo di Lupo (oltre trecento metri).

— DISCORDANZA, rappresentata da un insieme di superfici di troncatura erosiva concave, di ampiezza metrica e decametrica.

3) *Brecce e megabrecce ad elementi carbonatici*. Soltanto in parte dell'Unità di Castronuovo, in discordanza sui *Calcari con Selce*, è presente un corpo di brecce e megabrecce carbonatiche a stratificazione massiva o evidente, con livelli di biocalcareni ricristallizzate in banchi metrici; lo spessore massimo è di circa 80 metri (Rocche di Caruso). Gli elementi, sempre triassici, sono costituiti sia da calcari con selce, sia da calcari di piattaforma carbonatica. Sulla base di precedenti segnalazioni bibliografiche per l'area di Monte Cammarata (BROQUET *et al.*, 1967), si ritiene che le brecce in questione siano di età liassica.

Le brecce sono ben esposte nel settore di Rocche di Caruso dove mo-

strano il massimo spessore. Si osserva come, in prossimità del limite basale, livelli metrici di breccie e megabreccie si intercalano sempre più frequentemente verso l'alto agli strati micritici dei *Calcarei con Selce*; i clasti mostrano a volte di essere stati solo parzialmente litificati prima del trasporto (« *pebbly mudstones* »). Superfici di erosione, spesso a forma di canale troncano a più livelli le breccie già depositate o le calcilutiti. I livelli di breccie a volte costituiscono il riempimento di questi canali erosivi, altre volte mostrano di costituire dei corpi tabuliformi o lentiformi con convessità rivolta verso l'alto (geometria di tipo « *mounded* ») (Fig. 4). I clasti composti da calcari di piattaforma carbonatica sono assenti nei primi 40 metri della successione, e si fanno via via più frequenti verso l'alto, al punto che alla sommità della successione questi sono i costituenti esclusivi di un corpo cuneiforme. Questo cuneo che si rastrema verso ovest abbastanza repentinamente, con spessore variabile dai 35 ai 15 metri, ha anche caratteristiche tessiture molto diverse dal corpo clastico sottostante: la matrice è scarsissima o assente e gli elementi per lo più arrotondati sono spesso isorientati, ed in qualche

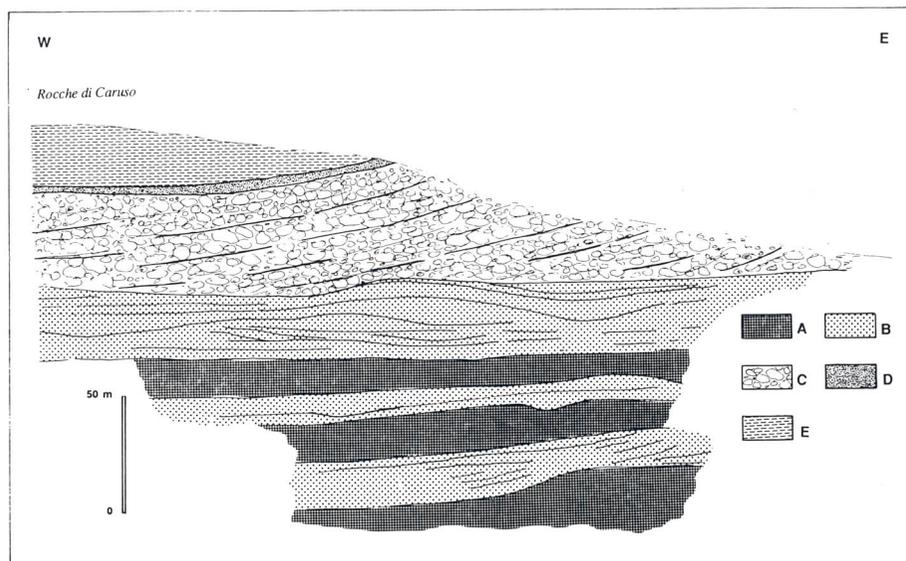


Fig. 4 — Successione di breccie e megabreccie liassiche alle Rocche di Caruso, nord di Castronuovo (lo schizzo è tratto da una fotografia). Si notino le geometrie interne dei corpi stratificati delle breccie inferiori e la geometria cuneiforme del corpo superiore progredante (contatto basale di tipo *downlap*). Legenda: A) *Calcilutiti con Selce* triassiche; B) breccie tabuliformi o canalizzate, ad elementi di bacino intercalati ad orizzonti metrici di calcilutiti; C) breccie e megabreccie massive, con elementi di piattaforma e di bacino, con scarsissima matrice; D) Calcarenite bioclastica gradata; E) Calcilutiti a globotruncane e globorotalie (*Scaglia*).

caso embriciati. La loro partizione in grossi banchi è evidente e la classazione è buona. Questo cuneo è ricoperto da uno strato di una calcarenite bioclastica molto ricristallizzata spessa circa un metro, con buona continuità laterale. All'interno di questo strato non si sono notate strutture sedimentarie evidenti, eccetto una debole gradazione inversa. L'insieme delle caratteristiche delle breccie e principalmente quelle tessiturali e geometriche lasciano pensare ad cuneo clastico progradante su sedimenti di bacino, alimentato da un margine paleotettonico non distante.

— PARACONCORDANZA

4) *Radiolariti e marne verdastre*. Benché facenti normalmente parte della successione Sicana, i depositi del Giurassio medio e superiore sono quasi del tutto assenti nell'area studiata, a causa di un evento erosivo del Cretaceo superiore; infatti nelle Unità Castronuovo, Fanaco e Pizzo Lupo la *Scaglia* (vedi oltre) ricopre in discordanza direttamente le breccie liassiche o i *Calcarì con Selce*. Gli unici depositi giurassici rinvenuti sono pertinenti la scaglia tettonica di Pizzo Corvo (Unità Monte Carcaci); affiorano presso una cava posta immediatamente a sud di Case Nicolosi, presso il bivio della strada provinciale che conduce al Villaggio Rienà. Si osservano, in alternanze metriche e decimetriche, argilliti brune e radiolariti, marne e calcari marnosi pelagici di colore chiaro con intercalati livelletti biocalcarenitici risedimentati di colore grigio o rossastro. Lo spessore massimo complessivo è di poco inferiore ai 20 metri. La bibliografia esistente per altre aree sicane indica un'età liassica (BROQUET *et al.*, 1967; BROQUET, 1970a; MASCLE, 1979; DI STEFANO 1990).

— PARACONCORDANZA

5) *Calcareniti oolitiche risedimentate*. Anche questa unità litostratigrafica affiora nel medesimo sito di Case Nicolosi. Si tratta di biocalcarenitiche oolitiche risedimentate di colore bianco, contenenti anche foraminiferi, frammenti di alghe e di echinodermi. La stratificazione nel complesso è fatta di grossi banchi piano paralleli (1-2 m.), separati da sottili veli pelitici; localmente si osserva stratificazione piana non-parallela o obliqua. Lo spessore medio della formazione è prossimo ai 40 m. Le fonti bibliografiche più recenti documentano una età liassica di questa unità (DI STEFANO & GULLO, 1986; DI STEFANO 1990).

— DISCORDANZA, con troncatura erosiva pronunciata.

6) *Calcilutiti a globotruncane e globorotalie*. Calcilutiti e marne rosate o bianche (« *Scaglia* », Cretaceo superiore-Eocene), generalmente poco o nulla selcifere, contenenti globotruncane e globorotalie, sono estesamente

affioranti in tutta l'area Sicana (BROQUET, 1970b; MASCLE, 1979; DI STEFANO & GULLO, 1986; GULLO & VITALE, 1986). Gli spessori massimi riscontrati superano i 100 metri. La *Scaglia* è presente in tutte le unità riscontrate; essa riposa su una importante superficie di discordanza, in numerosi casi ricoprendo direttamente terreni molto più antichi come i *Calcari con Selce* (cfr. colonne stratigrafiche di Fig. 3). Raramente sono intercalati livelli metrici di breccie carbonatiche: ne affiorano alcuni lungo la strada provinciale nella zona compresa tra S. Caterina e Portella S. Francesco. Questo contesto richiama le situazioni stratigrafiche già segnalate nei Monti Sicani occidentali (MASCLE, 1979; ABATE *et al.*, 1982; GULLO & VITALE, 1986), ed appaiono legate alla tettonica transpressiva Maastrichtiana.

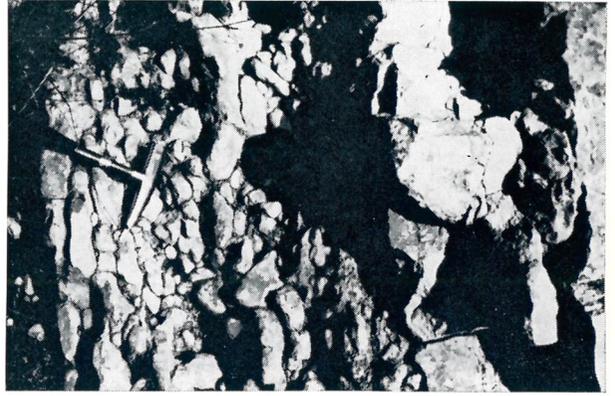
— DISCORDANZA con troncatura erosiva.

7) *Calcareniti a nummuliti*. Nell'Unità di Castronuovo, tra Cozzo Babaluceddu e Cozzo S. Luca affiorano dei calcari biancastri contenenti una microfauna a Nummuliti ed Assiline riferibile all'Eocene; lo spessore massimo di ca. 30 metri. Più precisamente si tratta di calcareniti bioclastiche fortemente ricristallizzate, contenenti una ricchissima fauna fossile a macroforaminiferi bentonici, alghe calcaree, briozoi, frammenti e radioli di echinidi e frammenti di coralli. Questi calcari, non rinvenuti altrove nell'area studiata, ricoprono in paraconcordanza la *Scaglia* eocenica; Il contatto basale è nettamente erosivo, e dalla morfologia di questo si evince che la *Scaglia* del substrato era chiaramente già litificata prima dell'erosione. In questo caso la superficie di discordanza coincide con una superficie di trasgressione (sensu VAN WAGONER *et al.*, 1988), e le evidenze sono molteplici: i calcari contengono esclusivamente faune di mare basso; mostrano una tessitura arenitica a granuli bioclastici ben classati; blocchi di *Scaglia* di dimensioni comprese tra i 3 e i 30 centimetri sono sparsi nei livelli basali delle calcareniti nummulitiche, sostenuti dalla matrice arenitica (vedi foto in Tav. I); tali blocchi erano evidentemente già litificati e subarrotondati prima della deposizione; le strutture sedimentarie presenti nei livelli arenitici (ripple da onda simmetrici e lamine pianoparallele dovute a deboli correnti di fondo), insieme all'assenza di gradazione e di interstrati di matrice pelagica indicano un trasporto non in sospensione del sedimento, e portano ad escludere che le biocalcareniti costituiscano livelli risedimentati in ambiente pelagico. Depositi simili sono stati segnalati nell'area di Sciacca a Monte S. Calogero (RUGGIERI, 1959), giacenti anch'essi in evidente discordanza sul substrato eroso.

— DISCORDANZA. Tale discordanza è rappresentata dalla superficie che separa il substrato carbonatico, composto dalle unità fin qui descritte, dalla sovrastante successione di depositi terrigeni. Non si nota una chiara



TAVOLA 1



2



4

1 - Rocche di Caruso. Contatto basale di un livello di breccie ad elementi carbonatici con un sottostante strato di calcilutiti con selce (in basso), evidentemente incise da una troncatura erosiva a forma di canale (linea tratteggiata).

2 - Rocche di Caruso. Livello a « *pebbly mudstone* » nelle Calcilutiti con selce. Questi depositi sono comunemente associati a strutture da « *slump* » sinsedimentari. La tessitura conglomeratica è il risultato di accumuli stratiformi di elementi calcilutitici parzialmente consolidati, che non hanno subito un trasporto molto esteso.

3 - Rocche di Caruso. Livello di breccie inserito tra i normali depositi pelagici della Calcilutiti con Selce (in basso). Gli elementi, in questo caso già litificati al momento del trasporto, sono essi stessi costituiti da Calcilutiti con Selce ed, in minor misura, da calcari dolomitici con facies di piattaforma carbonatica.

4 - Rocche di Caruso. Particolare delle breccie sommitali, costituite esclusivamente da elementi di Calcari dolomitici di piattaforma carbonatica. Si noti la stratificazione ben evidente, e la classazione degli elementi la cui taglia media è differente da un livello all'altro. Il martello poggia su un blocco delle dimensioni di oltre 50 centimetri.

TAVOLA 2



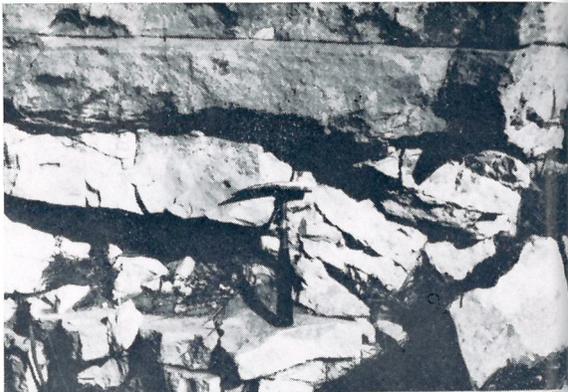
1



2



3



4

1 - Rocche di Caruso. Panoramica dell'affioramento delle Breccie e Megabreccie carbonatiche liassiche, schematizzato in Fig. 4 del testo. Gli strati visibili in basso sono composti da breccie stratiformi ricche di matrice, ad elementi provenienti prevalentemente da rocce pelagiche. Il cuneo visibile alla sommità più spesso verso destra (est), è per lo più formato a spese di calcari dolomitici di piattaforma; in questo caso tra gli elementi si rinviene scarsissima matrice lutitica.

2 - Pizzo della Guardia. Particolare del contatto tettonico tra il « duplex horse » di S. Calogero (sulla destra) e quello di Pizzo della Guardia - Il Cassero (a sinistra). Si noti la giacitura complessivamente subverticale di quest'ultimo elemento, in contrasto con gli strati poco inclinati del duplex di S. Calogero, ed immergenti in senso opposto. Gli strati della *Scaglia*, stratigraficamente sovrastanti, non sono coinvolti nella faglia di contatto, e rappresentano perciò le coperture di « roof thrust » scollate passivamente.

3 - Cozzo San Luca. Calcari a Nummuliti con stratificazione piano-parallelà o leggermente ondulata. Gli elementi bianchi inclusi nella matrice arenitica bioclastica (più scura) sono frammenti di *Scaglia* eocenica.

4 - Cozzo San Luca. Contatto basale erosivo dei Calcari a Nummuliti (strati più scuri visibili in alto) con la sottostante *Scaglia* eocenica. Si notino: la leggera discordanza angolare (gli strati della *Scaglia* immergono verso destra con pendenze di circa 20°); il clasto subarrotondato di *Scaglia* sostenuto dalla matrice calcarenitica posto immediatamente a destra del martello.

erosione del substrato, ma in ogni caso la discordanza è marcata da un gap sedimentario più o meno pronunciato. Ad esempio, in alcuni settori dell'Unità di Castronuovo non sono presenti livelli riferibili all'Oligocene inferiore e medio.

8) *Argille sabbiose e biocalcareni ad orbitoidi*. Peliti sabbiose grige con foraminiferi planctonici, contenenti granuli di quarzo, miche, glauconite, ossidi di ferro, pirite. Sono stati riscontrati spessori molto variabili in relazione all'unità tettonica di appartenenza, generalmente compresi tra i cinquanta (Unità Castronuovo) agli oltre trecento metri (Unità Fanaco). Queste variazioni di spessore sono dovute sia al gap basale già menzionato che all'erosione sommitale basso miocenica (vedi paragrafi successivi).

Nell'Unità di Castronuovo, all'interno nelle Argille Sabbiose oligoceniche è presente esclusivamente un orizzonte di biocalcareni e ad orbitoidi con abbondante glauconite, spesso mediamente di 7-10 metri. Grossi orbitoidi visibili a occhio nudo, con dimensioni medie si aggirano intorno ai 3 mm., a luoghi costituiscono l'intera roccia. I gusci discoidali mostrano una orientazione preferenziale secondo lamine oblique ad alto angolo, o più raramente secondo lamine piano-parallele. Anche la stratificazione, ben evidente i banchi di 20-50 cm separati da sottili veli pelitici, varia da piano-parallela a curva-non parallela. Questo orizzonte biocalcarenitico generalmente riposa su 10-20 metri di peliti sabbiose grige o ocree, che seguono in discordanza la Scaglia eocenica, od in qualche caso si appoggiano direttamente sulla Scaglia medesima, come osservabile poche centinaia di metri a SW del Santuario Pedigrotta o presso Contrada S. Caterina. L'appoggio discordante delle biocalcareni non è in contrasto con la natura costiera del deposito.

— DISCORDANZA, con troncatura erosiva del substrato.

9) *Areniti glauconitiche*. In tutta l'erea studiata, è molto diffusa in affioramento una successione fatta di areniti glauconitiche la cui frazione silicoclastica è predominante o più spesso esclusiva rispetto a quella bioclastica. I principali componenti sono granuli di quarzo, feldspati, miche, abbondante glauconite, frammenti litici carbonatici. Il contenuto in foraminiferi planctonici dei campioni prelevati alla base e al tetto di questa formazione consentono di riferirla all'Aquitano sommitale.

In affioramento si osservano areniti con granuli bioclastici, da medie a grossolane, ben classate, alternantisi a livelli decimetrici di arenarie fini malclassate e livelli pelitici. La stratificazione è complessivamente da piano-parallela a piana non-parallela, con frequenti lamine oblique « a lisca di pesce ». Le facies osservate sono confrontabili con le facies tidali descritte da KLEIN (1970).

natiz-
re, ad
lestra
i rin-
estra)
le di
ti in
con-
li ele-
on la
verso
posto

Nell'Unità di Castronuovo alla base di questa unità stratigrafica sono talora presenti sottili livelli conglomeratici, i cui elementi sono costituiti da *Scaglia* e *Calcari con Selce*; ciò è osservabile presso Il Cassero, in una successione assottigliata rappresentata dal rilievo di quota 1026 m.s.l.m.

La presenza delle *Areniti Glauconitiche* in Sicilia costituisce, dal punto di vista stratigrafico generale, un problema complesso. È possibile dire, in via del tutto generale, che l'unità in questione corrisponda alla formazione delle Calcareniti di Corleone (RUGGIERI, 1966), benché manchino degli obiettivi dati di correlazione su basi biostratigrafiche; sono noti infatti nell'isola distinte successioni di *Areniti Glauconitiche*, le quali, avendo età differenti, comprese tra l'Aquitaniense ed il Langhiano, non sono tra loro correlabili. Ma al di là di questo problema, sulla base delle osservazioni effettuate e di quanto già noto in letteratura per altri settori dell'isola, si evince che le *Areniti Glauconitiche* rappresentano comunque dei depositi costieri (LO CICERO, 1981) in trasgressione su superfici di discordanza regionale; natura e significato di questa discordanza per l'area studiata vengono discusse successivamente.

— DISCORDANZA, con troncature erosive del substrato.

10) *Argille marnose ad orbuline*. Questa successione è composta da due distinti orizzonti. Il primo, che ricopre direttamente le *Areniti Glauconitiche*, ha uno spessore medio complessivo stimato intorno ai 150 metri, ed è composto da peliti sabbiose, con intercalazioni di lenti di arenarie giallo-ocra o rossastre, più frequenti verso l'alto. Esso affiora sia ad ovest dell'abitato, a Contrada Baronaggio, sia a nord est, presso Contrada Granatello. Qui, in particolare, è più evidente la presenza di intercalazioni sabbiose, con una successione di strati arenacei ripartita in tre livelli ben stratificati dello spessore medio di 10 m. Non è stato possibile datare con precisione questo primo orizzonte in quanto i residui di lavaggio dei campioni prelevati si sono rivelati privi di fossili.

Il secondo orizzonte di questa unità stratigrafica è rappresentato da argille marnose grige con spessore medio prossimo ai 150 metri. Contengono una ricca fauna a foraminiferi planctonici del Serravalliano superiore-Tortoniano inferiore, che consente di correlarla alla formazione delle *Marne di S. Cipirello* (RUGGIERI & SPROVIERI, 1970). Tra contrada Baronaggio e Pizzo della Croce le argille serravalliane ricoprono in discordanza non solo il corpo pelitico arenaceo sottostante (il quale si assottiglia verso nord ovest), ma anche terreni più antichi. A Cozzo Cairo queste argille si appoggiano direttamente sui terreni del substrato carbonatico (compresa la *Scaglia*), evidentemente interessati da troncatura erosiva. Questo fatto con-

ferma in queste aree dati ed osservazioni relative ai Monti Sicani occidentali (VITALE, 1990).

— DISCORDANZA, con troncatura erosiva del substrato.

11) *Calcarei solfiferi*. Immediatamente ad ovest di Cozzo Todaro è stato rinvenuto un unico affioramento di calcari vaculari bianco giallastri; in essi si notano fantasmi di una probabile laminazione algale e frequenti tracce di zolfo. La litofacies appartiene tipicamente alla nota Serie Gessoso Solfifera messiniana. Detti calcari costituiscono un corpo a stratificazione massiva, spesso circa cinquanta metri, riposante in evidente discordanza angolare sulle peliti sabbiose oligoceniche. In contrasto con i potenti ed estesi affioramenti messiniani dell'avanfossa centro-meridionale della Sicilia, la presenza di questi calcari, non segnalata dagli studi precedenti sull'area, rappresenta l'unico lembo messiniano finora rinvenuto direttamente sul dorso di una scaglia tettonica sicana, senza interposizione tra questo ed il substrato di altri sedimenti miocenici.

TETTONICA

Nella regione sono state individuate cinque scaglie tettoniche maggiori (vedi carta geologica allegata e schema strutturale di Fig. 2), che hanno ordine di grandezza prossimo alla decina di chilometri in estensione e al migliaio di metri in spessore: l'Unità Castronovo, l'Unità Monte Carcaci, l'Unità Monte Fieravecchia, l'Unità Fanaco e l'Unità Pizzo di Lupo in parte già identificate dagli autori precedenti, anche se con diversa accezione (BROQUET, 1970a, 1970b; CATALANO & MONTANARI, 1979a, 1979b). Tali unità, sovrapposte in un complesso cuneo di scaglie tettoniche, appaiono ulteriormente smembrate da successive faglie ad alto angolo. L'Unità Castronuovo verso sudovest e l'Unità Carcaci verso sud, risultano sovrascorse sulle Unità Monte Fieravecchia e Fanaco, mentre l'Unità di Pizzo di Lupo appare parzialmente retroscorsa verso NNE sulle ultime due tramite un piano di thrust ad alto angolo. Analisi geometriche di maggior dettaglio sono state compiute sull'Unità di Castronuovo e sulla parte orientale dell'Unità di M. Fieravecchia, in corrispondenza della zona compresa tra l'abitato di Castronuovo ed la diga del Lago Fanaco.

Il rilievo di Castronuovo (Fig. 5) rappresenta una grande anticlinale di rampa, con asse principale circa NW-SE, e vergenza SW. Tale struttura appare chiaramente sovrascorsa verso SW, tramite un piano di thrust ad alto angolo (« Thrust di Castronuovo »), sulle coperture terrigene oligo-mioceniche pertinenti all'Unità di M. Fieravecchia che affiorano a NW del-

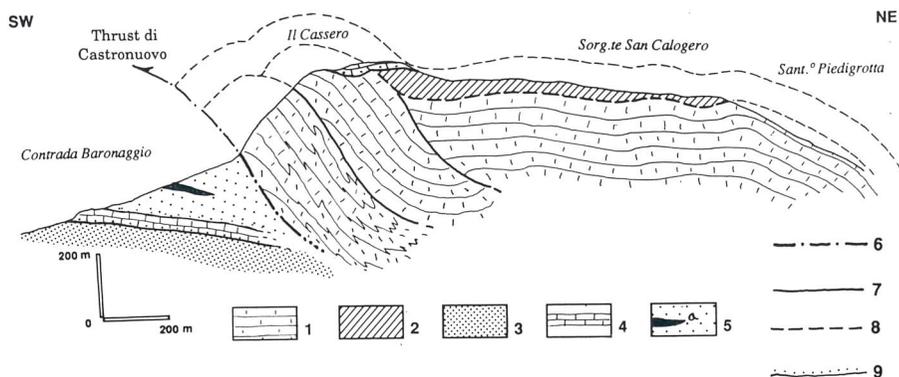


Fig. 5 — Sezione geologica schematica attraverso la struttura di Castronuovo. Si notino: la struttura di tipo duplex nei *Calcari con Selce* (vedasi anche particolare in fotografia di Tav. 2); lo scollamento passivo della *Scaglia* al di sopra di questi; ed il thrust di Castronuovo, che taglia il duplex precedentemente formato, sovrapponendolo sulle coperture argillose Oligomioceniche dell'Unità Fanaco. Le faglie dirette sono state omesse a fini di semplificazione. Legenda: 1) *Calcari con Selce* triassici 2) *Scaglia*; 3) Argille sabbiose oligoceniche; 4) *Areniti Glauconitiche* aquitani; 5) Argille marnose serravalliano-tortoriane, con (a) intercalazioni arenacee; 6) Thrust ad alto angolo; 7) Faglie sigmoidali associate ai *duplex horses*; 8) Roof thrust, coincidente con la base della *Scaglia*; 9) Contatti stratigrafici discordanti.

l'abitato da Pizzo della Croce a Contrada Baronaggio. L'Unità di Castronuovo, diversamente da quanto noto in letteratura (BROQUET, 1970b; CATALANO & MONTANARI, 1979b) non appare limitata nel suo fianco orientale da un piano di sovrascorrimento. In quest'area la struttura è gradatamente ribassata da una serie di faglie normali che pongono la sua porzione carbonatica mesozoica in contatto tettonico con la parte argillosa oligomiocenica della successione. In ogni caso dove la continuità della struttura verso est è mantenuta, come presso il santuario Piedigrotta e alle Rocche di Caruso, è possibile osservare come i terreni mesozoici si immergono al di sotto dei terreni argillosi terziari. Quanto detto è confermato dai risultati di sondaggi elettrici verticali eseguiti nell'area per una ricerca sulle strutture affioranti e sepolte, condotta dal Dipartimento di Geologia dell'Università di Palermo per conto dell'Ente Sviluppo Agricolo della Regione Sicilia. Questi dati evidenziano che il substrato carbonatico nel fianco est della struttura (tetto dei carbonati a circa 300 m. di profondità) è più superficiale di quanto non si trovi sul fianco ovest (più di 500 metri di profondità). Ciò supporta l'ipotesi sulla geometria della struttura di Castronuovo proposta in Figura 5.

Nell'Unità di Castronuovo, il corpo roccioso dei *Calcari con Selce* trias-

sici, è stato caratterizzato da un complesso di strutture tettoniche minori avente la tipica geometria di un sistema di duplex. Il duplex ha ordine di grandezza dei due chilometri in estensione e delle centinaia di metri in spessore (vedasi fig. 5); questa struttura è ben esposta immediatamente a NW dell'abitato, nella sezione naturale del Pizzo della Guardia (vedi foto in Tav. 1). Si osservano tre corpi carbonatici strutturalmente sovrapposti (« duplex-horses »), con spessore variabile tra i due ed i trecento metri, messi a contatto da faglie subverticali. Il più basso degli elementi osservabili (S. Vitale), mostra il maggior grado di deformazione interna, ed è interessato da almeno due diversi sistemi di pieghe parallele, da isoclinali a debolmente asimmetriche, probabilmente associati alla generazione del duplex. L'elemento mediano (Pizzo della Guardia - Il Cassero), meno deformato, appare in posizione chiaramente subverticale. Il più alto strutturalmente (S. Calogero), debolmente inarcato, segue un andamento suborizzontale per poco meno di due chilometri fino al settore del Santuario Piedigrotta, per immergersi verso NE, con inclinazione prossima ai 40°, al di sotto dei terreni oligo-miocenici. La geometria complessiva del duplex, che pur non affiora nella sua interezza, sembra potersi ricondurre ad un « antiformal stack » (strati e faglie subverticali). La porzione sedimentaria soprastante i *Calcarei con Selce*, dalla *Scaglia* alle Argille Sabbiose oligoceniche, non è coinvolta dalle faglie; secondo i modelli geometrici più accettati essa corrisponderebbe alla sequenza di « roof-thrust », scollatasi passivamente dal substrato triassico e deformata soprattutto per piegamento (*coupling*, sensu FERRIL & DUNNE, 1989).

Il confronto geometrico tra strutture di primo e di secondo ordine, porta ad interessanti deduzioni. Infatti, ad ovest dell'abitato di Castronovo presso Contrada Baronaggio si osserva abbastanza chiaramente come, attraverso un sovrascorrimento ad alto angolo, l'Unità di Castronuovo si sovrapponga verso sudovest sui terreni argillosi serravalliani; il sistema di duplex di Pizzo della Guardia appare chiaramente troncato da questo thrust. La generazione del Thrust di Castronuovo, che trancia strutture già formate, deve essere ricollegabile ad un evento tettonico successivo a quello che ha prodotto il duplex, anche perché non vi può essere diretta relazione genetica tra questi due diversi tipi di thrust. Il problema della datazione su basi stratigrafiche dell'evento che ha prodotto il duplex viene affrontato oltre.

L'esistenza di strutture affioranti di tipo duplex, non segnalata o documentata prima d'ora nella Sicilia Occidentale, ha importanti implicazioni strutturali a più grande scala, per quanto riguarda le deformazioni del dominio Sicano (VITALE, 1991, 1992) sia per gli adiacenti segmenti della catena. I duplex infatti, come qualsiasi altra struttura tettonica, non pos-

sono rappresentare elementi isolati, né sono esclusivi di un'unica scala fisica. La presenza di duplex di ordine maggiore, sepolti sotto gli elementi affioranti della catena sicula, è stata implicitamente suggerita anche da considerazioni ed ipotesi geometriche nella costruzione di profili geologici attraverso l'isola (ROURE *et al.*, 1990).

DATAZIONE DELLE STRUTTURE DI TIPO DUPLEX

La presenza di duplex nell'area studiata pone il problema di una più accurata cronologia degli eventi tettonici riconoscibili. Come già evidenziato, la generazione dei duplex è precedente la propagazione dei thrust ad alto angolo. Mentre è possibile affermare con certezza che il thrust di Castronuovo è per lo meno più recente del Tortoniano inferiore, posteriore cioè all'età dei sedimenti più recenti sottoposti al thrust medesimo, nessuna precisazione di questo tipo può essere fatta riguardo ai tempi di deformazione dei duplex. Queste scaglie tettoniche derivano infatti da un medesimo orizzonte litostratigrafico (quello triassico), e si sovrappongono l'una all'altra senza interposizione di sedimenti più recenti. Il problema può essere risolto studiando le deformazioni del complesso roccioso di roof thrust: diventa in questo caso fondamentale la determinazione delle età delle più antiche discordanze angolari presenti nelle coperture terrigene. Questa analisi ci consente di risalire all'età del primo piegamento regionale di superficie, almeno ipoteticamente contemporaneo alla propagazione nel substrato carbonatico di thrust sepolti.

I concetti e metodi della stratigrafia fisica e della stratigrafia sequenziale (sensu VAN WAGONER *et al.*, 1988; VAIL *et al.*, 1990), applicati nelle successioni studiate nei Sicani orientali, hanno consentito di identificare varie superfici di discordanza, datate con l'ausilio della biostratigrafia integrata a plancton calcareo (vedi parte stratigrafica). Da queste analisi sembra emergere chiaramente come le *Areniti Glauconitiche* rappresentino un orizzonte chiave per la correlazione tra eventi tettonici e deposizionali. Nel settore di Pizzo della Croce si evince chiaramente come le *Areniti Glauconitiche* si appoggino con notevole discordanza angolare sul substrato, ivi costituito dalle Peliti Sabbiose oligoceniche; quest'ultima formazione mostra un massimo di spessore (circa di 150 in affioramento, base non visibile) immediatamente ad ovest della cima di Pizzo della Croce, mentre si riduce a spessori prossimi ai 30 metri circa un chilometro più a sud, dove è visibile l'appoggio sulla *Scaglia* eocenica. In questo settore è stato possibile riferire con certezza le *Areniti Glauconitiche* all'Aquitano sommitale (vedi dati stratigrafici). Affioramenti di *Areniti Glauconitiche* si trovano pure sull'Unità

di Castronuovo, presso Il Cassero, Contr. S. Caterina, Cozzo Babaluceddu. Anche qui è ricorrente il motivo della discordanza angolare tra gli strati delle *Areniti Glauconitiche* spesso suborizzontali, ed i terreni del substrato quasi sempre vistosamente piegati. Nelle *Areniti Glauconitiche* si riscontrano pure pieghe ad ampia lunghezza d'onda e deformazioni interne molto modeste, e comunque molto meno accentuate di quelle che interessano i terreni meozoici.

In cima al rilievo di quota 1026 m., posta tra Il Cassero e Pizzo della Guardia, strati suborizzontali di *Areniti Glauconitiche* poggiano in discordanza sui piani di faglia subverticali del duplex. La presenza di livelletti conglomeratici contenenti classi di *Calcari con Selce* e di *Scaglia* in prossimità del contatto basale (Il Cassero) e la giacitura delle *Areniti Glauconitiche*, discordanti direttamente sui *Calcari con Selce* e sigillanti preesistenti piani di faglia (Contrada S. Caterina), fugano ogni possibile dubbio sulla natura stratigrafica del contatto basale. I dati di campagna poi evidenzino l'entità della discordanza angolare e dell'erosione dei terreni anteriori alla deposizione delle *Areniti Glauconitiche*, che rappresentano depositi sin o post-tettonici, almeno nell'area studiata. La discordanza basale delle *Areniti Glauconitiche*, se considerata alla scala delle decine di chilometri, suggerisce l'idea che anche la sovrapposizione tettonica tra le strutture di ordine maggiore possa essere avvenuta, almeno durante il Miocene inferiore, secondo thrust sepolti al di sotto delle coperture oligoceniche. Dati che confermerebbero questa ipotesi sono stati recentemente raccolti nell'area di Chiusa Sclafani, presso il Fiume Sosio (Sicani occidentali) (VITALE, 1991, 1992).

CONCLUSIONI

Nell'area di Castronuovo (Monti Sicani orientali) sono state riconosciute alcune scaglie tettoniche sviluppate alla scala della decina di chilometri, e strutture minori al loro interno riconducibili a sistemi di duplex. Questi ultimi si sono propagati soprattutto nella porzione triassica della successione sedimentaria, mentre la porzione è stata scollata passivamente al di sopra di un « roof-thrust ». Le coperture terrigene del Miocene inferiore (in particolare le *Areniti Glauconitiche*) giacciono in discordanza su strutture geologiche già deformate ed in parte erose.

L'interpretazione dei nuovi dati emersi con il presente studio, permette di ricostruire l'evoluzione stratigrafica e strutturare dell'area.

Al passaggio Paleogene – Neogene, in seguito alla deformazione legata al campo di stress regionale, è iniziata nell'area la propagazione di thrust

ciechi. Nell'Oligocene sommitale-Aquitano si sono formate strutture di tipo duplex a grande e media scala nel substrato carbonatico, insieme con pieghe da scollamento nelle coperture terrigene. L'azione combinata di variazioni eustatiche e del sollevamento tettonico hanno prodotto una fase di regressione, con conseguente erosione delle strutture tettoniche precedentemente formate. Durante la successiva trasgressione alto aquitaniana, legata ad una risalita relativa del livello del mare, si sono depositate in ambienti costieri le *Areniti Glauconitiche*. Le condizioni fisiografiche del bacino sedimentario si sono mantenute tali da risentire delle variazioni eustatiche almeno fino al Langhiano.

A partire dal Serravalliano il bacino subisce un brusco aumento della subsidenza con deposizione di argilliti pelagiche, e localmente di torbiditi. Thrust emergenti ad alto angolo si sono propagati nell'area solo dopo il Tortoniano inferiore, troncando le strutture tettoniche precedentemente formate insieme ai depositi del Miocene medio-superiore. Questa nuova fase deformativa è proseguita fino al Pliocene.

Ringraziamenti — Gli autori ringraziano il prof. Raimondo Catalano, per la revisione critica del manoscritto. Il prof. Rodolfo Sprovieri è ringraziato per l'esame micropaleontologico dei campioni prelevati.

Un ringraziamento particolare va infine al Dr. Pietro Di Stefano ed alla Dott.ssa Maria Gullo, per il valido aiuto fornito in escursioni sul terreno, e per il confronto costruttivo con i dati da loro raccolti in limitrofe aree sicane.

Lavoro svolto con contributi CNR 1989, 1990, relativi a ricerche su sedimentazione e tettonica nella Catena Siciliana.

BIBLIOGRAFIA

- ABATE B., CATALANO R., D'ARGENTO B., DI STEFANO E., DI STEFANO P., LO CICERO G., MONTANARI L., PECORARO C. & RENDA P., 1982 — Evoluzione delle zone di cerniera tra piattaforme carbonatiche e bacini nella Sicilia occidentale, In CATALANO R. & D'ARGENTO B. a (cura di): Guida alla Geologia della Sicilia occidentale, 1° Centenario della Società Geologica Italiana, Suppl. A delle Mem. Soc. Geol. It., XXIV: 53-76.
- BFRGER P. & JOHNSON A., 1980 — First order analysis of deformation of a thrust sheet moving over a ramp. — *Tectonophysics*, 70: T9-T24.
- BYER S. E. & ELLIOT D., 1982. — Thrust systems. *A.A.P.G. Bull.*, 66 (9): 1196-1230.
- BROQUET P., 1970a — The geology of Madonie mountains of Sicily. — In: Alvarez W. and Gohrbandt K.H.A. (ed.), Geology and history of Sicily, 12th ann. field conference of Petroleum Exploration Society of Libya, Tripoli, 1970: 201-230.
- BROQUET P., 1970b — Carte géologique des Madonies et des Sicani orientaux. — Scala 1/100.000.
- BROQUET P., MAGNÈ J. & SIGAL J. 1967. — La série stratigraphique du Mont Cammarata (Sicani, Sicile). — *Ann. Soc. Geol. Nord*, 87: 127-140.

- BROQUET P., DUEE G., MASCE G., & TRUILLET R., 1984 — Evolution structurale alpine récente de la Sicile et sa signification géodynamique. — *Rev. de Geol. Dynam. et Geogr. Phys.*, 25 (2): 87-98.
- BUTLER R.W.H. 1987 — Thrust sequences. — *Jour. Geol. Soc. London*, 144: 619-634.
- CAFIERO B. & DE CAPOA-BONARDI B., 1982 — Biostratigrafia del Trias pelagico della Sicilia. — *Boll. Soc. Paleont. It.*, 21: 35-71.
- CATALANO R. & D'ARGENTO B. 1982 — Schema geologico della Sicilia. — In CATALANO R. & D'ARGENTO B. (a cura di): Guida alla Geologia della Sicilia occidentale, 1° Centenario della oietà Geologica Italiana, Suppl. A delle Mem. Soc. Geol. It., XXIV: 53-76.
- CATALANO R., DI STEFANO P. & KOZUR H., 1988 — New result in the permian and triassic stratigraphy of Sicily with special reference to the section at Torrente San Calogero SW of the Pietra di Salomone (Sosio Valley). — *Atti del 74° congresso della oietà Geologica Italiana*, 1988, A: 126-135.
- CATALANO R., DI STEFANO P. & KOZUR H., 1991 — Permian circumpacific deep water faunas from the western Tethys (icily, Italy). New evidences for the position of the Permian Tethys — *Palaeogeog., Palaeoclim., Palaeoecol.*, 87 75-108.
- CATALANO R., DI STEFANO P. & KOZUR H., 1992 — New data on Permian and Triassic Stratigraphy of Western Sicily. — *N. Jb. Geol. Palaont. Abb.* 184 (1), 25-61.
- CATALANO R. & MONTANARI L., 1979a — Geologia dei monti di Trabia. — Termini Imerese e dei Sicani Orientali (con allegata carta geologica in scala 1/100.000). — *Rend. Acc. Sc. Fis. e Mat. della Soc. Naz. di Sc. Lett. e Arti in Napoli, Ser IV*, Vol. XLVI: 1-27.
- CATALANO R. & MONTANARI L., 1979b — Carta geologica dei monti di Trabia. — Termini Imerese e dei Sicani Orientali. — *Rend. Acc. Sc. Fis. e Mat. della Soc. Naz. di Sc. Lett. e Arti in Napoli, Ser IV*, Vol. XLVI: scala 1/100.000.
- DE WEVER P., SANFILIPPO A., RIEDELW R., & GRUBER B., 1979 — Triassic radiolarin from Greece, Sicily and Turkey. — *Micropaleontology*, 25 (1): 75-110.
- DI STEFANO P., 1990 — The triassic of Sicily and southern Apennines. — *Boll. Soc. Geol. It.*, 109: 21-3.
- DI STERANO P. & GULLO M., 1986 — Late Triassic-Early Jurassic sedimentation and tectonics in the Monte Genuardo Unit (Saccense Domain. — Western Sicily). — *Rend. Soc. Geol. It.*, 9: 179-188.
- DUNNE W. M. & FERRIL D. A., 1988 — Blind Thrust systems. — *Geology*, 16: 33-36.
- FERRIL D. A. & DUNNE W. M., 1989 — Cover deformation above a blind duplex: an example from West Virginia, U.S.A. — *Jour. Struct. Geol.*, 2 (4): 421-431.
- GULLO M. & VITALE F. P., 1986 — The « Megabreccia Event » in the upper Cretaceous-Eocene « Scaglia » of western Sicily. — *Rend. Soc. Geol. It.*, 9: 195-202.
- JAMISON W. R. 1987 — Geometric analysis of fold development in overthrust terranes. — *J. of Struct. Geol.*, 9 (2): 207-219.
- KLEIN G. de V., 1970 — Depositional and dispersal dynamics of intertidal sandbars. — *Jour. sedim. Petrol.*, 40: 1095-1127.
- LO CICERO G., 1981 — Early Miocene deltaic glauconitic carbonates. — In: « Palaeogeographic evolution of a continental margin in Sicily », Penrose Conference on controls of carbonate platform evolution, Field trip guidebook, Palermo, 1981: 103-104.
- MASCLE G. H. 1979 — Etude geologique des Monts Sicani. — *Riv. It. Paleont. e Strat., Mem. XVI*: 1-104.
- MITRA S. 1986 — Duplex structure and imbricates thrust systems: Geometry, structural

- position, and hydrocarbon potential. — *A.A.P.G. Bull.*, 70, (9): 1087, 1112.
- MORLEY C. K. 1986 — A classification of thrust fronts. — *A.A.P.G. Bull.*, 70 (1): 12-25.
- OLDOW J. S., CHANNEL J. E. T., CATALANO R., & D'ARGENTO B. 1989 — Contemporaneous thrusting and large-scale dextral rotation in the Western Sicilian fold and thrust belt. — *Tectonics*, 9 (4): 641-660.
- PLATT J. P. 1988 — The mechanics of frontal imbrication: a first order analysis. — *Geologische Rundschau*, 77 (2): 577-589.
- ROURE F., HOWELL D. G., GUELLEC S., & CASERO P. 1990 — Shallow structure induced by deep seating thrusting. — In Letouzey ed.: — «Petroleum and tectonics in mobile belts», I.F.P. Collection colloques et séminaires, Technip editions, Paris, 47: 15-30.
- ROURE F., HOWELL D., MULLER C. & MORETTI I. 1990 — Late cenozoic subduction complex of Sicily. — *J. of Struct. Geol.*, 12 (2): 259-266.
- RUGGIERI G., 1959 — Osservazioni preliminari sulla stratigrafia della regione di Sciacca. — *Riv. Miner. Sicil.*, 58-59: 189, 195.
- RUGGIERI G., 1966 — Appunti sul Miocene della Sicilia occidentale. — *Riv. Min. Sic.*, 97-99: 18-24.
- RUGGIERI G. & SPROVIERI R. 1970 — Marne di S. Cipirello. In: Studi illustrativi della Carta Geologica d'Italia. — *Formazioni geologiche*. Fasc. IV, 3-12.
- VITALE F. P., 1990 — Studi sulla Valle del Belice (Sicilia Centro Occidentale). L'avanfossa plio-pleistocenica nel quadro dell'evoluzione paleotettonica dell'area. — *Tesi di Dottorato, Napoli*, 1990, pp. 272.
- VITALE F. P., 1991 — *Duplex-type* deformative style in the Sicani Range, Central-Western Sicily. Examples and tectonic implications. — In: Atti del convegno della Società Geologica Italiana «Giornate in Memoria di Leo Ogniben», Catania, 1991: 203.
- VITALE F. P. & GIAMBONE C., 1991 — Nuovi dati Geologici sull'area di Castronovo di Sicilia (Monti Sicani, Sicilia occidentale). — In: Atti del convegno della Società Geologica Italiana «Giornate in Memoria di Leo Ogniben», Catania, 1991: 97.
- VITALE F. P., 1992 — Emergent and blind thrusts in external zones of an accretionary prism: examples from the Sicani Mountain Range, Central western Sicily. — In prep.
- VAIL P. R., AUDEMARD F., BOWMAN S. A., EISNER P. N., PEREZ-CRUZ G. 1992 — The stratigraphic signatures of tectonics, eustasy and sedimentation. — In stampa.
- VAN WAGONER J. C., POSAMENTIER H. W., MITCHUM R. M., VAIL P. R., SARG J. F., LOUTIT T. S. & HARDENBOLD J. 1988 — An overview of the fundamentals of sequence stratigraphy and key definitions. — In: Wilgus C. K. *et. al.* (eds.), Sea level changes. — *An integrated approach. S.E.P.M. spec. publ.*, 42: 39-45.

Nota presentata alla riunione scientifica del 6.XII.1991

Indirizzo degli autori. — FRANCESCO VITALE, Dipartimento di Geologia e Geodesia dell'Università, Corso Tukory, 131 - 90134 Palermo; CALOGERO GIAMBRONE, Via Trajna, 1 - 92022 Cammarata (AG).