



REGIONE SICILIANA  
PRESIDENZA



PRESIDENZA  
DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI  
DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE



Commissario Delegato per l'Emergenza Bonifiche  
e la Tutela delle Acque in Sicilia

# PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE DELLA SICILIA

(di cui all'art. 121 del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n° 152)



## Relazione sui corpi idrici sotterranei non significativi

COORDINAMENTO GENERALE A CURA DI	DOCUMENTO	REDATTO DA	DATA	APPROVATO
 SOCIETÀ GESTIONE IMPIANTI IDRICI Unità Operativa di Palermo	ALL. D.II	I.N.G.V	DICEMBRE 2007	

# **BACINO SOTTERRANEO DI CALTANISSETTA**

## **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.

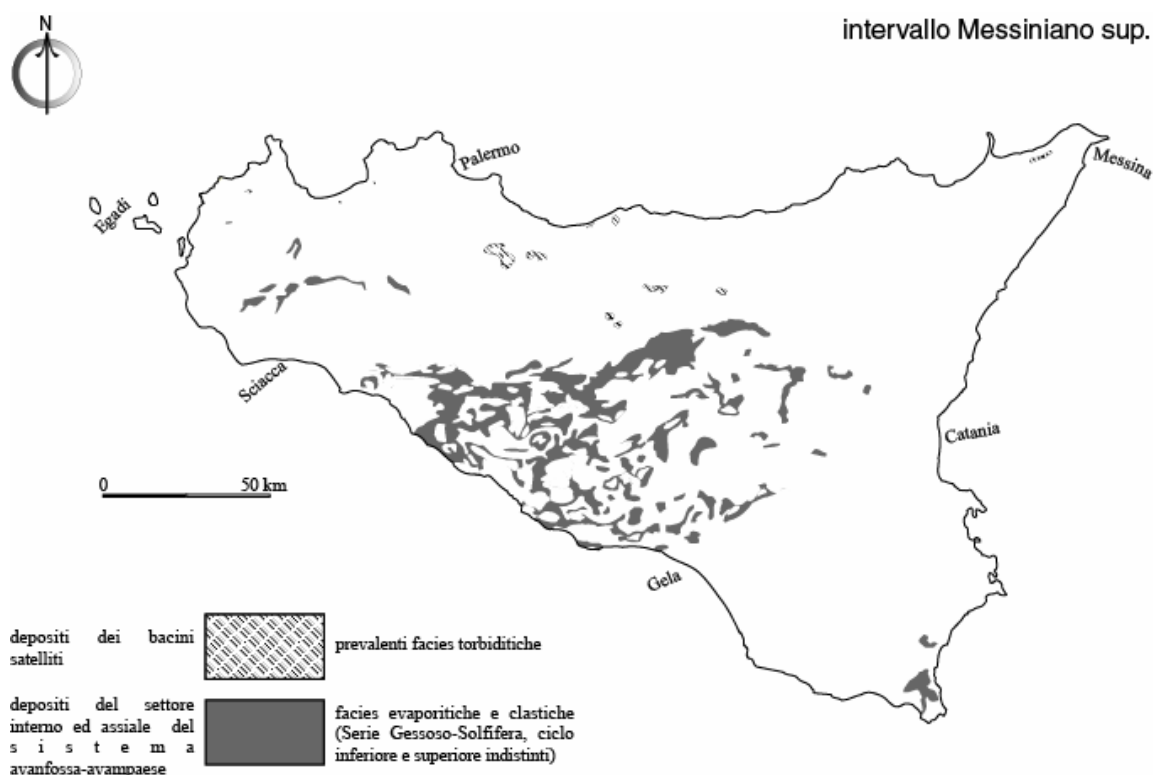
OGNIBEN (1953) suddivide queste serie in due termini distinti: le Argille Scagliose e le Argille Brecciate; le prime sono in contatto tettonico col Flysch Numidico e sovrapposte a questo; le seconde sono intercalate lungo la successione stratigrafica.

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 tettonogenetica 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 “*Calcare 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 ( $\text{SrSO}_4$  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 “*Calcare 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 geochemica 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 ).

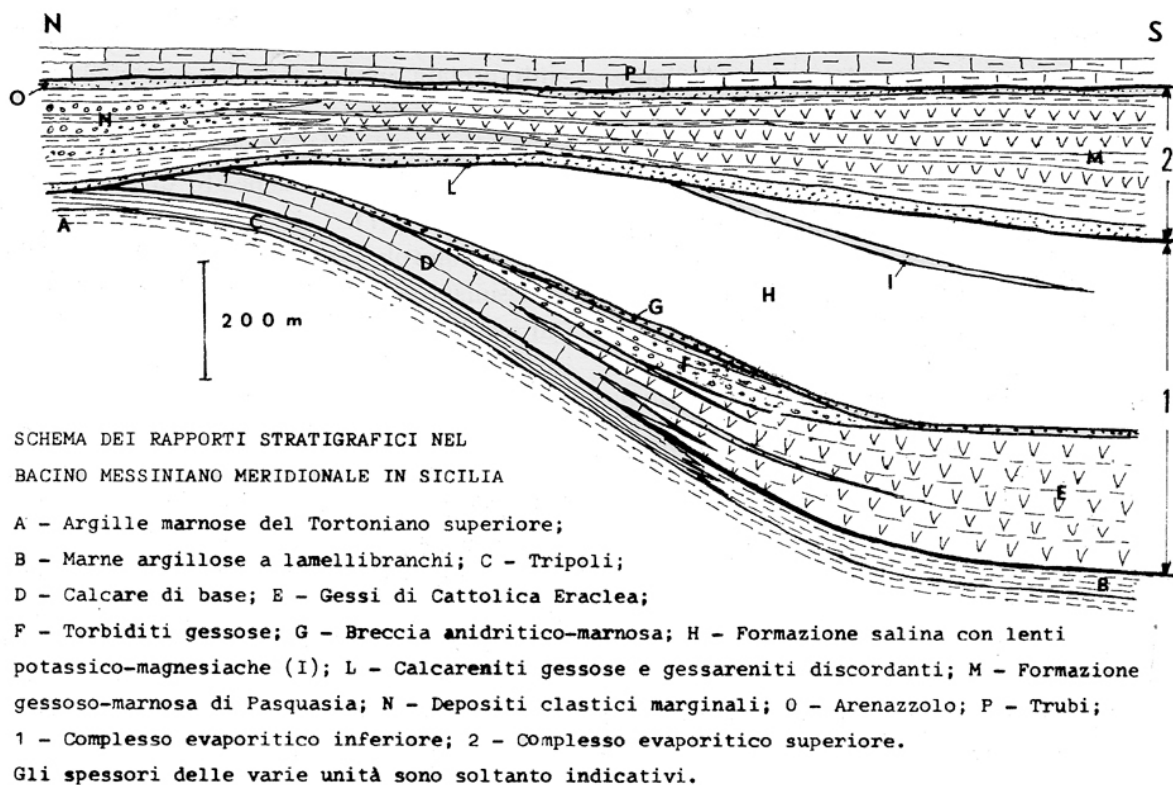


Fig. 2 - Schema stratigrafico delle evaporiti siciliane (da Decima e Wezel, 1971.)

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 ondulationi 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.

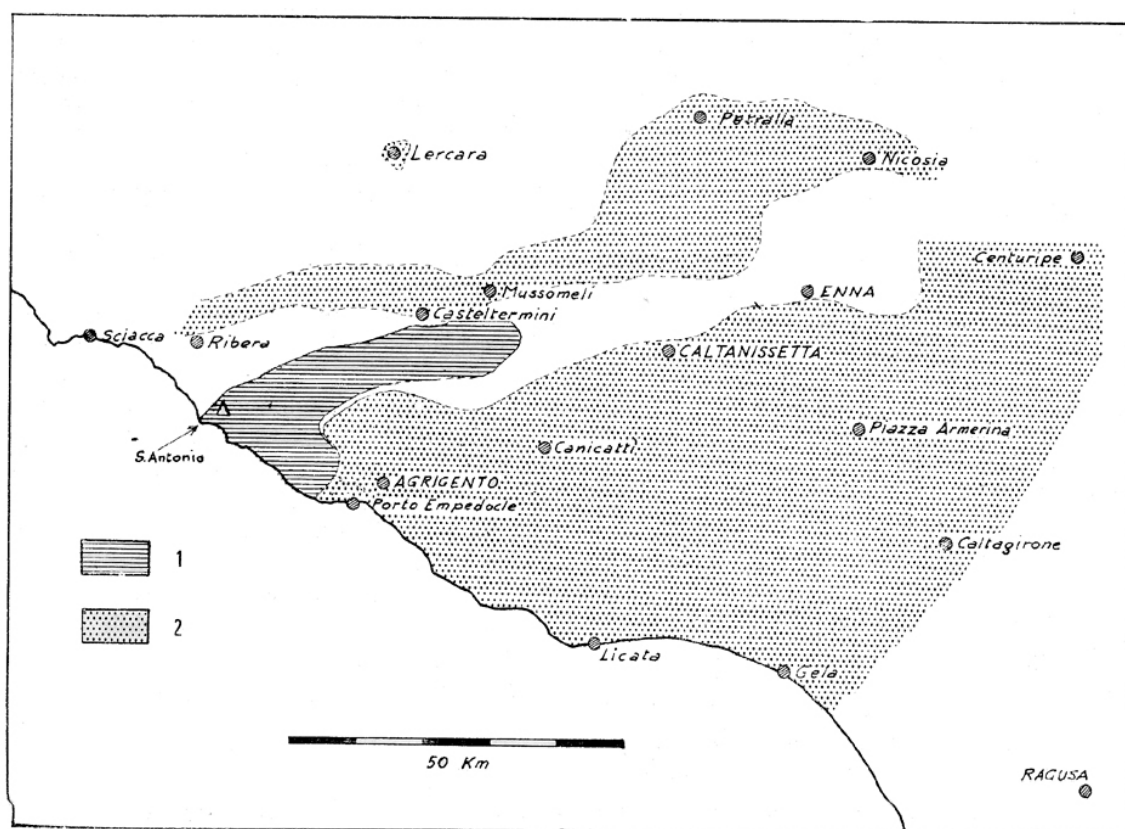
## ***1 LA DEPOSIZIONE EVAPORITICA***

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" (calclutiti e calcisiltiti pelagiche con calcareniti gradate) del Pliocene inf.

- 1) Unità evaporitica inferiore.
  - a) “*Tripoli*” (diatomiti e marne diatomitiche);
  - b) Calcari evaporitici (calcari algali, laminati 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 (Calcare di base);
- superficie di discordanza (erosione);
- e) depositi silico-clastici e carbonatici (scogliera a parte della scarpata).

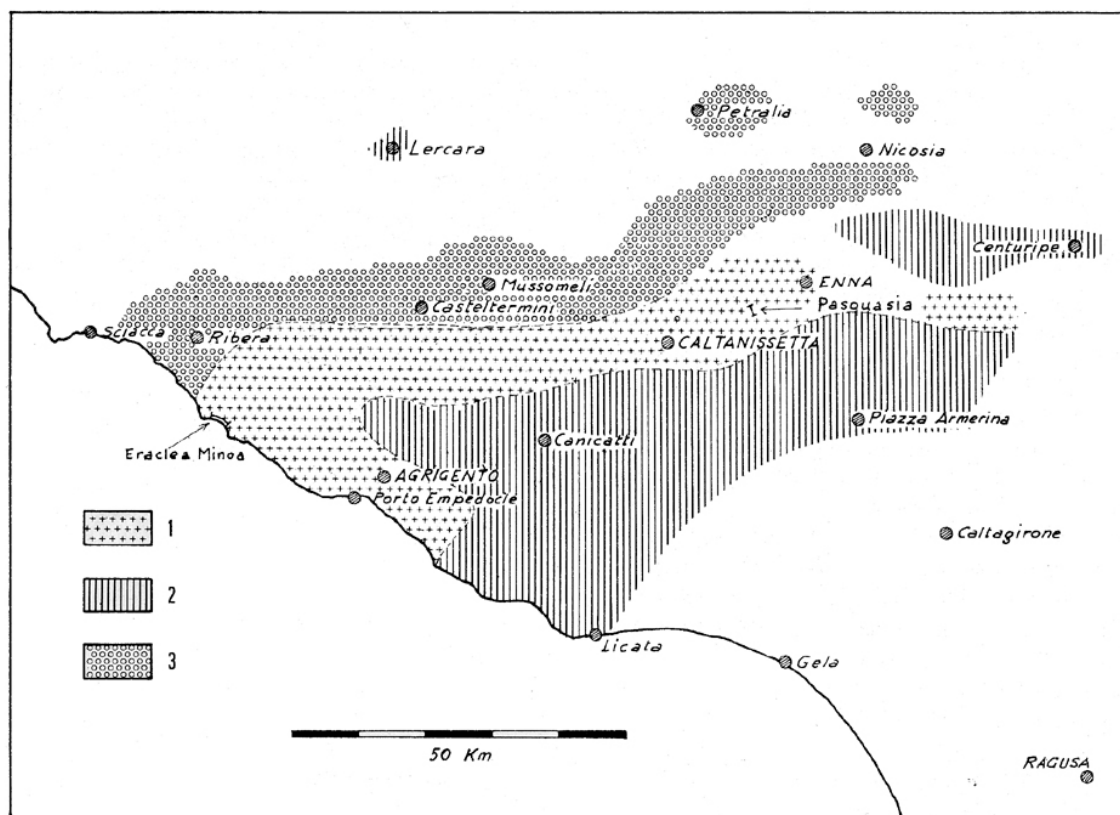


4) Area di Caltanissetta-Licata-Agrigento-Gela:

- a) “Trubi”;  
superficie di discordanza;
- b) gessi e marne argillose intercalate dell'Unità evaporitica superiore;  
superficie di discordanza (erosione);
- c) calcari evaporatici (Calcere 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 (Calcere 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 dinoflagellati 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

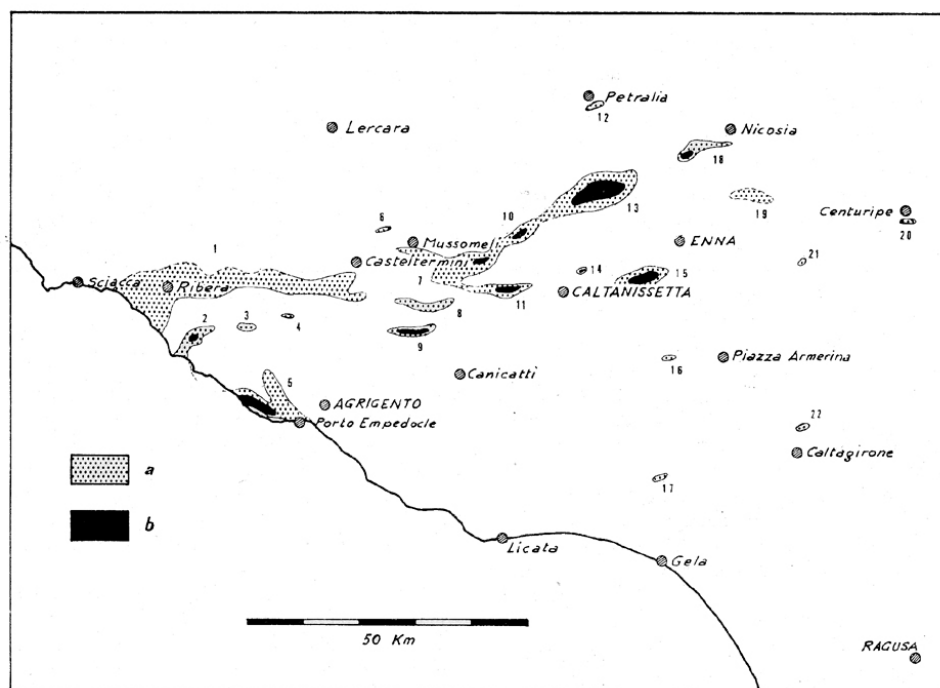
calcilutitici. La fauna è assente eccetto che per rari foraminiferi del genere Globigerinoides ed Orbulina alla base della successione (come ad esempio al Torrente Vaccarizzo e a Riesi).

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 Calcare di Base, alla quale seguono le successioni solfatiche e a cloruri di seguito descritte.



Distribuzione dei giacimenti salini: 1, Sciacca-Casteltermini; 2, S. Antonio; 3, Cattolica; 4, S. Barnabà; 5, Real-monte-Porto Empedocle; 6, Spina; 7, Mussomeli; 8, Milena; 9, Racalmuto; 10, S. Caterina; 11, S. Cataldo; 12, Petralia; 13, Corvillo; 14, Stretto; 15, Pasquasia; 16, Braemi; 17, Pozzillo; 18, Nicosia; 19, Assoro; 20, Centuripe; 21, Dittaino; 22, Caltagirone (sondaggio Piazza Armerina 1). - a) Salgemma; b) Sali di potassio e magnesio.

*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.

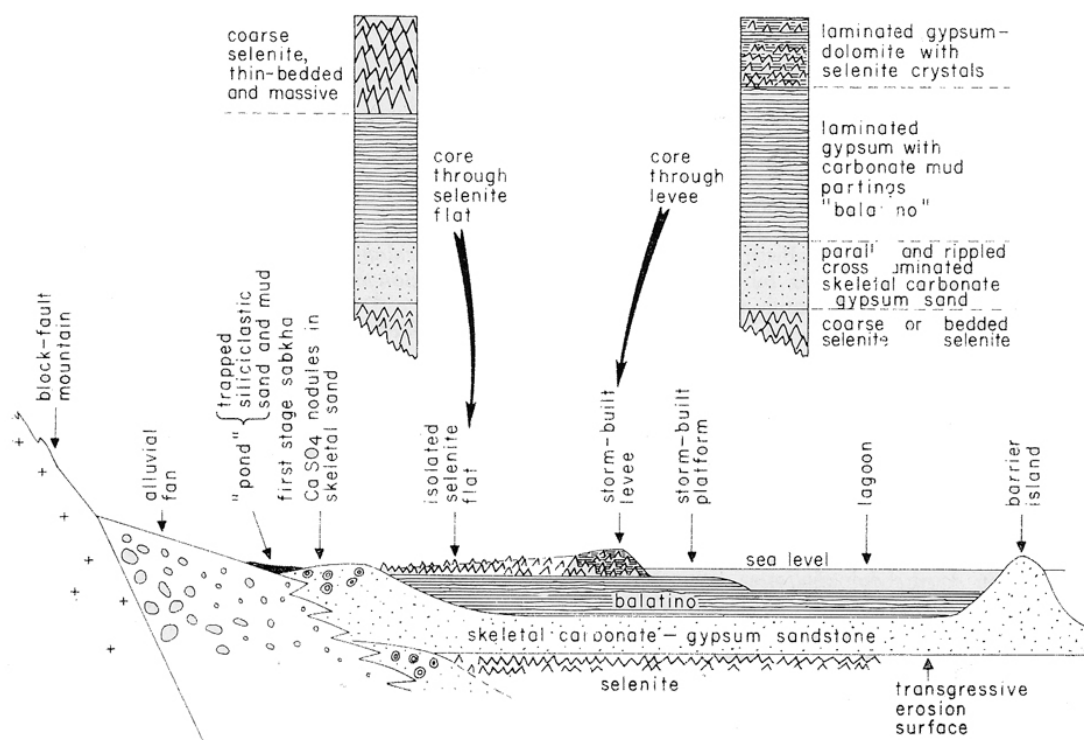
Facies 8 - Sale (halite, kainite, ecc.) con strutture laminate continue e con saltuarie intercalazioni di gessoruditi gradate e areniti con apparenza di depositi torbidity.

In aggiunta a queste facies sono presenti anche ulteriori tipi rocciosi, dovuti alle trasformazioni diagenetiche, che si sovraimpongono 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 "Calcare di base";
  - b) tra le successioni del membro "Calcare 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 isoclinali, 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 pétrolifère 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 evaporites 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.
- RUGGERI 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., SCHAFER 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 Palaeoclimatology 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.

**CORPO IDRICO SOTTERRANEO  
MONTI DI BAGHERIA-ASPRA**

**b) Caratteristiche geografiche, geologiche, idrogeologiche.**

**Localizzazione geografica e morfologia del corpo idrico**

*Localizzazione geografica*

Il corpo idrico dei Monti di Bagheria-Aspra è costituito da una serie di rilievi montuosi, con andamento generalmente WNW-ESE naturale la zona di raccordo tra i Monti di Palermo e quelli di Trabia-Termini Imerese. Questi rilievi sono limitati ad W dal corpo idrico di Pizzo Mirabella-Belmonte Mezzagno (Monti di Palermo) e ad E dai corpi idrici di Pizzo Cane-Monte S. Calogero e di Monte S. Onofrio-Monte Rotondo (Monti di Trabia-Termini Imerese), mentre a N confinano con il mar Tirreno.

In affioramento, il corpo idrico è separato dalla Piana di Bagheria in due strutture principali denominate rispettivamente Monte dell'Aspra e Monti Bagheria (Giancaldo-Consona). Inoltre, afferiscono ad esso anche alcuni rilievi minori siti nel settore S e SE che emergono tra le coperture terrigene del Flysch Numidico (Monte Porcara, Cozzo Bizzolelli ecc.).

In base a considerazioni geologiche, geomorfologiche e geostrutturali sono distinguibili due sotto unità denominate rispettivamente Monti dell'Aspra e Monti di Bagheria.

- **Monti dell'Aspra**

Trattasi di una dorsale anticlinalica, ripetutamente dissezionata dalla tettonica distensiva e/o trascorrente. Nel suo complesso, l'unità è costituita da un'anticlinale di rampa vergente verso S, smembrata da faglie dirette e che nella porzione ribassata viene ricoperta o lambita dai depositi pleistocenici della Piana.

- **Monti di Bagheria**

E' una struttura anticlinalica ripetutamente ritagliata da faglie dirette, con il fianco settentrionale ribassato dalla tettonica distensiva pleistocenica e ricoperto o ambito dai depositi calcareniti della Piana. A questa struttura afferiscono anche gli

affioramenti circondati dal Flysch Numidico di Monte Porcara e di Cozzo Bizzolelli, oltre agli affioramenti minori che emergono in seno ai depositi plio-pleistocenici della Piana di Bagheria..

Il corpo idrico è bordato e ricoperto dai depositi pleistocenici e plio-pleistocenici che si estendono verso E sino ai contigui monti di Trabia-Termini Imerese.

Affiora per complessivi 14,61 km<sup>2</sup>, con una altezza massima di 376 m s.l.m. (Monte Catalfano).

Ad W il corpo idrico è solcato dalla vallata del fiume Eleuterio, ad E dai torrenti incassati tra i depositi plio-pleistocenici (Vallone di Cefalà, Vallone di Casteldaccia) e dal Fiume Milicia. L'acquifero ricade nei territori comunali di Ficarazzi, Misilmeri, Bagheria, S. Flavia, e Casteldaccia Il corpo idrico ricade nel foglio I.G.M. n. 250 "Bagheria" (scala 1: 100000).

#### *Aspetti geomorfologici*

Morfologicamente il corpo idrico è dato da due rilievi principali allungati in senso WNW-ESE dissezionati dalla tettonica distensiva e/o trascorrente e separati da un'area pianeggiante (Piana di Bagheria) nella quale affiorano depositi prevalentemente pleistocenici dai quali emergono caratteristici rilievi carbonatico-silicoclastici (montagnole Serradifalco, Valguarnera, Stancampiano, Gattarello etc).

I rilievi affioranti sono costituiti prevalentemente da rocce carbonatiche con versanti abbastanza acclivi e, subordinatamente, da rocce silicoclastiche, più erodibili che danno vita a dossi morfologici allungati o mammellonari. La presenza nella successione di rocce calcaree e calcareo-dolomitiche presuppone l'esistenza di una morfologia carsica con forme maggiormente sviluppate in corrispondenza delle litofacies calcaree.

Tra le forme carsiche epigee sono riconoscibili campi solcati (*karren*), scannellature e docce carsiche.

Lembi di superfici sub-orizzontali, originatesi a seguito di eventi di erosione areale legati alla stasi del livello di base, ed oggi intensamente carsificate, si riscontrano in diversi siti.

Il sistema carsico ipogeo è di regola generalmente poco evoluto. Alcune cavità carsiche sono legate alle fasi di stazionamento alto del livello del mare durante il Pleistocene (ad es.



La Grotta Cannita, nel territorio comunale di Misilmeri, profonda una trentina di metri circa). Caratteristiche sono alcune forme ipogee dell'area della Montagna dell'Aspra, pozzi verticali o sub-verticali, noti con la denominazione dialettale di *zubbi*. Queste cavità, profonde da una decina ad una sessantina di metri, sono geneticamente legate ad un marcato controllo morfostrutturale.

In sostanza si può parlare di un sistema carsico in generale poco evoluto, ma localmente importante e in stretto rapporto con le discontinuità tettoniche od impostato in corrispondenza dei termini litologici più calcarei.

### *Considerazioni geologiche*

Il corpo idrico è costituito da una successione carbonatica e carbonatico-silicoclastica derivante dalla deformazione dei terreni del Dominio Imerese, così disposta (dal basso verso l'alto):

- a) Marne, calcisiltiti e calcari marnosi giallastri o grigio-verdastri (Fm. Mufara, Carnico). Non affiorano in superficie, ma sono note da perforazioni geognostiche effettuate sul Monte Consona e nella vallata dell'Eleuterio (Monti di Bagheria). Questi terreni, praticamente impermeabili, limitano inferiormente i sovrastanti acquiferi calcarei e calcareo-dolomitici.
- b) Calcari e calcari dolomitici a liste e noduli di selce (Fm. Scillato, Carnico-Retico) ad alta permeabilità per carsismo e per fratturazione. Sono potenti in affioramento per circa 200 m. ed affiorano nell'area di Monte Consona (Monti di Bagheria). Nei Monti dell'Aspra affiorano invece dolomie totalmente metasomatizzate, note in letteratura geologica col nome improprio di *Calcari di S. Elia* e potenti in affioramento circa 180 metri. Da notare che Montanari & Rizzotto, 2000 considerano questi ultimi come depositi di piattaforma carbonatica.
- c) Dolomie, brecce dolomitiche e calcari dolomitici (Fm. Fanusi, Lias inf.), permeabili per fratturazione e carsismo subordinato ai termini più calcarei. Potenza da 200 a 250 m. Montanari & Rizzotto, 2000 considerano anche queste litologie come pertinenti a depositi di piattaforma carbonatica.
- d) Radiolariti e argilliti silicee a bassa permeabilità con intercalazioni più o meno potenti di calcareniti e/o calciruditi, permeabili per fratturazione e/o carsismo (Fm

Crisanti, Cretaceo med. – Lias sup.). La potenza totale è molto variabile, mediamente è compresa tra 170 e 200 m.

- e) Calcilutiti, marne e calcisiltiti della Fm. Caltavuturo (Eocene – Cretaceo sup.) con intercalazioni più o meno potenti di calcareniti e/o calciruditi.
- f) Alla sommità, si hanno i depositi terrigeni, impermeabili del Flysch Numidico (Miocene inf. – Oligocene sup.) ed in particolare della facies pelitica e subordinatamente di quella arenacea.

In figura 1 viene riportato uno stralcio della carta geologica di un settore dei M. di Bagheria – Aspra.

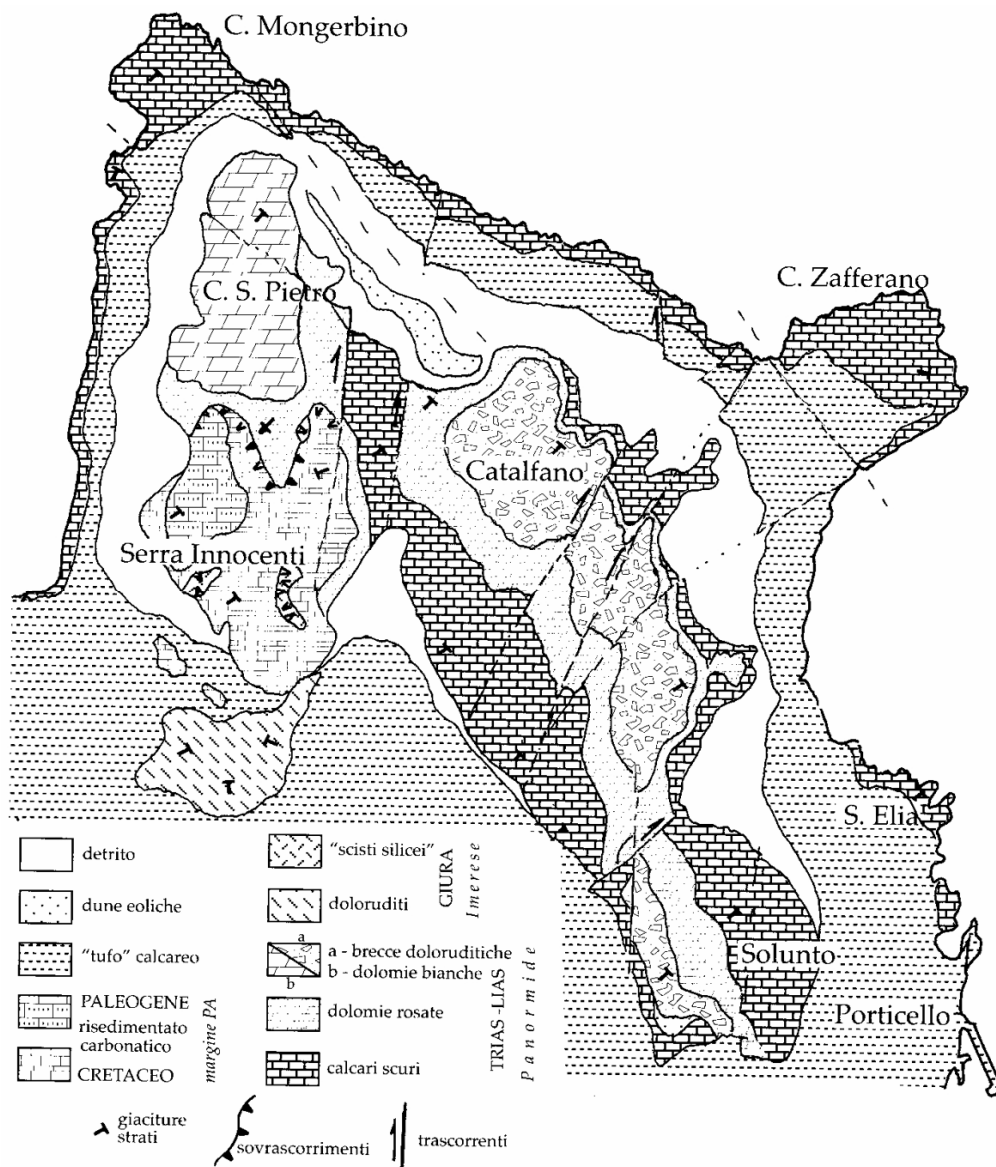


Fig. 1 - Carta geologica del settore di Mongerbino (MONTANARI & RIZZOTTO, 2000)

Dal punto di vista strutturale il corpo idrico è costituito da due grosse strutture anticlinali erose, dissezionate dalla tettonica distensiva e/o trascorrente. Nel dettaglio, risulta ritagliato ad W da una faglia, estesa lungo la vallata dell'Eleuterio, caratterizzata da un movimento da diretto a transtensivo sinistro, che interessa anche il contiguo corpo idrico di Pizzo Mirabella-Belmonte Mezzagno. Ad E i rapporti tra questo corpo idrico e quelli dei Monti di Trabia-Termini Imerese sono mascherati dai depositi plio-pleistocenici, che riempiono una depressione strutturale.

#### *Morfologia del corpo idrico*

Il complesso acquifero riposa stratigraficamente su argilliti, calcilutiti e prevalenti marne della Fm. Mufara (Carnico), materiali praticamente impermeabili ( $10^{-9}$  m/s), ed è dato da una successione di calcilutiti a liste e noduli di selce con subordinate intercalazioni calcarenitiche, spesso dolomitizzate, della Fm. Scillato (Trias sup.) carsificate cui fanno seguito dolomie, brecce dolomitiche e calcari dolomitici della Fm. Fanusi (Lias inf.) intensamente fratturati e localmente carsificati, con una permeabilità elevata, stimata tra  $10^{-2}$  e  $10^{-4}$  m/s. I dati stratigrafici a disposizione indicano che la potenza massima dell'acquifero si aggira attorno ai 450 m. Segue poi un orizzonte a permeabilità bassa ( $10^{-7}$  m/s) di radiolariti e argilliti silicee.

All'interno della Fm. Crisanti alcuni corpi di calcareniti e/o calciruditi, talvolta molto potenti e con notevole continuità laterale, danno luogo a veri e propri acquiferi ( $k = 10^{-2}$  a  $10^{-3}$  m/s) confinati dalle radiolariti e marne tra cui si intercalano.

Seguono le calcilutiti marnose rossastre della Fm. Caltavuturo, dotate generalmente di una permeabilità da bassa a media ( $10^{-7}$  a  $10^{-5}$  m/s). Occorre però sottolineare che la locale presenza di potenti intercalazioni carbonatiche, determina un notevole incremento dei valori di permeabilità di questo orizzonte sino a valori elevati, stimabili tra  $10^{-2}$  e  $10^{-4}$  m/s. Seguono infine le coperture terrigene del Flysch Numidico impermeabili ( $10^{-9}$  m/s), che sono state intercettate, al di sotto dei depositi plio-pleistocenici della Piana di Bagheria, in occasione della realizzazione di sondaggi geognostici.

Nel settore settentrionale il corpo idrico prosegue al di sotto della Piana di Bagheria, dove costituisce spesso il substrato delle calcareniti pleistoceniche ed in tal caso, risulta in

parte responsabile della loro ricarica. Specificamente, nella zona litoranea della foce dell'Eleuterio il cosiddetto complesso delle argille azzurre del Pleistocene inferiore ricopre il corpo idrico confinandolo superiormente e proteggendolo dalla progressiva intrusione marina.

A grande scala, il corpo idrico è interessato da importanti e ben sviluppati sistemi di faglie prevalentemente diretti e/o trascorrenti, con direzione grosso modo NE – SW e NW – SE, e da sistemi carsici impostati su di essi che sembrano condizionare notevolmente il flusso idrico sotterraneo. Nelle dolomie la circolazione è diffusa nella densa rete di fratture che le caratterizza, mentre nei calcari prevalgono i condotti carsici.

### **Caratteristiche idrogeologiche e idrochimiche**

#### *Regime pluviometrico e infiltrazione*

Dai dati contenuti nell'Atlante climatologico redatto dal SIAS si riportano di seguito le indicazioni sul regime pluviometrico. La pioggia media annua è di circa 700 mm, e si riparte in un periodo umido, compreso tra ottobre a marzo od al massimo sino ad aprile, e un periodo secco da maggio ad settembre.

In base agli studi disponibili, alle caratteristiche geomorfologiche, alle similitudini con altri bacini sotterranei siciliani (ad es. Monti di Trabia-Termini Imerese), alla letteratura esistente, l'infiltrazione media annua si stima attorno al 80% per gli affioramenti di calcari e dolomie, mentre la presenza di coperture di suoli o di terreni argillosi ne riduce il valore a meno del 60%. Sono comunque valori indicativi da calibrare nelle fasi successive di questo lavoro.

#### *Regime della falda e flussi sotterranei*

In analogia ad altri corpi idrici ed in mancanza di studi specifici si può ipotizzare che il livello piezometrico della falda cominci a salire dalla fine di novembre a marzo o inizi di aprile, con il massimo a marzo, decrescendo poi da aprile a novembre (in quest'ultimo mese si ha il minimo).

L'area di ricarica coincide con l'area di affioramento dell'acquifero carbonatico. In totale è pari a 14,61 km<sup>2</sup>.

Il flusso idrico predominante è diretto verso la Piana di Bagheria: con direzione S-SE

nella Montagna dell'Aspra, verso N-NE nei Monti di Bagheria. Nella porzione settentrionale della Montagna dell'Aspra (Capo Zafferano) non è da escludere la presenza di una componente diretta anche verso N-NE come testimonierebbe la presenza di emergenze sottomarine a ridosso della costa.

#### *Considerazioni sulla vulnerabilità*

La vulnerabilità del corpo idrico è da considerare elevata, sia per le condizioni dell'infiltrazione (direttamente nel sistema fratturazione-carsimo), per la velocità del flusso sotterraneo, che per la plausibile bassa capacità di autodepurazione. I centri di pericolo principali sono presenti negli abitati di Bagheria (specie laddove l'edificio poggia direttamente sul substrato mesozoico), di S. Flavia e di Casteldaccia (sui calcari della Fm. Crisanti) e nelle borgate marinare di Porticello, Aspra e S. Elia. Altri centri di pericolo, quali ad esempio i distributori di benzina, sono presenti lungo le reti stradali ed autostradali.

Si riscontrano, inoltre, cave di estrazione di materiale lapideo, sia attive che inattive ubicate nella parte affiorante del corpo idrico ed una discarica abbandonata (tra Aspra e Porticello. Nel settore a sud degli affioramenti principali è attestata una discreta attività agricola e di allevamento.).

#### **Estrazioni di acque dolci e usi**

Sul corpo idrico sono presenti numerosissimi pozzi idrici per lo più privati ed abusivi, utilizzati prevalentemente ad uso irriguo e subordinatamente domestico ed idropotabile. Tali pozzi si attestano direttamente sugli acquiferi carbonatici o sull'acquifero calcarenitico o su entrambi, concentrandosi nell'area prospiciente la piana o direttamente in essa, tra Bagheria e S. Flavia.

Il prelievo idrico tramite pozzi si concentra nel periodo delle irrigazione degli agrumeti residui della Piana di Bagheria.

Ciò che si è manifestato nell'ultimo trentennio è il generale abbassamento dei livelli idrici nei pozzi, con conseguente loro approfondimento o trivellazione di nuovi più profondi.

Non esistono manifestazioni sorgentizie significative alimentate dai principali corpi idrici (nel bagherese si hanno due manifestazioni con portate inferiori ad 1 l/s).

### **Riferimenti bibliografici**

CATALANO R. & MONTANARI L. (1979) - *Geologia dei Monti di Trabia-Termini Imerese e dei Monti Sicani orientali (Fogli Bagheria e Termini Imerese. Sicilia centro-settentrionale)*. Rend. Acc. Sc. Fis. e Mat. Napoli, 46, 1-29.

MONTANARI L. & RIZZOTTO M. (2000) – *Geologia dell'Aspra*. Naturalista Sicil., 24, 315-328.

**CORPO IDRICO SOTTERRANEO  
PIANA DI BAGHERIA**

## **b) Caratteristiche geografiche, geologiche, idrogeologiche**

### **Localizzazione geografica e morfologia del corpo idrico**

#### *Localizzazione geografica*

La Piana di Bagheria. è delimitata dai Monti di Bagheria ed in parte da quelli di Trabia, ad SW dal Fiume Eleuterio, che la separa dalla attigua Piana di Palermo, ed a N-E dal Mar Tirreno. I circostanti “Monti di Bagheria” raggiungono un’altezza media di circa 200 m, mentre le propaggini nord-occidentali dei Monti di Trabia, superano i 500 m.

Questi rilievi presentano, specie sul fianco settentrionale, versanti molto ripidi, incisi da valli strette ed incassate, a fondo molto declive.

I depositi pleistocenici della Piana di Bagheria poggiano sulle coperture terrigene numidiche o riposano direttamente sulla prosecuzione sepolta dei corpi idrici dei Monti di Bagheria e subordinatamente di Trabia. Questi corpi idrici carbonatici alimentano parzialmente, in alcuni settori, gli acquiferi calcarenitici.

Per quel che riguarda il sistema di drenaggio superficiale, il corpo idrico è drenato a SE dal Fiume Eleuterio, ad E dal Fiume Milicia e dal Torrente S. Michele.

I bacini idrografici di afferenza sono: Fiume Eleuterio e bacini minori tra Eleuterio e Milicia ed il Torrente S. Michele.

Il corpo idrico ricade nel foglio I.G.M. n. 249 “Palermo” (scala 1:100.000) e nei territori comunali di Bagheria, S. Flavia, Altavilla Milicia e Casteldaccia.

#### *Aspetti geomorfologici*

La Piana, caratterizzata da un andamento morfologico abbastanza regolare, registra una pendenza media tra il 10 ed il 15%. Essa è il risultato sia delle ripetute azioni del “mare quaternario”, sia dei corsi d’acqua che la hanno inciso più o meno profondamente. Di tale erosione fluviale si ha un esempio nella valle del fiume Eleuterio ed in quella del Milicia.

Le forme derivanti sono rappresentate da una serie di pianori, a diversa quota, con



dislivelli di qualche metro, raccordati da scarpate. La rete viaria urbana ed extraurbana si è sviluppata a tergo di tali scarpate. La monotonia del paesaggio con forme tabulari è interrotta dalla presenza di piccoli dossi o rilievi tondeggianti denominati “montagnole” che caratterizzano in maniera peculiare il Bagherese. Le montagnole sono costituite da terreni meso-cenozoiche del substrato imerese, risparmiati dalla abrasione marina.

I principali corsi della rete idrografica sono il Fiume Eleuterio ed il Milicia.

### ***Considerazioni geologiche***

La successione dei sedimenti marini pleistocenici della Piana di Bagheria. è databile all’Emiliano sup. – Siciliano, al Pleistocene superiore ed all’Olocene.

Nel dettaglio, dal basso verso l’alto è riconoscibile la seguente successione:

#### **a) depositi del substrato meso-cenozoico**

Il substrato meso-cenozoico della Piana di Bagheria è costituita da

- successioni carbonatiche meso-terziarie imeresi e panormidi;
- depositi argilloso-marnosi con intercalazioni, a luoghi, di arenarie quarzose (Flysch Numidico, Oligo - miocene).

#### **b) depositi marini del Pliocene medio-sup.**

Tali depositi costituiti da sabbie siltose e/o calcareniti si rinvencono esclusivamente nel settore di Casteldaccia-Altavilla Milicia dove poggiano sulle coperture terrigene del Flysch Numidico e localmente sul substrato meso-cenozoico. Sono talvolta ricoperti dai successivi depositi pleistocenici ed hanno spessori massimi di circa 40 m.

#### **c) depositi marini dell’Emiliano sup. - Siciliano**

La Piana di Bagheria è costituita da depositi prevalentemente pleistocenici marini, con spessori variabili, fino ad un massimo di circa 80 m, di calcareniti e/o argille sabbiose e

silt, discordanti sui carbonati meso – cenozoici del settore di catena dei Monti di Bagheria o sulle loro coperture numidiche.

I depositi pleistocenici possono essere distinti in due litofacies principali:

- una calcarenitica superiore, con intercalati livelli argillosi e argilloso sabbiosi, con spessore variabile da qualche metro sino a circa 30 m nel settore di S. Flavia. Questa litofacies è costituita da biocalcisiltiti e sabbie, passanti in alto a litareniti, biocalcareniti e/o biocalcisiltiti (e subordinate biocalciruditi). La loro colorazione è prevalentemente giallastra. La cementazione è sia primaria (calcite microcristallina) che secondaria (calcite spatica), e sono diffusi i processi di decementificazione legati alla circolazione delle acque sotterranee.
- Una inferiore, prevalentemente argilloso-siltosa. Questi depositi sono costituiti prevalentemente da argille sabbiose azzurre fossilifere con ripetuti passaggi di silt, sabbie e calcareniti talora grossolane, infra-circalitorali. Lo spessore è mediamente decametrico. Alla base, in discordanza, si riscontra un orizzonte, discontinuo e più o meno potente (sino ad oltre 1 m) di conglomerato trasgressivo polimitico, costituito da ciottoli, di natura silicea o carbonatica, da ben arrotondati ad appiattiti, con fori di litodomi o di spugne *Cliona*.

#### **d) depositi marini del Pleistocene sup.**

Lungo la costa, ed in particolare nelle località S. Elia, Porticello e Mongerbino, si riscontrano dei depositi marini del Pleistocene sup. con spessori medi di circa 2 m. Si tratta di biocalcareniti e/o biocalciruditi e/o ghiaie in matrice sabbioso-siltosa discordanti sui terreni precedenti, con fauna a *Strombus bubonius*.

#### **e) depositi continentali recenti ed attuali**

- *Sabbie eoliche ed eolianiti würmiane*. Sono presenti in limitati affioramenti ubicati a ridosso di pareti rocciose (Monte Catalano, Solunto), e costituiti da sabbie calcaree, più o meno quarzose, a stratificazione incrociata..

- *Depositi alluvionali*. Affiorano in special modo lungo l'Eleuterio e nella parte terminale del Milicia. Sono costituiti da ghiaie e ciottoli centi - decimetrici polimitici, immersi in

una matrice sabbioso siltosa bruna o grigiastra. Gli spessori sono estremamente variabili, con massimi nel tratto terminale dell'Eleuterio (circa 30 m).

- *Materiali di riempimento e riporti.* Riporti, più o meno potenti, legati essenzialmente al riempimento di cave di materiale lapideo, successivamente abbandonate, sono riscontrabili in perforazione nella Piana di Bagheria, in special modo nel settore di Aspra e S. Flavia. Cave in galleria poi riempite sono presenti nella zona di Casteldaccia (Vallone Perriera).

### ***Morfologia del corpo idrico***

#### **ACQUIFERI DELLA PIANA DI BAGHERIA**

Nella Piana di Bagheria è possibile riconoscere, la seguente successione verticale degli acquiferi:

- uno superficiale, costituito di calcareniti organogene giallastre, con intercalazioni sabbiose e/o sabbioso siltose, talora con livelli conglomeratici alla base e con occasionali o ripetuti livelli prevalentemente siltoso argillosi che determinano condizioni di semiconfinamento della falda idrica ospitata e a luoghi più livelli acquiferi. La permeabilità media si stima dell'ordine di  $10^{-3}$  e  $10^{-4}$  m/s;
- uno profondo, di natura carbonatica (calcari e dolomie mesozoiche), intercettato a diversa profondità sino ad essere sub-affiorante o affiorante in vicinanza ed in corrispondenza delle montagnole, con permeabilità media stimata tra  $10^{-2}$  e  $10^{-4}$  m/s.

In alcuni settori della Piana, tra i due acquiferi, si intercalano, con spessori variabili, terreni impermeabili del Flysch Numidico ( $k = 10^{-10}$  m/s) o delle successioni argilloso sabbioso siltose pleistoceniche ( $k = 10^{-6}$  m/s).

Si sottolinea che per corpo idrico della Piana di Bagheria si intende solamente l'acquifero multifalda impostato nei depositi arenacei, calcarenitico-sabbioso e sabbioso-limose con intercalazioni siltoso-argillosi disposte a diverse altezze stratigrafiche.

## **Caratteristiche idrogeologiche**

### ***Regime pluviometrico e infiltrazione***

La pioggia media annua si stima di poco inferiore ai 750 mm (calcolata per il periodo 1964-95, Atlante Climatologico) distribuita rispettivamente in un periodo umido, da ottobre a marzo o anche aprile, ed in un periodo secco da giugno ad agosto.

### ***Corpi idrici alimentanti gli acquiferi della Piana***

L'analisi geologico-strutturale, corredata da informazioni dedotte dalla stratigrafia di pozzi di una certa profondità e da rilievi piezometrici e idrogeochimici, ha consentito l'individuazione di unico corpo idrico carbonatico (Monti di Bagheria) con comportamento autonomo, responsabile dell'alimentazione sotterranea degli acquiferi localizzati nella Piana di Bagheria. Tale corpo idrico risulta sepolto al sotto delle coperture terrigene di Flysch Numidico, come avviene specialmente nel settore di NW e SE, dove sono ridotte le emergenze del substrato meso-cenozoico. In corrispondenza dell'abitato di Bagheria, sono maggiormente concentrate le montagnole che, come già accennato costituiscono porzioni emergenti del substrato meso-cenozoico. In tale settore, si riscontrano i depositi pleistocenici in discordanza direttamente sul substrato meso-cenozoico con il quale risultano quindi in comunicazione.

### ***Regime della falda e flussi sotterranei***

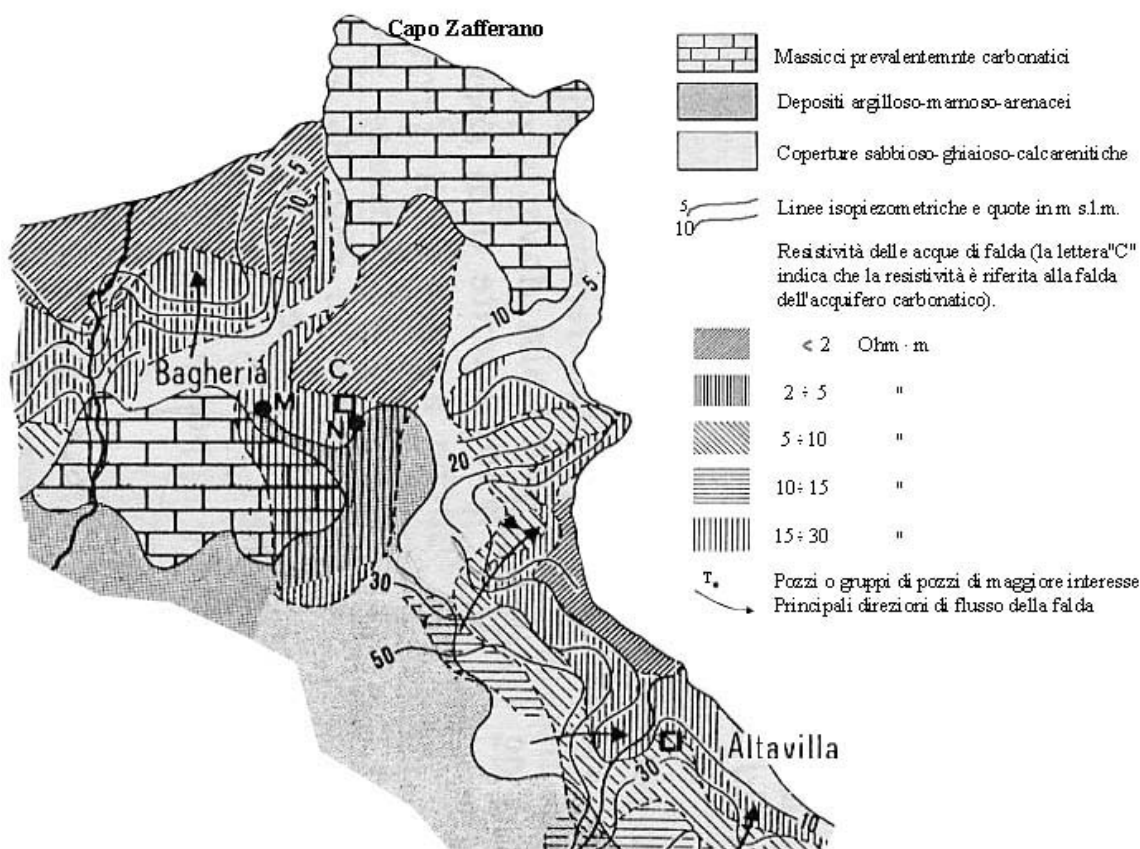
#### ***Andamento piezometrico delle falde idriche della Piana***

Bartolomei *et al.* 1983 hanno realizzato uno schema di circolazione idrica sotterranea della Piana di Bagheria, inserito in un contesto più vasto da loro designato con il nome di *Unità idrogeologica della Piana di Palermo-Altavilla Milicia* (Fig. 1).

L'andamento delle curve isopiezometriche mette in evidenza una mancanza di continuità tra le isopieze localizzate a N dell'abitato di Bagheria e quelle in prossimità della Piana di S. Flavia, identificando tra le due porzioni una netta separazione idrostrutturale. Si può, inoltre, osservare come le quote piezometriche maggiori (50 m s.l.m.) sono concentrate nella parte orientale del territorio, mentre quelle a N di Bagheria presentano quote più basse (10 m s.l.m.).

Le direzioni ed i versi di deflusso idrico sotterraneo indicano che la principale area di alimentazione si colloca nella zona centrale del territorio. Infatti, gli assi principali di drenaggio sono diretti verso il mare e verso i maggiori corsi d'acqua che drenano la Piana, quali il Milicia e l'Eleuterio.

Lo sfruttamento intenso operato nella Piana di Bagheria, come nelle fasce costiere prossime a Casteldaccia, per le pratiche irrigue avrebbe prodotto, secondo Bartolomei *et al.*, 1983, fenomeni accentuati di intrusione marina. In particolare, l'andamento delle isopiezometriche e la distribuzione della resistività delle acque denuncerebbero l'esistenza di diffusi fenomeni di ingressione marina lungo tutta la fascia costiera ed in particolare



**Fig. 1** - Schema idrogeologico della Piana costiera di Bagheria (da Bartolomei *et al.*, 1983).

nella zona di Bagheria dove il fenomeno interesserebbe direttamente anche la falda dei complessi calcarei e calcareo dolomitici.

Secondo gli autori precedenti, ad ovest di Bagheria, fino al fiume di Ficarazzi l'acquifero superficiale, costituito prevalentemente da sabbie e da calcareniti plio-pleistoceniche, ha nel suo complesso uno spessore che può raggiungere i 70 m circa. In detti depositi i pozzi erogano portate dell'ordine di  $50 \div 60$  l/s. Inoltre, la produttività dei singoli pozzi raggiunge spesso anche i 30 l/s.

### ***Considerazioni sulla vulnerabilità***

Recentemente, Cimino & Lo Brutto (1999), hanno redatto uno schema idrogeologico ed una carta di vulnerabilità con la metodologia SINTACS relativa la Piana di Bagheria (Fig. 2). Lo studio idrogeologico di tale area riveste particolare interesse, sia per l'intensa urbanizzazione avvenuta nell'ultimo trentennio, sia per le peculiari caratteristiche di coltivazione (agrumeti), che richiedono una frequente irrigazione.

I risultati conseguiti evidenziano che la vulnerabilità all'inquinamento assume valori elevati in corrispondenza delle zone costiere, nei depositi alluvionali attuali del fiume Eleuterio, nei rilievi montuosi settentrionali e nelle fasce detritiche pedemontane.

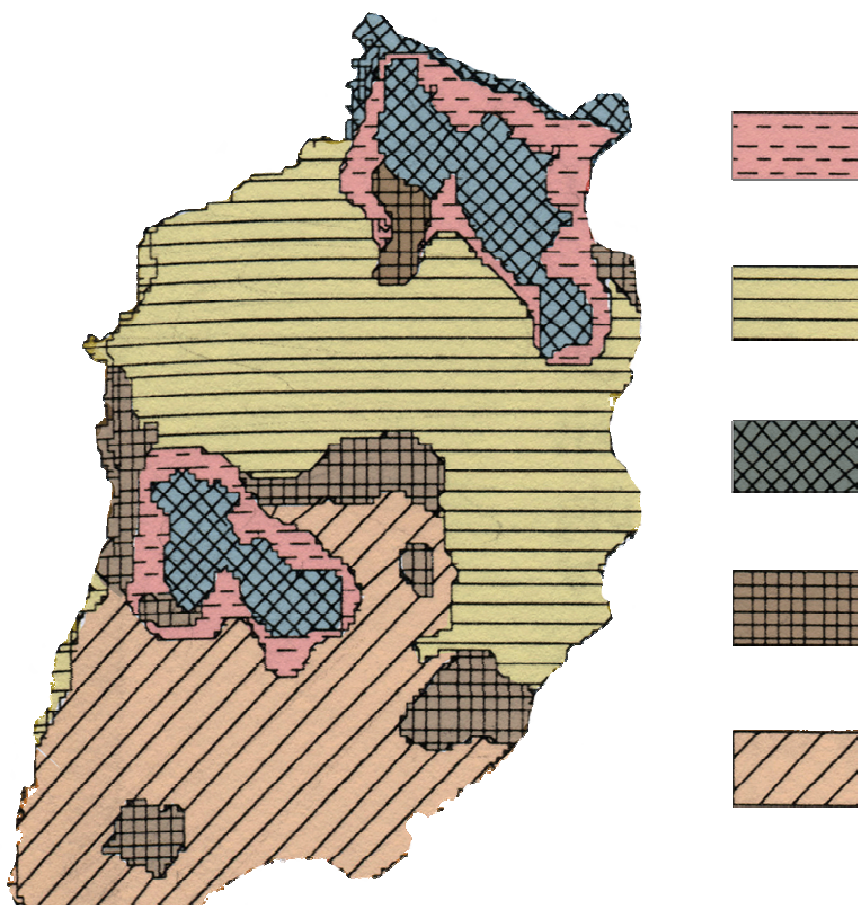
Per quanto riguarda le zone costiere ciò è dovuto in prevalenza al punteggio attribuito alla soggiacenza, per la bassa profondità della piezometrica.

Per le restanti zone, il punteggio SINTACS elevato è dovuto all'effetto concomitante di tutti i parametri, in particolare, alle caratteristiche litologiche delle formazioni affioranti che costituiscono queste zone.

In limitate porzioni dei rilievi carbonatici, l'effetto del parametro acclività ha ridotto il grado finale della vulnerabilità.

Nei restanti settori pianeggianti i valori della vulnerabilità sono stati ridotti dalla presenza di terreni impermeabili e dai conseguenti bassi valori d'infiltrazione efficace. Si è inoltre riscontrato come, in corrispondenza delle zone urbane, dove sarebbero da attendersi elevati valori di vulnerabilità per un impatto rilevante, si ottengano invece valori medio-alti. Tale situazione è probabilmente conseguenza della scelta di assegnare alle aree urbane

un coefficiente di infiltrazione potenziale corrispondente a quello delle litologie impermeabili.



*Fig. 2 - Schema idrogeologico della Piana costiera di Bagheria (da Cimino & Lo Brutto, 1999, modificato).*

### ***Estrazioni di acque dolci e usi***

L'acquifero calcarenitico presenta generalmente una minore potenzialità idrica rispetto a quello carbonatico. Attualmente questo acquifero è sfruttato per usi essenzialmente irrigui ed il suo ruolo è rilevante, come per la Piana di Palermo, per i seguenti motivi:

- interferisce, direttamente o indirettamente, con le opere architettoniche o d'ingegneria civile;

- recepisce fluidi inquinanti di varia natura, li immagazzina e li idroveicola verso i recapiti della falda, verso gli acquiferi profondi e verso il mare;
- ospita i collettori della rete fognaria, le condotte della rete di distribuzione idrica e gli scavi sotterranei realizzati in varie epoche storiche ( per lo più cave in sotterraneo);
- localmente assicura aliquote idriche non indifferenti all'attività agro-alimentare ed alle aree agricole della Piana di Bagheria.

Sull'acquifero carbonatico, attualmente, si dispongono soltanto di dati puntuali concentrati nei dintorni di Bagheria.

## Bibliografia

ABATE B., CATALANO R. & RENDA P.(1978) - *Schema geologico dei monti di Palermo (Sicilia)*. Boll. Soc. Geol. It., 97, 807-819.

ABATE B., CATALANO R. & RENDA P. (1982) – *I Monti di Palermo*. In: Catalano R. & D'Argenio B. (Eds.) – Guida alla Geologia della Sicilia Occidentale. Guide Geologiche Regionali. Mem. Soc. Geol. It., 24, SUPPL. A, 43-48.

BARTOLOMEI C., CELICO P. & PECORARO A. (1983) – *Schema idrogeologico della Sicilia Nord-occidentale*. Boll. Soc. Geol. It., 102, 329-354.

CAFLISCH L. (1966)- *La geologia dei monti di Palermo*. Riv. Ital. Paleont. Strat., Mem., 12, 1-108.

CATALANO R. & MONTANARI L. (1979) - *Geologia dei monti di Trabia-Termini Imerese e dei Monti Sicani orientali (Fogli Bagheria e Termini Imerese, Sicilia centro-settentrionale)*. Rend. Acc. Sc. Fis. Mat. Soc. Naz. di Sc. Lett. E Arti in Napoli, s. IV., XLVI, Napoli (estratto).

CIMINO A. & LO BRUTTO M. (1999) - *La vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi dell'area metropolitana di Palermo: La piana di Bagheria*. Atti del 3° Convegno Nazionale sulla protezione e gestione delle acque sotterranee per il III millennio.

CIPOLLA F. (1929) – *Singolari forme topografiche del Quaternario Siciliano (Le montagnole tra Villabate e Bagheria)*. Boll. Ass. Min. Sic., 8, 32-39.

CONTINO A., CUSIMANO G. & FRIAS FORCADA A. (1998) – *Modello idrogeologico dei Monti di Palermo*. Atti del 79° Congr. Naz. Soc. Geol. It., Palermo 21-23 Settembre 1998,



Vol A, 334-337.

CONTINO A., CUSIMANO G. & FRIAS FORCADA A. (2002) – *Assetto idrostrutturale dei Monti di Trabia e di Termini Imerese (Sicilia settentrionale) e valutazione delle risorse idriche immagazzinate*. Atti del 4° Convegno di Speleologia della Sicilia, Custonaci (TP) 1-5 Maggio 2002, Suppl. Speleologia Iblea, v. 10, 99-106, Ragusa.

DE STEFANI T. (1951) – *Rilevamento geologico del Monte dell'Aspra presso Bagheria (Palermo)*. Plinia, .3, 1-4.

DE STEFANI T. (1955) – *Notizie preliminari sul rilevamento geologico del F°. 250, Bagheria*. Estratto dal Boll. Soc. Natu. in Napoli. Vol. LXIV – 1955.

JACOBACCI A. (1954) – *Primi risultati dei rilevamenti geologici effettuati durante l'anno 1954 (Isole Egadi; Termini Imerese e Bagheria – Sicilia)*. Boll. Serv. Geol. Il., Vol. LXXVI – 2° fasc – pp. 491 – 495.

JACOBACCI A. (1956) – *Cenni preliminari sul rilevamento geologico del F. 250 "Bagheria"*. Boll. Serv. Geol.It., Vol. LXXVII, fasc. 3; pp. 399 – 404; 3 figg. n. t., Roma.

LEONE M. & DEL CASTILLO R. (1963) – *Contributo allo studio della genesi di alcune dolomie siciliane- Sulla dolomitizzazione dei calcari a crinoidi di S. Elia (Bagheria, Palermo)*. Atti Accademia di Scienze Lettere e Arti di Palermo, Serie IV – Vol. XXII – Parte I.

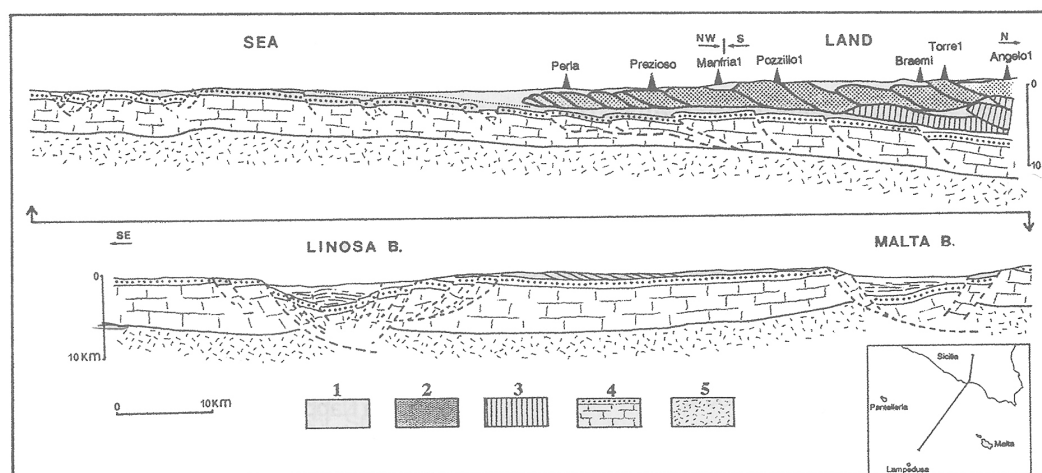
MONTANARI L. (1966) – *Geologia dei Monti di Trabia (Sicilia)*. Riv. Min. Sic. 97 – 99, 35 – 73.

MONTANARI L. & RIZZOTTO M. (2000) – *Geologia dell'Aspra*. Il Naturalista Siciliano 24, N. 3-4, 1-10.

**CORPO IDRICO SOTTERRANEO  
PIANA DI GELA**

## PIANA DI GELA

La Piana di Gela è un elemento morfologico tardo-quadernario derivante dal modellamento tettono-eustatico del fronte della catena Siciliana emersa (Fig. 1). Rappresenta uno degli effetti dell'evoluzione cinematica del cuneo di accrescimento siciliano, che nelle fasi più recenti della sua costruzione è andato incontro a ripetuti disequilibri meccanici (NIGRO & RENDA, 2001) che hanno determinato oscillazioni relative del livello di base e quindi le condizioni per la formazione di ingressioni marine (PEDLEY & GRASSO, 1991; Fig. 7).



**Fig. 1** - Profilo geologico attraverso la falda di Gela ed il segmento di avampaese sommerso nel Canale di Sicilia (da CATALANO *et al.*, 1992a)

Questi fenomeni pseudotrasgressivi sono rappresentati da un'azione abrasiva marina (RODA, 1966), che ha inciso le successioni deformate che compongono il fronte della catena e parte dell'attuale avanfossa (sistema di Gela-Catania) e che nella fase di ritiro ha lasciato dei depositi sabbioso-limosi di esile spessore a pronunciato controllo tettonico (BUTLER *et al.*, 1995a,b; 1999). Le successioni del substrato mobile sono organizzate geometricamente a costituire un gruppo di unità tettoniche (ARGNANI *et al.*, 1986; ARGNANI, 1987; GRASSO *et al.*, 1990a; TRINCARDI & ARGNANI, 1990; CATALANO *et al.*, 1992a-1995), note con la denominazione di *Falda di Gela* (BENEO, 1958), e sono rappresentate da depositi prevalentemente argillosi, evaporitici, marnosi e sabbiosi (OGNIBEN, 1957; RODA, 1967; DECIMA & WEZEL, 1971; GRASSO & LA MANNA, 1990;

BUTLER *et al.*, 1992) deposte in un contesto di tettonica attiva (BIEBOW *et al.*, 1992).

Nel sottosuolo della Piana di Gela sono presenti corpi rocciosi caotici (olistostromi; BENEIO, 1949; RIGO DE RIGHI, 1956; FLORES, 1959) di età prevalentemente Miocene medio-Pliocene sup. (OGNIBEN, 1954; MEZZADRI, 1961), a loro volta ricoperti da depositi plio-pleistocenici argilloso-sabbiosi, organizzati secondo un *trend* complessivamente regressivo (RODA, 1965; RUGGIERI, 1973; DI GERONIMO & COSTA, 1978).

I dati di sottosuolo della Piana di Gela, derivano dalle ricerche minerarie (BENEIO, 1950-1951; ROCCO, 1959) ed in particolare traggono origine da prospezioni sismiche e sondaggi geognostici. Tali dati sono stati utilizzati da vari autori per la realizzazione di profili geologici e ricostruzioni paleotettoniche e paleoambientali (GRASSO *et al.*, 1995; RAGG *et al.*, 1999).

La stratigrafia delle successioni miocenico-quadernarie dell'area di Gela (Figg. 2, 3 e 6) è così composta (a partire dall'alto stratigrafico) da:

- depositi argillosi passanti verso l'alto ad argille sabbiose e sabbie. L'arricchimento in sabbia è graduale.

superficie di discordanza

- “*Trubi*” (Pliocene inf.)

superficie di discordanza

- gessi e marne argillose intercalate dell'*unità evaporitica superiore* (Messiniano)

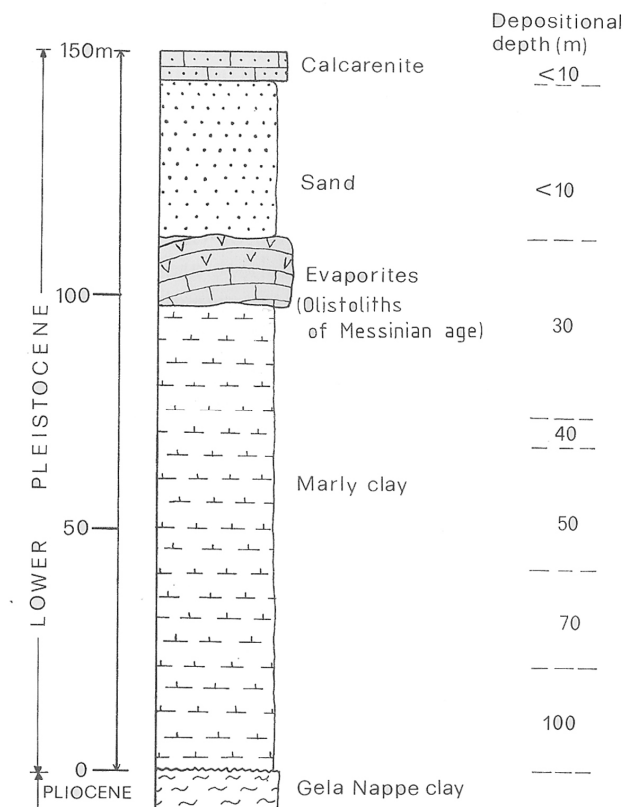
superficie di discordanza (erosione)

- calcari evaporitici (*Calcare di base*, Messiniano)

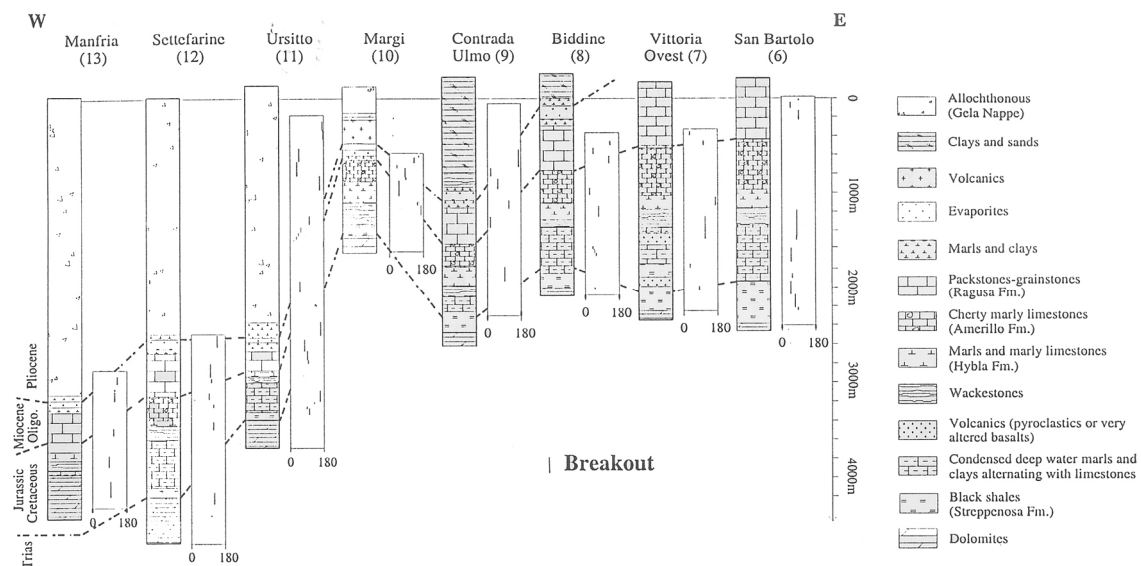
- marne diatomitiche e diatomiti (Messiniano)

superficie di discordanza non sempre documentabile

- depositi silico-clastici passanti verso l'alto ad argille sabbiose e marne calcaree pelagiche (pre-Messiniano)



**Fig. 2** - La successione pleistocenica tipo dei rilievi che circondano la Piana di Gela, secondo DI GERONIMO E COSTA (1978)



**Fig. 3** - Correlazione tra stratigrafie di pozzi geognostici realizzati tra la Piana di Gela (pozzi 11, 12 e 13) ed il settore occidentale dell'altopiano ibleo (da RAGG et al., 1999).

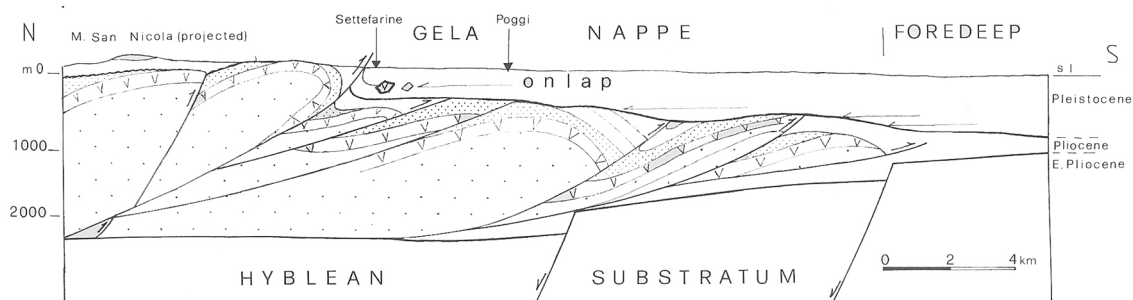


Fig. 4 - Sezione geologica schematica attraverso la Piana di Gela (da RAGG et al., 1999)

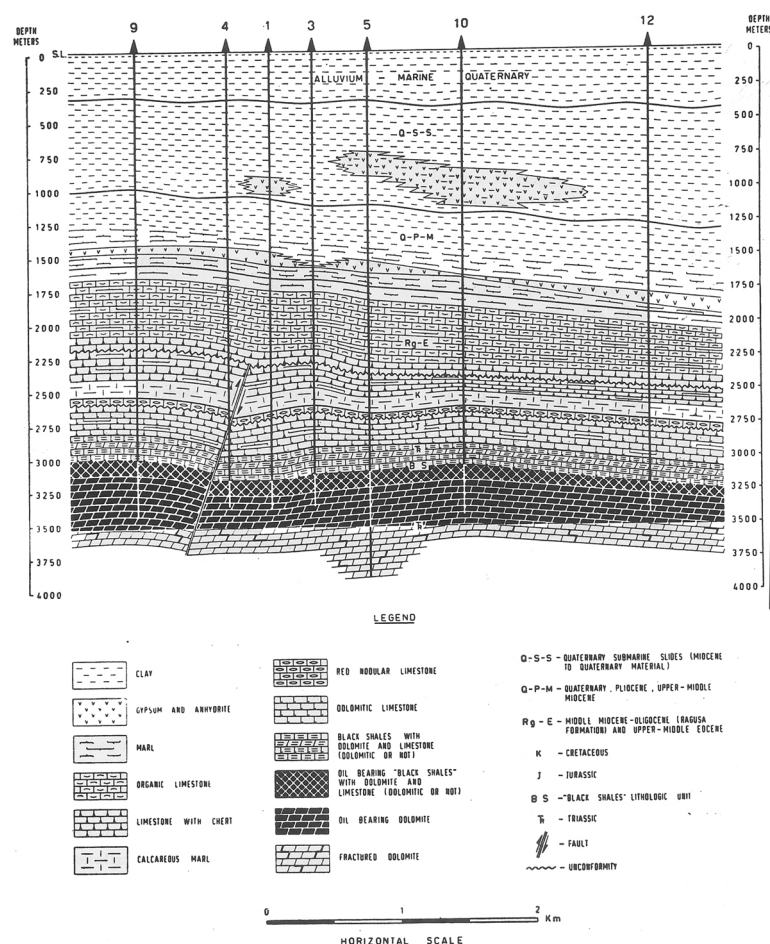
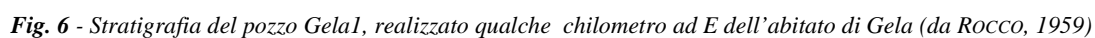


Fig. 5 - Profilo geologico del campo petrolifero di Gela, ottenuto attraverso dati geofisici e geognostici (da Rocco, 1959)

Le successioni più antiche sono rappresentate dalla Formazione Licata *Auct.*, le cui facies suggeriscono paleoambienti di prodelta fino a pelagici. Essa rappresenta il

Le litologie sono date da argille e argille marnose di colore grigio-azzurro o marrone a foraminiferi planctonici (Zona a *Globigerinoides obliquus extremus*, Tortoniano sup).



Separati da una discordanza angolare, i depositi argillosi tortoniani sono ricoperti dalle successioni evaporitiche. Queste successioni non affiorano nella loro interezza, soprattutto nelle loro porzioni stratigraficamente più profonde. La profonda incisione di questi depositi rivela anche i rapporti stratigrafici di discordanza con le successioni stratigraficamente sovrastanti, costituite da successioni evaporitiche *l. s.* (*Gessi del II ciclo* degli autori, ancora di età Messiniano sup.).

Le facies evaporitiche osservate e studiate nei depositi messiniani (es.: SCHREIBER *et al.*, 1976) sono:

- 1) gesso e ruditi carbonatico-gessose, areniti e marne arenitiche, costituite in proporzioni variabili da frammenti di gesso (a luoghi anche anidrite) ed in parte da vari materiali risedimentati quali frammenti di carbonati ed argille, quarzo, feldspati, glauconite e frammenti vulcanici alterati.
- 2) solfato di calcio laminato, spesso associato a sottili intercalazioni carbonatiche.
- 3) strati di solfato di calcio nodulari-laminati con orizzonti nodulari. Questi strati si ritrovano a luoghi associati agli strati di solfato di calcio laminato.
- 4) selenite, con disposizione dei cristalli costituenti i vari strati a tappeto o a "cavoli".
- 5) strati irregolari, anastomizzati, di gesso costituiti da cristalli mal orientati e rotti. La stratificazione è marcata da strati molto sottili ed irregolari carbonatici.

I termini litologici più antichi sono rappresentati da gessi macrocristallini, selenitici, in grossi strati o banchi, intervallati a tratti da lamine e strati carbonatici di spessore decimetrico. Sono depositi assimilabili ai *Gessi del I ciclo* degli autori, di età Messiniano sup.

Gli strati massivi di gesso selenitico (il cosiddetto *specchiolino*) sono costituiti in affioramento da file ordinate di cristalli orientati, dai cristalli xenotipici e da masse caotiche. La selenite in grossi cristalli è la prima di questi tre gruppi.

I depositi dei *gessi del II ciclo* sono costituiti, in prevalenza, da argille e da gessi sia risedimentati che di deposizione primaria (*partimenti*). In particolare, affiorano argille gessose grigio-bluestre, sottilmente stratificate, di spessore variabile, cui si intercalano



dei corpi gessosi, sia risedimentati che clastico-evaporitici. Questi ultimi, sono costituiti da gesso micro e macrocristallino, da laminiti gessose (gesso balatino) e carbonatiche in strati di potenza molto variabile, intervallate ad orizzonti di marne argillose. Localmente, affiorano anche gessopeliti, gessareniti, gessoruditi (formate da elementi selenitici) e calcareniti gessose, rappresentanti i depositi clastici marginali degli autori). E' ancora una superficie di discordanza che separa i depositi messiniani da quelli più recenti. Questi ultimi sono costituiti da calcari marnosi e marne calcaree bianche o bianco-grigie, talora ben stratificate in strati potenti fino a qualche metro, argille grigie o bianco-grigie poco stratificate (Trubi *Auct.*). Sono riferibili al Pliocene inf.-medio (Zona a *Globorotalia margaritae* e *Globorotalia puncticulata*).

I “Trubi” sono ricoperti in paraconcordanza da depositi plio-pleistocenici, le cui facies mostrano caratteri marcatamente regressivi. Questa successione inizia con argille marnose e siltose grigio-azzurre a stratificazione indistinta del Pliocene sup. (Zona a *Globorotalia aemiliana*), cui seguono argille sabbiose e siltose grigio-giallastre a stratificazione indistinta, con locali intercalazioni arenacee del Pliocene sup.-Pleistocene inf. (Zona a *Globorotalia inflata*).

Questi depositi sfumano gradualmente verso l'alto stratigrafico a sabbie mal classate, sabbie debolmente limose e ghiaiose di colore giallastro, a stratificazione spesso indistinta, e marne con locali livelli bioclastici del Pleistocene inf. (Zona a *Globorotalia inflata*). Questi corpi contengono lenti di vario spessore ed estensione areale di arenarie giallo ocre a cemento carbonatico ed a laminazione incrociata e piano parallela, biocalcareni, a luoghi bioturbate.

All'interno delle successioni messiniano-pleistoceniche si intercalano corpi lentiformi di vario spessore. Si tratta in prevalenza di argille a giacitura caotica (*Argille Brecciate* degli autori), di colore grigio-bruno, contenenti brecce risedimentate di varia taglia e dimensione dei corpi canalizzati. Le litologie degli orizzonti di brecce sono rappresentate da gesso, argille, arenarie numidiche, carbonati mesozoici e basalti. Giacciono sia all'interno dei *Gessi del II ciclo* (A.B. II) che alla base (A.B. III), all'interno dei “Trubi” (A.B. IV) e delle sovrastanti successioni argillose del Pliocene sup. (A.B. V).

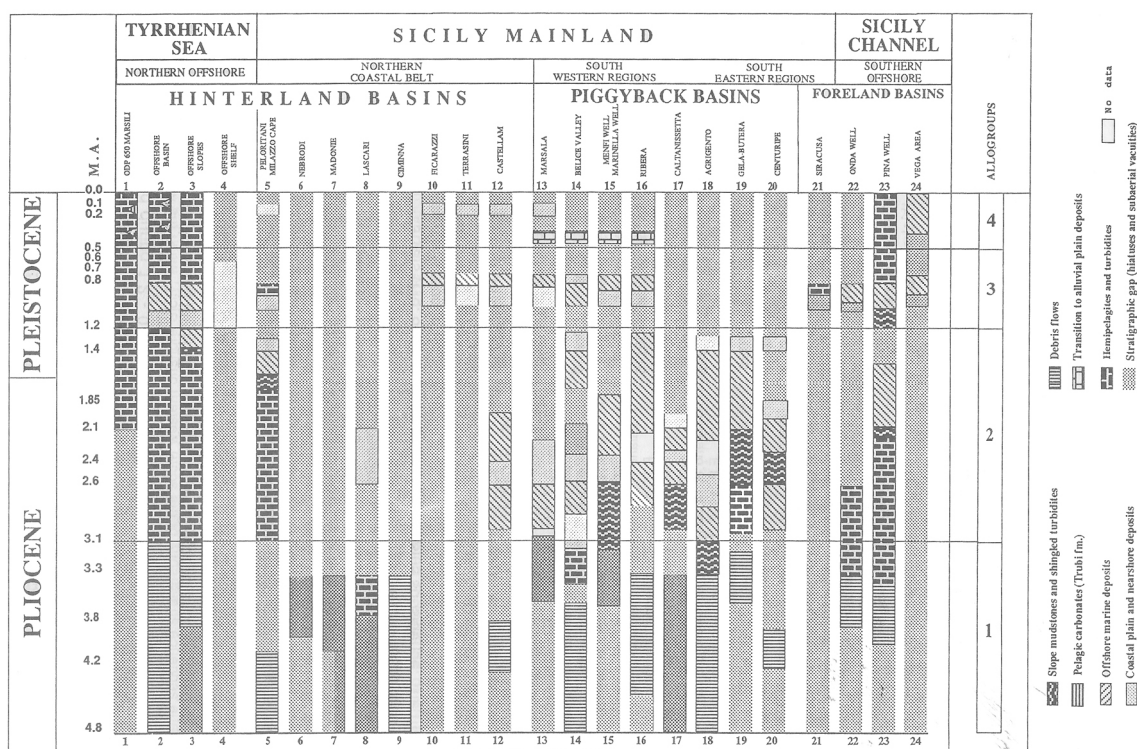


Fig. 7 - Distribuzione delle facies costituenti i depositi plio-quadernari della Sicilia (da CATALANO *et al.*, 1992b)

Lo spessore delle successioni pre-Pliocene inf. è difficilmente valutabile con precisione in quanto esse si presentano intensamente piegate e fagliate, ma anche per la loro variazione laterale di spessore connessa con le caratteristiche deposizionali. Esse, nel complesso, costituiscono un corpo caotico argilloso eterogeneo potente alcune migliaia di metri (ROCCO, 1959; RAGG *et al.*, 1999).

Dai dati di superficie (GRASSO *et al.*, 1997) si evince che le successioni del Pliocene medio-Pleistocene possiedono anch'esse uno spessore variabile in quanto deposte entro depressioni sinclinaliche in via di amplificazione. Le variazioni di facies a scala regionale sono evidenti e collegate con l'evoluzione cinematica della catena siciliana (CATALANO *et al.*, 1992b). Le porzioni apicali, costituite dai prodotti sabbiosi possiedono uno spessore più uniforme che si aggira mediamente intorno ai 30-40 m (DI GERONIMO & COSTA, 1978).

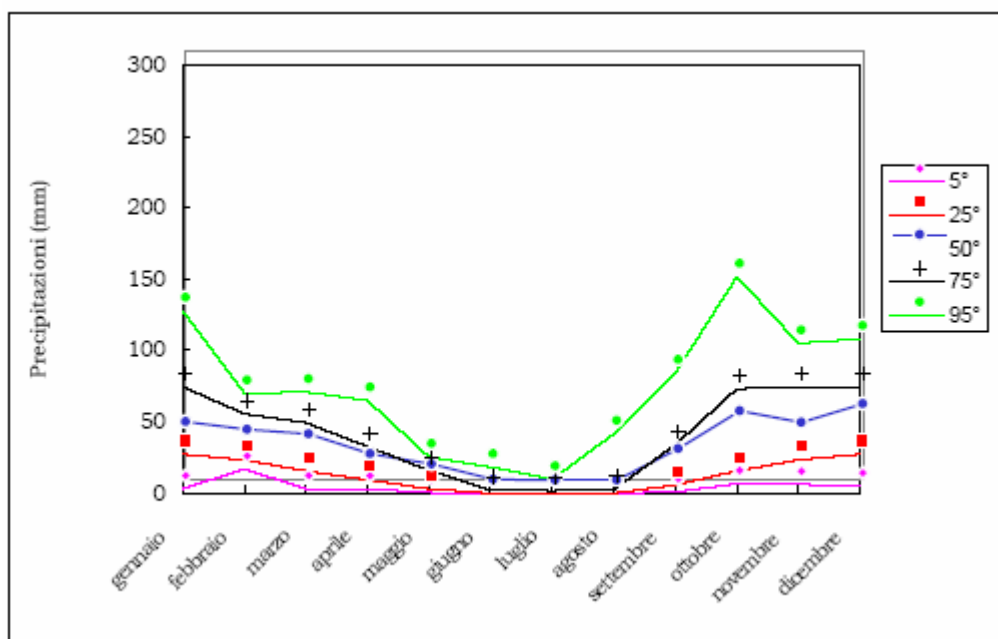
L'assetto geologico del sottosuolo della Piana di Gela (Figg. 4 e 5) è pertanto costituito da un'impalcatura a prevalente contenuto argilloso, con un intervallo evaporitico discontinuo intercalato, spesso da parecchie centinaia ad alcune migliaia di

metri, ricoperta in modo discontinuo da un esile orizzonte di depositi alluvionali e localmente di depositi sabbioso-calcarenitici quaternari, aventi un contenuto variabile di limo, di alcune decine di metri di spessore.

### ***Regime pluviometrico***

L'unica stazione pluviotermometrica presente nella Piana di Gela è quella di Gela sita a 45 m s.l.m., gestita dal Servizio Tecnico Idrografico Regionale della Sicilia. Questa stazione, che ben rappresenta il regime climatico nella zona, ha permesso la registrazione di una serie completa di dati pluviometrici e termometrici trentennali.

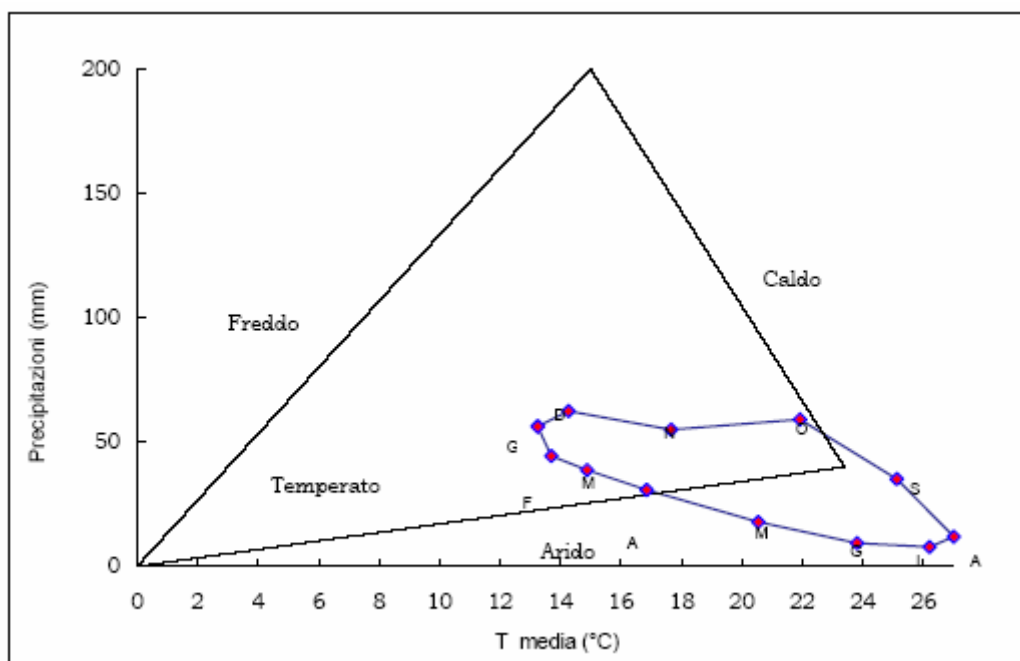
Dai dati della stazione di Gela pubblicati nell'Atlante climatologico della Sicilia prodotto dall'Atlante climatologico del Servizio Informativo Agrometeorologico del Dipartimento Agricoltura e Foreste della Regione Sicilia sono stati desunti alcune informazioni di carattere climatico (figg. 8 e 9) che di seguito vengono riportati.



*Fig. 8 - Andamento delle precipitazioni per la stazione di Gela*

Gela m 45 s.l.m.

<i>me</i> se	<i>T max</i>	<i>T min</i>	<i>T med</i>	<i>P</i>
gennaio	17,8	8,6	13,2	50
febbraio	18,3	8,9	13,6	38
marzo	19,8	9,8	14,8	33
aprile	22,0	11,5	16,8	25
maggio	25,5	15,4	20,5	12
giugno	28,5	18,9	23,7	3
luglio	30,7	21,5	26,1	2
agosto	31,6	22,3	26,9	6
settembre	29,6	20,4	25,0	29
ottobre	26,5	17,2	21,9	53
novembre	22,3	12,9	17,6	49
dicembre	18,7	9,7	14,2	56



*Fig. 9 - Climogramma di Peguy riferito alla stazione di Gela*

I climogrammi di Peguy riassumono sinteticamente le condizioni termo-pluviometriche delle diverse località considerate. Essi sono stati costruiti sulla base dei

dati medi mensili di temperatura media e precipitazioni cumulate. Sulle ascisse è riportata la scala delle temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ), mentre sulle ordinate quella delle precipitazioni (mm). Dall'unione dei 12 punti relativi a ciascun mese, si ottiene un poligono racchiudente un'area, la cui forma e dimensione rappresentano bene le caratteristiche climatiche di ciascuna stazione. Sul climogramma è anche riportata un'area triangolare di riferimento che, secondo Peguy, distingue una situazione di clima temperato (all'interno dell'area stessa), freddo, arido, caldo (all'esterno del triangolo, ad iniziare dalla parte in alto a sinistra del grafico, in senso antiorario). Il triangolo è costruito sulla base delle seguenti coordinate dei vertici: ( $0^{\circ}\text{C}$ , 0 mm); ( $23,4^{\circ}\text{C}$ , 40 mm); ( $15^{\circ}\text{C}$ , 200 mm). La posizione dell'area poligonale, rispetto a quella triangolare di riferimento fornisce una rappresentazione immediata delle condizioni climatiche della stazione.

Dall'esame del climogramma di Peguy riferito alla stazione di Gela si evince che il clima è temperato dal mese di settembre al mese di aprile, ed è arido da aprile a metà settembre.

In base all'indice di aridità di De Martonne ( $I_a = 12$ ), determinato in uno studio della Regione Sicilia, il clima della Piana di Gela è stato classificato semiarido. La precipitazione media annua per l'anno idrogeologico 1965-1994 è pari a circa 356 mm/a.

### ***Considerazioni idrogeologiche***

Dalle considerazioni geologico-strutturali sopra descritte e dalle stratigrafie sopra riportate si evince che:

- i terreni affioranti nella Piana di Gela sono costituiti da depositi alluvionali quaternari limoso-argillosi e limoso-sabbiosi con intercalazioni sabbioso-ghiaiose che non sono in grado di ospitare una falda idrica sotterranea di rilevante interesse idrogeologico non solo per il suo esiguo spessore ma anche per la bassa permeabilità orizzontale e verticale del complesso alluvionale;
- al di sotto della copertura alluvionale talora si rinvencono le sabbie e arenarie con intercalazioni argillose plio-pleistoceniche affioranti nei rilievi che bordano la piana e nell'abitato di Gela;
- anche questi depositi arenacei e sabbiosi con intercalazioni argillose plio-

pleistoceniche, che presentano uno spessore esiguo, non favoriscono l'immagazzinamento di una risorsa idrica significativa dal punto di vista quantitativo, come anche testimoniato anche dalla quasi assenza di pozzi idrici;

- al di sotto dei depositi arenacei pleistocenici si rinvencono le argille plioceniche, le marne argillose dei “*Trubi*”, i depositi evaporatici e altri depositi argillosi più antichi deformati.
- la Piana di Gela è sede di un acquifero a ridotta potenzialità, in relazione al suo spessore ed alla sua estensione areale, che corrisponde all'orizzonte sabbioso-calcarenitico pleistocenico affiorante. Questo acquifero poggia su un substrato argilloso spesso alcune migliaia di metri, al di sotto del quale è stato riconosciuto il substrato carbonatico ibleo della Fm. Ragusa (GRASSO *et al.*, 1990b).

Per le considerazioni, geologiche, geologico-strutturali, idrogeologiche sopra descritte la Piana di Gela non viene considerato un corpo idrico sotterraneo significativo in quanto non è in grado di ospitare una falda idrica di interesse né dal punto di vista quantitativo né dal punto di vista qualitativo.

## Riferimenti bibliografici

- ARGNANI A., CORNINI S., TORELLI L. & ZITELLINI N. (1986) – *Neogene-Quaternary Foredeep System in the Strait of Sicily*. Mem. Soc. Geol. It., 36, 123-130.
- ARGNANI A. (1987) – *The Gela Nappe: evidence of accretionary melange in the Maghrebian foredeep of Sicily*. Mem. Soc. Geol. It., 38, 419-428.
- BENEO E. (1949) - *Sul "Microdiapiro " di Leonforte e su quelli a Nord di Gela (Sicilia Centrale e Meridionale)*. Rend. Acc. Lincei, VII (1-4), 108-113.
- 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. (1958) - *Sull'olistostroma quaternario di Gela (Sicilia Meridionale)*. Boll. Serv. Geol. It., 79, 5-15.
- BIEBOW N., HAMICH A., SCHIEBEL A. A., SODING E., BACKER H., BRENNER W. & THIEDE J. (1992) – *Evidence for accretionary prisms in the southeastern part of the Caltanissetta Basin*. 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, 31-36.
- BUTLER R. W. H., GRASSO M. & LA MANNA F. (1992) – *Origin and deformation of the Neogene-Recent Maghrebian foredeep at the Gela Nappe, SE Sicily*. Journ. Geoph. Res., 149, 547-556.
- BUTLER R. W. H., GRASSO M. & LICKORISH H. (1995a) – *Plio-Quaternary megasequence geometry and its tectonic controls within the Maghrebian thrust belt of south-central Sicily*. Terra Nova, 7, 171-178.
- BUTLER R. W. H., LICKORISH W. H., GRASSO M., PEDLEY H. M. & RAMBERTI L. (1995b) - *Tectonics and sequence stratigraphy in Messinian basins, Sicily: Constraints on the initiation and termination of the Mediterranean salinity crisis*. Geol. Soc. Am. Bull., 107, 425-439.
- BUTLER R. W. H., MCCLELLAND E. & JONES R. E. (1999) - *Calibrating the duration and timing of the Messinian salinity crisis in the Mediterranean: linked tectonoclimatic signals in thrust-top basins of Sicily*. J. Geol. Soc. London, 56, 827-835.

- CATALANO R., INFUSO S. & SULLI A. (1992a) – *The Pelagian foreland and its northward foredeep. Plio-Pleistocene structural evolution*. 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, 37-42.
- CATALANO R., DI STEFANO E., LO CICERO G., INFUSO S., VAIL P. R. & VITALE F. P. (1992b) – *Basin analysis and sequence stratigraphy of the Plio-Pleistocene of Sicily*. 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, 99-104.
- CATALANO R., INFUSO S. & SULLI A. (1995) – *The submerged Maghrebian Sicilian Chain from southern Tyrrhenian to the Pelagian foreland*. Terra Nova, 7, 179-188.
- DECIMA A. E WEZEL F.C. (1971) – *Osservazioni sulle evaporiti messiniane della Sicilia centro-meridionale*. Riv. Min. Sic., 22, 172-187.
- DI GERONIMO I. E COSTA B. (1978) – *Il Pleistocene del Monte dell'Apa (Gela)*. Riv. It. Paleont., 84 (2), 245-276.
- FLORES G. (1959) – *Evidence of slump phenomena (olistostromes) in areas of hydrocarbons explorations in Sicily*. Proc. Fifth World Petr. Congress New York.
- GRASSO M. & LA MANNA F. (1990) – *Lineamenti stratigrafici e strutturali del fronte della Falda di Gela affiorante a NW del Plateau Ibleo (Sicilia sud-orientale)*. Geologica Romana, 29, 55-72.
- GRASSO M., BUTLER R. W. H. & LA MANNA F. (1990a) – *Thin-skinned deformation and structural evolution in the NE segment of the Gela Nappe, SE Sicily*. Studi Geol. Camerti, vol. spec. 1990b, 9-17.
- GRASSO M., DE DOMINICIS A. & MAZZOLDI G. (1990b) – *Structures and tectonic setting of the western margin of the Hyblean-Malta shelf, central Mediterranean*. Ann. Tectonicae, 4 (2), 140-154.
- GRASSO M., MIUCCIO G., MANISCALCO R., GAROFANO P., LA MANNA F. & STAMILIA R. (1995) – *Plio-Pleistocene structural evolution of the Hyblean Plateau and the Maghrebian foredeep, SE Sicily*. Implications for the deformational history of the Gela Nappe. Ann. Tectonicae, 9 (1-2), 7-21.



- GRASSO M., LICKORISH W. H., DILIBERTO S. E., GEREMIA F., MANISCALCO R., MAUGERI S., PAPPALARDO G., RAPISARDA F. & SCAMARDA G. (1997) – *Carta geologica della struttura a pieghe di Licata (Sicilia centro-meridionale)*. Scala 1:50.000, Tipografia SELCA, Firenze.
- HARDIE L.A. E EUGSTER H.P. (1971) - *The depositional environment of marine evaporites: a case for shallow, clastic accumulation*. *Sedimentology*, 16, 187-220.
- MEZZADRI P. (1961) - *Osservazioni sul Pliocene in Sicilia*. *Riv. Min. Sic.*, 69, 103-114.
- NIGRO F. E RENDA P. (2000) – *Un modello di evoluzione tettono-sedimentaria dell'avanfossa neogenica siciliana*. *Boll. Soc. Geol. It.*, 119, 667-686.
- NIGRO F. & RENDA P. (2001a) - *Late Miocene-Quaternary stratigraphic record in the Sicilian Belt (Central Mediterranean): tectonics versus eustasy*. *Boll. Soc. Geol. It.*, 120, 151-164.
- 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*, 18, 1-92.
- OGNIBEN L. (1957) - *Petrografia della Serie Solfifera Siciliana e considerazioni geologiche relative*. *Mem. descr. Carta Geol. d'Italia*, 33, pp. 275.
- PEDLEY H. M. & GRASSO M. (1991) - *Sea-level change around the margins of Catania-Gela Through and Hyblean Plateau, southeast Sicily (African-European plate convergence zone): A problem of Plio-Quaternary plate buoyancy?* *Spec. Publ. Int. Ass. Sedim.*, 12, 451-464.
- RAGG S., GRASSO M. & MULLER B. (1999) – *Patterns of tectonic stress in Sicily from borehole breakout observation and finite element modelling*. *Tectonics*, 18 (4), 669-685.
- RICHTER-BERNBURG G. (1973) - *Facies and paleogeography of the Messinian evaporites in Sicily*. In: Drooger C. W. (ed), "Messinian events in the Mediterranean", Amsterdam, 124-141.
- 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. (1965) – *La sezione stratigrafica pleistocenica di Niscemi (Caltanissetta)*. *Atti*

Acc. Gioenia Sc. Nat. Catania, 17, 37-62.

RODA C. (1966) - *Nuove conoscenze sulla trasgressione mediopliocenica*. Boll. Acc. Gioenia Sc. Nat., 8, 705-716.

RODA C. (1967) - *I sedimenti plio-pleistocenici nella Sicilia centro-meridionale*. Atti Acc. Gioenia Sc. Nat., 18, 295-310.

RUGGIERI G. (1973) - *La malacofauna del Pleistocene inferiore di Casa Schifo presso Gela (Sicilia)*. Boll. Soc. Paleont. It., 12, 158-165.

SCHREIBER B. C. E 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., FRIEDMAN G. M., DECIMA A. E SCHREIBER E. (1976) - *Depositional environments of Upper Miocene (Messinian) evaporite deposits of the Sicilian basin*. Sedimentology, 23, 729-760.

TRINCARDI F. & ARGNANI A. (1990) - *Gela submarine slide: a major basin-wide event in the Plio-Quaternary foredeep of Sicily*. Geomarine Letters, 10, 13-21.

**CORPO IDRICO SOTTERRANEO  
PIANA DI PALERMO**

## **b) Caratteristiche geografiche, geologiche, idrogeologiche**

### **Localizzazione geografica e morfologia del corpo idrico**

#### ***Localizzazione geografica***

La Piana di Palermo ha una estensione di circa 130 km<sup>2</sup> ed ha andamento NW-SE con uno sviluppo costiero di circa 30 km. E' delimitata dai cosiddetti "Monti di Palermo", a SE dal Fiume Eleuterio, che la separa dalla attigua Piana di Bagheria, ed a N-E dal Mar Tirreno. I circostanti "Monti di Palermo" raggiungono un'altezza media di circa 900 m, presentando versanti molto ripidi, incisi da valli abbastanza profonde, strette ed incassate, a fondo molto declive, il cui orientamento coincide frequentemente con la direzione predominante dei venti umidi (Libeccio).

Per quel che riguarda il sistema di drenaggio superficiale, il corpo idrico è drenato a SE dal Fiume Oreto, ad E dal Fiume Eleuterio, ed a ENE da alcuni corsi d'acqua minori (ricadenti nei bacini minori tra F. Oreto e Punta Raisi), tra i quali il maggiore è il Passo di Rigano, oggi interamente canalizzato.

I depositi pleistocenici (*argille di Ficarazzi* e/o calcareniti biancastre o giallastre) della Piana di Palermo poggiano sulle coperture terrigene numidiche o riposano direttamente sulla prosecuzione sepolta dei corpi idrici di Monte Gallo, Monte Castellaccio, Pizzo Vuturo - Monte Pellegrino, Monte Cuccio – Monte Gibilmesi e Belmonte-Pizzo Mirabella. Una aliquota idrica sotterranea, non indifferente, proveniente dai precitati corpi idrici carbonatici, alimenta i sovrastanti acquiferi calcarenitici.

Il corpo idrico ricade nel foglio I.G.M.I. n. 249 "Palermo" (scala 1:100.000) e nei territori comunali di Palermo, Villabate, Ficarazzi e Monreale.

#### ***Aspetti geomorfologici***

La Piana, caratterizzata da un andamento morfologico abbastanza regolare, registra una pendenza media tra il 10 ed il 15%. Essa è il risultato sia delle ripetute azioni del "mare

quaternario”, sia dei corsi d’acqua che la hanno incisa più o meno profondamente.

Le forme derivanti sono rappresentate da una serie di pianori, a diversa quota, con dislivelli di qualche metro, raccordati da scarpate con altezza da pochi ad alcuni metri. La rete viaria urbana ed extraurbana si è sviluppata a tergo di tali scarpate.

Nel settore centrale della Piana sono stati identificati dei rilievi di ridottissima estensione, su cui sorsero (a partire dall’VIII secolo a.C.) i primi insediamenti urbani (Palaeopolis, Neapolis, Transpapireto). Tali rilievi, oggi di difficile individuazione, sono stati in tempi storici livellati a causa dell’intensa attività antropica esplicata. Nel centro storico di Palermo si ravvisano chiare tracce, anche nell’andamento del tessuto urbano, di due alvei antichi (Papireto e Fiume del Maltempo) ancora oggi riconoscibili, come pure le morfologie delle testate e le relative bassure (fosse di Danisinni e della Garofala).

I principali corsi della rete idrografica sono il Fiume Oreto ed il canale Passo di Rigano (Cusimano *et al.*, 1981).

Il Fiume Oreto nasce dalle pendici della dorsale compresa tra M. Matarassaro Renna (1151 m s.l.m.) e le Punte di Cuti (1074 m s.l.m.). Nel suo tratto mediano è molto incassato, con andamento meandriforme e nella sua parte terminale, prima di sfociare nel Tirreno, risulta rettificato e canalizzato.

Il Canale Passo di Rigano raccoglie le acque di alcuni torrenti che si sviluppano dai rilievi posti ad occidente della città. Tali corsi, oggi canalizzati in sotterraneo (Luparello, Borsellino, Celona e Mortillaro), dopo avere attraversato la porzione centrale della Piana scaricano nel tratto di costa della località Acquasanta.

La configurazione della rete drenante è il risultato di numerosi interventi realizzati tra il XVI ed il XX secolo, in funzione di difesa dal pericolo di alluvionamento.

### ***Considerazioni geologiche***

In base agli studi precedenti (Gignoux, 1913; Ruggieri, 1967; Ruggieri & Sprovieri, 1975), alcuni dei quali basati sull’analisi delle informazioni litostratigrafiche, derivanti da indagini geognostiche (Cusimano *et al.*, 1997; Giammarinaro *et al.*, 1999) ed alle più recenti ricerche (Calvi *et al.*, 1998 e 2000, Contino *et al.*, 2003), si è ricostruita la successione dei sedimenti marini pleistocenici della Piana di Palermo. Tali terreni risultano

databili all'Emiliano sup. – Pleistocene medio (?), al Pleistocene superiore (Buccheri, 1966) ed all'Olocene (Di Stefano, 1998).

La Piana di Palermo è costituita da depositi pleistocenici marini, con spessori variabili, che talora possono raggiungere i 100 m, di calcareniti e/o argille sabbiose e silt, discordanti sui carbonati meso – cenozoici del settore di catena dei Monti di Palermo (Caflisch, 1966; Abate *et al.*, 1978; Catalano *et al.*, 1979) o sulle loro coperture numidiche.

Nel dettaglio, dal basso verso l'alto è riconoscibile la seguente successione:

a) terreni del substrato meso-cenozoico

Il substrato meso-cenozoico della Piana di Palermo è costituita da:

- successioni carbonatiche mesoterziarie imeresi e panormidi
- Flysch Numidico (Oligo – miocene): terreni argilloso-marnosi con intercalazioni, a luoghi, di arenarie quarzose. Il tetto del numidico della Piana presenta alti e bassi morfologici allineati secondo direttrici tettoniche pleistoceniche, già riconosciute nell'area da diversi autori (Catalano *et al.*, 1979, 1998; D'Angelo *et al.* 1980; Abate *et al.*, 1982; Catalano & D'Argenio, 1982; Nigro & Renda, 2002).

b) depositi marini dell'Emiliano sup. - Pleistocene medio (?)

I depositi pleistocenici possono essere distinti in due litofacies principali:

- una calcarenitica superiore, con intercalati livelli argillosi e argilloso sabbiosi, con spessore variabile da qualche metro ad oltre 80 m (località Resuttana ai Colli). Questa litofacies è costituita da biocalcisiltiti e sabbie, passanti in alto a litareniti, biocalcareniti e/o biocalcisiltiti (e subordinate biocalciruditi). La loro colorazione varia dal biancastro al giallastro, in funzione della percentuale di ossidi di ferro e manganese (Liguori & Cusimano, 1978). La cementazione, con un grado molto variabile, è sia primaria (calcite microcristallina), che secondaria (calcite spatica), e sono diffusi i processi di decementificazione legati alla circolazione delle acque sotterranee.

A nord della Città, le calcareniti sono biancastre, granulometricamente omogenee, a prevalente contenuto calcitico e con rari livelli argilloso sabbiosi; mentre nel settore meridionale, le calcareniti sono giallastre e con una percentuale variabile di silice e quindi un diverso grado di cementazione (Cusimano & Di Cara, 1995). Nell'ambito delle calcareniti giallastre sono riscontrabili sia variazioni di litofacies, causate da

ripetute eteropie laterali e/o verticali, sia argille sabbiose in livelli più frequenti e più potenti rispetto alle calcareniti biancastre.

- Una inferiore, prevalentemente argilloso-siltosa, assente o ridotta nel settore settentrionale della Piana. Questi depositi sono costituiti da argille sabbiose azzurre fossilifere con ripetuti passaggi di silt, sabbie e calcareniti talora grossolane, infra - circalitorali (Ruggieri, 1993), e con locali intercalazioni di sabbie medie o grossolane (Liguori & Cusimano, 1978). Lo spessore è mediamente decametrico, con un massimo in perforazione di circa 90 m (località Romagnolo). Alla base, in discordanza, si riscontra un orizzonte discontinuo, più o meno potente (sino ad oltre 1 m), di conglomerato trasgressivo polimitico, costituito da ciottoli, di natura silicea o carbonatica, da ben arrotondati ad appiattiti, con fori di litodomi o di spugne *Cliona*.

c) Depositi marini del Pleistocene sup.

Lungo la costa, ed in particolare nelle località Sferracavallo, Addaura, Vergine Maria, Arenella e Acqua dei Corsari, si riscontrano dei depositi marini del Pleistocene sup. con spessori medi in perforazione di 4 m (Arenella). Si tratta di biocalcareni e/o biocalciruditi e/o ghiaie in matrice sabbioso-siltosa discordanti sui terreni precedenti. Parte di essi sono stati datati al Tirreniano (Buccheri, 1966).

d) depositi continentali recenti ed attuali

- *Sabbie eoliche ed eolianiti würmiane*. Sono presenti in limitati affioramenti ubicati a ridosso di pareti rocciose (Monte Gallo, Addaura, Arenella, Pizzo Sferrovecchio), e costituiti da sabbie calcaree, più o meno quarzose, a stratificazione incrociata.

- *Depositi di travertino*. Si tratta di placche di calcari concrezionati bianco grigiastri, da vacuolari a compatti, legate a manifestazioni sorgentizie di un certa rilevanza. In questi depositi si rinvencono, inoltre, molluschi polmonati (*Helix spp.*) e raramente vertebrati continentali. Siti di affioramento sono quelli di Baida, di S. Isidoro (dove hanno spessori decametrici) ed Acqua dei Corsari.

- *Depositi alluvionali*. Affiorano in special modo lungo l'Oreto e nella parte alta della incisione del Fiume del Maltempo. Sono costituiti da ghiaie e ciottoli centi - decimetrici

polimittici, immersi in una matrice sabbioso siltosa bruna o grigiastra. Gli spessori sono estremamente variabili, con massimi nel tratto terminale dell'Oreto (circa 50 m).

*-Depositi fluvio-lacustri e palustri.* Si tratta di sabbie fini con rari ciottoli centimetrici che si rinvencono, con spessori generalmente metrici, soprattutto a valle di gruppi sorgentizi (Favara di Villabate e Favara di Maredolce). Nelle anse riparate del Fiume del Maltempo (Giardinaccio) e del Papireto affiorano anche silt torbosi bruno – nerastri. Altre aree palustri si rinvenivano un tempo nelle aree di Margifaraci, Ucciardone, Maredolce, etc.

*-Depositi colluviali.* Sono costituiti da sabbie fini e silt bruni o rossastri con ciottoli poco arrotondati, centimetrici, sparsi a sciami o concentrati in livelli lenticolari. Gli spessori maggiori (circa 20 m), si riscontrano nei tratti terminali delle principali conoidi, al piede dei versanti dei Monti di Palermo, specie nel sottosuolo del Borgo Nuovo e del C.E.P. Si rinvencono, inoltre, frequentemente, all'interno della Piana in corrispondenza delle antiche depressioni vallive, dove sono interdigitati con i depositi alluvionali.

*- Depositi litoranei dell'antico porto (La Cala) -* Questi depositi sono molto eterogenei, prevalentemente sabbioso – ghiaioso – ciottolosi, con orizzonti di argille torbose grigio nerastre. Si riscontrano costantemente nell'area dell'antico porto, confermando, in accordo coi dati storici, la presenza di una vasta rada che probabilmente si addentrava sino a lambire il sito dove oggi sorge la chiesa di S. Antonio Abate in Via Roma.

*- Materiali di riempimento e risulta.* Si riscontrano, con potenza variabile, in perforazione nella Piana di Palermo, essendo legati essenzialmente al riempimento di cave di materiale lapideo, successivamente abbandonate. Nel centro storico a ciò si aggiungono i riporti legati agli imponenti lavori per la realizzazione della cinta muraria cinquecentesca ed alla regimazione del Fiume del Maltempo e bonifica del Papireto, culminate con la colmata definitiva del 1591. In quest'ultima zona si rinvencono, infatti, spessori superiori anche ai 10 m di materiali di risulta. Gli eventi bellici legati al secondo conflitto mondiale hanno determinato la creazione di ingenti cumuli di macerie che sono stati successivamente stoccati in discariche ubicate in alcune aree soprattutto costiere.



## ACQUIFERI DELLA PIANA DI PALERMO

Nella Piana di Palermo è possibile riconoscere, la seguente successione verticale degli acquiferi:

- uno superficiale, costituito di calcareniti organogene biancastre o giallastre, con intercalazioni sabbiose e/o sabbioso siltose, talora con livelli conglomeratici alla base e con occasionali o ripetuti livelli prevalentemente siltoso argillosi che determinano condizioni di semiconfinamento della falda idrica ospitata e a luoghi più livelli acquiferi. La permeabilità media si stima dell'ordine di  $10^{-4} - 10^{-2}$  m/s;
- uno profondo, di natura prevalentemente carbonatica (calcari e dolomie mesozoiche), intercettato a diversa profondità (oltre i 100 m dal p.c.), con permeabilità media stimata tra  $10^{-2}$  e  $10^{-4}$  m/s.

In alcuni settori della Piana, tra i due acquiferi, si intercalano, con spessori variabili, terreni impermeabili del Flysch Numidico ( $k = 10^{-10}$  m/s) o delle successioni argilloso sabbioso siltose pleistoceniche ( $k = 10^{-6}$  m/s).

Si sottolinea che per corpo idrico della Piana di Palermo si intende solamente l'acquifero multifalda impostato nei depositi arenacei, calcarenitico-sabbioso e sabbioso-limose con intercalazioni siltoso-argillosi disposte a diverse altezze stratigrafiche.

## RICOSTRUZIONE DELL'ANDAMENTO DEL SUBSTRATO DELLA PIANA

In base ai dati ricavati dall'interpretazione delle stratigrafie di sondaggi geognostici e di pozzi idrici (oltre 2000 stratigrafie), è stata realizzata la carta del tetto del substrato della Piana di Palermo (Calvi *et al.*, 1998, Fig. n.1).

Dall'analisi delle curve del tetto del substrato si evince che la Piana di Palermo può essere suddivisa in tre settori:

- Il settore N è caratterizzato da strutture carbonatiche mesozoiche (localmente affioranti o sepolte al di sotto dei sedimenti pleistocenici), progressivamente ribassate dalla tettonica e talvolta ricoperte da depositi terrigeni del Flysch Numidico. In quest'area alcune forme possono essere interpretate come canali d'erosione subaerea, con andamento sub-parallelo alla falesia ad andamento N - S di Monte Pellegrino.
- Il settore centrale, è contraddistinto dalla presenza di rilevanti spessori di coperture

terrigeno del Flysch Numidico e, nell'area più occidentale, di argilliti silicee fissili e radiolariti. Questo settore rappresenta, nel suo complesso, un alto morfostrutturale modellato prevalentemente da processi di abrasione costiera; il limite meridionale è invece costituito da un sistema di gradini morfostrutturali ad andamento WSW - ENE.

- Il settore meridionale è un'area strutturalmente depressa, ed il substrato è costituito prevalentemente da depositi terrigeni impermeabili del Flysch Numidico. Nella fascia pedemontana di Ciaculli-Falsomiele i depositi pleistocenici (qui costituiti in gran parte da calcareniti e/o conglomerati) poggiano direttamente sul substrato meso-cenozoico (corpo idrico Belmonte-Pizzo Mirabella).

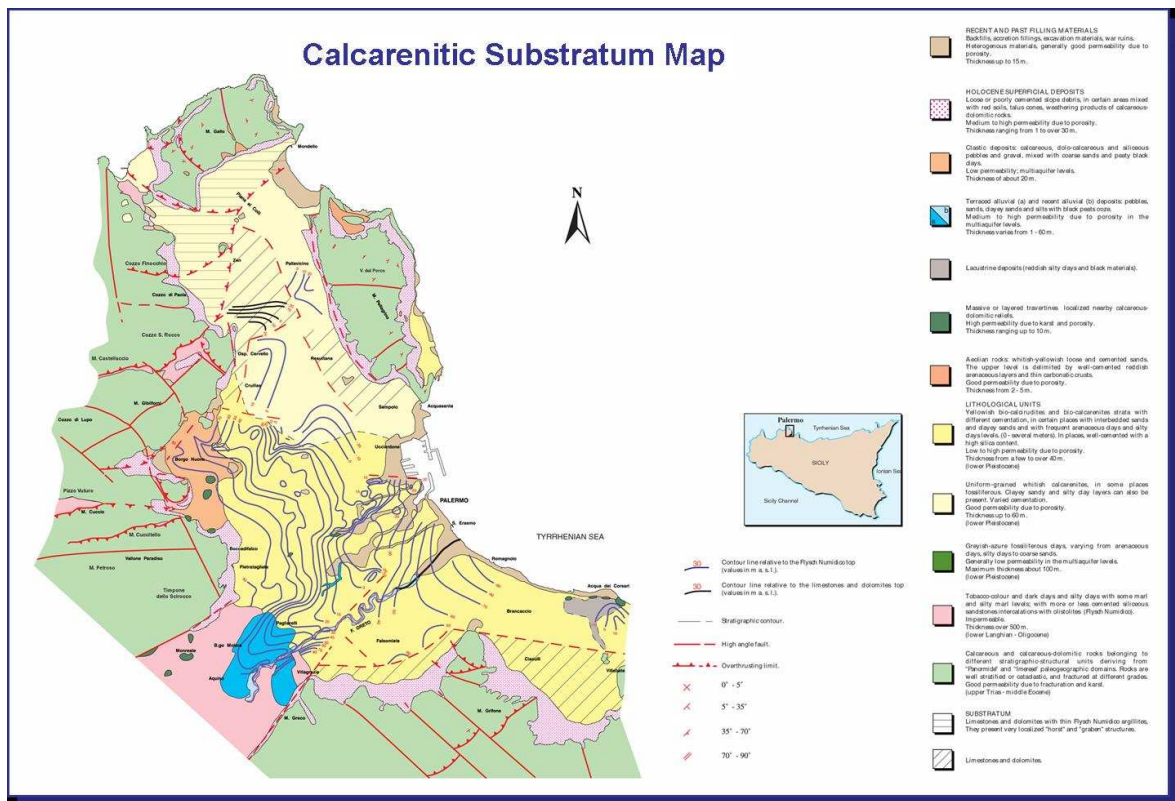


Fig. 1 – Carta del tetto del substrato della Piana e dei Monti di Palermo (Calvi et al.1998)

# HYDROSTRUCTURAL MAP OF THE PIANA AND OF THE MONTI DI PALERMO

Federico Calvi<sup>1</sup>, Antonio Contino<sup>1</sup>, Giocchino Cusimano<sup>1</sup>, Antonino Di Cara<sup>1</sup>, Alfonso Frías Forcada<sup>1</sup>, Sergio Hauser<sup>2</sup> & Santino Pellerito<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Dipartimento di Geologia e Geodesia dell'Università, Palermo. <sup>2</sup> Dipartimento di Chimica e Fisica della Terra dell'Università, Palermo.

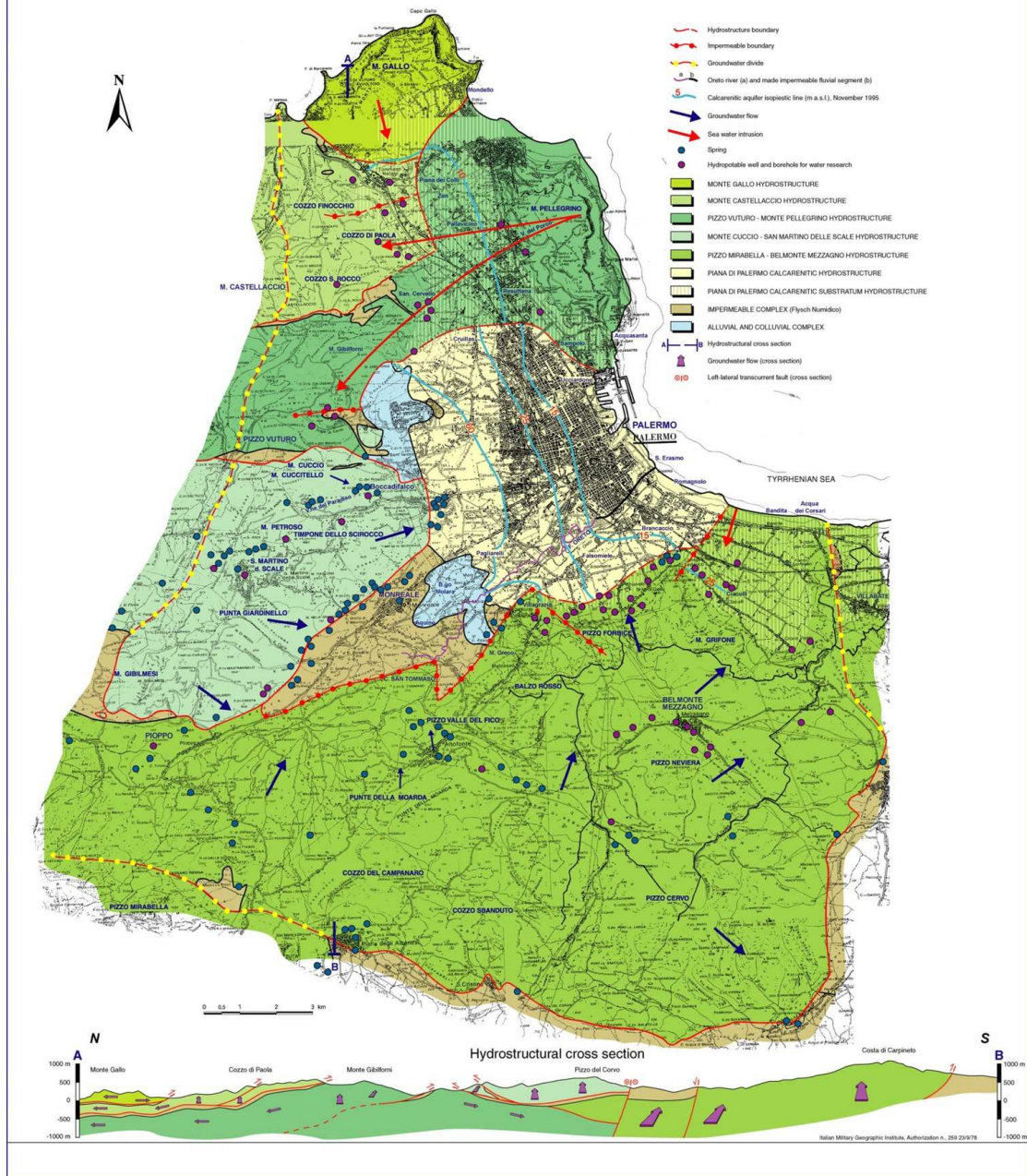


Fig. 2 – Mappa idrostrutturale della Piana e dei Monti di Palermo (Calvi et al.1998)

## **Caratteristiche idrogeologiche e idrochimiche**

### ***Regime pluviometrico e infiltrazione***

La pioggia media annua è di circa 700 mm (calcolata per il periodo 1964-95, Atlante Climatologico) distribuita rispettivamente in un periodo umido, da ottobre a marzo o anche aprile, ed in un periodo secco da giugno ad agosto.

### ***Corpi idrici alimentanti gli acquiferi della Piana***

L'analisi geologico-strutturale, corredata da informazioni dedotte dalla stratigrafia di pozzi di una certa profondità e da rilievi piezometrici e idrogeochimici, ha consentito l'individuazione di corpi idrici carbonatici con comportamento autonomo, responsabili dell'alimentazione sotterranea degli acquiferi localizzati nella Piana di Palermo (Calvi *et al.*, 1998) (Fig. 2). Per l'inquadramento di tali corpi idrici nel modello idrostrutturale dei Monti di Palermo, si rimanda a Contino *et al.*, (1998).

Procedendo da nord verso sud, si riscontrano:

- Il corpo idrico di **Monte Gallo**, sepolto sotto le calcareniti del settore W della Piana dei Colli è localmente separato da esse da spessore variabili dai materiali impermeabili del Flysch Numidico;
- Il corpo idrico di **Monte Castellaccio**, presente nel sottosuolo del settore di Cardillo direttamente al di sotto delle calcareniti; infatti, dalle colonne litostratigrafiche dei pozzi si evidenzia che solo molto localmente si intercalano tra entrambi gli acquiferi ridotti spessori di depositi terrigeni impermeabili del Flysch Numidico. Le condizioni strutturali, idrogeologiche e geomorfologiche autorizzano a considerare in continuità idraulica l'acquifero calcarenitico della Piana dei Colli con l'idrostruttura carbonatica sottostante;
- Il corpo idrico di **Pizzo Vuturo-Monte Pellegrino** si riscontra sepolto tra la Piana dei Colli e quella di Palermo propriamente detta (settore E di Piana dei Colli, Pallavicino, Resuttana e Petrazzi). Tutti i dati litostratigrafici ricavati dall'analisi delle stratigrafie dei pozzi idrici e geognostici indicano l'assenza dei depositi pelitici impermeabili del Flysch Numidico incuneati tra le calcareniti ed i calcari del corpo idrico P. Vuturo – M. Pellegrino il che induce a ritenere che i due acquiferi siano in continuità idraulica.

Inoltre, nel corpo idrico P. Vuturo – M. Pellegrino, che è a contatto diretto col mare, si osserva un cuneo d'intrusione marina che procede dalla Valle del Porco (Monte Pellegrino) verso il Pizzo Vuturo. La concentrazione di  $\text{Cl}^-$  riscontrata nell'acquifero calcarenitico, costituisce un elemento probante a favore dell'ipotesi di un collegamento idraulico tra le calcareniti ed i calcari sottostanti.

- Il corpo idrico di **Monte Cuccio – Monte Gibilmesì**, in base ai dati litostratigrafici (ricavati sia dall'analisi delle stratigrafie dei sondaggi idrici e geognostici, sia dai rilievi geologici effettuati sul terreno), strutturali, idrogeologici e geomorfologici, sembra avere una ridotta prosecuzione nel sottosuolo della Piana di Palermo. Le acque che si infiltrano nelle rocce carbonatiche di questa idrostruttura vengono a giorno nelle sorgenti e nei cunicoli drenanti del Vallone Paradiso – Boccadifalco, di Monreale e soprattutto del gruppo del Gabriele. In condizioni naturali, queste acque si sverserebbero nella Piana di Palermo sotto forma di acque di deflusso superficiale, mentre allo stato attuale molte risultano o non produttive o captate per uso idropotabile-irriguo.
- Il corpo idrico di **Belmonte Mezzagno-Pizzo Mirabella**, il cui settore settentrionale ha la sua diretta prosecuzione al di sotto delle calcareniti della Piana di Palermo (Falsomiele – Ciaculli) ed è in parte responsabile della loro alimentazione.

### ***Regime della falda e flussi sotterranei***

#### **Andamento piezometrico delle falde idriche della Piana**

Due campagne di rilevamento a cadenza semestrale, condotte nell'ottobre 1995 e nel giugno 1996, hanno permesso di evidenziare l'andamento dei livelli piezometrici nei due periodi. Nel settore della Piana dei Colli, le calcareniti biancastre poggiano direttamente su idrostrutture carbonatiche sepolte, quindi i valori di livello piezometrico relativi ai pozzi attestati in calcari o in calcareniti sono paragonabili tra loro. Nella zona centrale (Fondo Verde/Fondo Bacchi) si riscontra in perforazione un potente pacco di sedimenti prevalentemente pelitici (oltre 100 m), in grado di isolare idraulicamente i due acquiferi.

Nell'area centrale della Piana di Palermo, le informazioni idrogeologiche disponibili si riferiscono alla falda libera o semiconfinata ospitata nelle calcareniti

giallastre. A partire dall'assetto idrogeologico della Piana è possibile distinguere almeno tre acquiferi: uno a nord del Fiume Oreto, un secondo a sud dello stesso, mentre un terzo è compreso tra Ciaculli e Acqua dei Corsari. Una revisione dei dati geochimici storici, ha infine fornito indicazioni sul rapporto tra il Fiume Oreto e l'acquifero calcarenitico della Piana (Cusimano *et al.*, 1996).

Nel settore compreso tra Ciaculli e Acqua dei Corsari (Calvi *et al.*, 1998, Contino *et al.*, 2002) si distinguono due aree, una pedemontana nella quale le calcareniti poggiano direttamente sulle dolomie (Fm. Fanusi) e/o sulle intercalazioni carbonatiche in seno alle radiolariti ed argilliti silicee (Fm. Crisanti) appartenenti al corpo idrico di Belmonte Mezzagno-Pizzo Mirabella. Nella fascia costiera invece le calcareniti poggiano direttamente su un corpo di sedimenti pelitici, noti in letteratura geologica col nome di *Argille di Ficarazzi* (Emiliano sup.-Siciliano), a loro volta riposanti sul Flysch Numidico.

### ***Considerazioni sulla vulnerabilità***

L'area della Piana di Palermo, ospita, oltre la città di Palermo, diversi sobborghi, per un totale di circa 1.000.000 d'abitanti. Negli ultimi decenni si è verificato uno sviluppo abnorme ed incontrollato dei nuclei più urbanizzati, oltre che nelle fasce costiere e nelle zone pedemontane (espansione della città di Palermo), anche nelle aree montane (case prevalentemente utilizzate nei soli periodi estivi). Questo sviluppo non è stato accompagnato dalla realizzazione delle reti di servizi (fognature, acquedotti, ecc.). Una conseguenza dell'assenza di queste reti è fra l'altro il proliferare di pozzi perdenti senza alcun controllo sanitario.

Le cause principali dell'inquinamento idrico nella Piana sono individuate nella trasformazione di alcuni canali artificiali e del Fiume Oreto in collettori fognari. Tutti questi canali, costruiti originariamente per esclusiva difesa idraulica della città di Palermo, non sono impermeabilizzati e di conseguenza restano in comunicazione idraulica con gli acquiferi sotterranei della Piana. Indicativa, in tal senso, è la presenza di pozzi idrici ubicati anche in aree distanti dall'Oreto, che presentano diffusi fenomeni di inquinamento di tipo organico. Altri canali, sorti nell'ambito delle opere di bonifica del Pantano di Mondello, ed originariamente adibite allo smaltimento di acque bianche, sono ormai diventati collettori fognari. La situazione generale è aggravata dalle frequenti rotture della

rete fognaria esistente, generalmente provocate da eventi meteorici appena rilevanti. La stessa rete fognaria, specificatamente nell'area del centro storico, è per altro ancora costituita dai vecchi manufatti, spesso realizzati in conci di calcareniti altamente porosi. Un ruolo importante, in qualità di vincoli e di in gestori di inquinanti, rivestono rispettivamente: la rete dei qanat e le numerose cave storiche (a cielo aperto ed in galleria) in calcareniti, presenti nel centro urbano ed in alcune aree periferiche che spesso vengono utilizzate come aree agricole o di deposito di rifiuti vari. Inoltre, la maggior parte dei centri urbani della Piana, che scaricano i reflui nei corsi d'acqua, pur essendo dotati di depuratori, difettano nella manutenzione di quest'ultimi o addirittura non hanno provveduto ad effettuare opportuni collaudi. In tal modo, i depuratori finiscono per non assolvere le loro funzioni.

Sono pure presenti un gran numero di piccole discariche di RSU e d'accumuli di materiali di risulta, lungo le principali vie di comunicazione (CUSIMANO & DI CARA, 1995). L'urbanizzazione incontrollata ha comportato la realizzazione di un gran numero di pozzi idrici, molti dei quali non autorizzati. Il conseguente sfruttamento della risorsa idrica ha prodotto un depauperamento evidenziato dalla drastica diminuzione delle portate o dal prosciugamento d'alcune sorgenti. Lo sfruttamento incontrollato delle acque sotterranee nella Piana ha determinato un deterioramento della qualità delle stesse, a causa dell'intrusione marina, che arriva ad interessare le fasce pedemontane dei rilievi carbonatici.

### ***Caratterizzazione idrogeochimica degli acquiferi***

La caratterizzazione dei corpi idrici carbonatici circostanti la Piana di Palermo trova conferma anche da un punto di vista geochimico. Le acque, che nello schema classificativo di Langelier & Ludwig (1942), variano da bicarbonato alcalino terrose a clorurato solfato alcaline, mostrano un chimismo fortemente correlato sia al processo d'interazione acqua- roccia, sia ad altri processi (mescolamento, scambio ionico etc.), già messi in evidenza in letteratura (Alaimo *et al.*, 1984; Cimino *et al.*, 1986; Cusimano *et al.*, 1996), che in parte obliterano l'informazione primaria.

La predominanza di  $\text{Ca}^{++}$  nelle acque circolanti nelle idrostrutture site a nord del sovrascorrimento di Monte Cuccio, ben si accorda alla prevalenza di rocce calcaree. La

maggior presenza di  $Mg^{++}$  nel settore meridionale, riflette invece la composizione dolomitica delle rocce dei corpi idrici alimentatori di Monte Cuccio-Monte Gibilmese e di Belmonte Mezzagno-Pizzo Mirabella.

Negli acquiferi relativi alla Piana di Palermo, inoltre, si possono distinguere un settore nord (Piana dei Colli) caratterizzato dalla netta prevalenza di  $Cl^-$  e  $Na^+$  rispetto ad un settore sud dove  $HCO_3^-$  ed in subordine  $Ca^{++}$ , sono predominanti (Cusimano *et al.* 1996). Esiste una zona intermedia (area di Cruillas/Resuttana) che pur appartenendo, da un punto di vista geochimico, al settore sud manifesta variazioni probabilmente legate alla stagionalità (Calvi *et al.* 1998).

#### *Distribuzione di $Cl^-$*

Il cloruro, ione conservativo delle acque, ben si presta alla definizione di contorni d'isoconcentrazione e dei conseguenti processi che li hanno determinati.

In accordo con quanto detto in precedenza è possibile differenziare, nella Piana di Palermo, un settore nord con concentrazioni superiori a 5 meq/l, da un settore sud con valori inferiori. Nel settore nord è stato individuato un processo d'intrusione marina che, a partire dal corpo idrico di Pizzo Vuturo-Monte Pellegrino, arriva ad interessare anche quella di M. Castellaccio (area del Vallone Guggino). L'intrusione marina sembra procedere, secondo due cunei, dal sistema carsico della Valle del Porco (M. Pellegrino) verso il Vallone Guggino e Pizzo Vuturo (Cusimano *et al.*, 1996; Calvi *et al.*, 1998).

E' stato anche definito un processo di salinizzazione dell'acquifero calcarenitico, causato da due diversi fattori (Cusimano *et al.*, 1996):

- dilavamento di  $Cl^-$  e scambio ionico, laddove tra le calcareniti e l'acquifero carbonatico s'intercalano argille le quali trattengono  $Ca^{++}$  liberando  $Na^+$ ,  $Mg^{++}$  e  $Cl^-$ ;
- apporto d'acqua di mescolamento proveniente dal cuneo salino, presente nell'acquifero carbonatico, laddove acquifero calcarenitico e acquifero carbonatico siano in continuità idraulica.

Nell'area di piana costiera, in prossimità della foce del Fiume Oreto (Romagnolo), sono stati rilevati valori di  $Cl^-$  maggiori di 10 meq/l nel periodo tardo autunnale ed inferiori a 5 meq/l nel periodo tardo primaverile.



Per quanto riguarda l'acquifero calcarenitico del settore Acqua dei Corsari, sono stati rilevati, nel periodo tardo primaverile, valori di  $\text{Cl}^-$  maggiori di 15 meq/l.

Nel settore meridionale della Piana, alle propaggini settentrionali del corpo idrico di Belmonte Mezzagno-Pizzo Mirabella, sono stati rilevati valori di  $\text{Cl}^-$ , inferiori a 0,5 meq/l nel periodo tardo autunnale e maggiori di 1 meq/l nel periodo tardo primaverile. Queste variazioni stagionali di  $\text{Cl}^-$  potrebbero essere legate alle diverse attività agricole effettuate in tale settore.

### ***Estrazioni di acque dolci e usi***

L'acquifero calcarenitico presenta una bassa potenzialità idrica rispetto a quello carbonatico profondo. Sebbene quest'acquifero non sia più sfruttato per usi idropotabili, il suo ruolo è rilevante per i seguenti motivi:

- interferisce, direttamente o indirettamente, con le opere architettoniche o d'ingegneria civile;
- recepisce fluidi inquinanti di varia natura, li immagazzina e li idroveicola verso i recapiti della falda, verso gli acquiferi profondi e verso il mare;
- ospita i collettori della rete fognaria, le condotte della rete di distribuzione idrica e gli scavi sotterranei realizzati in varie epoche storiche (qanat, camere dello scirocco, cripte, catacombe, canali sotterranei, cave in sotterraneo, ecc.);
- localmente assicura aliquote idriche non indifferenti all'industria ed alle rimanenti aree agricole della Piana di Palermo.

Sull'acquifero carbonatico profondo, attualmente, si dispone di pochi dati e per lo più puntuali, dato che quasi tutti i pozzi idrici realizzati nella Piana si attestano nella zona satura dell'acquifero calcarenitico o si spingono solo sino al tetto dei terreni impermeabili del Flysch Numidico.

## ***Conclusioni***

Per le considerazioni di carattere geologico, geologico-strutturale, idrogeologico e geochimiche descritte nei paragrafi precedenti possiamo affermare che:

- il corpo idrico della Piana di Palermo è caratterizzato da un'acquifero multifalda impostato nelle calcareniti pleistoceniche che possono essere in continuità idraulica con i depositi carbonatici mesocenoicoi o possono essere tamponati dai depositi argillosi sottostanti e interposti ai terreni carbonatici;
- il corpo idrico della Piana di Palermo è considerato “non significativo” dal punto di vista qualitativo, secondo le disposizioni dettate dal D.Lgs. 152/99, in quanto presenta evidenti segni di degrado imputabili a numerosi fattori di pressione antropica ossia alla presenza sia di centri di pericolo (depositi e distributori di benzina, discariche, cimiteri, allevamenti, collettori fognari), sia di potenziali ingestori e viacoli d'inquinamento (cave, pozzi abbandonati) e sia alla presenza di forme carsiche che favoriscono l'ingresso degli inquinanti nel sottosuolo.

## Bibliografia

ABATE B., CATALANO R. & RENDA P. (1978) - *Schema geologico dei monti di Palermo* (Sicilia). Boll. Soc. Geol. It., 97, 807-819.

ABATE B., CATALANO R. & RENDA P. (1982) – *I Monti di Palermo*. In: Catalano R. & D'Argenio B. (Eds.) – Guida alla Geologia della Sicilia Occidentale. Guide Geologiche Regionali. Mem. Soc. Geol. It., 24 (SUPPL. A), 43-48.

ALAIMO R., FERLA P. & HAUSER S. (1984) – *Idrogeochimica delle acque della Piana di Palermo*. ILA Palma Edizioni, 79 pp., Palermo.

BARTOLOMEI C., CELICO P. & PECORARO A. (1983) – *Schema idrogeologico della Sicilia Nord-occidentale*. Boll. Soc. Geol. It., 102, 329-354.

BUCCHERI G. (1966) - *Contributo alla conoscenza della malacofauna di un terrazzo marino presso Palermo*. Atti Acc. Gioenia di Sc. Nat. in Catania, vol. XVIII, Catania.

BUCCHERI G. (1979) - *Pteropoda ed Heteropoda (Mollusca, Gastropoda) del Pleistocene inferiore (Siciliano) della Sicilia*. Lavori Istituto di Geologia, Università degli Studi di Palermo., n.15.

CALVI F., CONTINO A., CUSIMANO G., DI CARA A., FRIAS FORCADA A., HAUSER S. & PELLERITO S. (1998) - *Nuovi contributi alla conoscenza dell'idrogeologia della Piana di Palermo*. Atti del 79° Congr. Naz. Soc. Geol. It., vol. A, 212-215.

CALVI F., CONTINO A., CUSIMANO G., DI CARA A., FRIAS FORCADA A., HAUSER S. & PELLERITO S. (2000) - *Hydrostructures related to the Piana di Palermo aquifers and their hydrogeochemical characteristics*. Mem. Soc. Geol. It., 55, 473-481, 1 fig., 2 tabb., 2 tavv. f.t.

CAFLISCH L. (1966)- *La geologia dei monti di Palermo*. Riv. Ital. Paleont. Strat., Mem., 12, 1-108.

CATALANO R., ABATE B. & RENDA P. (1979) - *Carta Geologica dei Monti di Palermo scala 1:50.000 e note illustrative*. Istituto di Geologia, Università degli Studi di Palermo.

CATALANO R. & D'ARGENIO B. (1982) – *Schema geologico della Sicilia*. In: Catalano R. & D'Argenio B. (Eds.) – Guida alla Geologia della Sicilia Occidentale. Guide Geologiche Regionali. Mem. Soc. Geol. It., 24 (suppl. A), 43-42,

CATALANO R., DI STEFANO P. & VITALE F. P. (1995) – *Structural trends and paleogeography of the central and western Sicily belt: new insights*. Terra Nova, 7, 189-

199.

CATALANO R & DI MAGGIO C. (1996) - *Sovrapposizione tettonica delle unità imeresi sulle panormidi nei Monti di Palermo (Sicilia)*. Il Naturalista Siciliano, s. 4, 20, 147-166, Palermo.

CATALANO R., DI STEFANO P., VITALE F. P., INFUSO S., VAIL P. R. (1998) – *Sequences and system tracts calibrated by high-resolution bio-chronostratigraphy; the central mediterranean Plio-Pleistocene record*. SEPM Special Publ. No 60, 155-177.

CIMINO A., DONGARRA' G., ABBATE R. & MARCHESE G. (1997). *L'uso integrato di metodi geofisici e geochimica nello studio e controllo delle aree costiere*. Mem Soc. Geol. It., 37, 427-436.

CONTINO A., CUSIMANO G. & FRIAS FORCADA A. (1998) - *Modello Idrogeologico dei Monti di Palermo*. Atti del 79° Congr. Naz. Soc. Geol. It., vol. A, 334-337.

CONTINO A., CUSIMANO G. & FRIAS FORCADA A. (1999) - *Nuovi contributi alla conoscenza dell'assetto idrostrutturale dei Monti di Palermo*. Geologi di Sicilia, n.2 (aprile-giugno 1999).

CONTINO A., GIAMMARINARO M. S. & VARSALONA S. (2003) – *Settore Sud Orientale della città di Palermo: studio stratigrafico – geotecnico della porzione non interessata dai depositi alluvionali dell'Oreto*. Geologi di Sicilia, n. 3, Luglio-Settembre 2003, 9-24.

CUSIMANO G. (1987) – *Risorse idriche del settore settentrionale della Provincia di Palermo nel quadro idrogeologico della Sicilia nord occidentale*. Atti del Convegno: “Sicilia e terzo mondo, risorse idriche e difesa del suolo, problematiche ed esperienze”, Palermo, 23-24 Gennaio, 1987.

CUSIMANO G. & DI CARA A.. (1995) – *Carta della vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi del Territorio del Comune di Palermo (note illustrative)*. Quaderni di Geologia Applicata. Suppl. 3 1/1995, Pitagora Editrice, Bologna.

CUSIMANO G., DI CARA A. & NASTASI P. (1981) – *Analisi degli elementi principali del clima della Piana di Palermo*. Il Naturalista Siciliano, s. IV, vol. V, supplemento, 50 pp.

CUSIMANO G., DI CARA A., HAUSER S., MONTELEONE S. & PIPITONE G. (1997) – *Indagini*

*idrogeologiche per la predisposizione di un piano di gestione dei corpi idrici della Piana di Palermo e dei Sicani meridionali. Rapporto finale del Progetto A-Risorse Idriche, modulo A/8 del Programma Operativo Plurifondo Sicilia 90-93. Regione Sicilia, Palermo.*

CUSIMANO G. & FRIAS FORCADA A. (1998) – *Valutazione della ricarica naturale in una struttura calcareo dolomitica e sua verifica tramite le portate del sistema di drenaggio associato. Atti del 79° Congresso nazionale della Società Geologica Italiana, Palermo 21-23 Settembre 1998, vol. A., 365-368.*

CUSIMANO G. & FRIAS FORCADA A. (1999) – *Contributo alla valutazione del deflusso superficiale in strutture carbonatiche dei Monti di Palermo, Il Naturalista Siciliano, s. IV, XXIII, 85-101.*

CUSIMANO G. FRIAS FORCADA A. & HAUSER S (1996) – *Processi di salinizzazione caratterizzanti gli acquiferi della Piana di Palermo. Acque Sotterranee, a. XIII, 13-25, Ed. GEOgraph, Segrate (MI).*

D'ANGELO U., RUGGIERI G., UNTI M. & VERNUCCIO S. (1980) - *Neotettonica dei Fogli 248 (Trapani), 249 (Palermo), 250 (Bagheria), 258 (Alcamo), 259 (Termini Imerese) e 266 (Sciacca). Contributo alla realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia parte I, Prog. Fin. "Geodinamica", 203 - 234.*

DI STEFANO E. & RIO D. (1981) - *Biostratigrafia a nannofossili e biocronologia del Siciliano nella località tipo di Ficarazzi. Acta Naturalia, 17, 97-117.*

DI STEFANO E. (1998) - *I sedimenti marini post-tirreniani del Centro Storico di Palermo. Atti del 79° Congr. Naz. Soc. Geol. It., vol. A, 419-420.*

FABIANI R. & TREVISAN L. (1940) - *Prove dell'esistenza di uno stile tettonico a falde di ricoprimento nei Monti di Palermo. Atti R. Acc. d'Italia, 11, 437-448.*

FERRERI V. (1985) - *Criteri di analisi di facies e classificazione dei travertini pleistocenici dell'Italia meridionale. Rend. Acc. delle Scienze fisiche e matematiche, serie IV, 52, Napoli.*

GIAMMARINARO M.S., SPOTORNO R., SULLI A. & CATALANO R. (1999) - *Analisi litostratigrafica del sottosuolo del Centro Storico della Città di Palermo finalizzata alla stima della pericolosità sismica dell'area. Il Naturalista Siciliano, 24, 335-357.*

- GIGNOUX M. (1913) - *Les formations marines Pliocenes et Quaternaires de l'Italie du Sud et de la Sicile*. Ann. Univ. Lyon, n. 36, Paris.
- LIGUORI V. & CUSIMANO G. (1978) – *Il sottosuolo della città di Palermo: caratterizzazione geologica del centro storico*. Boll. Soc. dei Natur. in Napoli, 87, 289-319.
- LUGEON M. & ARGAND E. (1906) - *Sur de grands phénomènes de charriage en Sicile*. Comptes Rendue de Seance de l'Academie de France.
- NIGRO F. & RENDA P. (2002) – *From mesozoic exstension to Tertiary collision: deformation patterns in the units of the North-western Sicilian chain*. Boll. Soc. Geol. It., 121, 87-97.
- PRATELLI W. (1961) - *Osservazioni sulla tettonica dei Monti di Palermo*. Riv. Min. Sic., 70-72, 180-182.
- RUGGIERI G. (1967) - *Quadro sintetico del Quaternario marino fra Castellammare ed Altavilla (Pa)*. Atti Acc. Gioenia Sc. Nat. in Catania s. VI, 18, 345-355.
- RUGGIERI G. (1993) – *Ricerche paleontologiche sul Siciliano dello Sperone (Palermo)*. Il Naturalista Siciliano, s. IV, 17 (1-2), pp. 23-31.
- RUGGIERI G. & SPROVIERI R. (1975) - *La definizione dello strato tipo del piano Siciliano e le sue conseguenze*. Riv. Min. Sic., 151-153.
- RUGGIERI G. & SPROVIERI R. (1977) - *A revision of Pleistocene stratigraphy*. Geologica Romana. 16, 131-139.