

IL SETTORE DELLA SICILIA CENTRO-MERIDIONALE: IL BACINO DI CALTANISSETTA

Il settore centro-meridionale della Sicilia è costituito da quattro gruppi di terreni, dei quali tre di essi rappresentano dei complessi tettonici, mentre l'ultimo è costituito da successioni di *piggy-back* depositatesi sul dorso dei tre complessi tettonici.

I tre complessi tettonici rappresentano, dal basso verso l'alto:

- 1 - la prosecuzione occidentale dell'avampaese ibleo, in parte deformato, costituito da successioni prevalentemente carbonatiche di età mesozoico-pliocenica, che in quest'area si inflette al di sotto della catena siciliana;
- 2 - un gruppo di unità tettoniche derivanti dalla deformazione del dominio sicano, organizzate tettonicamente secondo prevalenti geometrie di duplex;
- 3 - un gruppo di unità tettoniche, largamente affioranti nell'area in studio, costituite da successioni prevalentemente argillose, conglomeratiche ed arenacee, che sono indicate dagli Autori con il termine di "Falda di Gela".

Nel prosieguo del capitolo saranno esposte le indicazioni bibliografiche relative a quest'ultimo gruppo di unità, sia perché esse rappresentano la quasi totalità degli affioramenti del settore in studio, perché all'interno di esse si trovano la gran parte delle evaporiti messiniane.

Le unità tettoniche che compongono nel loro complesso la Falda di Gela sono generalmente costituite da:

- 1 - successioni di tipo flysch (Flysch Numidico) di età Oligocene sup.-Miocene;
queste sono sovrascorse da:
- 2 - successioni prevalentemente argillose (unità Sicilidi) di età Cretaceo-Paleogene;
seguono, tramite una superficie di discordanza ad estensione regionale:
- 3 - successioni conglomeratiche-arenaceo-argillose (Formazione Terravecchia) di età Tortoniano;
- 4 - successioni evaporitiche messiniane;
- 5 - successioni carbonatico-marnose pelagiche ("Trubi") di età Pliocene inf.

I terreni dei tre complessi tettonici sono ricoperti in discordanza dalle successioni argilloso-sabbioso-calcarenitiche plioleistoceniche.

I principali Autori che si sono occupati della stratigrafia dei terreni affioranti nell'area e dell'assetto strutturale sono principalmente BEHRMANN (1938), BENE0 (1949-1955), OGNIBEN (1953-1960), RIGO DE RIGHI (1956), MEZZADRI (1962-63) DECIMA E WEZEL (1971) e RODA (1966-1967a,b-1968-1971); DI GERONIMO (1969), CASALE (1969), RUGGIERI (1960-1961-1967-1973) per l'intervallo Plio-Pleistocene.

La successione di terreni geometricamente più profonda (Flysch Numidico) è stata descritta da BENE0 (1955).

Al tetto del Flysch Numidico si ritrovano in sovrascorrimento delle successioni argillose, con termini appartenenti ad età diverse; ulteriori successioni argillose di età diverse sono spesso intercalate anche nelle formazioni sovrastanti. Sulla genesi di queste ultime successioni molti Autori hanno prodotto le proprie interpretazioni.

BENE0 (1949) chiama "A.S." le grandi unità tettoniche costituite da argille scagliose, messe in posto per un meccanismo spiegato anche da altri Autori col nome di frane orogeniche, masse alloctone.

OGNIBEN (1953) suddivide queste serie in due termini distinti: le Argille Scagliose e le Argille Brecciate; le prime sono in contatto tettonico col Flysch Numidico e sovrapposte a questo; le seconde sono intercalate lungo la successione stratigrafica.

Litologicamente le Argille Scagliose di Ogniben sono delle tettoniti superficiali con deformazione visibile in superfici di rottura e scorrimento, secondo due sistemi di piani di taglio intersecantisi normalmente alla sollecitazione con angoli acuti nel verso dello stiramento. OGNIBEN (1960) interpreta le A.S. come sedimenti pre-orogenici di geosinclinale scollati e "scivolati" da nord verso sud (Falda Sicilide).

Oltre alle Argille Scagliose, OGNIBEN (1953) indica delle argille a struttura non tettonica ma sedimentaria, col termine di "Argille Brecciate", costituite da frammenti marnosi e argillosi. Inoltre lo stesso autore considera le A.B. come sedimenti sin e post-tettonici. La giacitura delle A.B. è in lenti concordanti entro i giacimenti incassanti, con potenza ed estensione varia.

RIGO DE RIGHI (1956) introduce per quest'area della Sicilia il termine di "Olistostroma", per indicare grandi frane sottomarine dovute a forze tettoniche; secondo l'autore le A.S. di Ogniben e le successive A.B. sono olistostromi affioranti a Nord di Caltanissetta-Enna-Centuripe.

OGNIBEN (1953) e MEZZADRI (1962-63) riconoscono regionalmente cinque orizzonti di A.B. I due però non trovano accordo sull'attribuzione temporale: Ogniben attribuisce i primi tre gruppi al Miocene e gli altri al Pliocene (A.B.). Intercalate tra i sedimenti tortoniani; A.B. II direttamente sottoposte alla Serie Solfifera; A.B. III intercalate ai gessi; A.B. IV intercalate ai "Trubi" e A.B. V intercalate nei sedimenti pliocenici sovrastanti i "Trubi"; Mezzadri ritiene invece che due di questi livelli appartengano al Miocene superiore e tre al Pliocene inferiore e medio. La Formazione Terravecchia, studiata in quest'area da RIGO DE RIGHI (1956), FLORES (1959), CHEVALIER (1961), SCHMIDT DI FRIEDBERG (1962, 1967).

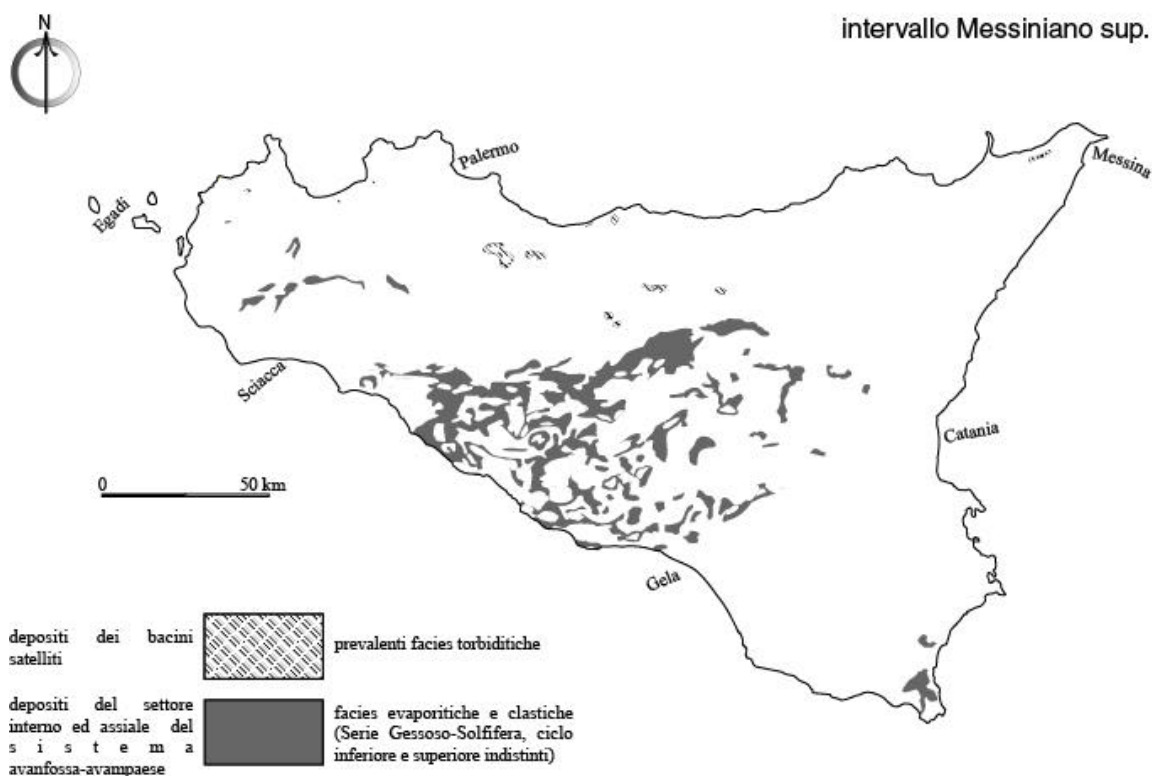


Fig. 1 - Distribuzione delle evaporiti in Sicilia.

Intercalate a queste si trovano scogliere coralline (CHEVALIER, 1961), attribuite da CATALANO (1979) in parte al Tortoniano e in parte al Messiniano (presenza del solo genere *Porites*).

La Formazione Terravecchia è oggi interpretata come prodotto di smantellamento dell'orogene, allora in sollevamento, essendosi formato durante la fase tettogenetica serravalliano-tortoniana, che forma una sequenza regressiva ricoprendo con discordanza marcata le aree più settentrionali (M.ti di Palermo, M.ti di Trapani, Madonie) e con minor discordanza le zone più meridionali (attuale zona di Caltanissetta-Gela).

I sedimenti depositatisi nel Messiniano sono rappresentati dalla Serie Gessoso-Solfifera (Fig. 1), prevalentemente evaporitica, compresa tra le argille marnose del Tortoniano sup. e i "Trubi" del Pliocene basale, depositatisi in corrispondenza della crisi di salinità che ha interessato il Mediterraneo.

La Serie Gessoso-Solfifera (OGNIBEN, 1957; SELLI, 1960) è costituita, dal basso verso l'alto (Fig. 2), dalle seguenti unità litologiche: 1) "*Tripoli*"; 2) "Calcare di Base"; 3) gessi e gessareniti con lenti di sale che nel complesso costituiscono successioni assai variabili lateralmente, distinte dagli Autori in due cicli.

Alcuni Autori comprendevano nella serie Gessoso-Solfifera anche i "Trubi" (DECIMA E WEZEL, 1971), sia perchè associati strutturalmente alle evaporiti, sia perchè di deposito non ancora del tutto normale. Interposto tra i Gessi del II ciclo ed i "Trubi" vi è inoltre l'"Arenazzolo", costituito da sabbie arcose ed interpretato come termine basale della trasgressione pliocenica.

DECIMA E WEZEL (1971) riconoscono due complessi evaporitici separati da un evento tettonico intramessiniano.

Il complesso inferiore (prima fase evaporitica, Fig. 3) presenta differenziazioni laterali mentre queste sono meno rilevanti nel complesso superiore (Fig. 4).

Queste variazioni di facies della serie evaporitica erano già state messe in evidenza da BEHRMANN (1938). Nel complesso evaporitico inferiore, nella zona marginale, la tipica successione consta di due membri: il "*Tripoli*" ed il "Calcare di Base". Per quanto concerne la zona di Cattolica Eraclea, la successione sarebbe costituita dal "*Tripoli*"; da strati massicci di

gessi selenitici (Gessi di Cattolica Eraclea); da torbiditi gessose e da salgemma e sali potassico-magnesiaci (Fig. 5).

Il complesso evaporitico superiore sarebbe invece caratterizzato da più cicli di gessi alternati ad orizzonti argillosi e nei quali si intercalerebbero a luoghi corpi olistostromici. A parte la descrizione delle evaporiti siciliane effettuata da OGNIBEN (1957), altri Autori in seguito hanno eseguito con molto dettaglio degli studi su queste successioni, giungendo così a considerazioni sulla paleogeografia e sull'ambiente di deposizione sempre più dettagliati (Fig. 6).

In affioramento il "Tripoli" si presenta come un'alternanza di diatomiti candide, ricche di resti di pesci, con marne e calcari diatomitici, mentre in profondità assume un colore scuro per impregnazione di idrocarburi. Si tratta di un deposito euxinico con scarse faune a foraminiferi, prevalentemente planctonici. Il "Tripoli" della zona di Cattolica Eraclea è più terrigeno e con faune bentoniche e planctoniche più abbondanti rispetto a quello deposto nella zona marginale; in alcune zone, al posto del "Tripoli", si osserva della marna biancastra a piccoli lamellibranchi, in immediato contatto con i sovrastanti strati di gesso. Queste marne sono caratterizzate da foraminiferi planctonici e bentonici (DECIMA E WEZEL, 1971).

Verso l'alto si interpongono gradualmente orizzonti carbonatici, che diventano sempre più spessi (DECIMA E WEZEL, 1971) fino a quando si passa al membro "Calcere di Base", costituito da marne alternate a calcilutiti e brecce farinose, quest'ultime dovute al moto delle acque poco profonde (MEZZADRI, 1962-63). Spesso associate a queste si ritrovano strati lenticolari di celestina (SrSO_4 cristallino), molto diffusa nei pressi di Pietraperzia.

Queste successioni sono state studiate nel dettaglio anche da Altri Autori con diversi strumenti d'indagine. I risultati di queste ricerche sono spesso divergenti, soprattutto per quel che riguarda la ricostruzione paleoambientale. Difatti, alcuni di essi ritengono che sia il "Tripoli" che il "Calcere di Base" siano già delle successioni parzialmente evaporitiche, mentre altri Autori preferiscono attribuirle ad una sedimentazione normale in ambiente a circolazione idrica ristretta (ambiente euxinico).

Diversi Autori (MC KENZIE *et al.*, 1979; BELLANCA *et al.*, 1986) mettono in evidenza come la ciclicità geochimica presente all'interno del "Tripoli" sia da relazionare alla

fluttuazione della salinità dell'ambiente marino nel quale queste successioni si sono deposte.

I Gessi di Cattolica Eraclea, termine stratigraficamente sovrastante al "Calcare di Base", iniziano in genere con uno stacco brusco rispetto alle successioni sottostanti e sono talora preceduti da gessareniti calcaree fini e laminate di colore chiaro ed affiorano in aree cosiddette "marginali", cioè in aree ritenute da molti Autori più prossime a settori di catena già emersi o in via di sollevamento.

I gessi si presentano in banchi massicci con spessore fino a 20 metri, costituiti da grossi cristalli di selenite geminata.

Gli ammassi gessosi appaiono smembrati in zolle separate (DECIMA E WEZEL, 1971), costituite da strati spesso verticali; lo smembramento sarebbe da mettere in relazione alla fase tettonica intramessiniana.

Le torbiditi gessose sovrastanti i Gessi di Cattolica Eraclea sono costituite da sabbie gessose gradate ad elementi selenitici, con intraclasti di marne piritose: l'insieme sfuma verso l'alto in marne verdastre piritose ricche di foraminiferi.

I sali costituiscono dei corpi indipendenti allineati in una fascia tra Nicosia e Sciacca. Quest'ultimi sono interessati da intensa tettonica compressiva, con pieghe diapiriche anche strette, per cui lo spessore apparente può raggiungere anche i 700-800 m. La stratigrafia di queste successioni può essere schematizzata (DECIMA E WEZEL, 1971) in strati basali di breccia di alcuni metri, costituiti da anidrite, spesso bituminosa, con frammenti di marna nerastra; seguono i sali costituiti ora da livelli di NaCl quasi puro ora da strati di Kainite, Carnellite, etc.

Il tetto della Serie Solfifera è troncato a causa del parossismo tettonico. Le prove di questa fase tettonica, iniziata secondo gli Autori al tempo della deposizione delle torbiditi gessose, sono: la discordanza tra i Gessi di Cattolica e quelli di Pasquasia; inoltre essi giacciono sopra tutti i livelli della successione sottostante.

Il complesso evaporitico superiore, discordante, inizia con un livello di gessareniti e calcareniti. Questo complesso è rappresentato, nella quasi totalità, dai Gessi di Pasquasia, costituiti da un'alternanza di gessi e marne argillose (SELLI, 1960).

Sopra i gessi del secondo ciclo vi è l'Arenazzolo, esso è associato alle evaporiti in tutta la Sicilia e possiede generalmente uno spessore di qualche metro. Quest'ultimo è considerato l'elemento basale della trasgressione pliocenica dei "Trubi"; è quasi sempre sterile dal punto di vista della fauna (DECIMA, 1964), termina bruscamente al contatto con i "Trubi" e non si ritrova dove questi sono trasgressivi sui terreni sottostanti alla Serie Solfifera; perciò l'Autore attribuisce l'Arenazzolo ad un ambiente continentale o lagunare, deposto a spese dei Peloritani e dei conglomerati poligenici del Tortoniano.

EVOLUZIONE PALEOGEOGRAFICA E PALEOTETTONICA

Dagli studi effettuati in tutto il settore di affioramento delle successioni evaporitiche della Sicilia, DECIMA E WEZEL (1971) traggono delle indicazioni sulla paleogeografia. Le zone paleogeografiche durante il Messiniano sarebbero state essenzialmente due: una zona marginale sviluppata a SE della linea Agrigento-Caltanissetta e a NO dell'allineamento Sciacca-Nicosia e una zona di bacino o zona di Cattolica Eraclea.

Successivamente, Decima (in CATALANO E D'ARGENIO, 1982) elabora un altro modello paleogeografico del Messiniano. Alla fine del Tortoniano, il bacino centrale siciliano di sedimentazione evaporitica, doveva essere delimitato a nord da una terra emersa tirrenica che alimentava di clasti cristallini i "delta" della Formazione Terravecchia (CATALANO, 1979) e, a sud-est, dalla piattaforma carbonatica iblea. In questo momento ovunque, in Sicilia, si sviluppano depositi di scogliera: tra queste quelle alto-tortoniane si dispongono senza un orientamento preferenziale e rappresentano aree isolate per la crescita di patch-reefs (CATALANO, 1979). Quando nel Messiniano inf. cominciarono a restringersi le comunicazioni con l'Oceano Atlantico (RUGGIERI E SPROVIERI, 1976), inizia la sedimentazione del "Tripoli", laminiti diatomitiche con livelli carbonatici che ad un'analisi isotopica mostrano di essersi depositate in acque già fortemente evaporate (MC KENZIE *et al.*, 1979). Nella zona centrale del bacino meridionale il "Tripoli" è spesso associato a marne di ambiente euxinico con profondità di 200 metri dalle microfaune presenti. Segue il Calcare di Base, solo nelle zone marginali, costituito nella zona centrale dei bacini da una deposizione gessosa con potenza fino a 300 metri (Gessi di Cattolica Eraclea, Gessi inferiori di Ciminna).

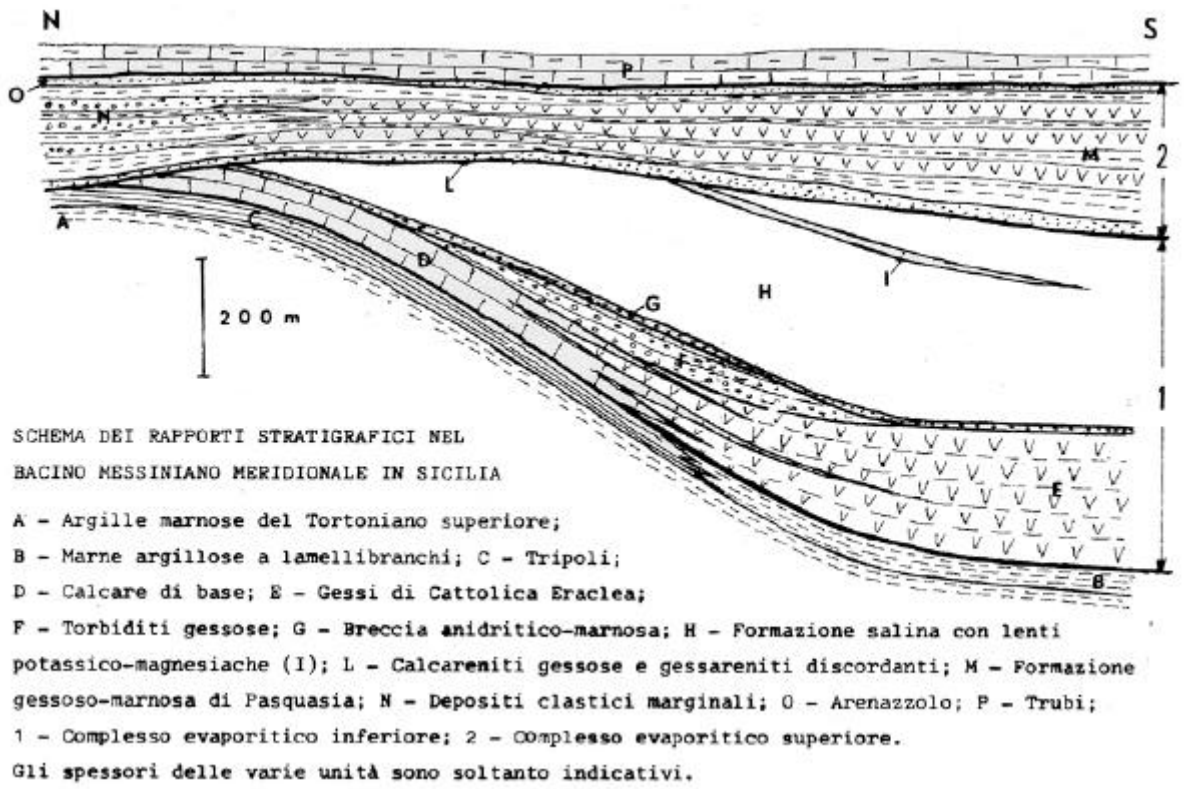


Fig. 2 - Schema stratigrafico delle evaporiti siciliane (da Decima e Wezel, 1971.)

La sedimentazione di sali di sodio, magnesio e potassio chiude il complesso evaporitico inferiore che sino alla fine è interessato da tettonica compressiva, con disseccamento e rimaneggiamento dei sali prima depositatisi; ciò è convalidato dal tenore di bromo della halite che mostra un decremento a gradini da valori molto alti alla base a tracce in alto, segno questo di un riciclaggio del sale da parte di acque meteoriche (DECIMA, 1975).

L'assetto strutturale della Serie Solfifera non è riconducibile a un orizzonte continuo; la serie si presenta smembrata a causa della fase tettonica intramessiniana e delle successive fasi plio-pleistoceniche.

I "Trubi", marne bianche a Globigerina (termine stratigraficamente sovrastante le successioni messiniane) sono sedimenti pelagici stratificati, di ambiente epi-mesopelagico e costituiscono l'inizio della sedimentazione pliocenica. Per quanto riguarda la profondità di

sedimentazione dei “*Trubi*”, OGNIBEN (1957) e HARDIE & HUGSTER (1971) li considerano depositi pelagici ma di acque basse, Ruggieri (1960) li considera di media profondità; DECIMA E WEZEL (1971) valutano la profondità in 200-500 metri; CITA (1973) considera i “*Trubi*” di mare molto profondo (fino a 3000 metri).

Le successioni che seguono quelle dei “*Trubi*” (“Argille azzurre” l. s.) sono state studiate da vari Autori, tra i quali CASALE (1969). L'Autrice, nella sezione di Enna, riconosce sopra i “*Trubi*”, delle argille marnose compatte, potenti 190 metri circa, con intercalazioni marnose, di colore grigio-verde e grigio-azzurro. Sopra queste marne, vi è un'alternanza marnoso-sabbiosa di c.a. 120 metri, formata da tre banchi di sabbia fine alternati a tre banchi di marne argillose con faune di mare poco profondo. Infine vi sono due banconi di calcareniti, a granulometria crescente verso l'alto, con spessore di c.a. 60 metri. L'età della sezione, sempre per l'Autrice, è sicuramente pliocenica, per la mancanza di ospiti nordici nella microfauna, caratterizzanti questi, l'inizio del Pleistocene, e per la posizione stratigrafica sopra i depositi evaporitici sopramiocenici.

Le argille marnose azzurre passano verso l'alto a terreni prevalentemente sabbiosi, con intercalazioni sia arenitiche che pelitiche, e con uno spessore di circa 200 metri.

OGNIBEN (1954), nella zona di Valguarnera, descrive sopra i “*Trubi*”, depositi siltoso-marnosi, con intercalazioni calcarenitiche del Pliocene medio e sup., con potenza superiore ai 1000 metri, discordante sui terreni sottostanti e, a volte discordante, a volte concordante o quasi con i “*Trubi*”.

DI GERONIMO (1969) descrive la sezione di M.te Navone, la litologia è costituita da depositi sabbiosi a stratificazione incrociata, con eteropie di facies sia laterali che verticali, che dimostrerebbero per l'Autore che la fase della regressione marina è stata caratterizzata nelle fasi tardive da un ambiente deltizio con oscillazioni verticali del fondo.

Secondo WEZEL (1965-1966), i sedimenti postorogeni dell'area di Mirabella Imbaccari sovrastanti i “*Trubi*”, costituiscono due cicli sedimentari sovrapposti, rispettivamente di età alto pliocenica-pleistocenica e di età siciliana. I sedimenti del ciclo inf. sono rappresentati, secondo l'Autore, dalle marne argillose azzurre, mentre il ciclo sup. sarebbe costituito da sabbie quarzose gialle, di età pliocenica e vengono riferite al Pliocene sup. (sabbie delle

zone di S. Cono e Mazzarino). Il rilevamento di dettaglio, fatto dall'Autore, dei livelli più cementati (quarzareniti e calcareniti), intercalati nelle sabbie quarzose sciolte, ha evidenziato l'inclinazione dei potenti accumuli sabbiosi verso la costa meridionale della Sicilia. In seguito, attraverso analisi micropaleontologiche e sedimentologiche, ha potuto interpretare questi depositi come probabili letti frontali sovrapposti di un paleodelta plio-pleistocenico in successivo avanzamento verso SW, alimentato dal materiale proveniente dall'erosione della regione dei Nebrodi-Madonie in via di sollevamento. Questa ipotesi spiegherebbe anche il forte diacronismo nei depositi sabbiosi dei vari affioramenti: a Regalbuto l'età delle sabbie è Pliocene inf. alto; a Valguarnera è Pliocene medio-sup. (OGNIBEN, 1954); ad Aidone è Pliocene sup. e a Mirabella Imbaccari è Siciliano.

WEZEL (1966), distingue due stili strutturali diversi per quanto concerne il piegamento avvenuto alla fine della deposizione dei "Trubi": quello nella serie solfifera e nei terreni sottostanti e quello dei terreni marnosi e sabbiosi plio-pleistocenici. Il primo è caratterizzato da una energica tettonica plicativa, con formazione di anticlinali serrate, ad elementi mediani raddrizzati, e sinclinali con ondulazioni secondarie; il secondo tipo, è caratterizzato da blande deformazioni con larghe strutture sinclinaloidi. Alle stesse conclusioni di DI GERONIMO (1969), giungono DI GRANDE *et al.* (1978), che correlano le loro sezioni con quella di Enna (CASALE, 1969) e di M.te Capodarso (RODA, 1967).

Secondo RODA (1967), la Sicilia centro-meridionale può essere suddivisa in tre zone a differente evoluzione durante il Pliocene e il Pleistocene; da S-W a N-E: la zona di Gela-Niscemi-Caltanissetta; la zona di S. Michele di Ganzaria-Butera-Piazza Armerina e la zona di Lannari-Capodarso. Lo stesso Autore, individua nella prima zona un complesso sovrascorso, intercalato nella normale successione a livello del Pleistocene inf.; nella seconda zona, un complesso medio-sopra-pliocenico e pleistocenico che poggia, discordante, su un complesso infra-medio-pliocenico. Infine, a M. Capodarso, affiorerebbe una successione infra-medio-pliocenica coperta in discordanza da argille e sabbie medio-sopraplioceniche; una seconda discordanza separerebbe i "Trubi" dalle sovrastanti marne e calcareniti infra-medio-plioceniche. Quindi l'Autore, individua tre fasi tettoniche: la prima immediatamente posteriore

ai "Trubi"; la seconda infrapliocenica, posteriore alla deposizione delle calcareniti di Capodarso; la terza mediopliocenica, coeva alla messa in posto della Falda di Gela.

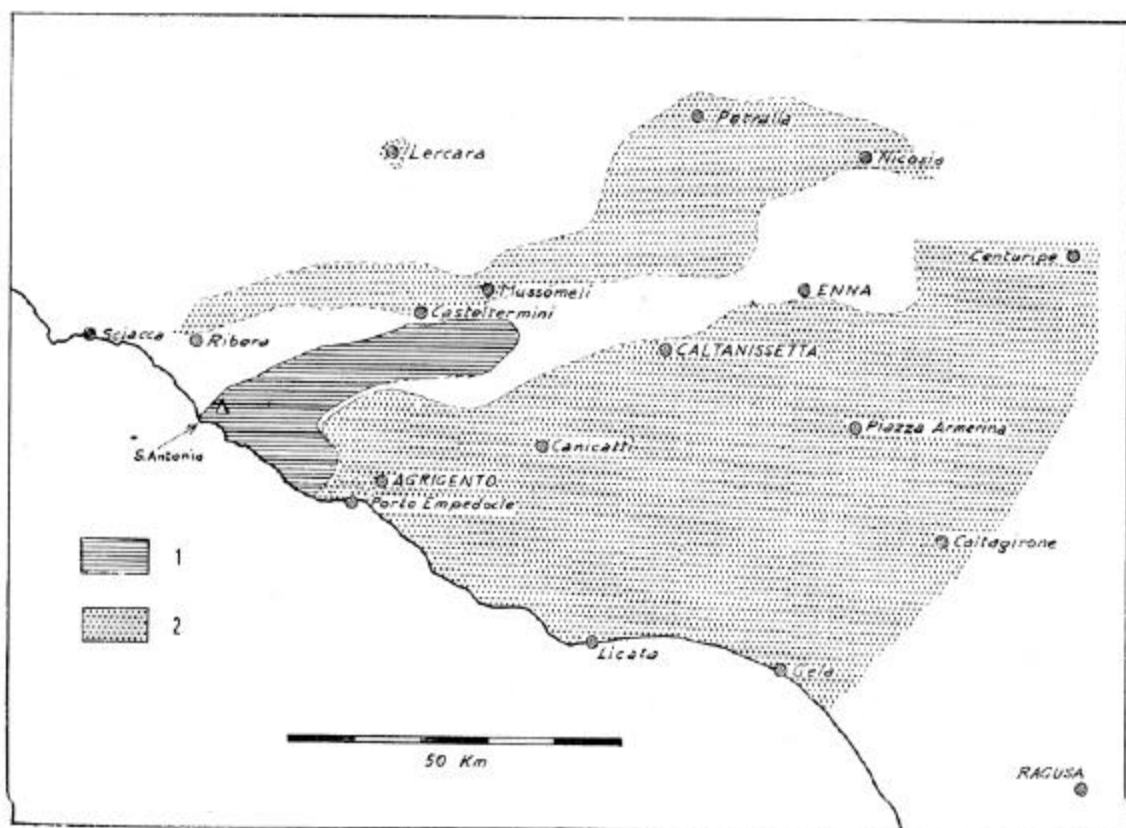
1 LA DEPOSIZIONE EVAPORITICA

In Sicilia affiorano le più complete successioni di evaporiti depositatesi nel Mediterraneo durante il Miocene sup.

Evaporiti e loro rapporti con le formazioni adiacenti sono state oggetto di studio a partire dal secolo scorso. Studi ed ipotesi formulati nel passato sull'origine delle evaporiti rimangono ancora attuali almeno nella loro impostazione generale. Valga per tutti l'esempio di MOTTURA (1871) le cui intuizioni sull'assetto paleogeografico della Sicilia verso la fine della deposizione evaporitica, sono state riprese in seguito da diversi autori.

Il termine di Serie gessoso solfifera adottato da BALDACCI (1886) è usato anche oggi nella sua accezione più generale. Con questo termine ci si riferisce ad una successione litologica comprendente diatomiti, carbonati evaporitici, gessi, gessareniti, sali ed intercalazioni clastiche (argille) e carbonatiche (lumachelle e congerie), (vedi anche SCHMIDT DI FRIEDBERG, 1965).

Sulla base dei lavori e delle ricerche di questi ultimi anni (OGNIBEN, 1957; RUGGIERI, 1967; DECIMA E WEZEL, 1971; BOMMARITO E CATALANO, 1973; DECIMA E SPROVIERI, 1973; RICHTER-BENBURG, 1973; SCHREIBER E DECIMA, 1978; CATALANO *et al.*, 1978; RUGGIERI E SPROVIERI, 1978; CATALANO, 1979; CATALANO, 1986a) è oggi accettata dal punto di vista litostratigrafico, la suddivisione della Serie gessoso-solfifera in due grandi unità evaporitiche. Un'organica definizione di questa suddivisione (anche se limitata alla Sicilia centro-meridionale) viene proposta nel pregevole e documentato lavoro di DECIMA E WEZEL (1971) il cui modello paleogeografico non solo definisce le due unità evaporitiche (del resto già riconosciute, anche se confusamente, dalla letteratura precedente) ma ne precisa i reciproci rapporti e la loro distribuzione nella Sicilia centrale.



Distribuzione delle facies gessosa e calcarea del complesso evaporitico inferiore.
 1) Gessi di Cattolica Eraclea; 2) Calcare di base.

Fig. 3 - Distribuzione delle facies evaporitiche del complesso inferiore in Sicilia centro-meridionale (da Decima e Wezel, 1971.)

Le ricerche nell'area del Mediterraneo, in mare (AA VV in Catalano et al., DSDP v. 13, 1973; DSDP v. 42, 1978) e in terraferma (AA.VV., Mem. Soc. Geol. It., v. 16, 1978) confermano l'esistenza di due unità evaporitiche separate da una superficie di discordanza di estensione regionale, messa in risalto dalla sismica a riflessione (MONTADERT *et al.*, 1978) in molti settori del Mediterraneo.

Pertanto sono state raggruppate, sulla base dei dati esistenti e delle ricerche, i depositi della Serie gessoso-solfifera in due grandi unità litostratigrafiche poggianti in discordanza sui terreni silico-clastici della Formazione Terravecchia e ricoperte in discordanza dai "Trubi" (calcolutiti e calcisiltiti pelagiche con calcareniti gradate) del Pliocene inf.

- 1) Unità evaporitica inferiore.
 - a) “*Tripoli*” (diatomiti e marne diatomitiche);
 - b) Calcari evaporitici (calcari algali, laminiti dolomitiche, ecc.) generalmente noti con il nome di Calcare di base;
 - c) Gessi selenitici e laminati (generalmente primari) con intercalazioni di marne gessose;
 - d) Sali (in gran parte cloruri) ed equivalenti laterali costituiti da gessareniti ed argille.
- 2) Unità evaporitica superiore.
 - a') Gessi (selenitici, balatini e clastici) ciclicamente alternati con livelli carbonatico-gessosi e sabbioso-argillosi;
 - b') Calcari bioclastici del "Complesso terminale" passanti verso l'alto e lateralmente ai precedenti gessi;
 - c') Sabbie argillose (Arenazzolo).

1.1 DISTRIBUZIONE DELLE EVAPORITI IN SICILIA

Le ricerche stratigrafiche e sedimentologiche sulle facies evaporitiche e lo studio sul terreno dei rapporti tra substrato pre-evaporitico e terreni evaporitici permettono di individuare in Sicilia alcune aree di affioramento, ciascuna definibile sulla base delle particolari caratteristiche litostratigrafiche.

Per ciascuna di queste aree viene data una schematica successione delle unità litostratigrafiche differenziate sul terreno.

1) Area di Salemi-Calatafimi-Castelvetrano:

- a) “Trubi”;
superficie di discordanza;
- b) calcari del complesso terminale lateralmente passanti ai gessi (Unità evaporitica superiore);
superficie di erosione;

c) depositi carbonatici e clastico-carbonatici del complesso di scogliera;

d) depositi silico-clastici della Formazione Terravecchia.

2) Area di Ciminna-Baucina-Sambuchi:

a) "Trubi";

superficie di discordanza;

b) gessi selenitici e gessareniti dell'Unità evaporitica superiore;

c) sottile livello calcarenitico con croste e paleosuoli riferibile al "Complesso terminale" e passante ai gessi;

d) marne argillose marine con foraminiferi planctonici;

superficie di discordanza (erosione) che passa all'interno delle gessareniti, tagliando i gessi dell'Unità inferiore;

e) gessareniti (complesso dei gessi ridepositati);

f) gessi selenitici e marne gessose dell'Unità evaporitica inferiore;

h) calcari evaporitici e algali;

superficie di discordanza (erosione) che intacca obliquamente i calcari organogeni e probabilmente le argille (resti di depositi diatomitici si ritrovano alla base delle sovrastanti evaporiti);

i) conglomerati e sabbie argillose, depositi carbonatici di scogliera e avanscogliera passanti lateralmente ad argille con foraminiferi planctonici.

3) Area di Petralia-Alimena-Nicosia:

a) "Trubi";

superficie di discordanza (erosione);

b) depositi detritico-gessosi (equivalente clastico dell'Unità evaporitica superiore);

c) sali;

d) calcari evaporitici ed algali (Calcere di base);

superficie di discordanza (erosione);

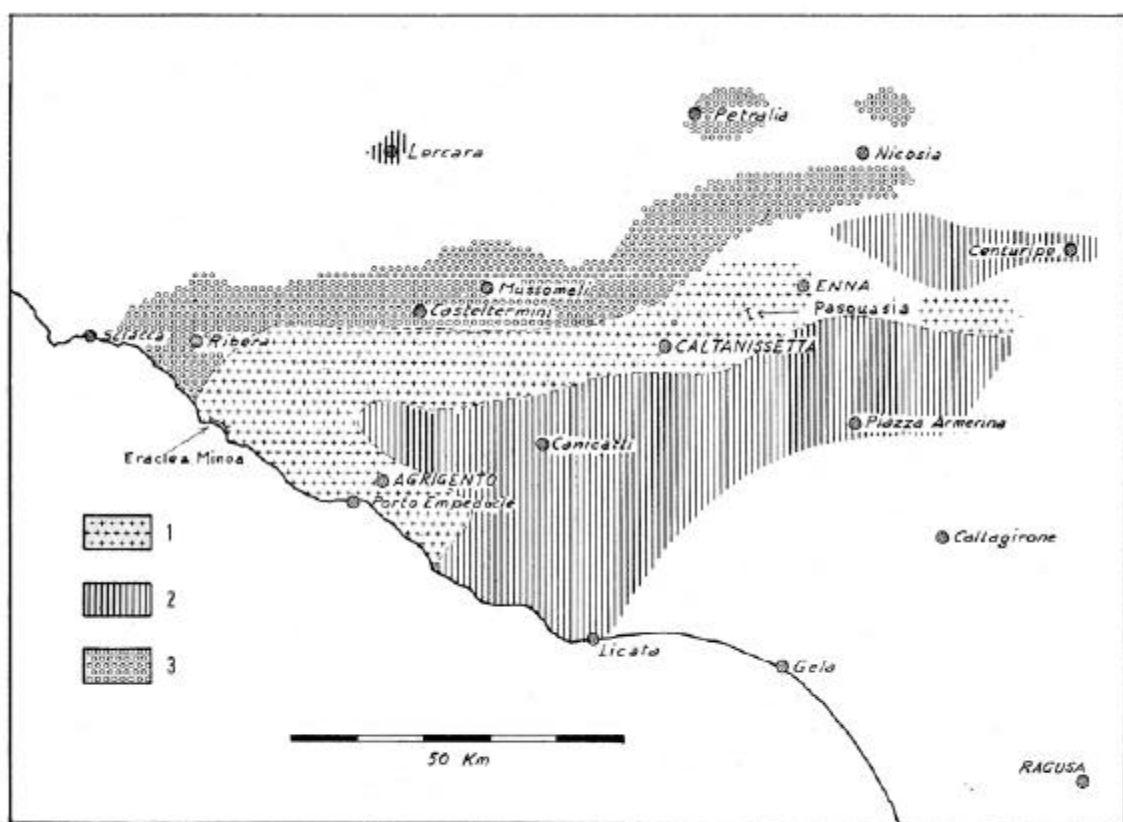
e) depositi silico-clastici e carbonatici (scogliera a parte della scarpata).

4) Area di Caltanissetta-Licata-Agrigento-Gela:

- a) “Trubi”;
superficie di discordanza;
- b) gessi e marne argillose intercalate dell'Unità evaporitica superiore;
superficie di discordanza (erosione);
- c) calcari evaporatici (Calcarea di base);
- d) marne diatomitiche e diatomiti;
superficie di discordanza non sempre documentabile;
- e) depositi silico-clastici passanti verso l'alto ad argille sabbiose e marne calcaree pelagiche.

5) Area di Cattolica Eraclea:

- a) “Trubi”;
superficie di discordanza;
- b) gessi con intercalazioni cicliche argillo-marnose (Unità evaporitica superiore);
- c) torbiditi gessose e marne argillose (spesso alternate con livelli argillosi di acque salmastre);
superficie di discordanza (erosione?);
- d) gessi selenitici laminati, gessareniti e sali dell'Unità evaporitica inferiore;
- e) calcari algali (Calcarea di base): questi due termini sono a volte assenti;
- f) diatomiti e marne diatomitiche;
- g) argille marnose lievemente sabbiose a foraminiferi planctonici ed intercalazioni di biocalcareni e marne calcaree ad echinidi.



Distribuzione delle facies principali del complesso evaporitico superiore.
 1) Zona centrale con facies normale gessoso-marnosa; è indicata l'ubicazione delle sezioni di Pasquasia e di Eraclea Minoa.
 2) Zona marginale meridionale con complesso superiore generalmente poco sviluppato o assente; 3) Zona marginale settentrionale con facies molassiche e conglomeratiche.

Fig. 4 - Distribuzione delle facies evaporitiche del complesso superiore in Sicilia centro-meridionale (da Decima e Wezel, 1971).

1.2 I DEPOSITI DELLA SERIE EVAPORITICA DEL BACINO DI CALTANISSETTA

1.2.1 Il "Tripoli" ed il "Calcare di Base"

Queste successioni possiedono una ciclicità nella deposizione e appaiono controllati da due processi:

a) parziale evaporazione del bacino mediterraneo, ma con periodici apporti provenienti dall'Oceano Atlantico durante il Tortoniano superiore-Messiniano;

b) deformazione progressiva dell'allora aree di avanfossa-avampaese e dei bacini satelliti associati, con la formazione di numerosi corpi tettonici sud-vergenti.

In tali successioni la microfauna è presente in abbondanza all'interno del "Tripoli", con associazioni date in prevalenza da foraminiferi planctonici.

GRASSO *et al.* (1990) ritrovano nella sezione affiorante a C.da Gaspa foraminiferi planctonici che indicano la zona a *Globorotalia conomiozea*, subzona a *Globigerina multiloba*.

I dati biostratigrafici provenienti dalle successioni messiniane della Sicilia centrale indicano generalmente che la deposizione del "Tripoli" inizia a metà della subzona a *Globorotalia mediterranea* della zona a *Globorotalia conomiozea*. La sedimentazione del "Tripoli" sostituisce quella tipica della Formazione Terravecchia ed a sua volta lascia il posto alla sedimentazione del Calcare di Base in modo diacrono, così come indicato da COLALONGO *et al.* (1979) dall'analisi delle sezioni affioranti a M.te Giammoia ed a Falconara. Dal confronto tra gli studi di GRASSO *et al.* (1990), Selli (1960), D'ONOFRIO *et al.* (1975), DI GRANDE & ROMEO (1975) e GRASSO *et al.* (1982) appare abbastanza evidente la presenza nel Messiniano di una via d'acqua che collegava il bacino della Sicilia centrale con il Mediterraneo attraverso l'area iblea.

La sedimentazione del "Tripoli" viene sostituita verso le aree più settentrionali della Sicilia, dove cioè il substrato era costituito dai depositi di delta della Formazione Terravecchia, da successioni sabbioso-argilloso-arenacee ricche in Porites (CATALANO E ESTEBAN, 1978; CATALANO, 1979; Grasso & PEDLEY, 1988).

Le scogliere a Porites, ed i rapporti con le sottostanti successioni, i loro caratteri litologici e biostratigrafici sono state descritti da numerosi Autori (OGNIBEN, 1957; CATALANO E SPROVIERI 1969; DECIMA E WEZEL, 1971). DECIMA (1962), ad esempio, descrive le successioni della Formazione Terravecchia sottostanti le scogliere a Porites nei dintorni di Castellana Sicula, mentre GRASSO & PEDLEY (1988) mostrano i caratteri lito-biostratigrafici di queste successioni a Balza della Rocca Limata (pressi di Cozzo Terravecchia). L'età di queste successioni appare suggerita dalla presenza di *Globorotalia mediterranea* per GRASSO & PEDLEY (1988) e *Globorotalia multiloba*, all'interno della Formazione Baucina, per CATALANO (1979) ed ESTEBAN *et al.* (1982).

La successione del "Tripoli" è generalmente caratterizzata da lamine più o meno spesse che indicano la virtualmente assenza di bioturbazione e da un notevole contenuto di ittiofauna (ARAMBOURG, 1925; SORBINI & TIRAPELLE RANCAN, 1979). Lo spessore medio si aggira intorno ai 50 m. I caratteri sedimentologici sono stati analizzati da MC KENZIE *et al.* (1979). Alle diatomiti si associano anche marne verdi ed argille, a luoghi molto ricche di fauna marina.

Descrizione del "Tripoli"

Un importante aspetto del *tripoli* è lo sviluppo di gruppi di strati alternati ciclicamente, costituiti dalle seguenti litologie:

a) Argille e marne. Le argille (e a luoghi argilliti), di colore verde più o meno scuro, sono ubiquitarie e possono essere laminate. Si osservano tutte le transizioni tra marne laminate, marne friabili, argille, ecc. Il contenuto faunistico, e la sua variabilità nelle specie, diminuisce verso l'alto della successione. Tra queste, sono molto comuni i foraminiferi, i radiolari, le spicole di spugne silicee ed i pesci.

b) Carbonati. Queste porzioni, di colore marrone e/o rossastro, con interlamine argillose, si osservano ad esempio a C.da Gaspa e al Torrente Vaccarizzo. Lo spessore di questi strati varia da pochi centimetri a circa un metro. Generalmente il contatto tra i vari strati è transizionale. Questi strati contengono abbondanti foraminiferi planctonici e soprattutto

discoasteridi e coccolitoforidi; questi ultimi sono associati a foraminiferi bentonici, in prevalenza buliminacee. Sono inoltre presenti diatomee e frammenti di dinoflagelati in genere ed alghe.

c) Laminiti diatomitiche. Possiedono uno spessore millimetrico e sono arrangiate in strati dello spessore variabile da pochi centimetri a cinque e più metri. Queste laminiti bianche e friabili sono prive di strutture; solo a luoghi si osservano superfici striate e micro slumping. In molte laminiti si rinvencono resti ben conservati di pesci, soprattutto nella porzione inferiore della successione; sono inoltre presenti foraminiferi, radiolari e spicole di spugne, benché le diatomee costituiscono la frazione essenziale del deposito.

d) Calcilutiti marnose. Rappresentano porzioni di successione saltuarie e si presentano di colore biancastro e di aspetto massivo (M.te Torre, Torrente Vaccarizzo, ecc.). A luoghi, il contatto superiore di questi strati mostra una troncatura erosiva. La macro- e microfauna è molto sporadica o addirittura assente.

Per quel che riguarda il *Calcare di Base*, non si hanno precise indicazioni sulla sua età, in quanto l'associazione faunistica è praticamente assente. In generale, il Calcare di Base sostituisce in modo transizionale il sottostante “*Tripoli*” in Sicilia centrale, mentre verso nord questa successione poggia direttamente sui depositi della Formazione Terravecchia o, in discordanza, su corpi sedimentari deformati di età paleogenica lungo il versante meridionale delle Madonie. Lo spessore delle calcilutiti e dei carbonati dolomitici (litologie dominanti all'interno della successione) varia da pochi metri (dove la formazione è coinvolta nella fase erosiva intra-messiniana (Pasquasia) a circa 30 metri (Torrente Vaccarizzo), anche se il massimo spessore osservato è quello dell'area di Petralia (DECIMA *et al.*, 1988).

Descrizione del Calcare di Base

Le principali litologie del calcare evaporitico (già descritte da OGNIBEN, 1957 e DECIMA *et al.*, 1988) sono:

a) Argille ed argille marnose. Sono sovente identiche a quelle che caratterizzano il “*Tripoli*”. Le lamine argillose (di spessore inferiore al millimetro) si individuano tra gli strati

calcilutitici. La fauna è assente eccetto che per rari foraminiferi del genere Globigerinoides ed Orbulina alla base della successione (come ad esempio al Torrente Vaccarizzo e a Riesi).

b) Calcilutiti. Questa litologia affiora prevalentemente nelle aree di Alimena e Petralia. Sono organizzate in strati a struttura massiva, di spessore di 2-5 m, con partimenti argillosi. I fossili sono estremamente rari e, ad esempio a Cozzo Morto (nord di Castellana Sicula) e a Riesi, sono costituiti da resti di pesci all'interno di orizzonti di microdolomite. A C.da Gaspa e a Sambuco sono visibili stromatoliti con laminazioni di facies peritidale. In alcune sezioni di Petralia sono presenti anche peloidi associati a filamenti di origine cianobatterica.

c) Autobrecce. Con questo termine si indica una successione di rocce derivante dal collasso in situ di rocce di cui alla facies b) risultante dalla dissoluzione di porzioni evaporitiche associate o interstrati evaporitici. Questa facies caratterizza la maggior parte degli affioramenti a sud di Petralia-Alimena. La dolomitizzazione è abbastanza comune. Alcune porzioni di questa successione di autobrecce sono costituite da clasti molto spigolosi, mentre in altre porzioni di successione si osservano frequenti strutture derivanti da deformazioni sin-sedimentarie rappresentati da clasti arrotondati immersi in fine matrice. Sono inoltre molto comuni le tessiture peloidali.

d) Gesso laminato e argille. Queste successioni sono presenti al di sotto, e localmente al di sopra, delle successioni caratterizzate dalla facies c).

Questa facies chiude la successione il Calcarea di Base, alla quale seguono le successioni solfatiche e a cloruri di seguito descritte.

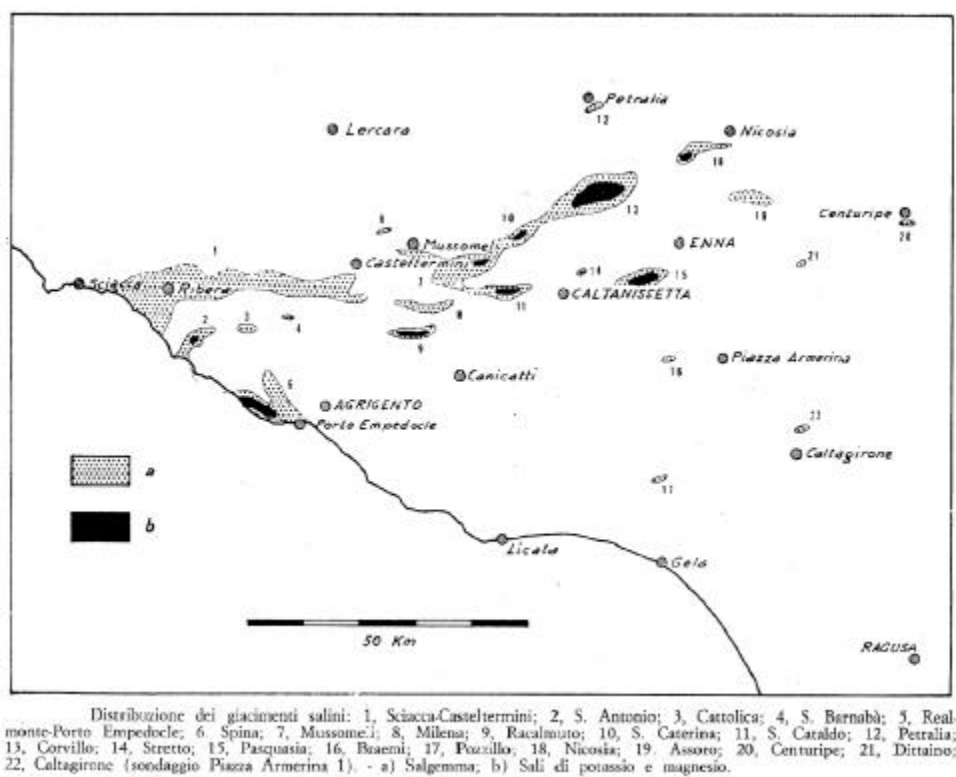


Fig. 5 - Distribuzione delle facies evaporitiche saline in Sicilia centro-meridionale (da Decima e Wezel, 1971).

1.2.2 I gessi e i depositi salini

Le facies evaporitiche osservate e studiate nei depositi messiniani della Sicilia (Schreiber et al., 1976) sono di seguito riassunti.

Facies 1 - Solfato di calcio nodulare, con elementi clastici, sedimenti continentali.

Facies 2 - Gesso e ruditi carbonatico-gessose, areniti e marne arenitiche, costituite in proporzioni variabili da frammenti di gesso (a luoghi anidrite) ed in parte da vari materiali risedimentati quali frammenti di carbonati ed argille, quarzo, feldspati, glauconite e frammenti vulcanici alterati. Questa facies è rappresentata quindi da soli sedimenti clastici e può essere suddivisa, sulla base delle geometrie stratali e della struttura e tessitura interna in:

a) strati gradati, con strutture interne quali stratificazione incrociata, ripples,

ecc;

- b) strati gradati nei quali sono ben rappresentate sequenze di Bouma (1962), e
- c) strati non gradati indicanti flussi di massa, slumps, ecc.

Facies 3 - Solfato di calcio laminato, spesso associato a sottili intercalazioni carbonatiche. Questi strati laminati possono essere:

- a) regolari e continui lateralmente;
- b) irregolari e discontinui.

Facies 4 - Strati di solfato di calcio nodulari-laminati con orizzonti nodulari e/o masse nodulari di tipo "Chicken-wire". Questi strati si ritrovano a luoghi associati agli strati di solfato di calcio laminato del tipo 3b.

Facies 5 - Selenite, con disposizione dei cristalli costituenti i vari strati a tappeto o a "cavoli". Questo tipo di gesso si ritrova in associazione con strati di solfato di calcio laminati del tipo 3a.

Facies 6 - Strati irregolari, anastomizzati di gesso costituiti da cristalli mal orientati e rotti. La stratificazione è marcata da strati molto sottili ed irregolari carbonatici.

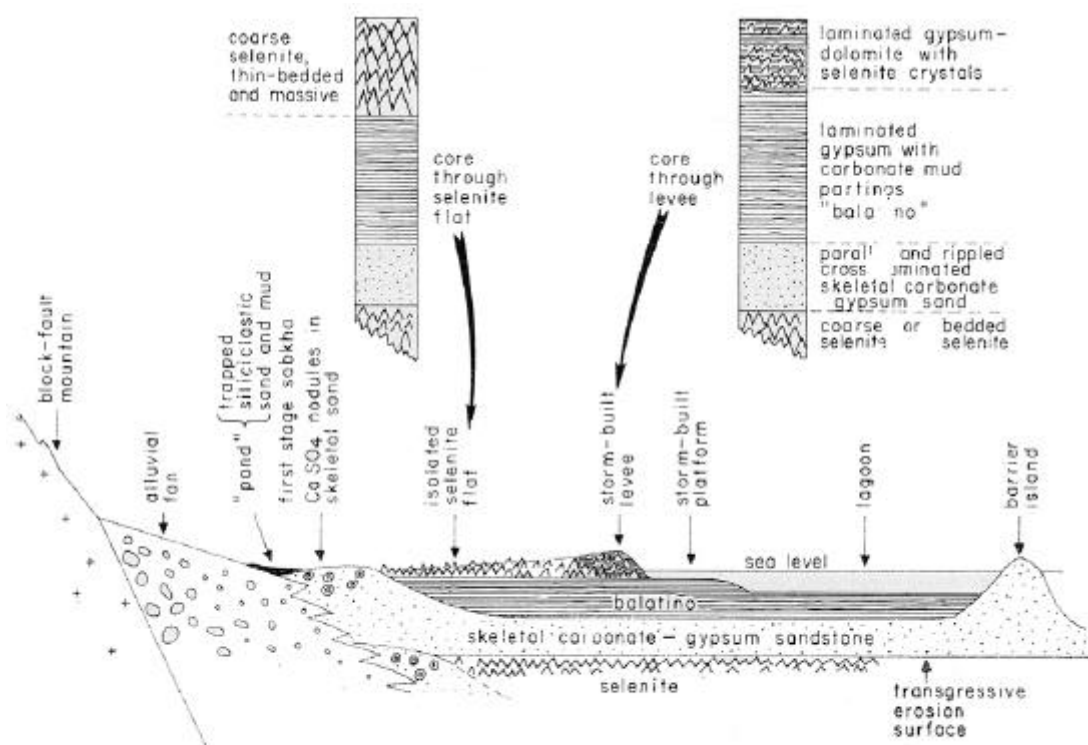
Facies 7 - Sale in cui l'halite possiede cristalli a tramoggia e strutture chevron.

Facies 8 - Sale (halite, kainite, ecc.) con strutture laminate continue e con saltuarie intercalazioni di gessoruditi gradate e areniti con apparenza di depositi torbidity.

In aggiunta a queste facies sono presenti anche ulteriori tipi rocciosi, dovuti alle trasformazioni diagenetiche, che si sovrappongono alle litofacies originarie.

Nel dettaglio, tali facies sono rappresentate da:

1000 metri, mentre nelle zone a tettonica più blanda è generalmente di 400-500 metri.



Schematic representation of the depositional environment of the Solifera. The numbers by the suggested cores refer to representative figure numbers of HARDIE & EUGSTER (1971).

Fig. 6 - Modello di deposizione delle evaporiti siciliane (da Hardie e Eugster, 1971).

2 Assetto strutturale ed evoluzione cinematica

La successione di rocce descritta si presenta, soprattutto nelle sue porzioni medio-basse, intensamente deformata, sia nell'area di Petralia che in Sicilia centro-meridionale.

Le deformazioni registrate all'interno dei corpi rocciosi affioranti sono date da varie geometrie di piegamento e da sistemi di faglie inverse ad angolo ed a rigetto variabili.

Le principali strutture riconoscibili alla scala degli affioramenti nelle aree analizzate sono espresse principalmente da:

1) superfici di scollamento ad estensione regionale che spesso si impostano lungo originari limiti stratigrafici;

- 2) diverse geometrie di piegamento che caratterizzano i diversi orizzonti litologici, determinando nel complesso una pronunciata disarmonia nel piegamento dell'originario multistrato sedimentario;
- 3) almeno due famiglie di sovrascorrimenti, di differente significato cinematico;
- 4) varie geometrie di duplex.

Le faglie lungo strato che spesso disarticolano la successione messiniana sono rese evidenti da alcuni tipi di tectoglifi, tra i quali i più frequenti sono le laminazioni sigmoidali, oltre a sistemi di fratture en-échelon.

Le superfici di sovrascorrimento, e soprattutto di scollamento, ad estensione regionale sono state riconosciute anche dalle indicazioni sulle geometrie dei corpi rocciosi provenienti da perforazioni tra esse adiacenti. Le principali sono (dal basso verso l'alto):

- 1 - superficie di separazione meccanica tra le successioni del Flysch Numidico ed il sottostante substrato carbonatico meso-cenozoico (visibile in affioramento soltanto nell'area delle Madonie);
- 2 - superficie di separazione meccanica per sovrascorrimento localizzabile tra le successioni riferibili all'unità del Flysch Numidico e quelle sicilidi delle A. V.;
- 3 - superficie di scollamento localizzabile tra le successioni sicilidi delle A. V. e quelle della Formazione Terravecchia;
- 4 - superficie di scollamento localizzabile tra le successioni della Formazione Terravecchia e quelle evaporitiche messiniane;
- 5 - svariate superfici di scollamento ad andamento locale all'interno delle successioni evaporitiche messiniane, e precisamente:
 - a) tra le successioni del membro "Tripoli" e quelle del membro "Calcere di base";
 - b) tra le successioni del membro "Calcere di Base" e i "Gessi del I ciclo";
 - c) tra i "Gessi del I ciclo" e i "Gessi del II ciclo";
 - d) all'interno delle successioni gessose;
- 5 - superfici di scollamento ad andamento locale all'interno dei "Trubi".

Le litologie associate a queste superfici di scollamento sono anche rappresentate da bande cataclastiche (nelle successioni messiniane stratigraficamente più basse), di spessore variabile

da qualche decimetro a qualche metro: esse sono presenti anche nei livelli stratigrafici più profondi (Flysch Numidico).

Molto spesso l'andamento irregolare di queste superfici di scollamento provoca localmente delle apparenti elisioni di pacchi di rocce. Queste elisioni sono meglio osservabili laddove queste superfici limitano corpi rocciosi di esili spessori, e cioè all'interno delle successioni evaporitiche messiniane.

Le geometrie di piegamento osservate in campagna sono diverse e caratterizzano a gruppi differenti pacchi di rocce; in particolare, nelle successioni litologiche di età più antica (successioni sicilidi e numidiche) si osservano alla scala dell'affioramento più sistemi di piegamento, con raggi di curvatura quasi sempre molto piccoli (sistemi isoclinalici) che, producendo più strutture d'interferenza, rendono molto difficile il riconoscimento del loro andamento e la loro cronologia relativa.

In alcune aree (nei dintorni di Butera, Valguarnera Caropepe, Petralia, Mussomeli, S. Caterina Villermosa, etc.) sono stati misurati alcuni assi di queste strutture, ma si è notata una forte dispersione dei valori, cioè non appare prevalente alcuna direzione preferenziale.

Man mano che si osservano i pacchi di rocce stratigraficamente sovrastanti si può notare come la deformazione produce sistemi di piegamento sempre meno complessi e a raggio di curvatura progressivamente più blando.

Le pieghe che caratterizzano le successioni della Formazione Terravecchia sono anch'esse poco visibili a causa delle caratteristiche litologiche di questi terreni che essendo, soprattutto nelle aree più sud-orientali del settore, prevalentemente argillosi, non permettono una facile comprensione delle relative geometrie.

Ove visibile (soprattutto a sud dell'allineamento Sclafani-Petralia, nell'area tra Montedoro e Bompensiere, tra Sommatino e Pietraperzia, etc.) i sistemi di piegamento sono rappresentati da una famiglia, con geometrie ed andamento variabile da E-W a NE-SW, ripiegate da almeno una famiglia caratterizzata da raggi di curvatura molto più ampi e con direzioni variabili da NE-SW ad SE-NW.

Nelle successioni messiniane invece, i sistemi di pieghe sono relativamente ben visibili, soprattutto nelle porzioni stratigraficamente più basse. In queste, ed in particolar

modo nelle successioni del “*Tripoli*”, sono stati osservati sistemi di tipo chevron o comunque a raggio di curvatura relativamente piccolo (Montedoro, Monte Torre, ad W di Butera, etc.).

L'andamento di questo sistema appare spesso seguire la direzione WNW-ESE.

Nelle successioni messiniane "carbonatiche" le pieghe sono anch'esse molto strizzate, con geometrie sovente a "ventaglio" (soprattutto nelle aree comprese tra Barrafranca e Mazzarino e nei dintorni di Naro), ma le loro dimensioni sono relativamente più grandi che non per quelle che caratterizzano i pacchi rocciosi stratigraficamente sottostanti.

Si osservano frequentemente anche pieghe parallele, soprattutto nelle aree di affioramento più centro-occidentali (Canicattì).

Anche l'andamento di questa famiglia di pieghe appare diretto in direzione circa E-W, benché alcune misure sull'orientazione degli assi di piegamento hanno evidenziato che queste strutture vergono in direzione variabile da S a S-E (nell'area di Canicattì).

Nei gessi i sistemi di piegamento non sempre sono evidenti: ad esempio, dove affiorano successioni di gesso selenitico, le pieghe non sono facilmente individuabili se non a scala più grande di quella degli affioramenti, mentre, dove in affioramento si ritrovano le successioni di cui alla facies 2, il piegamento è reso molto più evidente da sistemi con cerniere appuntite, a piccola scala, e da geometrie di tipo crenulazione.

Nell'area tra Porto Empedocle, Favara, Agrigento e Palma di Montechiaro, così come nell'area del Braemi e a Montallegro, sono state misurate alcune orientazioni sull'andamento di questi sistemi di piegamento e si è visto che anche per queste successioni la vergenza dovuta al piegamento e al fagliamento durante il Messiniano-Pliocene inf. è prevalentemente meridionale, con dispersione dei valori abbastanza contenuta in un range di circa 40°.

Le geometrie di piegamento che caratterizzano i pacchi di rocce salifere sono noti quasi esclusivamente dai dati delle perforazioni e minerari. Qui le successioni si presentano intensamente piegate secondo diversi sistemi, sovente isoclinalici, e a diverse scale di osservazione.

I differenti sistemi di piegamento osservati con le loro geometrie lasciano supporre una pronunciata disarmonia nel piegamento di queste successioni, con la probabile presenza di superfici di scollamento tra i diversi gruppi litologici.

Anche le successioni sedimentarie riferibili ai “*Trubi*” sono caratterizzate da un piegamento pronunciato, al quale si accompagna un evidente fagliamento, tramite sistemi inversi a basso angolo a scala variabile dal metro alle decine e centinaia di metri.

Nei maggiori affioramenti di queste successioni sedimentarie (a N di Butera, Caltanissetta, nell'area tra Agrigento e Naro, a N-E di Ribera e a Bompensiere) si osservano degli andamenti variabili da E-W a NE-SW.

Il piegamento delle successioni sedimentarie più recenti sfugge alla scala delle osservazioni mesoscopica ed è desumibile solo da un'osservazione cartografica.

Questo piegamento appare il prodotto di almeno due eventi deformativi che si sono realizzati durante l'intervallo Pliocene medio-Pleistocene.

Il susseguirsi di queste deformazioni ha determinato delle geometrie di piegamento note con il termine di "duomo e bacino". Queste geometrie generalmente si generano quando le direzioni di massima compressione del campo di stress variano sull'orizzontale di circa 90°.

Nei sistemi di piegamento plio-pleistocenici si osserva inoltre che dei due il più recente determina delle geometrie note con il termine di pieghe en-echelon. Questa particolare forma delle pieghe che coinvolgono le successioni sabbioso-calcarenitiche affioranti nell'area sono generalmente l'espressione di sistemi di faglie trascorrenti.

Questo tipo di pieghe può essere osservato in tutta l'area in esame; l'ordine di grandezza delle loro dimensioni si aggira intorno alla decina di chilometri e sono particolarmente evidenti nelle aree di Butera, Ravanusa, Barrafranca e Mazzarino, mentre nei settori più occidentali, dove le coperture plio-pleistoceniche sono erose, queste geometrie appaiono evidenti dall'andamento in carta delle successioni messiniane e pre-messiniane (ad esempio nelle aree di Delia, S. Cataldo, Palma di Montechiaro-Campobello di Licata, ecc.).

Per quel che riguarda il primo sistema di piegamento, che viene accompagnato anche da una fase di thrusting, è possibile indicare una direzione prevalente E-W, mentre per il sistema più recente en-echelon l'andamento appare in direzione NE-SW.

Le geometrie di piegamento che caratterizzano il multistrato sedimentario affiorante in Sicilia centro-meridionale lasciano supporre un piegamento fortemente disarmonico. Infatti, ad esempio sulla base dell'angolo fra i due lembi, le famiglie di pieghe possono essere

suddivise in diverse classi; si osserva in particolare che le successioni sicilidi si presentano deformate secondo sistemi di pieghe prevalentemente chiuse, serrate o isoclinaliche, mentre le successioni evaporitiche si presentano deformate secondo sistemi prevalentemente chiusi.

Sono variabili anche le curvature delle cerniere; ma anche limitatamente a questo parametro si è osservato che all'interno delle successioni gessose costituite da cristalli selenitici le curvature dei sistemi di pieghe sono mediamente blande, mentre nei sistemi presenti all'interno delle successioni stratigraficamente sottostanti le curvature delle cerniere possiedono delle geometrie variabili ma in ogni caso comprese tra forme da appuntite a molto curve.

La curvatura dei fianchi è blanda nelle pieghe che caratterizzano le successioni pelagiche del Pliocene inf. ed in parte delle successioni evaporitiche, mentre i fianchi delle pieghe presenti nelle successioni riferibili alla Formazione Terravecchia sono generalmente curve e più raramente molto curve.

Sulla base del loro profilo si possono distinguere, soprattutto all'interno delle successioni del "*Tripoli*", vari tipi di pieghe, con frequenti isoclinali, chevron e box, mentre i sistemi di pieghe presenti all'interno delle successioni "carbonatiche" messiniane sono spesso sia simili che parallele, con spessori più o meno costanti degli strati, e meno frequentemente concentriche. In tali successioni inoltre le pieghe sono simmetriche (tranne che in pieghe da ramp), mentre nelle successioni messiniane stratigraficamente sovrastanti i sistemi sono esclusivamente asimmetrici.

Queste geometrie inducono a considerare diversi meccanismi di piegamento, variabili dal buckling, al flexural slip, al kinking, all'oblique shear.

Le successioni di rocce affioranti sono inoltre interessate in modo pervasivo da un fagliamento espresso quasi sempre da sistemi di taglio inversi a basso angolo e solo a luoghi da faglie dirette.

Le faglie inverse hanno determinato la sovrapposizione tettonica di corpi rocciosi tramite superfici di discontinuità meccaniche che coinvolgono le rocce affioranti a diverse scale di osservazione.

Ad esempio, sono state osservate numerose faglie che producono la sovrapposizione di corpi rocciosi, costituiti spesso da successioni evaporitiche messiniane, ma senza produrre apparentemente notevoli rigetti, per i quali sembrano invece i responsabili quei sistemi nei quali si ritrovano coinvolte anche le successioni pre-messiniane e per i quali sono visibili i relativi fronti nell'allegata carta geologico-strutturale.

Anche l'osservare un diverso raccorciamento delle successioni rocciose, tramite la presenza di più sistemi di faglie inverse, conduce ad ipotizzare la presenza di diversi orizzonti di scollamento lungo la successione sedimentaria, così come proverebbe anche la pronunciata disarmonia nel piegamento descritta in precedenza.

I corpi tettonici S e SW-vergenti riconosciuti in affioramento sono spesso limitati da superfici di ramp e flat. Le dimensioni di queste superfici di thrusts variano dalla scala metrica a quella delle centinaia di metri. Questi sistemi di thrusts possiedono (spesso a seconda delle proprie dimensioni) rapporti reciproci riconoscibili regionalmente.

Sono stati ad esempio osservati corpi tettonici limitati da faglie inverse a basso angolo che si raccordano lungo le superfici di scollamento precedentemente descritte. I corpi limitati da tali faglie così individuati appaiono come horses e quindi è possibile ricondurre la configurazione generale ad una geometria di duplex. Questi thrusts possiedono delle dimensioni variabili da qualche decina ad un centinaio di metri.

Queste geometrie sono desumibili sia dalle osservazioni sul terreno che dalla comparazione di dati di trivellazioni.

Questi thrusts sono interessati inoltre da numerosi rapporti di cut-off, che appaiono l'espressione di ulteriori e successivi sistemi di faglie inverse a basso angolo.

Le geometrie di duplex sono osservabili all'interno di diverse porzioni del multistrato sedimentario messiniano; sono ad esempio visibili dalla scala metrica fino a quella delle decine di metri all'interno del "Tripoli", così come all'interno delle successioni "carbonatiche" e gessose.

Anche nelle successioni sedimentarie stratigraficamente più antiche possono essere osservate tali geometrie, benché ora la scala di questi corpi diviene più grande.

Il riconoscimento diffuso di queste geometrie induce a ipotizzare una deformazione di questo settore di catena espressa da più livelli di duplex sovrapposti (configurazione di tipo multiduplex).

I numerosi rapporti di cut-off osservati indicano una dislocazione delle faglie inverse che limitano gli horses descritti e sono l'espressione di ulteriori e successivi sistemi di faglie inverse a basso angolo, ancora una volta con geometrie di ramp-flat, che coinvolgono il multistrato, dalle successioni pelagiche del Pliocene inf. fino ai livelli più profondi. Quest'ultima sequenza di thrusts, coinvolge, tranne che i "Trubi", terreni già piegati e fagliati, e appare come quella che determina la messa in posto di corpi tettonici di dimensioni ettometriche e chilometriche (sempre caratterizzati nelle porzioni frontali da anticlinali da ramp, anche rovesciate) e cioè dell'imbricate fan riconosciuto in affioramento.

L'andamento dei fronti di thrusts di età messiniana e pliocenica appaiono anch'essi deformati, con geometrie che ricordano quelle dei sistemi di pieghe en-echelon già descritti in precedenza.

Da queste osservazioni è stato ipotizzato che le deformazioni nell'area sono state dapprima espresse da un piegamento ed un fagliamento, dei quali sono attualmente espressione i maggiori corpi tettonici affioranti, e successivamente da un nuovo piegamento a scala più grande rispetto al precedente e che ha prodotto sistemi en-echelon.

L'assetto strutturale ricostruito è stato studiato attraverso l'elaborazione di alcuni profili geologici ad andamento regionale, estrapolati in profondità sia tramite l'ausilio di pozzi più o meno profondi presenti nell'area che tramite l'interpretazione sulla prosecuzione in profondità dei dati di superficie. Le differenze nei tipi e nel numero delle famiglie di pieghe registrate nei corpi rocciosi affioranti lascia già supporre che gli eventi deformativi che si sono succeduti nell'area sono diversi e che pertanto preponderante appare l'influenza della tettonica sulla sedimentazione.

Considerazioni Idrogeologiche

Per le considerazioni, geologiche, geologico-strutturali, sopra descritte i depositi della serie evaporitica non presentano caratteristiche litologiche e granulometriche, tali da poter essere in grado di ospitare falde idriche di rilevante interesse idrogeologico né dal punto di vista quantitativo per l'esiguo spessore ed estensione areale e per il basso grado di permeabilità e porosità dei depositi calcarei e gessosi né dal punto di vista qualitativo in quanto le acque ospitate in questi depositi evaporitici sono di tipo selenitoso e si presentano arricchite soprattutto in solfati e cloruri.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

ABATE B., CATALANO R., D'ARGENIO B., DI STEFANO P. & RENDA P., 1982a - *Facies sedimentarie e rapporti strutturali delle Madonie Orientali*. In: Catalano R. & D'Argenio B. (Eds.), "Guida alla geologia della Sicilia occidentale", Guide geologiche regionali della SGI, Suppl. A. v. 24, 49-52, Palermo.

ABATE B., CATALANO R., D'ARGENIO B., DI STEFANO E., DISTEFANO P., LO CICERO G., RENDA P., 1981 - *Stratigraphy and sedimentary facies of the surveyed region*. In: Guide-Book of the field trip in Western Sicily. Penrose Conference on controls of carbonate platform evolution. Palermo.

ABATE B., DI STEFANO E., DI STEFANO P., PECORARO C. & RENDA P., 1982b - *Segnalazione di un affioramento di "Trubi" nel Massiccio di P.zo Carbonara (Madonie, Sicilia)*. Rend. Soc. Geol. Ital., 5, 25-26.

ABATE, R. CATALANO, B. D' ARGENIO, DI STEFANO P., LO CICERO G., VITALE F., INFUSO S., MILIA A., NIGRO F. & SULLI A., 1990 - *Hammering a seismic section (Field trip in western Sicily)*.

ABATE B., CATALANO R., D' ARGENIO B., DI STEFANO E., DI STEFANO P., LO CICERO G., MONTANARI L., PECORARO C. & RENDA P., 1972 - *Evoluzione delle zone di cerniera tra Piattaforme Carbonatiche e Bacini nel Mesozoico e nel Paleogene della Sicilia occidentale*. In Catalano R. e D'Argenio B., (Eds), "Guida alla geologia della Sicilia occidentale", Guide geologiche Regionali della S.G.I., suppl. A., v. 24 delle Mem. Soc. Geol. It., Palermo 1982.

ARAMBOURG C., 1925 - *Révision de poissons fossiles de Licata (Sicile)*. Ann. Paleont., 14, 39-132.

BALDACCI L., 1886 - *Descrizione geologica dell'Isola di Sicilia*. Mem. des. Carta Geol. d'It., v. 1, 403 pp.

BEHRMANN R. B., 1938 - *Appunti sulla Geologia della Sicilia Centro-Meridionale*. Roma, Cuggiani, 56.

BELLANCA A., CALDERONE S. & NERI R., 1986 - *Isotope geochemistry, petrology and depositional environments of the diatom dominated "Tripoli" Formation (Lower Messinian)*,

Sicily. Sedimentology, 33, 729-743.

BENEO E., 1949a - *Sul "Microdiapiro " di Leonforte e su quelli a Nord di Gela (Sicilia Centrale e Meridionale)*. "Rend. Acc. Lincei" (Cl. Sc. Fis., Mat. e Nat.), Ser. VII, Fasc. 1-4 , 108-113.

BENEO E., 1949b - *Tentativo di sintesi tettonica dell'Italia peninsulare e insulare*. Boll. Soc. Geol. It., 68, 66-80.

BENEO E., 1950 - *Le possibilità petrolifere della Sicilia*. Riv. Min. Sic., 5-6, 185-193.

BENEO E., 1951 - *Appunti sulla elaborazione di una diagnosi strutturale della Sicilia*. Boll. Serv. Geol. d'It., 73, 409-438.

BENEO E., 1955 - *Les résultats des études pour la recherche pétrolifere en Sicile*. Proceeding of the Fourth World petr. Congr. Section I/A/2, Paper 1, Reprint 1, 109-124.

BENEO E., 1958 - *Sull'olistostroma quaternario di Gela (Sicilia Meridionale)*. Boll. Serv. Geol. d'It., 79, n° 1-2, 5-15.

BOMMARITO S. & CATALANO R., 1973 - *Facies analysis of an evaporitic messinian sequence near Ciminna (Palermo, Sicily)*. In: Drooger C. W. (Ed.), Messinian Events in the Mediterranean, North Holland, Amsterdam, 172-177.

BOUMA A. H., 1962 - *Sedimentology of some flysch deposits*. Elsevier Publishing Co., New York, U. S. A., 168 pp.

BROQUET P., 1964.- *Découverte d'une série intermédiaire entre les Madonies et les Sicani (Sicile)*. C.R. Ac. Sc. Paris, 259, 3800-3802.

BROQUET P., 1968 - *Etude géologique de la région des Madonies (Sicile)*. Thèse, Fac. Sc., Lille 797 pp.

BUTLER G. P., 1969 - *Modern evaporite deposition and geochemistry of co-existing brines, Trucial Coast, Arabian Gulf*. Journ. Sedim. Petrol., 39, 70-89.

BUTLER G. P., 1970 - *Holocene gypsum and anhydrite of the Abu Dhabi Sabkha, Trucial Coast: an alternative explanation of origin*. Proc. 3rd Symposium on Salt, 1, 120-152.

CAMPISI B., 1958 - *Note illustrative del rilevamento geologico delle tavolette di Petralia, Polizzi, Alimena (Sicilia settentrionale)*. Boll. Serv. Geol. d' It., 79, 913-928.

CASALE V., 1969 - *Studio micropaleontologico della sezione Pliocenica di Enna*. Atti Acc.

Gioenia Sc. Nat., Serv. 7, 1, 397-478, Catania.

CATALANO R., 1979 - *Scogliere ed evaporiti messiniane in Sicilia. Modelli genetici ed implicazioni strutturali*. Lavori dell'Istituto di Geologia dell'Università di Palermo, n. 18, 1-21, Palermo.

CATALANO R., 1986a - *Northern Sicily Channel: structures from seismic reflection profiles*. Abs., in: *Studies on the Mesozoic and Tertiary Geodynamics of the Periadriatic Region*, Sumeg. Hung., Sept. 1986.

CATALANO R., 1986b - *Le evaporiti messiniane. Loro ruolo nell'evoluzione geologica della Sicilia*. *Le grotte d'Italia*, XIII (4), 109-122.

CATALANO R. & SPROVIERI R., 1969 - *Stratigrafia e micropaleontologia dell'intervallo tripolaceo di Torrente Rossi (Enna)*. *Atti Acc. Gioenia Sc. Nat. Catania*, s. 7, vol. 1, 513.

CATALANO R. & D'ARGENIO B., 1978 - *An essay of palinspastic restoration across Western Sicily*. *Geol. Romana*, 17: 145-159.

CATALANO R. & D'ARGENIO B., 1981 - *An introduction to the geology and palaeogeography of Sicily*. In: *Palaeogeographic Evolution of a Continental Margin in Sicily*, Penrose Conf., Guide Book Field Trip in Western Sicily, Palermo, 9-47.

CATALANO R. E D'ARGENIO B., 1982a - *Schema geologico della Sicilia*. In: Catalano R. e D'Argenio B. Eds. "Guida alla Geologia della Sicilia Occidentale", Guide geologiche regionali della Soc. Geol. It., suppl. A. v. XXIV delle Mem. Soc. Geol. It., 9-41.

CATALANO R. & ESTEBAN M., 1978 - *Messinian reefs of Western and Central Sicily*. Abs., Meeting on geodynamic and biodynamic effects of Messinian salinity crisis in the Mediterranean, n. 4.

CATALANO R. E SPROVIERI R., 1969 - *Stratigrafia e microfacies dell'intervallo tripolaceo del Torrente Rossi (Enna)*. *Atti Acc. Gioenia Sc. Nat. Catania*, s. 7, v. 1 (suppl. Sc. Geol.), 513.

CATALANO R., DI STEFANO E., INFUSO S., VAIL P.R. AND VITALE F.P., 1992a - *Sequence stratigraphy of the Plio-Pleistocene of Sicily*. In: *Sequence Stratigraphy of European Basins*, Dijon, France, 36-37.

CATALANO R., DI STEFANO E., LO CICERO G., VAIL P.R. AND VITALE F.P., 1992b - *Pliocene sequence stratigraphy of the Caltanissetta Basin (Capodarso section, Sicily)*. In: *Sequence*

stratigraphy of european basins, 438.

CATALANO R., DI STEFANO P., NIGRO F. & VITALE F. P., 1993a - *Sicily mainland and its offshore: a structural comparison*. In: Max, M. D. and Colantoni, P. (Eds.). "Geological Development of the Sicilian-Tunisian Platform", Proceedings of International Scientific Meeting held at the University of Urbino, Italy, 4-6 November, 1992. UNESCO reports in Marine Science 58.

CATALANO R., DI STEFANO E., INFUSO S., LO CICERO G., VAIL P.R. AND VITALE F.P., 1993b - *Basin analysis and sequence stratigraphy of the Plio-Pleistocene of Sicily*. UNESCO Report in marine science, "geological development of the Sicilian- Tunisian Platform", 58, 99-104.

CATALANO R., D'ARGENIO B., MONTANARI L., RENDA P., ABATE B., MONTELEONE S., MACALUSO T., PIPITONE G., DI STEFANO E., LO CICERO G., DI STEFANO P. E AGNESI V., 1978 - *Contributi alla conoscenza della struttura della Sicilia occidentale. 1) Il profilo Palermo-Sciacca*. Mem. Soc. Geol. It., 19, 485-493.

CHEVALIER I.P. 1961 - *Recherches sur les madréporaires et les formations récifales du Miocène de la Méditerranée occidentale*. Mem. Soc. Géol. France, n.s. 11, 562.

CITA M.B. 1973 - *Mediterranean Evaporite: Paleontological arguments for a deep basin dessication model*. In: Messinian events in the Mediterranean. Kon. Ned. Ak. Wet., 206-228.

COLALONGO M. L., DI GRANDE A., D'ONOFRIO S., GIANNELLI L., IACCARINO S., MAZZEI R., ROMEO M. & SALVATORINI G., 1979 - *Stratigraphy of Late Miocene Italian sections straddling the Tortonian/Messinian boundary*. Boll. Soc. Paleont. It., 18, 258-302.

CRESCENZI S. & GAFFURINI U., 1955 - *Tentativo di ricostruzione Paleogeografica. La Sicilia attraverso il Neogene e il Quaternario*. Riv. Min. Sic., 6 (32).

DECIMA A., 1962 - *Osservazioni sulle argille ritenute plioceniche del versante meridionale delle Madonie*. Riv. Ital. Paleont., 389-428.

DECIMA A., 1964 - *Confronto tra i bacini della Paratetide e del Mediterraneo al limite Miocene-Pliocene*. Riv. Min. Sic., 15, (88-90), 227.

DECIMA A., 1975 - *Initial data on the bromine distribution in the Miocene salt formation of Southern Sicily*. In: Catalano R. et Al. (Ed): Messinian Evaporites in the mediterranean, Mem. Soc. Geol. Ital., 16, 39-43.

DECIMA A. & SPROVIERI R., 1973 - *Comments on late Messinian Microfaunas in several sections from Sicily*. In: Drooger C. W. (Ed.), *Messinian Events in the Mediterranean*, North Holland, Amsterdam, 229-233.

DECIMA A. E WEZEL F. C., 1971 - *Osservazioni sulle evaporiti siciliane della Sicilia centro meridionale*. Riv. Min. Sic., 132-139, 127-187.

DECIMA A. E WEZEL F. C., 1973 - *Late Miocene evaporites of the Central Sicilian Basin*. In: *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, v. XIII, (Ed. by Ryan W. B. F., Hsu K. J. et al.), 1234-1240, U. S. Gov. Print. Off., Washington, D. C., U. S. A.

DECIMA A., MCKENZIE J. A. & SCHREIBER B. C., 1988 - *The origin of "evaporitive limestones": an example from the Messinian of Sicily*. Journ. Sedim. Petrol., 58 (2), 256-272.

DELLWIG L. F. 1955 - *Origin of the Salina Salt of Michigan*. J. Sedim. Petrol., 25, 83-110.

DE STEFANI T., 1948 - *Sui risultati di alcune escursioni geologiche da me eseguite in territorio di Piazza Armerina (Prov. di Enna)*. "Plinia", vol. I, nota VI,33-54.

DI GERONIMO I., 1969 - *La sezione Plio-Pleistocenica di Monte Navone (Piazza Armerina, Enna)*. Atti Acc. Gioenia Sc. Nat. Catania, s. 6, 20, Suppl. Sc. Geol., 81-146.

DI GERONIMO I. E COSTA B., 1978 - *Il Pleistocene del Monte dell'Apa (Gela)*. Riv. It. Paleont., LXXXIV, 2, 245-276.

DI GERONIMO I., GHISSETTI F., GRASSO M., LENTINI F., RASÀ G. E VEZZANI L., 1979 - *Dati preliminari sulla neotettonica della Sicilia Centrale*. Fogli 251 (Cefalù), 260 (Nicosia), 268 (Caltanissetta), 269 (Paternò), 270 (Catania), 272 (Gela), 273 (Caltagirone) e 275 (Scoglitti). In: *contributi preliminari alla realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia*, Pubbl. n° 251 del P.F. Geodinamica, 391-429.

DI GRANDE A. & ROMEO M., 1975 - *Stratigrafia delle marne supramioceniche di Scicli (Ragusa, Sicilia)*. Riv. Ital. Paleont., 81, 491-526.

DI GRANDE A., GRASSO M., LENTINI F. E SCAMARDA G., 1978 - *Facies e stratigrafia dei depositi Pliocenici tra Leonforte e Centuripe (Sicilia centro-orientale)*. Boll. Soc. Geol. It., 95, 1319- 1345.

D'ONOFRIO S., GIANNELLI L., IACCARINO S., MORLOTTI E., ROMEO M., SALVATORINI G., SAMPÒ M. & SPROVIERI R., 1975 - *Planktonic foraminifera of the Upper Miocene from some*

- Italian sections and the problem of the lower boundary of the Messinian.* Boll. Soc. Paleont. It., 14, 177-196.
- EDINGER S. E., 1973 - *The growth of gypsum.* J. Crist. Growth, 18, 217-224.
- ESTEBAN M., CATALANO R. & DI STEFANO E., 1982 - *Scogliere messiniane a Porites nella Sicilia sud-occidentale.* Rend. Soc. Geol. It., 59, 61-64.
- EVANS G., SCHMIDT V., BUSH P. & NELSON H., 1969 - *Stratigraphy and geologic history of the Sabkha, Abu Dhabi, Persian Gulf.* Sedimentology, 12, 145-159.
- FAILLACE C. E ANTOLINI P., 1958 - *La trasgressione del Pliocene superiore nella zona di Piazza Armerina.* Boll. Soc. Geol. It., 79, 969-975.
- FLORES G., 1959 - *Evidence of slump phenomens (Olistostromes) in areas of hydrocarbons explorations in Sicily.* Proc. Fifth World Petr. Congress New York.
- FRANCAVIGLIA A. E JACOBACCI A., 1953 - *Appunti sul rilevamento geologico della zona sud-orientale del Foglio 268 della Carta d'Italia "Caltanissetta".* Boll. Serv. Geol. It., vol. LXXIV, f. 2°, Roma.
- FRIEDMAN G. M., 1965 - *Terminology of crystallization textures and fabrics in sedimentary rocks.* J. Sedim. Petrol., 35, 643-655.
- FRIEDMAN G. M., 1972 - *Significance of the Red Sea in the problem of evaporites and basinal limestones.* Bull. Am. Ass. Petrol. Geol., 56, 1072-1086.
- GARRISON R., SCHREIBER B. C., BERNOULLI D., FABRICUIS K., KIDD R. & MELIERES F., 1977 - *Sedimentary petrology and structures of Messinian evaporitic sediments in the Mediterranean Sea, Leg 42A, Deep Sea Drilling Project.* In: Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, vol. XLII (Ed. by Hsu K. J., Montadert L. L. et al.), U. S. Gov. Print. Off. Washington, D. C., U. S. A.
- GRASSO M. & BUTLER W. H., 1992 - *Tectonic control on deposition of late Tortonian sediments in the Caltanissetta Basin of Central Sicily.* Mem. Soc. Geol. It., 47, 313-324.
- GRASSO M. E LA MANNA F., 1992 - *Lineamenti stratigrafici e strutturali del fronte della Falda di Gela affiorante a NW del Plateau Ibleo (Sicilia sud-orientale).* Geol. Romana, 29, 55-72.
- GRASSO M. & PEDLEY H. M., 1985 - *The Pelagian Islands: A new geological interpretation from sedimentological and tectonic studies and its bearing on the evolution of the Central*

Mediterranean region (Pelagian Block). Geol. Romana, 24, 13-33.

GRASSO M. & PEDLEY H. M., 1988 - *The sedimentology and development of Terravecchia Formation carbonates (Upper Miocene) of north-central Sicily: possible eustatic influence on facies development*. Sedim. Geol., 57, 131-149.

GRASSO M., LENTINI F. & PEDLEY H. M., 1982 - *Late Tortonian-lower Messinian (Miocene) palaeogeography of SE Sicily: information from two new formations of the Sortino Group*. Sedim. Geol., 32, 279-300.

GRASSO M., LENTINI F. & VEZZANI L., 1978 - *Lineamenti stratigrafico-strutturali delle Madonie (Sicilia centro-settentrionale)*. Geol. Rom., 17, 45-69.

GRASSO M., PEDLEY H. M. & ROMEO M., 1990 - *The Messinian "Tripoli" Formation of north-central Sicily: palaeoenvironmental interpretation based on sedimentological, micropalaeontological and regional tectonic studies*. Paléobiol. Cont., 17, 189-204.

HARDIE L. A. & EUGSTER H. P., 1971 - *The depositional environment of marine evaporites: a case for shallow, clastic accumulation*. Sedimentology, 16 (3-4), 187.

HEIMANN K. O. & MASCLE G., 1974 - *Les séquences de la série évaporitique messinienne*. C. R. Acad. Sci. Paris, 279, 1987-1990.

JACOBACCI A., 1952 - *Il rilevamento della tavoletta "Barrafranca" (268 III SO)*. Boll. Serv. Geol. d'It., vol. LXXIV, fasc. 2°, Roma, 299-815.

KINSMAN D. J. J., 1966 - *Gypsum and anhydrite of recent age, Trucial Coast, Persian Gulf*. In: Second Symp. Salt: N. Ohio Geol. Soc., 1, 302-326.

KINSMAN D. J. J., 1969 - *Modes of formation, sedimentary association and diagnostic features of shallow water and supratidal evaporites*. Bull. Am. Ass. Petrol. Geol., 53, 830-840.

LENTINI F., CARBONE S., CATALANO S., GRASSO M. & MONACO C., 1990 - *Principali elementi strutturali del thrust belt appenninico-maghrebide in Sicilia centro-orientale*. Mem. Soc. Geol. It., 45, 495-502.

MCKENZIE J.A., JENKYN H.C. & BENNET G.G., 1979 - *Stable isotope study of the cyclic diatomite-claystones from the "Tripoli" formation, Sicily: a Prelude to the messinian salinity crisis*. Paleogeogr., Paleoclimat., Paleoecol., 29, 125-141, Amsterdam.

MEZZADRI P., 1961 - *Osservazioni sul Pliocene in Sicilia*. Riv. Min. Sic., n° 69, 103-114.

- MEZZADRI P., 1963 - *La serie gessoso-solfifera della Sicilia*. Lo Zolfo, nn. 30-37.
- MONTANARI L., 1985 - *Approccio alla geologia stratigrafica*. Dario Flaccovio Ed., Palermo, 301 pp.
- MOTTA S., 1951 - *La serie gessoso-solfifera (s.s.) nel quadro delle più recenti vedute sulla struttura geologica della Sicilia*. Riv. Min. Sic. n° 7, 10-21.
- MOTTA S., 1953 - *Appunti preliminari sui rilevamenti geologici effettuati durante il 1953*. Boll. Serv. Geol. d'It., 75, 757.
- MOTTURA S., 1871 - *Sulla formazione terziaria nella zona zolfifera della Sicilia*. Mem. R. C. Geol. It., 1.
- OGNIBEN L., 1953 - *"Argille scagliose" ed "Argille brecciate" in Sicilia*. Boll. S. Geol. d'It., 75, 281-289.
- OGNIBEN L., 1954 - *Le "Argille brecciate" siciliane. Con i rilievi di dettaglio di Grottacalda (Valguarnera, Enna), Passarello (Licata, Agrigento), Zubbi (S. Cataldo, Caltanissetta)*. Mem. Ist. Geol. e Miner. Univ. Padova, vol. 18, 1-92.
- OGNIBEN L., 1955a - *Le argille scagliose del Crotonese*. Mem. e Note Ist. Geol. Appl. Napoli, 6, 1-72.
- OGNIBEN L., 1955b - *Inverse graded bedding in primary gypsum of chemical depositional*. J. Sedim. Petrol., 25, 273-281.
- OGNIBEN L., 1957 - *Petrografia della Serie Solfifera Siciliana e considerazioni geologiche relative*. Mem. descr. Carta Geol. d'Italia, vol. 33, 1-275, Roma.
- OGNIBEN L., 1960 - *Nota illustrativa dello schema geologico della Sicilia nord-orientale*. Riv. Min. Sic., II (64-65), 183-212.
- PAREA G. C. & RICCI LUCCHI F., 1973 - *Resedimented evaporites in the Periadriatic trough*. Israel J. Earth Sci., 21, 125-141.
- PEDLEY H. M., 1983 - *The petrology and palaeoenvironment of the Sortino Group (Miocene) of SE Sicily: evidence for periodic emergence*. J. Geol. Soc. London, 140 (3), 335-350.
- PEDLEY H. M. & GRASSO M., 1993 - *Controls on faunal and sediment cyclicity within the "Tripoli" and Calcare di Base basins (Late Miocebe) of central Sicily*. Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology, 105, 337-360.

- PIERRE C., 1974 - *Contribution à l'étude sédimentologique et isotopique des évaporites Messiniennes de la Méditerranée; implication géodynamiques*. Thesis, Un. de Paris, VI, 173 pp.
- RAUP O. B., 1970 - *Brine mixing: an additional mechanism for formation of basin evaporites*. Bull. Am. Ass. Petrol. Geol., 54, 2246-2259.
- RICHTER-BENBURG G., 1973 - *Facies and paleogeography of the Messinian evaporites in Sicily*. In: Drooger C. W. (Ed.), *Messinian Events in the Mediterranean*, N. Holland, Amsterdam, 124-141.
- RIGO DE RIGHI F., 1953 - *Contributo alla conoscenza del Neogene (Miocene sup. e Pliocene) della Sicilia centro-meridionale*. Boll. Serv. Geol. d'Italia, 65, 13-26.
- RIGO DE RIGHI F., 1956 - *Olistostromi neogenici in Sicilia*. Boll. Soc. Geol. It., 75, 185-215.
- ROCCO T., 1959 - *Gela in Sicilia. Un singolare campo petrolifero*. Riv. Min. Sic., 10, 167-188.
- RODA C., 1966 - *Nuove conoscenze sulla trasgressione mediopliocenica*. Boll. Acc. Gioenia Sc. Nat., Ser. 4,8 , 705-716, Catania.
- RODA C., 1967a - *I sedimenti plio-pleistocenici nella Sicilia centro -meridionale*. Atti Acc. Gioenia Sc. Nat., Ser. 6, 18, 295-310.
- RODA C., 1967b - *Le formazioni del Miocene superiore e del Pliocene inferiore e medio al Monte Capodarso (Enna), con la stratigrafia del sondaggio "Trabonella"*. Atti Acc. Gioenia Sc. Nat. Ser., 19, 1-56.
- RODA C., 1968 - *Geologia della tavoletta Pietraperzia (Province di Caltanissetta ed Enna, foglio 268, III NE)*. Atti Acc. Gioenia Sc. Nat., Ser. 6, 19, 145-254.
- RODA C., 1971 - *Note illustrative della carta geologica della tavoletta Monte Gibliscemi (Provincia di Caltanissetta, F. 272, I SW)*. Boll. Sed. Acc. Gioenia Sc. Nat., Ser. 4, 10, 571-632.
- RUGGIERI G., 1960a - *La genesi della formazione "Gessoso solfifera"*. Riv. Min. Sic., a. XI, n° 66, 2-4.
- RUGGIERI G., 1961 - *Alcune zone biostratigrafiche del Pliocene e del Pleistocene italiano*. Riv. Ital. Paleont. Strat., V. 67, n° 4, 405-417, Milano.

- RUGGIERI G., 1967 - *The Miocene and later evolution of the Mediterranean Sea*. Systematics Association Publication, n. 7, Aspect of Tethyan biogeography, 283-290.
- RUGGIERI G., 1973 - *La malacofauna del Pleistocene inferiore di Casa Schifo presso Gela (Sicilia)*. Boll. Soc. Paleont. It., 12, 158-165, Modena.
- RUGGIERI G. & SPROVIERI R., 1976 - *Messinian salinity crisis and its palaeogeographical implications*. Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology, 20, 13-21.
- RUGGIERI G. & SPROVIERI R., 1978 - *The << Dessication Theory >> and its evidence in Italy and Sicily*. In: Catalano R., Ruggieri G. & Sprovieri R. (Eds.), *Messinian Evaporites in the Mediterranean*, Mem. Soc. Geol. It., XVI, 165-169.
- RUGGIERI G. E SPROVIERI R., 1979 - *Considerazioni paleogeografiche sul Messiniano superiore*. Boll. Soc. Geol. It., 95, 1121-1126.
- RUGGIERI G., TORRE F., 1979 - *Faglia trascorrente Est-Ovest a Nord delle Petralie (Palermo)*. Rend. Soc. Geol. It., 2, 5-6.
- RUGGIERI G. E TORRE G., 1984 - *Il Miocene Superiore di Cozzo Terravecchia*. Giorn. di Geol., Ser. 3, 46 (I), 33-43.
- SAINT-MARTIN J. P. & ROUCHY J. M., 1990 - *Les plates-formes carbonatées Messiniennes en Méditerranée occidentale: leur importance pour la reconstitution des variations du niveau marin au Miocene terminal*. Bull. Soc. Geol. Fr., 8, 83-94.
- SCHMIDT DI FRIEDBERG P., 1959 - *La geologia del gruppo montuoso delle Madonie nel quadro delle possibilità petrolifere della Sicilia centro-settentrionale*. Atti 2° Conv. Intern. Studi "Petr. Sicilia", 130-136.
- SCHMIDT DI FRIEDBERG P., 1964 - *Litostratigrafia petrolifera della Sicilia*. Riv. Min. Sic., 15 (88-90), 198-217.
- SCHMIDT DI FRIEDBERG P., 1965 - *Litostratigrafia petrolifera della Sicilia*. Riv. Min. Sic., 88-90, 188-217; e 91-93, 50-71.
- SCHMIDT DI FRIEDBERG P., 1967 - *L'anticlinale di Portella del Vento (Sicilia centrale)*. Rev. Inst. Franc. Pètr., 17, 653-668.
- SCHMIDT DI FRIEDBERG P., BARBIERI F. & GIANNINI C., 1960 - *La geologia del gruppo montuoso delle Madonie (Sicilia centro-settentrionale)*. Boll. Serv. Geol. It., 81, 73-140.

- SCHREIBER B. C. & DECIMA A., 1978 - *Sedimentary facies produced under evaporitic environments: a review*. In: Catalano R., Ruggieri G. & Sprovieri R. (Eds.), *Messinian Evaporites in the Mediterranean*, Mem. Soc. Geol. It., XVI, 111-126.
- SCHREIBER B. C. & FRIEDMAN G. M., 1976 - *Depositional environments of Upper Miocene (Messinian) evaporites of Sicily as determined from analysis of intercalated carbonates*. *Sedimentology*, 23, 255-270.
- SCHREIBER B. C. & KINSMAN D. J. J., 1975 - *New observation on the Pleistocene evaporites of Montallegro, Sicily and a modern analog*. *J. Sedim. Petrol.*, 45, 469-479.
- SCHREIBER B. C., FRIEDMAN G. M., DECIMA A. & SCHREIBER E., 1976 - *Depositional environments of Upper Miocene (Messinian) evaporite deposits of the Sicilian Basin*. *Sedimentology*, 23, 729-760.
- SELLI R., 1960 - *Il Messiniano Meyer-Eymar 1867. Proposta di un neostratotipo*. *Giorn. Geol.*, 28 (2), 1-33.
- SENOWBARI-DARYAN B. & ABATE B., 1986 - *Zur palaontologie, fazie und stratigraphie der Karbonate innerhalb der "Formazione Mufara" (Obertrias, Sizilien)*. *Naturalista Sic.*, S. IV, 10 (1-4), 59-104.
- SENOWBARI-DARYAN B., SCHAFFER E. & MARBURG P., 1986 - *Sphinctozoas (Calcareous sponges) from Noria Reefs of Sicily (Italy)*. *Facies*, 14, 235-284, Erlangen.
- SHEARMAN D. J., 1963 - *Recent anhydrite gypsum, dolomite and halite from the coastal flats of the Arabian shore of the Persian Gulf*. *Proc. Geol. Soc. London*, 1607, 63-65.
- SHEARMAN D. J., 1966 - *Origin of marine evaporites by diagenesis*. *Trans. Inst. Min. Met.*, 75, 208-215.
- SHEARMAN D. J., 1970 - *Recent halite rock, Baja California, Mexico*. *Inst. Min. Metall.*, 79, 155-162.
- SHEARMAN D. J., 1971 - *Marine evaporites: the calcium sulfate facies*. *Am. Soc. Petrol. Geol. Seminar*, Univ. of Calgary, Canada, 65 pp.
- SORBINI L. & TIRAPELLE RANCAN R., 1979 - *Messinian fossil fish of the Mediterranean*. *Palaeogeography Palaeoclimatologi Palaeoecology*, 29, 143-154.
- SPROVIERI R., 1975 - *I limiti Messiniano-Pliocene nella Sicilia centro-meridionale*. *Boll. Soc.*

Geol. It., 94, 51-91.

WEZEL F.C., 1965 - *Geologia della tavoletta Mirabella Imbaccari (Prov. Catania, Caltanissetta ed Enna, F. 272, I NE)*. Boll. Soc. Geol. It., 84, 3-136.

WEZEL F.C., 1966a - *Notizie sul rilievo geologico di grande dettaglio della tavoletta Mirabella Imbaccari (F. 272, I NE)*. Boll. Acc. Gioenia Sc. Nat. in Catania, 8, 652-657.