ATTI

DELLA

SOCIETÀ TOSCANA

DI

SCIENZE NATURALI

RESIDENTE IN PISA

MEMORIE - SERIE A

VOL. LXXXIV - ANNO 1977

ARTI GRAFICHE PACINI MARIOTTI - PISA - 1977

INDICE

LANDINI W., MENESINI E. - L'ittiofauna plio-pleistocenica della sezione della Vrica (Crotone - Calabria). Nota preliminare . . . . . Pag. 1

MAZZEI R. - Biostratigraphy of the Rio Mazzapiedi-Castellania section (type-section of the Tortonian) based on calcareous nannoplankton . » 15

COSTANTINI A., LAZZAROTTO A., MICHELUCCINI M. - Le formazioni liguri nell'area a sud del Monte Cetona (Toscana meridionale) . . . . . » 25

FORNACIARI G. - Industria litica rinvenuta in località « Galceti » (Prato) . . » 61

GALIBERTI A. - Industria di tipo paleolitico superiore nella grotta di S. Michele a Cagnano Varano (prov. di Foggia) . . . . . » 75

MAZZANTI R. - Reperti di *Elephas antiquus* nel pleistocene di Fauglia (Pisa) » 79

VITTORINI S. - Variazioni della linea di costa al Gombo (Litorale pisano) » 91

PAGANI M., TURI A. - Analisi mineralogica quantitativa per diffrazione a raggi X di sedimenti carbonatici attuali: applicazione ai sedimenti della laguna di Porto Cesareo (Penisola Salentina) . . . . . » 104

FORNACIARI G. - I risultati dei saggi di scavo condotti in alcune grotte a Piano di Mommio di Massarosa nella Bassa Versilia . . . . . » 122

BRIZIO A. - La pellicola all'infrarosso falso-colore nello studio della degradazione dei versanti . . . . . » 156

BATTAGLIA S., NANNONI R., ORLANDI P. - La piemontite del Monte Corchia (Alpi Apuane) . . . . . » 174

Elenco dei Soci per l'anno 1977 . . . . . » 179

Norme per la stampa di note e memorie sugli Atti della Società Toscana di Scienze Naturali . . . . . » 191

Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., Serie A, **84** (1977)
pp. 25-60, ff. 15, t. 1.

A. COSTANTINI (*), A. LAZZAROTTO (*), M. MICHELUCCINI (*)

LE FORMAZIONI LIGURI NELL'AREA A SUD DEL MONTE CETONA (TOSCANA MERIDIONALE)

Riassunto — Le Liguridi affioranti fra S. Casciano dei Bagni ed il Torrente Paglia, nelle Provv. di Siena, Viterbo e Terni, sono rappresentate da due Unità tettoniche:

1) Unità ofiolitifera delle argille con calcari palombini,
2) Unità di S. Fiora.

L'Unità ofiolitifera è costituita dalla formazione delle «argille con calcari palombini», di età neocomiana, che ingloba piccole masse di ofioliti.

L'Unità di S. Fiora è costituita da quattro formazioni che sono, nell'ordine dall'alto al basso, le seguenti:

a) Formazione di S. Pietro Acquaeortus (Paleocene sup.-Eocene medio-sup.),
b) Formazione di P.gio Belvedere (Paleocene inf.),
c) Formazione di S. Fiora (Cretaceo inf.-Cretaceo sup.),
d) Formazione di Villa la Selva (Cretaceo inf.).

Nel presente lavoro sono presi in esame i rapporti di giacitura delle due Unità Liguri e viene delineato un quadro paleoambientale e paleogeografico relativo all'Unità di S. Fiora. Da tale quadro emerge che tutte le formazioni appartenenti a detta Unità si sono depositate in un ambiente di pianura sottomarina. Nel Cretaceo sup. la sedimentazione del Flysch di S. Fiora è stata interessata da rilevanti episodi di apporto detritico, con provenienza laterale rispetto all'asse del bacino: questi sono rappresentati da olistostromi di materiale derivato dall'Unità ofiolitifera e da arenarie e conglomerati ad elementi prevalentemente carbonatico-quarzosi. Tra i clasti dei conglomerati sono presenti: rocce metamorfiche (quarziti, scisti filladici etc.), rocce vulcaniche (di prevalente composizione da riolitica ad andesitica) e rocce sedimentarie (prevalentemente carbonatiche e di età giurassica).

Varie considerazioni inducono a ritenere che l'Unità di S. Fiora si sia sedimentata in una «zona» esterna del Dominio Ligure e che, come tale, essa rappresenti il prolungamento meridionale dell'Unità del M. Cassio.

(*) Istituto di Geologia dell'Università di Siena.

Abstract — Two Ligurian units are exposed in the area between S. Casciano dei Bagni and the Paglia River, in the provinces of Siena, Viterbo and Terni:

1) Ophiolite-bearing Unit,
2) S. Fiora Unit.

The Ophiolite-bearing Unit consists of a single Formation, the Neocomian Shale Formation with intercalations of Siliceous Limestone (« Palombini »). Small masses of ophiolites are scatteres through it.

The S. Fiora Unit is composed of four formations. From top to bottom they are:

a) S. Pietro Acquaeortus Formation (Upper Paleocene - Middle-Upper Eocene),
b) Poggio Belvedere Formation (Lower Paleocene),
c) S. Fiora Formation (Lower Cretaceous - Upper Cretaceous),
d) Villa la Selva Formation (Lower Cretaceous).

The present paper examines the relationship between the two units and traces the paleoenvironmental and paleogeographical setting during the deposition of the S. Fiora Unit. It would seem that all the formations of this unit were deposited in a basin plain, and that in the Upper Cretaceous during the sedimentation of the S. Fiora Flysch, large quantities of detritus periodically flowed into the center of the basin from its sides. This detritus consisted of olistostromes of matter from the Ophiolite - bearing Unit as well as from prevalently carbonate-quarzose sandstones and conglomerates. The clasts of the conglomerates contain metamorphic rocks (quarzite, phyllite etc.), effusive rocks (ranging from rhyolite to andesite), and Giurassic sedimentary rocks.

There are various indications that the S. Fiora Units were deposited in a « zone » external to the Ligurian Domain, and form the southern extension of the M. Cassio Unit.

Premessa

La dorsale mesozoico-terziaria, che da Rapolano si allunga verso S-SE per alcune decine di chilometri e che separa il bacino neoautoctono di Siena-Radicofani da quello della Val di Chiana, è costituita, nella sua parte più meridionale, da un ampio affioramento di formazioni liguri, che dal M. Cetona si estende verso S fino ad immergersi al di sotto delle vulcaniti laziali (Tav. I).

Lo studio geologico della zona fra S. Casciano dei Bagni ed Acquapendente è iniziato nel 1974, nell'ambito delle ricerche geotermiche che l'ENEL conduce da molti anni nella Toscana meridionale e nell'alto Lazio. Queste ricerche hanno permesso di individuare promettenti campi geotermici, fra i quali citiamo quello di Torre Alfina (presso il Lago di Bolsena) e quello di Cesano (presso il Lago di Bracciano). La presente nota si riferisce ad un aspetto specifico

dello studio geologico sopraindicato ed in particolare alla stratigrafia ed all'assetto tettonico delle Unità Liguri affioranti a S del M. Cetona. I risultati completi delle ricerche condotte in questa zona saranno pubblicati in una monografia che il C.R.G.-ENEL ha cominciato a preparare, con la partecipazione di tutti i ricercatori che hanno dato il loro contributo alla scoperta ed allo studio dell'area geotermica di Torre Alfina (1).

* * *

Dal punto di vista litostratigrafico e giaciturale, le Unità Liguri, affioranti a S del M. Cetona, presentano delle analogie con quelle dell'area del M. Amiata (Boccaletti & Sagri [1964]), della zona di Firenze e dei Monti del Chianti, nonché con quelle, dislocate nelle zone ancora più esterne, dell'Aretino e della Val Marecchia (Bortolotti [1962 a; 1962 b; 1962 c; 1964]; Abbate & Sagri [1970] con bibl.). Raffronti (o correlazioni) si possono fare anche con i Flysch Tolfetani (Fazzini *et Al.* [1972]), come vedremo nei prossimi capitoli. Nel caso specifico dell'affioramento in esame non era mai stato condotto in merito uno studio di dettaglio, rientrando l'area solo marginalmente nei rilievi di Passerini [1965] ed in quelli di Calamai *et Al.* [1970]. Per quanto riguarda infine la cartografia ufficiale del Servizio Geologico d'Italia, dobbiamo notare che il F° 129 - S. Fiora (Jacobacci *et Al.* [1965]), pur mostrando, relativamente all'area in oggetto, una notevole accuratezza nel segnalare anche i più minuti affioramenti di litofacies particolari, come la Pietraforte e le rocce verdi, non accenna ad alcuna divisione fra le Unità Liguri, che vengono definite globalmente con il termine di « Facies di Flysch ».

Stratigrafia delle Unità Liguri

Il nuovo studio ha permesso di distinguere, nella coltre alloctona delle Liguridi, due unità che sono, nell'ordine dall'alto al basso, le seguenti (vedere Carta Geologica di Tav. I):

---

(1) Ringraziamo vivamente l'ENEL - Direzione Studi e Ricerche - ed in particolare il Dott. R. Cataldi del C.R.G. di Pisa, per aver permesso la pubblicazione di alcuni importanti risultati dello studio geologico da noi effettuato per conto di detto Ente.

1) Unità ofiolitifera delle argille con calcari palombini,
2) Unità di S. Fiora.

Il termine « unità » viene qui utilizzato in senso tettonico e verrà mantenuto anche nella descrizione stratigrafica, seppure più appropriato, almeno per l'Unità di S. Fiora, sarebbe il termine « gruppo »; quest'ultima comprende infatti più formazioni legate fra loro da rapporti stratigrafici. Vogliamo anche aggiungere che, nella descrizione delle litofacies, saranno spesso utilizzati nuovi nomi formazionali; per essi si cercherà tuttavia di discutere le possibili sinonimie (o quantomeno le eventuali correlazioni) con le unità litostratigrafiche entrate nella nomenclatura ufficiale del Servizio Geologico d'Italia o in quella comune dei più recenti lavori di sintesi sulla geologia dell'Appennino Settentrionale.

Unità di S. Fiora

Questa Unità può essere facilmente correlata per la giacitura, ed in generale anche per le caratteristiche litostratigrafiche, con il « *Calvana supergroup* » di Abbate & Sagri [1970].

In fase analitica riteniamo tuttavia sia utile mantenere una denominazione diversa, a causa di alcune differenze che sono state riscontrate nella successione stratigrafica.

L'Unità di S. Fiora comprende quattro formazioni che sono, in ordine cronologico, le seguenti a partire dalla più recente (fig. 1):

1) Formazione di S. Pietro Acquaeortus,
2) Formazione di P.gio Belvedere,
3) Formazione di S. Fiora,
4) Formazione di Villa la Selva.

In nessuna località dell'area rilevata è stato possibile riscontrare la successione completa di queste quattro litofacies; essa è stata ricostruita su sezioni diverse e non sempre in ottime condizioni di esposizione.

Formazione di Villa la Selva

Questa formazione, almeno per quanto risulta dalle nostre ricerche bibliografiche, non trova un corrispondente litostratigrafi-

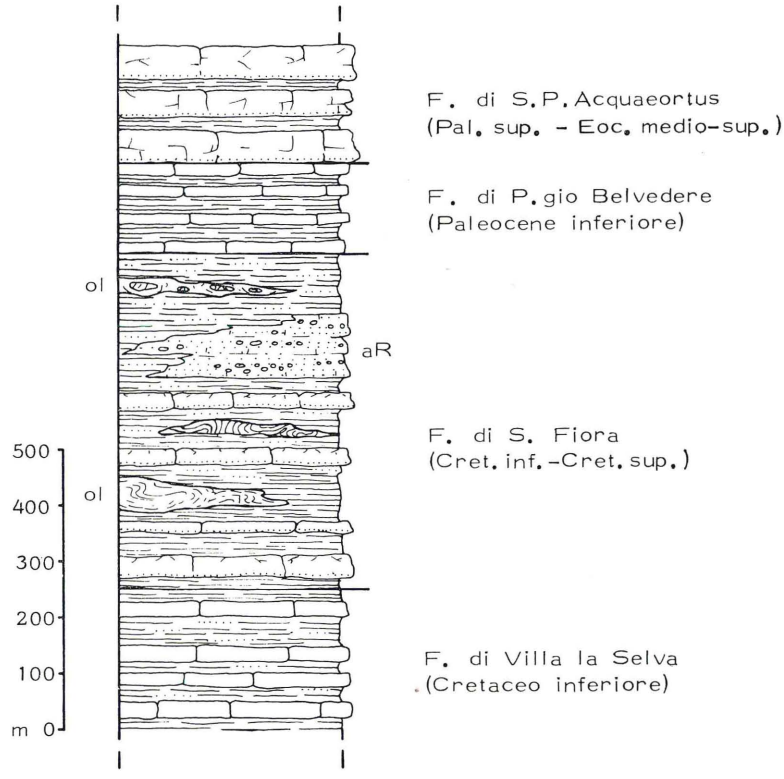

Fig. 1 - Colonna stratigrafica dell'Unità di S. Fiora, ricostruita per tratti su varie sezioni. *aR*: Membro delle Arenarie di Monte Rufeno; *ol*: olistostromi ad elementi provenienti dall'Unità ofiolitifera.

co in alcuna delle Unità Liguri descritte nell'Appennino Settentrionale (2). Per alcuni dei litotipi che la costituiscono e per l'età, essa può essere forse correlata con il « Calcare a Calpionelle ligure » (DALLAN *et Al.* [1968]), ma da quest'ultimo differisce per la sua generale costituzione litologica e soprattutto per le sue caratteristiche sedimentologiche. Si tratta infatti di una successione torbiditica, in facies calcarenitico-siltoso-marnosa, nella quale ai banchi

(2) Il rilevamento della zona di Sassofortino (Roccastrada), attualmente in corso, ha permesso di identificare una formazione litologicamente e cronologicamente correlabile con quella di Villa la Selva. Nella località indicata la formazione poggia sulle Radiolariti, che a loro volta giacciono stratigraficamente sulle rocce ofiolitiche.

sicuramente risedimentati sono associati livelli argillitici e, ad intervalli irregolari, strati di calcari litografici con Calpionelle (fig. 2). Procedendo verso l'alto si osserva una diminuzione della frazione clastica più grossolana e la sparizione dei calcari litografici; si passa così, con gradualità, ad un'alternanza di argille fissili e calcari silicei (tipo palombino).

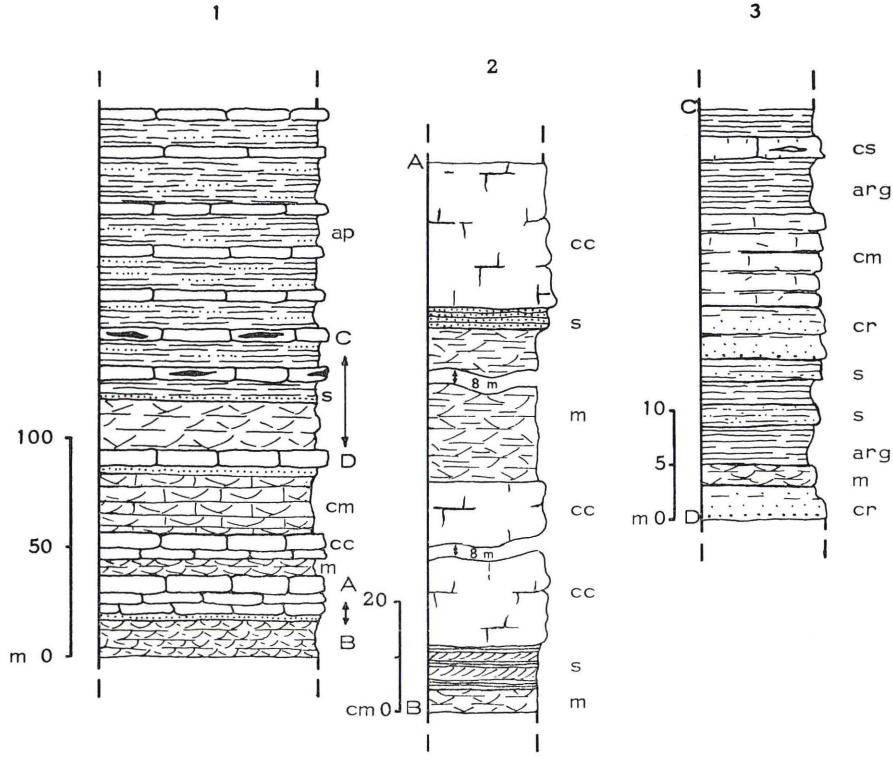

Fig. 2 - Col. 1: Colonna stratigrafica della Formazione di Villa la Selva ricostruita sulla strada Allerona Scalo - Villa la Selva; Col. 2: particolare della Col. 1 nel tratto A-B, visibile presso il Poggio Ceccarello; Col. 3: idem nel tratto C-D, visibile presso il Pod. Porcareccia.

Sigle C1: *ap*: alternanza di argilliti, siltiti e calcari silicei (palombini), questi ultimi con rare liste di selce nella parte basale; *s*: siltiti; *cm*: calcari marnosi; *cc*: calcari litografici con Calpionelle; *m*: marne. Sigle C2: *cc*: calcari con Calpionelle; *s*: siltiti a laminazione parallela ed obliqua; *m*: marne. Sigle C3: *cs*: calcari silicei con liste di selce; *arg*: argille fissili; *cm*: calcari marnosi; *cr*: calcareniti gradate; *s*: siltiti a laminazione parallela.

Fossili ed età

La frazione clastica più grossolana è rappresentata, in questa formazione, da calcareniti e siltiti calcareo-quarzose, queste ultime a laminazione parallela (fig. 3) ed incrociata. Il contenuto organico è costituito, in queste facies, da una associazione anomala di Foraminiferi bentonici, per la maggior parte arenacei, Radiolari e Calpionelle, in proporzioni variabili da campione a campione. I Radiolari e le Calpionelle, però, sono generalmente inglobati in intraclasti micritici. La microfauna più significativa è stata, comunque, riscontrata nei campioni prelevati dai calcari litografici, che, in sezione sottile, sono risultati delle micriti contenenti Radiolari, *Stomiosphaera* sp. e Calpionelle. Tra queste ultime sono state determinate: Sez. *c 52* - *Calpionella alpina* LORENZ, *C. elliptica* CADISCH, *Calpionellopsis oblonga* (CADISCH), *C. simplex* (COLOM); Sez. *d 25* - *Calpionella elliptica* (molto rara), *Calpionellopsis oblonga, Remaniella cadischiana* (COLOM), *Tintinnopsella carpathica* (MURG. & FIL.); Sez. *d 23* - *Calpionella elliptica, Calpionellopsis oblonga, Tintinnopsella carpathica*; Sez. *c 56* - *Tintinnopsella carpathica, Calpionellopsis oblonga, Calpionellites darderi* (COLOM). Queste specie sono ben conosciute nei calcari neocomiani di tutto il dominio della Tetide ed indicano un'età che va dal Berriasiano al Valanginiano-Barremiano (REMANE [1969]).

Per quanto riguarda la parte superiore della formazione, i campioni prelevati dagli strati calcarei (palombini) sono risultati delle micriti con una elevata percentuale in silice e con un contenuto organico estremamente scarso (Radiolari e rarissime Calpionelle).

Formazione di S. Fiora [3]

Rappresenta l'unità litostratigrafica più diffusa nell'area in esame. Alla facies principale, che costituisce la Formazione di S. Fiora

---

[3] Sinonimi: Complesso argilloso-calcareo (pro-parte) in BOCCALETTI & SAGRI [1964]; litofacies *cm* e cm_1 della serie di Fighine in PASSERINI [1965]; *ac* e ag_1 (pro-parte) in CALAMAI *et Al.* [1970]. Possibili correlazioni lito e cronostratigrafiche: «Pietraforte» in LOSACCO [1958]; «Pietraforte e Formazione di Sillano» in BORTOLOTTI [1962]; Flysch argilloso-calcareo (*fac*) e Pietraforte (*pf*) dei Monti della Tolfa (Civitavecchia) in FAZZINI *et Al.* [1972]. Per altre citazioni si rimanda ad ABBATE & SAGRI [1970], a GIANNINI *et Al.* [1971] e a GIANNINI & LAZZAROTTO [1975].

Fig. 3 - Aspetto della formazione di Villa la Selva presso il Pod. Porcareccia.

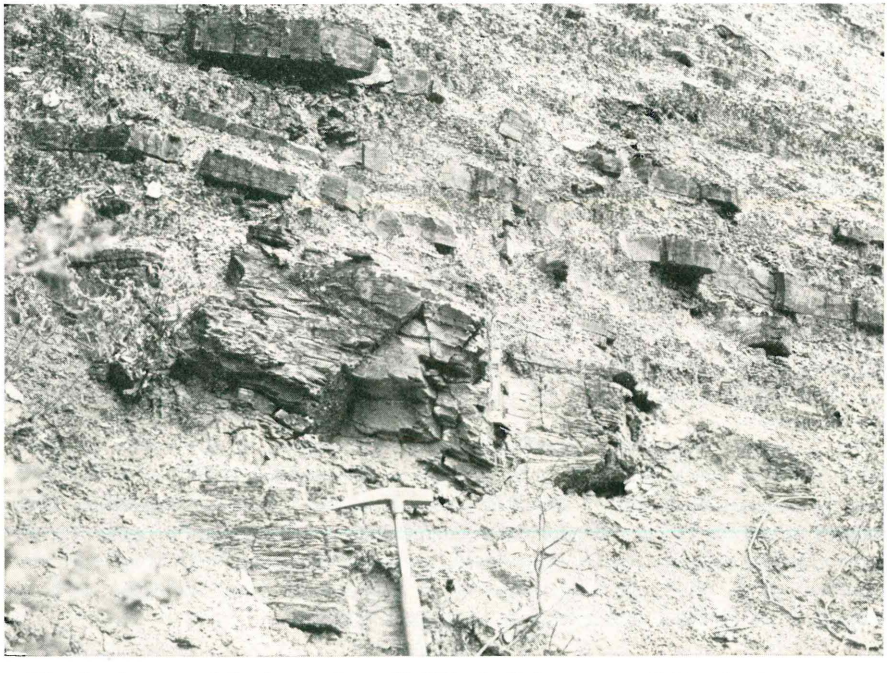

Fig. 4 - Aspetto della formazione di Villa la Selva presso il Poggio Ceccarello.

str. s., sono associate altre due di costituzione litologica e caratteri sedimentologici diversi, con sviluppo nettamente subordinato e distribuzione discontinua. Queste ultime comprendono rispettivamente il membro delle Arenarie di M. Rufeno e gli olistostromi ad elementi ofiolitici.

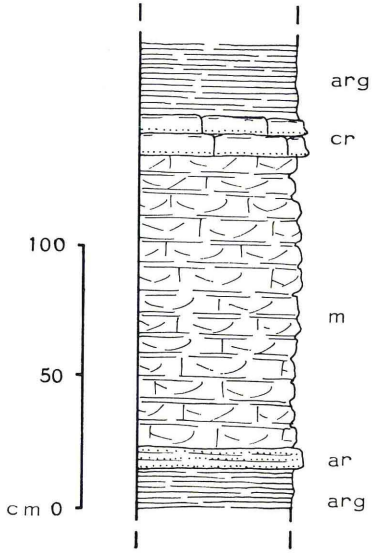

Fig. 5 - Esempio di sequenza torbiditica nella Formazione di S. Fiora *str. s.* rilevato presso il Pod. L'Acerona.

Formazione di S. Fiora str. s. - Dal punto di vista litologico questa formazione presenta, nel suo insieme, un aspetto relativamente uniforme, anche se i litotipi che la compongono appaiono, ad un esame dettagliato, numerosi e di varia costituzione; essi tuttavia si ripetono in sequenze ritmiche con una notevole monotonia e sono il risultato di deposizioni da onde torbide. Più frequentemente vi si riscontrano: calcareniti gradate; arenarie fini e silts con lamine parallele ed oblique; calcari a grana fine raramente silicei; calcari marnosi e marne, di colore bianco sulla superficie esposta, grigio scuro sul taglio fresco; diaspri neri sottilmente stratificati (molto rari ed in livelletti decimetrici). Alcune sequenze tipiche si possono osservare, in bella esposizione, presso il Pod. l'Acerona e lungo le profonde incisioni del Rio Tirolle (Tav. Proceno) e sono illustrate nelle figg. 5, 6, 7 e 8. Esse sono del tipo *T(b-e)* di BOUMA, pur con la frequente mancanza del termine *d*.

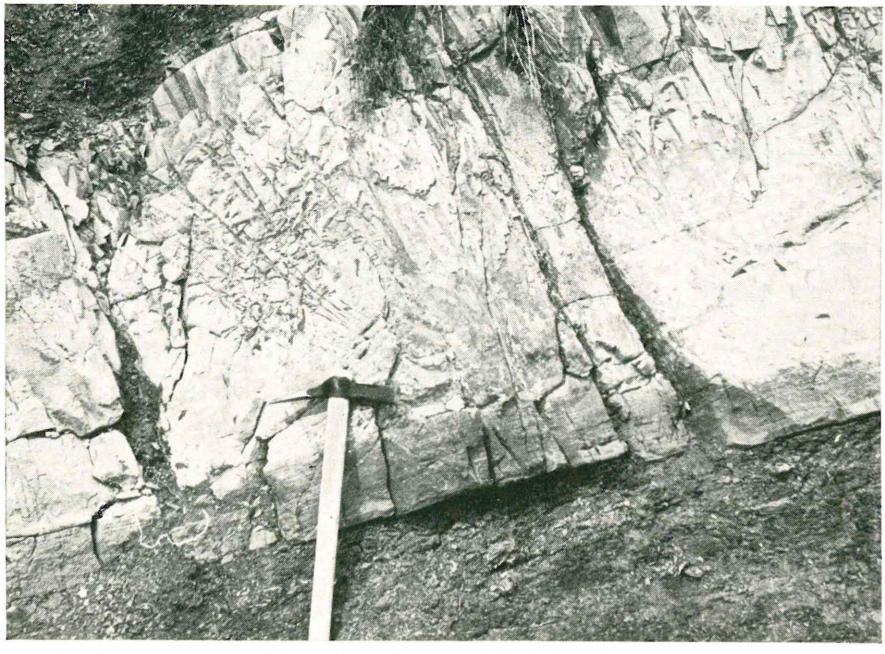

Fig. 6 - Strato gradato (da calcarenite a calcilutite) nella Formazione di S. Fiora presso il Pod. l'Acerona.

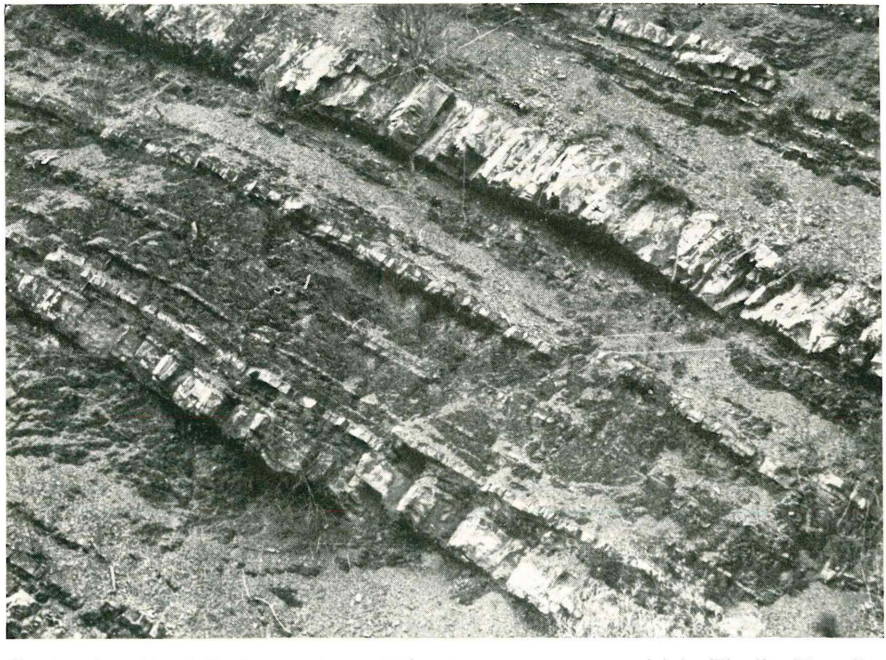

Fig. 7 - Aspetto della Formazione di S. Fiora nella zona del Rio Tirolle (Tav. Proceno).

Nel suo insieme la Formazione di S. Fiora *str. s.* può essere considerata come una facies pelitico-arenacea (tipo D di MUTTI & RICCI LUCCHI [1972]), costituita da una frazione arenacea gradata (calcareniti gradate o arenarie calcarifere a grana fine e silts) e da una frazione argillitica e calcilutitica. La frazione argillitica è di norma predominante sulle altre facies.

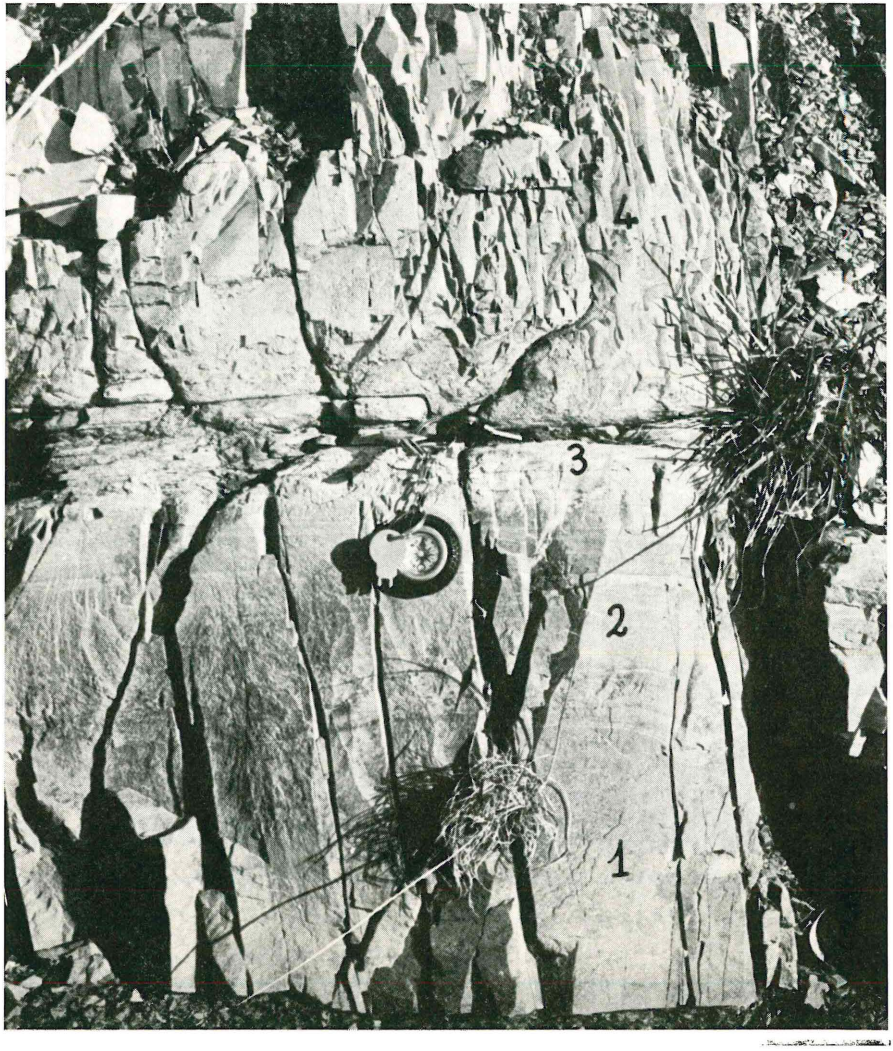

Fig. 8 - Sequenza torbiditica in uno strato carbonatico della Formazione di S. Fiora presso il Pod. l'Acerona: 1 - calcare arenaceo; 2 - Silt con laminazione parallela, obliqua e convoluta; 3 - calcare marnoso; 4 - calcilutite.

Membro delle Arenarie di M. Rufeno - Questo membro costituisce delle intercalazioni, ad andamento lenticolare, all'interno della Formazione di S. Fiora (la più estesa e potente di queste lenti affiora in corrispondenza della parte sommitale del M. Rufeno). E' rappresentato da arenarie carbonatico-quarzose, con stratificazione non sempre ben evidente e mal definita gradazione degli elementi clastici. All'interno dei singoli banchi compaiono talvolta nubi di un conglomerato eterometrico, con ciottoli che normalmente non superano 1-2 cm di diametro, ma che, in alcuni casi, possono raggiungere i 4-5 centimetri (fig. 9). Il passaggio fra il conglomerato e la

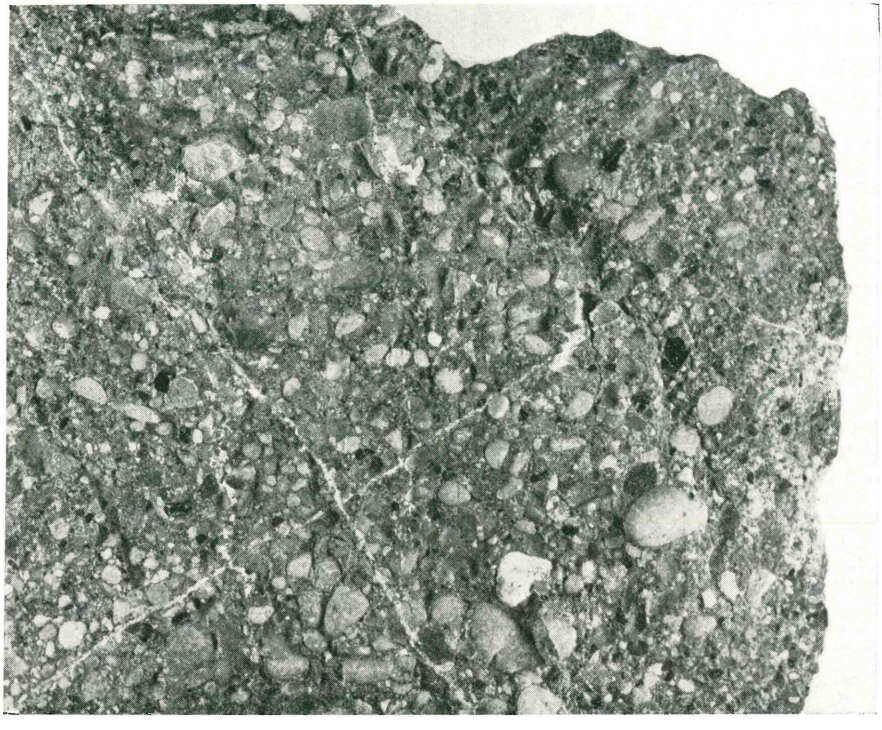

Fig. 9 - Aspetto del conglomerato nel membro delle Arenarie di Monte Rufeno (~ x 0,5).

arenaria, sia nella parte superiore che in quella inferiore, è molto brusco e senza traccia di gradazione, anche se i ciottoli di maggiori dimensioni sono generalmente concentrati nella parte centrale della lente conglomeratica. Rari ciottoli sparsi compaiono anche

all'interno della frazione arenacea in prossimità del contatto fra le due facies.

Dal punto di vista petrografico le arenarie sono costituite per la maggior parte da granuli di quarzo, da elementi calcareo-dolomitici, da feldspati e fillosilicati; il cemento è essenzialmente carbonatico. All'esame diffrattometrico la frazione carbonatica è risultata costituita in prevalenza (60-75%) da dolomite e, per il resto, da calcite ([4]). Sulla base degli studi di CIPRIANI & MALESANI [1966] e MALESANI [1966], riteniamo che le Arenarie di M. Rufeno siano litologicamente correlabili con la «Pietraforte», anche se da questa ultima si differenziano per alcuni caratteri sedimentologici, mostrando uno scarso sviluppo della frazione pelitica e siltosa e minore evidenza di selezione granulometrica. Esse non sembrano quindi rientrare nel gruppo delle torbiditi arenaceo-pelitiche più classiche, tra le quali MUTTI & RICCI LUCCHI [1972] pongono anche la Pietraforte.

* * *

La parte conglomeratica del membro di M. Rufeno può essere correlata con una facies similare intercalata nella Pietraforte e nota nella letteratura geologica con il nome di « *Cicerchina* » (LOSACCO [1958] con bibl.).

Su di essa sono stati prelevati numerosi campioni nella zona di M. Rufeno, allo scopo principale di studiare la natura e la composizione dei ciottoli. Questi ultimi, esaminati in sezione sottile, sono risultati riferibili alle tre categorie di rocce: sedimentarie, magmatico-effusive e metamorfiche.

I ciottoli, appartenenti alle rocce sedimentarie, sono per la maggior parte carbonatici e, in maniera subordinata, silicei. Normalmente i primi mostrano un più elevato indice di arrotondamento rispetto agli altri litotipi. I termini più comuni sono rappresentati da:

— dolspariti prive di fossili;
— biomicriti ricche di spicole di Spugna e Radiolari;
— spariti a *lumps* e rare ooliti ricristallizzate;

([4]) Gli esami diffrattometrici dei campioni arenacei sono stati eseguiti presso l'Istituto di Mineralogia e Petrografia dell'Università di Siena dal Dott. F. TROJA, che qui vivamente ringraziamo.

— spariti con strutture del tipo *birdseye* (Lias inf.?);
— biomicrite a *Bacinella irregularis* RADOIČIĆ (Barremiano-Albiano);
— biosparite con *Solenopora* sp. e *Spirillina* sp. ed inoltre frammenti di Echinodermi, Molluschi etc. (Giurassico);
— biosparite con *Bankia striata* (CAROZZI) (Giurassico sup.);
— frammento di *Solenopora* sp.;
— frammento di Corallinacea;
— frammento di roccia silicea con Radiolari;
— frammenti di macrofossili difficilmente determinabili (*Inoceramus*? etc.);
— arenarie a grana diversa e con diversa percentuale di quarzo e di feldspati.

Le rocce magmatiche presenti sono costituite unicamente da vulcaniti.

Quasi tutte rientrano tra i tipi: riolite, riodacite e dacite, fino a fenoandesite, (pur con apparente maggior frequenza di: riolite ed andesite). Dai termini con pressoché soli fenocristalli di quarzo, spesso fortemente corrosi, si passa, infatti, a quelli nei quali i fenocristalli sialici appaiono costituiti esclusivamente da plagioclasi. I femici sono per lo più rappresentati da biotite, mentre, nei termini più basici, l'originaria presenza di pirosseno è resa evidente da sostitutivi prodotti cloritici e, talora, da conservate caratteristiche tracce strutturali.

Specie nei tipi riolitici si nota l'effetto di un metamorfismo, più o meno marcato, con formazione di sericite, e conseguente scistosità, e con evoluzione verso porfiroidi.

Sia pure con scarsissima frequenza ed in ciottoli più minuti, si sono osservate anche rocce magmatiche effusive più basiche, tra basalti e diabasi, riconoscibili soprattutto per un evidente maggior contenuto femico e per la struttura tra intersecale ed ofitica.

Le rocce metamorfiche, notate tra i ciottoli, appartengono ai seguenti tipi:

— metavulcaniti: → porfiroidi;
— scisti diasprini radiolaritici;
— quarziti;

— scisti argillosi a debole metamorfismo, con grana finissima e con minute lamelle sericitiche e cloritiche;
— scisti filladici;
— calcari e dolomie a struttura granoblastica.

A questi va aggiunto un altro tipo litologico, a marcata cristallinità ed a composizione quarzoso-biotitico-cordieritica, in cui la cordierite presenta una assai estesa alterazione pinitica. (Di tale minerale, totalmente pinitizzato, è stata constatata la presenza anche in qualche ciottolo riolitico).

* * *

Olistostromi - Tutti gli olistostromi, inclusi nella Formazione di S. Fiora, sono costituiti da litofacies provenienti dall'Unità ofiolitifera delle argille con calcari palombini. Essi sono rappresentati da:

a) ammassi caotici di blocchi calcarei immersi in una matrice argillosa;
b) brecce e conglomerati ad elementi di prevalente derivazione da rocce ofiolitiche.

Il primo tipo costituisce degli ammassi rilevanti, sia come estensione areale che come potenza. Molto spesso questi sono difficilmente distinguibili dalla formazione che li ingloba e solo l'esame delle microfacies degli elementi litici può dare indicazioni sicure. Ciò succede in modo particolare laddove la F. di S. Fiora, per franamenti superficiali e per motivi tettonici, presenta un assetto fortemente scompaginato.

Il secondo tipo, oltre ai clasti ofiolitici, comprende anche, ma subordinatamente: argilloscisti, diaspri rossi e piccoli ammassi di argille con calcari palombini; la matrice è un'arenaria ofiolitifera, distribuita in maniera irregolare e talvolta concentrata in livelletti lenticolari gradati. Questo tipo di olistostroma compare in orizzonti interstratificati, di potenza non superiore a poche decine di metri e con una distribuzione areale molto discontinua.

Fossili ed età

Nell'area in esame PASSERINI [1965] segnala il rinvenimento, in questa formazione, di diversi esemplari di *Inoceramus* sp., alcuni

dei quali con le due valve ancora unite; fra le località fossilifere indicate dall'Autore ricordiamo la zona del F.so Acquachiara e del F.so Acquacalda, ad occidente del M. Rufeno.

Da parte nostra è stato curato essenzialmente lo studio delle microfaune in sezione sottile. Purtroppo la Formazione di S. Fiora presenta un assetto tettonico molto complesso che ha reso impossibile individuare un tratto di successione abbastanza esteso e indisturbato che si prestasse ad una campionatura dal letto al tetto. Le osservazioni di carattere bio e cronostratigrafico si riferiscono di conseguenza ad un prelievo di campioni effettuato più con criterio statistico d'insieme che rigorosamente stratigrafico, ma abbastanza fitto per dare sufficienti indicazioni sui limiti cronologici inferiore e superiore (Tav. I).

La microfauna è risultata, nel complesso, piuttosto povera di generi e specie; essa è rappresentata, nella maggior parte dei campioni, da piccolissimi esemplari di Foraminiferi planctonici, attribuibili al gruppo *Hedbergella - Ticinella,* associati a rare Heterohelicidae, a *Pithonella ovalis* (KAUF.) e *P. sphaerica* (KAUF.), a spicole di Spongiari, Radiolari etc.. In pochi campioni sono state individuate delle Globotruncane: *Praeglobotruncana delrioensis* (PLUMMER) *P. stephani* (GANDOLFI), *Rotalipora appenninica* (RENZ), *Globotruncana helvetica* BOLLI, *G. imbricata* MORNOD, *G. lapparenti* BROTZEN, *G. tricarinata* (QUEREAU) ed altre forme di difficile determinazione specifica. In una biomicrite sono stati osservati frammenti di Orbitoidi (*Orbitolina complanata?*) e di Echinidi, chiaramente rimaneggiati.

Da questa breve rassegna delle microfacies deriva che alla formazione in esame può essere attribuita un'età compresa fra l'Aptiano-Albiano e la parte sommitale del Cretaceo. Tale attribuzione concorda con quella di BOCCALETTI & SAGRI [1965] e BOCCALETTI & PIRINI [1965], relativa alla zona a sud del M. Amiata.

Per quanto riguarda le Arenarie di M. Rufeno i fossili riscontrati sono esclusivamente quelli dei ciottoli carbonatici e silicei del conglomerato di cui abbiamo parlato in precedenza; per questo membro tuttavia non esistono difficoltà di attribuzione cronologica, dal momento che esso è stratigraficamente intercalato entro la Formazione di S. Fiora.

Per gli olistostromi infine, i campioni prelevati dagli strati calcarei hanno messo in evidenza, in sezione sottile, una microfacies del tutto simile a quella, ben nota, dei calcari palombini del Com-

plesso ofiolitifero (calcari silicei con scarsa microfauna a Radiolari e Calpionelle), che vengono generalmente attribuiti al Cretaceo inferiore.

Formazione di Poggio Belvedere (5)

Il più ampio affioramento compare presso il Poggio Belvedere, nella Tav. S. Casciano dei Bagni (F° 129 dell'I.G.M.), dove la formazione è osservabile in ottime condizioni di esposizione; in questa località è ben visibile anche il passaggio graduale alla sottostante Formazione di S. Fiora.

Dal punto di vista litologico è rappresentata da una serie di sequenze torbiditiche, molto simili a quelle della Formazione di S. Fiora ma con una percentuale nettamente superiore dei termini carbonatici (calcilutiti e calcareniti).

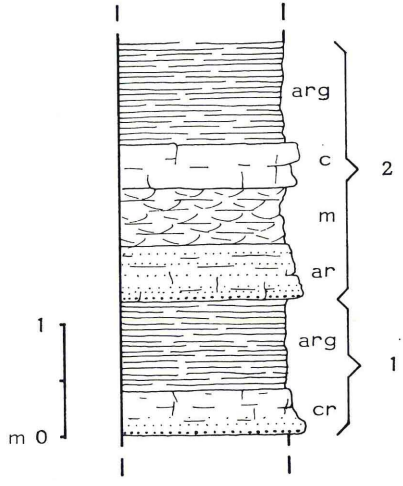

Fig. 10 - Due tipi di sequenze torbiditiche che si alternano fra loro nella Formazione di Poggio Belvedere: *arg*: argille fissili; *c*: calcilutiti; *m*: marne; *ar*: arenarie gradate e siltiti; *cr*: calcareniti gradate.

(5) Sinonimi: litofacies cm_2 di PASSERINI [1965] e ac_1 (pro-parte) di CALAMAI *et Al.* [1970]. Possibili correlazioni: Flysch calcareo fc_1 dei Monti della Tolfa (Civitavecchia) in FAZZINI *et Al.* [1972].

Sono stati osservati due tipi di sequenze che si alternano fra loro (fig. 10): il primo, più frequente e di maggior potenza (4-5 m), è costituito, alla base, da un'arenaria calcareo-quarzosa, a grana fine, spesso profondamente decalcificata ed ossidata. Attraverso un velo siltoso questa passa ad una marna arenacea e quindi ad un calcare a grana finissima, rappresentato da uno o più strati, ciascuno di 40-50 cm di spessore. Al tetto si ha un paio di metri di argille fissili, di colore bruno, suddivise in sottilissime scagliette. Gli strati calcarei spiccano nel paesaggio, spoglio di vegetazione, per il colore bianco candido, che viene loro da una sottile ed uniforme patina di alterazione. Al di sotto di quest'ultima mostrano invece un aspetto simile alla « pietra paesina », essendo suddivisi in tanti blocchetti, tenuti insieme da sottili vene spatiche, alcuni di colore nocciola, altri di colore grigio-chiaro.

Il secondo tipo di sequenza si rinviene meno frequentemente ed ha uno spessore generalmente inferiore al primo; esso manca, inoltre, di molti degli intervalli intermedi di BOUMA. Inizia generalmente con una calcarenite gradata, che sfuma nella parte alta in un calcare marnoso e quindi in un'argilla fissile di color bruno.

Fossili ed età.

Di questa formazione è stata campionata essenzialmente la frazione carbonatica lungo alcune sezioni nella zona di P.gio Belvedere.

La microfauna si differenzia nettamente da quella della sottostante Formazione di S. Fiora non solo per la comparsa delle prime Globorotalie, che pur sono rappresentate da rarissimi esemplari di tipo primitivo con guscio sottile e scarsa ornamentazione, ma anche (dove non sono state osservate Globorotalie) per una associazione costituita quasi esclusivamente da numerosi esemplari di Globigerine e Gümbeline. In particolare le Globigerine si differenziano, in sezione sottile, dall'associazione cretacea ad Hedbergelle e Ticinelle, poiché si presentano con forme di dimensioni maggiori e con gusci più spessi e più ricchi di ornamentazione. Anche nell'impossibilità di procedere, in sezione sottile, alla determinazione specifica delle singole forme individuate, riteniamo che la microfacies, nel suo insieme, sia molto significativa: essa è stata citata da più Autori negli strati basali del Paleocene.

Formazione di S. Pietro Acquaeortus (6)

E' rappresentata da un esteso affioramento nella tav. S. Casciano dei Bagni e da più limitati lembi presso il Pod. di Monte Crocione, nell'angolo SW della tav. Castel Viscardo e a sud del M. Rufeno nella tav. Proceno (F° 129) (Tav. I).

La parte più cospicua della formazione è costituita da un calcare marnoso di colore grigio nocciola sul taglio fresco, bianco sul-

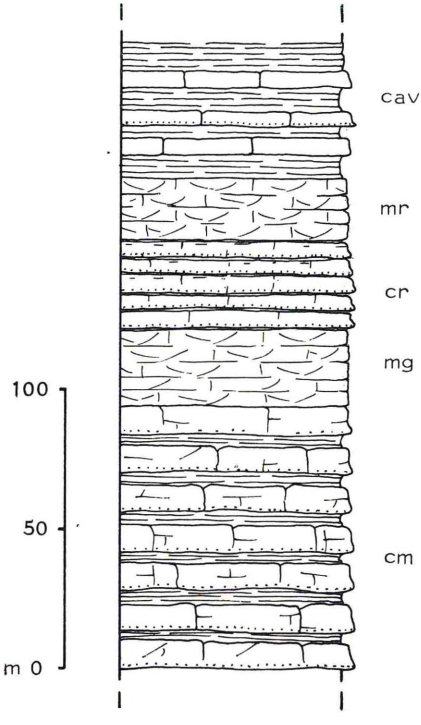

Fig. 11 - Colonna stratigrafica della formazione di S. Pietro Acquaeortus ricostruita nell'affioramento del Pod. di M. Crocione: *cav*: calcilutiti, calcilutiti silicee, calcareniti, marne ed argille varicolori; *mr*: marne rosate; *cr*: calcareniti gradate; *mg*: marne e marne calcaree grige; *cm*: calcari con diverso contenuto in argilla (da calcilutiti a calcari marnosi).

(6) Sinonimi: litofacies cm_3 di PASSERINI [1965] e *ca* di CALAMAI *et Al.* [1970]. Possibili correlazioni: Flysch di M. Morello in BORTOLOTTI [1964], ABBATE & SAGRI [1970], GIANNINI & LAZZAROTTO [1973, 1975]; Flysch calcareo (fc_2) dei Monti della Tolfa (Civitavecchia) in FAZZINI *et Al.* [1972].

la superficie alterata. Esso si presenta suddiviso in bancate di potenza variabile dai 50 cm ai 2-3 m. In questa litofacies sono compresi anche strati, di spessore dell'ordine del metro, di un calcare a bassa percentuale di argilla (80-94% di $CaCO_3$) di colore grigio chiaro o nocciola, strati di marne e, molto raramente, lenti di una arenaria calcarifera di aspetto simile alla Pietraforte. Quest'ultima differisce, tuttavia, dalla Pietraforte tipica non solo per una maggior abbondanza di minerali fillosilicatici (ben visibili sulle superfici di strato), ma anche per una netta prevalenza della calcite sulla dolomite, nella frazione carbonatica. Tra una bancata e l'altra della litofacies descritta si intercalano più sequenze torbiditiche con caratteristiche sedimentologiche spesso diverse fra loro. Una delle più frequenti è costituita, alla base, da uno strato calcarenitico gradato, con laminazioni parallele o convolute; questo passa ad argille rosse e verdi con intercalazioni di strati sottili di un calcare siliceo grigio-verde. In altri casi la parte basale è costituita da una arenaria quarzoso-calcarea, a grana fine, gradata, spesso con vistose controimpronte di corrente sulla superficie inferiore degli strati; essa passa verso l'alto a marne rosate e quindi ad un sottile livello di argille (fig. 11).

Fossili ed età

Sono state effettuate fitte campionature nei principali affioramenti che compaiono nell'area in esame.

Nell'affioramento a Sud di M. Rufeno (tav. Proceno) la microfacies più significativa è stata individuata nel camp. *A 11* (calcarenite con Globigerine e Globorotalie di tipo paleocenico). Nell'affioramento di S. Pietro Acquaeortus - Fighine (tavv. Proceno e S. Casciano dei Bagni) i campioni, prelevati nei livelli stratigraficamente più bassi, sono risultati delle biomicriti con Globigerine e piccolissime Globorotalie di tipo primitivo (Camp. *D 58, D 60, D 65, D 74, E 10*). Tale microfacies è assegnabile alla parte bassa del Paleocene superiore. Negli strati più alti permane l'associazione a Globigerine e Globorotalie, queste ultime tuttavia di tipo più evoluto; vi abbiamo potuto determinare: *Globorotalia* gr. *pusilla* Bolli, *G.* gr. *leavigata* Bolli, *G.* gr. *aequa - angulata.* Questa associazione è indicativa del Paleocene superiore (camp. *B 21 - B 23, B 27*). Il camp. *D 73* è risultato una biosparite con Nummuliti, Operculine,

Orthophragmine, Assiline, frammenti di Molluschi ed Echinodermi, Briozoi, Alghe Melobesie, Globigerine e Globorotalie; tale microfacies è assegnabile all'Eocene medio-superiore.

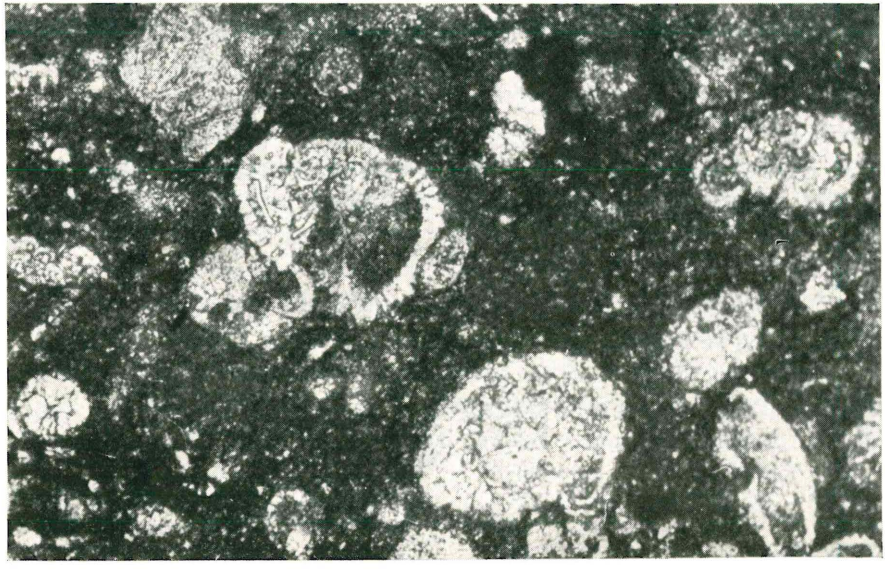

Fig. 12 - Microfacies della Formazione di S. Pietro Acquaeortus; al centro *Globorotalia gr. bullbrooki* BOLLI (x 120).

Infine, nell'affioramento del Pod. di M. Crocione (tav. Castel Viscardo), la parte basale del Flysch è attribuibile al Paleocene sup. - Eocene inf. per la presenza di *Globorotalia aequa* CUSHMAN & RENZ (camp. *C 46*). Da livelli un po' più alti della successione stratigrafica provengono i campioni *C 39* e *C 43* che sono risultati, in sezione sottile, delle biomicriti con Globigerine e Globorotalie; tra queste ultime abbiamo determinato: *Globorotalia* gr. *formosa-aragonensis* e *G. bullbrooki* BOLLI dell'Eocene medio (fig. 12). La microfacies più recente è stata riscontrata in un'arenaria calcareo-quarzosa (camp. *C 40*) che, per la presenza nella matrice di *Globorotalia centralis* CUSHMAN, può essere assegnata all'Eocene medio-superiore.

I campioni sopraindicati sono quelli che hanno rivelato le microfacies più significative per la definizione dell'età del Flysch di S. Pietro Acquaeortus nell'area in esame. Numerosi altri campioni

hanno mostrato, in sezione sottile, una fauna del tutto insignificante ed in certi casi rappresentata esclusivamente da forme cretacee, evidentemente rimaneggiate. In proposito è bene notare che, anche per quanto si riferisce alla fauna eocenica sopradescritta, è difficile stabilire quanta parte di essa si debba considerare vissuta *in loco* e quanta invece trasportata, in forma di clasti, dalle onde di torbidità, dal momento che la litofacies, che la contiene, può essere considerata, per la quasi totalità, risedimentata. Un criterio per decidere in merito sta, a nostro avviso, nella constatazione di una certa armonia di associazione all'interno di uno stesso campione e di una normale evoluzione biostratigrafica nella successione litologica presa in esame; tale criterio può essere ovviamente soggetto ad errori, ma è l'unico applicabile a questo tipo di sedimenti ed è del resto quello che è stato sempre utilizzato per la datazione dei depositi clastici risedimentati.

Possiamo dunque, dopo questa precisazione, concludere che la età del Flysch in esame, malgrado le piccole differenze che esistono fra un affioramento e l'altro, deve essere compresa fra la parte basale del Paleocene superiore e l'Eocene medio-superiore.

Unità ofiolitifera

Dal punto di vista litologico tale unità è rappresentata da una massa argillosa che ingloba blocchi di calcare siliceo grigio (palombino), di arenarie calcarifere, molto tenaci, e di rocce verdi. La sua caratteristica principale è l'estrema caoticità che permette di distinguerla nettamente dalle formazioni su cui poggia, mentre la rende, da questo punto di vista, del tutto simile agli olistostromi intercalati nella Formazione di S. Fiora.

Da questi ultimi essa è riconoscibile solamente sulla base di considerazioni di carattere giaciturale. Mentre infatti gli olistostromi costituiscono dei corpi lenticolari, ma nell'insieme concordanti con gli strati della formazione che li ingloba, ben diversa, per giacitura, è l'Unità in esame che poggia, nettamente discordante, sia sulla Formazione di S. Fiora, sia su quella più recente di S. Pietro Acquaeortus (zona del F. Mandrione).

Le rocce verdi sono incluse, in masse di varia dimensione, nell'impasto caotico argilloso-calcareo. Il più ampio affioramento compare lungo il Fosso del Mandrione per una lunghezza di circa

1 Km. Qui le ofioliti costituiscono una vera e propria breccia di colore variabile dal verde al rosso, spesso con aspetto simile alle oficalci. Fra i clasti (di dimensioni variabilissime) sono rappresentati: il gabbro, la serpentina e più raramente il diabase; vi sono stati notati anche elementi carbonatici e silicei.

Fossili ed età

La microfauna, osservata nei calcari silicei (palombini), è generalmente molto scarsa ed è costituita soprattutto da Radiolari e da rare Calpionelle. L'età che se ne ricava è il Cretaceo inferiore.

Giacitura delle Unità liguri

Sulle formazioni più recenti della Serie Toscana (Scaglia e Macigno) poggiano, nella zona del Monte Cetona e di S. Casciano dei Bagni, le Liguridi che sono qui rappresentate da due unità tettoniche. Dall'alto al basso esse sono:

1) Unità ofiolitifera delle argille con calcari palombini,
2) Unità di S. Fiora.

L'Unità ofiolitifera poggia, in netta discordanza, sull'Unità di S. Fiora sormontando formazioni di età diversa (F. di S. Fiora e F. di S. Pietro Acquaeortus) (7). Le due Unità si distinguono anche per lo stile ed il grado di deformazione; mentre, infatti, l'Unità ofiolitifera presenta un grado di scompaginamento tale da risultare un ammasso caotico nel quale sono praticamente irriconoscibili le preesistenti strutture plicative e gli originali rapporti di giacitura fra le diverse litofacies, l'Unità di S. Fiora è caratterizzata da uno stile di deformazione molto simile a quello degli altri Flysch cretacei affioranti nella Toscana a sud dell'Arno: essa è suddivisa in grosse scaglie embriciate, all'interno delle quali è possibile ricostruire strutture ad anticlinali e sinclinali, normalmente rovesciate e più

(7) La messa in posto di questa Unità si è verificata, di conseguenza, dopo l'Eocene medio-superiore (età più recente riscontrata nel Flysch di S. Pietro Acquaeortus). Essa, quindi, può essere correlata con l'Unità ofiolitifera superiore secondo lo schema elaborato da Giannini & Lazzarotto [1973; 1975].

o meno strizzate (fig. 13). La suddivisione in scaglie si effettua tramite irregolari superfici di scorrimento, spesso difficilmente riconoscibili soprattutto quando corrono all'interno della stessa litofacies. A titolo esemplificativo, nelle sezioni delle figg. 14 e 15 sono illustrate due situazioni, ben ricostruibili sul terreno, che mettono in evidenza lo stile di deformazione ora descritto.

Rapporti di giacitura delle singole formazioni nella Unità di S. Fiora.

Mentre per l'Unità ofiolitifera nulla possiamo aggiungere a quanto detto nel paragrafo precedente, un discorso più lungo merita la successione ricostruita nell'Unità di S. Fiora.
Tale successione è la seguente nell'ordine dall'alto al basso (fig. 1):

1) Formazione di S. Pietro Acquaeortus (base del Paleocene sup.-Eocene medio-sup.);
2) Formazione di P.gio Belvedere (Paleocene inferiore);
3) Formazione di S. Fiora *str. s.* (Cretaceo inf. *p.p.* - Cretaceo sup.);
4) Formazione di Villa la Selva (Cretaceo inf. *p.p.*).

Il Flysch di S. Pietro Acquaeortus poggia sia sulla Formazione di P.gio Belvedere sia su quella di S. Fiora. Ma, mentre il contatto con la prima è di natura sicuramente stratigrafica, quello con la seconda è molto spesso discordante, in modo tale da suggerire che si tratti di un contatto tettonico. Appare pertanto giustificato attribuire a fenomeni di laminazione tettonica l'assenza della formazione di P.gio Belvedere fra la litofacies soprastante e quella sottostante (fig. 14).

Di natura chiaramente stratigrafica è anche il passaggio fra la formazione 3 e la 2. Il contatto è ben visibile nell'area di P.gio Belvedere (Tav. I), dove assume un significato di particolare interesse perché segna, con un cambiamento litologico non netto, ma abbastanza ben definibile, il passaggio fra il Cretaceo superiore ed il Paleocene.

Molto più complesso è invece risultato il riconoscimento dei rapporti stratigrafici originari della formazione di Villa la Selva, la cui collocazione, alla base del Flysch di S. Fiora, non può dirsi

Fig. 13 - Piega a ginocchio nella Formazione di Villa la Selva presso il Pod. Porcareccia.

documentata sul terreno in maniera inconfutabile. La situazione tettonica, nell'area di affioramento della formazione in esame, è infatti piuttosto complicata, come risulta dalla sezione di fig. 15; in tale località un'ampia placca di questa litofacies giace in posi-

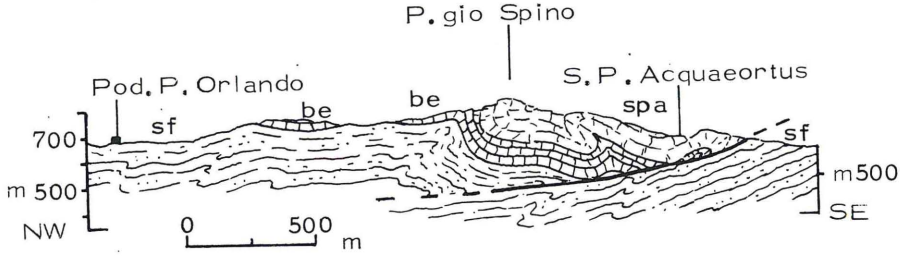

Fig. 14 - Sezione geologica A (vedi Tav. I), fra il Pod. di Poggio Orlando e S. Pietro Acquaeortus: *spa*: Formazione di S. Pietro Acquaeortus (Paleocene sup. - Eocene medio-sup.); *be*: Formazione di Poggio Belvedere (Paleocene inf.); *sf*: Formazione di S. Fiora (Cretaceo inf. p.p. - Cretaceo sup.).

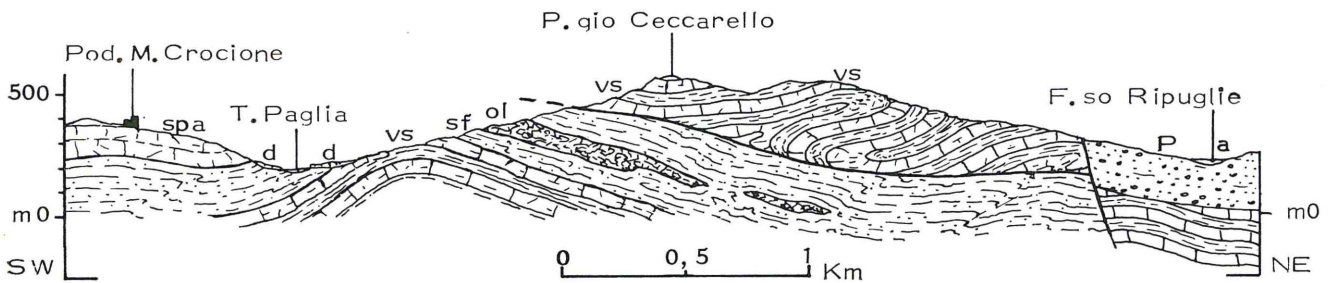

Fig. 15 - Sezione geologica B (vedi Tav. I), fra il Pod. di M. Crocione ed il F.so Ripuglie: *d*: detriti; *a*: alluvioni; *P*: sedimenti del Complesso Neoautoctono (Pliocene inf.); *spa*: Formazione di S. Pietro Acquaeortus (Paleocene sup. - Eocene medio-sup.); *sf*: Formazione di S. Fiora *str. s.* (Cretaceo inf. - Cretaceo sup.); *ol*: olistostroma di argille con palombini nella F. di S. Fiora; *vs*: Formazione di Villa la Selva (Cretaceo inf.).

zione anomala, e con contatto sicuramente tettonico, sulla Formazione di S. Fiora (zona di P.gio Ceccarello). Scendendo più in basso, verso il T. Paglia, essa ricompare, in posizione normale, al nucleo di un'anticlinale; qui però il contatto e le modalità di passaggio, fra le due litofacies, non sono mai chiaramente osservabili a causa della vegetazione e del detrito. Tuttavia i dati paleontologici e la direzione e l'immersione degli strati suggeriscono un passaggio graduale e perfettamente concordante.

Considerazioni di carattere paleoambientale e paleogeografico sull'Unità di S. Fiora.

Le caratteristiche litologiche e sedimentologiche delle formazioni, appartenenti all'Unità di S. Fiora, permettono di fare alcune considerazioni sia di carattere paleoambientale, sia di carattere paleogeografico. Sono questi due aspetti principali di un medesimo problema che consiste nell'individuare la collocazione del bacino di sedimentazione di tale Unità nell'ambito della geosinclinale appenninica. Per quanto riguarda il primo tema, dobbiamo far presente che le nostre conclusioni si basano esclusivamente su osservazioni di campagna e non sono state accompagnate da studi specialistici per il rilievo dei dati. In pratica ci siamo basati sui criteri di distinzione proposti da Mutti & Ricci Lucchi [1972] e da Ricci Lucchi [1975], che permettono, più di altri (Bouma [1962]; Walker [1967, 1970] etc.), una classificazione rapida ,seppure molto schematica, delle facies torbiditiche.

Le quattro formazioni che costituiscono l'Unità di S. Fiora rappresentano altrettante variazioni di una medesima associazione di facies, indicativa di un ambiente di pianura sottomarina; l'uniforme distribuzione areale delle sequenze torbiditiche e la regolarità della stratificazione su distanze chilometriche, rappresentano indizi molto significativi in proposito. L'intervento di episodi clastici con diverso apporto litologico e con diverse caratteristiche deposizionali (Pietraforte ed olistostromi) non cambia nel complesso il quadro ambientale sopra delineato, poiché per essi si devono invocare meccanismi di trasporto e provenienze differenti rispetto alle torbiditi dei Flysch entro le quali i materiali relativi sono intercalati.

Dalla formazione di Villa la Selva a quella di S. Pietro Acquaeortus si assiste ad una graduale modificazione dei caratteri litologici e sedimentologici, che può essere schematizzata come segue:

a) diminuzione della frazione calcilutitica ed argillitica di deposizione normale (peliti pelagiche od emipelagiche);

b) aumento del materiale detritico dei carbonati;

c) aumento della potenza degli strati.

Ciò sembra indicare che il bacino dell'Unità di S. Fiora subì, dal Cretaceo inferiore all'Eocene medio-superiore, una lenta evoluzione con l'acquisizione di caratteri ambientali via via di mare relativamente meno profondo e probabilmente anche di maggiore prossimalità (DZULYNSKI & WALTON [1965]; tuttavia non si può escludere che al variare delle caratteristiche composizionali possa aver contribuito anche una evoluzione della natura litologica e della conformazione morfologica delle aree alimentatrici o addirittura un cambiamento delle direzioni di apporto.

* * *

Di notevole interesse, dal punto di vista paleoambientale e paleogeografico, è il riconoscimento di una formazione, in facies di flysch, attribuibile alla parte basale del Cretaceo inferiore. Nel Dominio Ligure le uniche formazioni attribuibili ai primi piani del Cretaceo, fino ad ora conosciute, erano il « Calcare a Calpionelle ligure » e la parte basale delle « argille con calcari palombini » (localmente eteropica della prima). Le associazioni litologiche di queste due formazioni sono per la massima parte in facies pelagica ed emipelagica e, solo nella parte alta delle argille con calcari palombini (Valanginiano - Albiano), assumono una certa importanza delle facies arenacee con caratteri torbiditici (LAZZAROTTO [1967]; LAZZAROTTO & MAZZANTI [1977]).

La parte inferiore della Formazione di Villa la Selva è coeva con il « Calcare a Calpionelle ligure » e con quest'ultimo ha in comune alcuni litotipi (calcilutiti, argille e marne argillose). Da questo tuttavia si differenzia per un maggior sviluppo dei termini terrigeni, che rappresentano la frazione più cospicua della formazione, e per il fatto che gli stessi si presentano quasi esclusivamente in facies torbiditica. La parte superiore mostra invece delle analogie litolo-

giche con il complesso delle « argille con calcari palombini », pur avendo anche in questo caso una frazione torbiditica più rilevante. Ciò induce a ritenere che la Formazione di Villa la Selva rappresenti una variazione laterale del « Calcare a Calpionelle ligure » e delle soprastanti argille con palombini, con caratteri tuttavia di maggior prossimalità. Non si può trarre da queste constatazioni alcun elemento sicuro per una ricostruzione paleogeografica attendibile, relativa al Cretaceo inferiore, ma resta comunque quale dato significativo il fatto che gran parte del materiale clastico, che costituisce questa formazione, è di natura sialica.

* * *

Altre importanti implicazioni di carattere paleogeografico derivano dalle intercalazioni delle Arenarie di M. Rufeno e degli olistostromi ofiolitiferi nella Formazione di S. Fiora. Le Arenarie di M. Rufeno presentano giaciture e caratteri sedimentologici che permettono di riferirle ad una facies di conoide ([8]). La loro composizione mineralogica indica, inoltre, una provenienza dei clasti diversa da quella del materiale del Flysch, entro il quale sono intercalate (vedere anche MALESANI [1966]). Ciò induce a prospettare, per questa facies, una provenienza laterale rispetto all'asse del bacino nel quale si depositavano le torbiditi di S. Fiora.

Lo stesso discorso può essere fatto per gli olistostromi ad elementi ofiolitici, facendo notare altresì che la loro provenienza deve essere ricercata in una « zona » diversa da quella di alimentazione delle Arenarie di M. Rufeno, entro le quali gli elementi di derivazione ofiolitica sono risultati estremamente rari. L'ipotesi più logica è che le due litofacies provenissero dai bordi opposti del bacino del Flysch di S. Fiora.

A questo punto si pone il problema di stabilire in quale lato del bacino siano da collocare le aree alimentatrici di ciascuna di esse. Ciò implica un allargamento del discorso in un'ottica regionale, discorso sul quale cercheremo di essere, quanto più possibile, schematici.

([8]) Non siamo in grado di dare indicazioni più precise relative all'ambiente sopra definito. Lo stato di tettonizzazione della formazione di S. Fiora impedisce infatti di seguire l'evoluzione di questa facies nei diversi gradi di prossimalità e nelle relative associazioni che caratterizzano l'ambiente di conoide sottomarino.

Le aree di affioramento del Flysch di S. Fiora si estendono dai Monti della Calvana, a N di Firenze, ai Monti della Tolfa presso Civitavecchia, attraverso l'Amiata ed il Cetona, su di una distanza longitudinale di oltre 200 Km. La formazione poggia, nella zona di Firenze, sul Macigno della Serie Toscana; al Cetona sul Macigno e sulla Scaglia; direttamente sulla Scaglia nella zona dei Monti della Tolfa. Dal punto di vista giaciturale essa sostituisce, nelle aree più orientali di affioramento delle Liguridi, l'Unità di Canetolo (o « Argille e calcari » Auctt.).

Nella Formazione di S. Fiora (*alias* Formazione di Sillano di BORTOLOTTI [1962] etc.) si intercalano lenti, discontinue e di dimensioni diverse, di una facies arenacea, ben conosciuta con il nome di « *Pietraforte* » (BORTOLOTTI [1962]; MALESANI [1966]; ABBATE & SAGRI [1970]); questa comprende anche conglomerati eterometrici (« cicerchina ») con ciottoli che possono arrivare, seppure raramente, ad alcune decine di centimetri di diametro. Circa la provenienza del materiale che costituisce la Pietraforte sono state espresse opinioni constrastanti:

a) Secondo PAREA [1965a; 1965b] e FAZZINI *et Al.* [1972] l'area alimentatrice di questa litofacies sarebbe da collocarsi nel Massiccio Sardo - Corso e come tale la Pietraforte dovrebbe essere considerata come una delle unità più interne del Dominio Ligure.

b) Secondo BORTOLOTTI [1967] e BORTOLOTTI & MALESANI [1967], detta area dovrebbe invece essere ricercata nelle Alpi Centrali, sia per le deduzioni sulla provenienza dei clasti (basate specialmente sullo studio delle impronte di fondo), sia per una certa analogia litologica della Pietraforte con i Flysch coevi della Brianza e del Bergamasco.

c) ELTER [1972, 1973], partendo dalle osservazioni di questi ultimi Autori, colloca l'area di sedimentazione della Pietraforte in corrispondenza del Bacino subligure (bacino di sedimentazione dell'Unità di Canetolo), che egli pone ad Est della Zona Insubrica.

In merito alle ipotesi ora espresse riteniamo utile aprire una breve discussione.

1) La particolare giacitura della Pietraforte (o delle Arenarie di M. Rufeno ad essa litologicamente e cronologicamente correlabili) e così pure le sue caratteristiche sedimentologiche (9) sembra-

(9) Molto spesso con il nome di « Pietraforte » e di « arenarie tipo Pietraforte » sono state indicate delle litofacies che nulla hanno a che fare con la formazione ti-

no escludere, per questa facies, una alimentazione secondo l'asse del bacino, mentre suggeriscono una sua provenienza laterale. Le diverse intercalazioni lenticolari e discontinue, dentro la Formazione di S. Fiora, possono essere interpretate infatti come i prodotti di conoidi inseriti in una facies di pianura sottomarina.

2) E' difficile ammettere per il bacino della Formazione di S. Fiora (e perciò anche per la Pietraforte ad essa stratigraficamente collegata) una posizione interna nel Dominio Ligure. Questa ipotesi infatti contrasta: a) con la posizione tettonica di questa unità (SAGRI [1969]; b) con il fatto che a questa formazione fanno seguito, in successione presumibilmente stratigrafica, litofacies cretaceo-terziarie, ben correlabili con le Unità Liguri esterne dell'Appennino tosco-ligure-emiliano (FAZZINI *et Al.*, [1972].

3) E' anche difficile ammettere, per il bacino di cui sopra, una posizione all'esterno della « Zona insubrica » (ELTER [1962, 1963]), poiché questa ipotesi mal si accorda con la presenza, entro la Formazione di S. Fiora, di numerosi, e talvolta estesi, olistostromi ofiolitiferi.

A nostro avviso il bacino dell'Unità di S. Fiora dovrebbe essere collocato, quindi, entro il Dominio Ligure, ma in posizione esterna; detta Unità costituirebbe così il prolungamento meridionale di quella del Flysch del M. Cassio e della sua base stratigrafica rappresentata dalle Arenarie di Ostia.

Rimangono ora da individuare le aree alimentatrici delle due facies clastiche che si intercalano a vari livelli del Flysch di S. Fiora. Per gli olistostromi ofiolitiferi non è difficile prospettare una provenienza interna, seguendo lo schema illustrato da GIANNINI & LAZZAROTTO [1973, 1975]; per le arenarie della Pietraforte (e per i conglomerati ad essa associati) una possibile area di alimentazione, per quanto detto in precedenza, dovrebbe essere collocata in una zona esterna, compresa fra il Dominio Ligure ed il Dominio Toscano. Ci sembra utile ricordare, in proposito, che un problema del tutto analogo è stato posto per l'interpretazione degli elementi clastici

---

pica definita, nella sua costituzione litologica e negli affioramenti, soprattutto da LOSACCO [1958] e più recentemente da MALESANI [1966]. Quest'ultimo Autore fornisce criteri petrografici molto semplici per la distinzione della facies tipica dalle altre macroscopicamente similari.

dei Conglomerati dei Salti del Diavolo in Val Baganza, legati stratigraficamente alle Arenarie di Ostia e di conseguenza all'Unità del M. Cassio (MONTEFORTI [1972]).

Anche in relazione alla provenienza di questi clasti non esiste concordanza di opinioni: da una parte infatti è stata avanzata l'ipotesi di un'area alimentatrice posta sulle Alpi Lombarde (SAMES [1963, 1965, 1967]); dall'altra si è sostenuto, con ampia documentazione, il prolungamento della « Zona insubro-lombarda » nel Dominio Appenninico (ELTER *et Al.* [1966]). All'una e all'altra ipotesi si sono appoggiati rispettivamente gli studiosi della Scuola di Firenze e quelli della Scuola di Pisa. Un'ampia discussione e documentazione bibliografica in proposito si trova in BALDACCI *et Al.* [1972], questi ultimi Autori fornendo inoltre nuovi elementi ed argomentazioni a favore della « Ruga insubrica » nell'Appennino Settentrionale.

Senza entrare nei particolari (per i quali rimandiamo agli Autori sopraindicati), ricorderemo che gli elementi più significativi, in merito, sono rappresentati dalle litofacies dei ciottoli inclusi nella Scaglia e nel Macigno della Serie Toscana; questi, insieme ai clasti del Conglomerato dei Salti del Diavolo in Val Baganza, avrebbero avuto origine da un'unica area di alimentazione, rappresentata da un elemento strutturale sollevato, interposto fra il Dominio Ligure e quello Toscano, e soggetto a periodi di emersione. Esso sarebbe stato inoltre caratterizzato da « *un'infrastruttura cristallina (zoccolo costituito da graniti, gneiss e micascisti; tegumento costituito da quarziti, scisti sericitici ed arcosi rosse) sormontata da una copertura sedimentaria ad affinità genericamente sudalpine, depostasi tra il Trias, probabilmente superiore, e l'Eocene superiore, in facies di piattaforma carbonatica fino al Lias medio e successivamente di altofondo pelagico* » ([10]).

Tale quadro dovrà essere ulteriormente perfezionato con l'ampliamento degli studi sui sedimenti clastici mesozoico-terziari del Dominio Ligure e di quello Toscano; tanto più che di tale elemento strutturale non è stata ritrovata alcuna traccia diretta in tutto l'Appennino Settentrionale. Ciò non significa tuttavia che l'ipotesi non

([10]) Circa le critiche sollevate da SAGRI [1973], in merito all'esistenza della «Ruga insubrica», siamo dell'opinione che esse siano già state punto per punto ed ampiamente dibattute nel precedente lavoro di BALDACCI *et Al.* [1972]. Su di esse, perciò, non riteniamo opportuno soffermarci.

sia valida, anche se appare praticamente impossibile tentare una delineazione fisiografica più precisa di quanto è stato fatto da BALDACCI *et Al.* [1972]. Resta comunque il fatto che la cosidetta « Ruga insubrica », pur rappresentando un'entità puramente speculativa, costituisce, allo stato attuale delle conoscenze, il meccanismo più semplice per spiegare una serie di fenomeni sedimentari, altrimenti difficilmente giustificabili. In questo contesto la giacitura della Pietraforte ed i suoi caratteri litologici e sedimentologici, quali sono emersi dal presente studio, costituiscono non solo un fatto chiaramente esemplificativo di quanto detto, ma rappresentano anche, a nostro avviso, un ulteriore contributo alla definizione di un quadro paleogeografico estremamente complesso ed ancora mal definito della geosinclinale appenninica.

BIBLIOGRAFIA

ABBATE E., SAGRI M. (1970) - The eugeosynclinal sequences. In: Development of the Northern Apennines Geosyncline. *Sediment. Geol.*, **4** (3/4) (Spec. Issue), 251-340.

ANDRI E., FANUCCI F. (1973) - Osservazioni sulla litologia e stratigrafia dei Calcari a Calpionelle liguri (Val Graveglia, Val di Vara). *Boll. Soc. Geol. It.*, **92** (1) (1973.

ANGELUCCI A., DE ROSA E., FIERRO G., GNACCOLINI M., LA MONICA G. B., MARTINIS B. PAREA G. C., PESCATORE T., RIZZINI A., WEZEL F. C. (1967) - Sedimentological characteristics of some Italian turbidites. *Geol. Rom.*, **6**, 345-420.

BALDACCI F., CERRINA FERONI A., ELTER P., GIGLIA G., PATACCA E. (1972) - Il margine del paleocontinente nord-appenninico dal Cretaceo all'Oligocene: nuovi dati sulla ruga insubrica. *Mem. Soc. Geol. It.*, **11** (4), 367-390.

BERGOMI C., DE TSCHUDY G., MALFERRARI N., MARTELLI G., PANNUZI L., PERNO U., SEGRE A. G., VALLETTA M., ZATTINI N. (1969) - Carta Geologica d'Italia. F° 130, Orvieto. *Serv. Geol. d'It.*.

BOCCALETTI M., PIRINI C. (1965) - Ritrovamento di Schackoina nel complesso argilloso calcareo di S. Fiora. *Palaeont. Italica,* **59** (1964), 53-61.

BOCCALETTI M., SAGRI M. (1965) - Strutture caotiche dell'Appennino. I. Età, assetto e giacitura del complesso argilloso-calcareo affiorante nella parte occidentale del F° 129 «S. Fiora». *Boll. Soc. Geol. It.*, **83** (4), (1964), 461-524.

BORTOLOTTI V. (1962a) - Contributo alla conoscenza della stratigrafia della serie Pietraforte-Alberese. *Boll. Soc. Geol. It.*, **81** (2), 225-314.

BORTOLOTTI V. (1962b) - Sulla stratigrafia del passaggio Pietraforte-Alberese nell'Appennino settentrionale. *Mem. Soc. Geol. It.*, **3**, 415-419.

BORTOLOTTI V. (1962c) - Stratigrafia e tettonica dei terreni alloctoni (Ofioliti e Alberese) nei dintorni di Pieve S. Stefano (Arezzo). *Boll. Soc. Geol. It.*, **81** (3), 257-306.

BORTOLOTTI V. (1964) - Nota illustrativa della carta della distribuzione geografica della formazione di M. Morello (Alberese). *Boll. Soc. Geol. It.*, **83** (4), 155-190.

BORTOLOTTI V. (1967) - Le paleocorrenti della Pietraforte. *Boll. Soc. Geol. It.*, **86** (4) 687-701.

BORTOLOTTI V., MALESANI P. (1967) - Correlazioni tra i flysch cretacei delle Prealpi lombarde e quelli della coltre alloctona dell'Appennino Settentrionale. *Boll. Soc. Geol. It.*, **86** (2), 265-268.

BOUMA A. H. (1962) - Sedimentology of some flysch deposits. *Elsevier, Amsterdam.*

BRANDI G. P., SQUARCI P., TAFFI L. (1966) - Contributo alla conoscenza delle formazioni alloctone della Toscana Marittima. Il flysch terziario (Formazione dell'Alberese) di Campiglia Marittima (prov. di Livorno). *Boll. Soc. Geol. It.*, **85** (3-4), 591-606.

CALAMAI A., CATALDI R., SQUARCI P., TAFFI L. (1970) - Geology, geophysics and hydrogeology of the Monte Amiata Geotermal Fields. *Geothermics* **1**.

CATALANO R. (1965) - Calpionelle di Calabianca (Castellammare, Sicilia). *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem.*, ser. A, **72** (2), 484-507.

CIPRIANI C., MALESANI P. (1966) - Ricerche sulle arenarie - XIII: La Pietraforte. *Boll. Soc. Geol. It.*, **85** (2), 299-331.

DALLAN L. (1966) - Le microfacies dei ciottoli del conglomerato presente nella «Scaglia Toscana» in alcuni affioramenti della Val di Serchio (Prov. di Lucca). *Mem. Soc. Geol. It.*, **5** (4), 387-424.

DALLAN L., GIANNINI E., SQUARCI P., TAFFI L. (1968) - Calcare a Calpionelle ligure. In: Studi Illustrativi della Carta Geologica d'Italia. Formazioni Geologiche. *Serv. Geol. It.*, **1** (131-144).

DZULYNSKI S., WALTON E. K. (1965) - Sedimentary features of flysch and greywackes. *Elsevier, Amsterdam.*

ELTER P. (1972) - La zona ofiolitifera del Bracco nel quadro dell'Appennino settentrionale. Introduzione alla Geologia delle Liguridi. *66° Congr. S.G.I., Guida alle escursioni.*

ELTER P. (1973) - Lineamenti tettonici ed evolutivi dell'Appennino Settentrionale. In: Moderne vedute sulla geologia dell'Appennino. *Acc. Naz. Lincei, Probl. Att. Sc. e Cult.*, quad. **183**, 97-118.

ELTER G., ELTER P., STURANI C., WEIDEMANN M. (1966) - Sur la prolongation du domaine de l'Apennin dans le Monferrat et les Alpes et sur l'origine de la Nappe de la Simme s.l. des Préalpes romandes et chablaisiennes. *Arch. Soc. Phys. Nat., Genève* **19** (3), 279-377.

FAZZINI P., GELMINI R., MANTOVANI M. P., PELLEGRINI M. (1972) - Geologia dei Monti della Tolfa (Lazio settentrionale; province di Viterbo e Roma). *Mem. Soc. Geol. It.*, **11** (1), 65-144.

GIANNELLI L., LAZZAROTTO A., MAZZANTI R. (1965) - Stratigrafia delle formazioni alloctone della Toscana Marittima. 2: Studio geologico e micropaleontologico di una sezione fra Sassetta e Monteverdi Marittimo (F° 119, Massa Marittima). *Boll. Soc. Geol. It.*, **84** (3), 1-54.

GIANNINI E., LAZZAROTTO A. (1973) - Significato paleotettonico e paleoambientale della

Formazione di Lanciaia (Toscana Meridionale) nel quadro dei corrugamenti verificatisi nelle aree di sedimentazione dei complessi Liguri nel Cretaceo superiore e all'inizio del Terziario. *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem.*, ser. A, **79**, 176-196.

GIANNINI E., LAZZAROTTO A. (1975) - Tectonic evolution of the Northern Apennines. In: Geology of Italy. *E.S.S.L. - Tripoli*, **2**, 237-287.

GIANNINI E., LAZZAROTTO A., SIGNORINI R. (1971) - Lineamenti di Stratigrafia e di Tettonica. In: La Toscana Meridionale. Fondamenti geologico-minerari per una prospettiva di valorizzazione delle risorse naturali. *Rendiconti S.I.M.P.*, **27** (fasc. spec.), 33-168.

JACOBACCI A., MARTELLI G. (1969) - Età e giacitura del flysch nella Toscana meridionale. *Boll. Soc. Geol. It.*, **88** (4), 621-636.

JACOBACCI A., MALFERRARI N., MARTELLI G., PERNO U. (1959) - Osservazioni e considerazioni sulle formazioni terziarie pre-pontiche affioranti nel Foglio 129 « Santa Fiora ». *Boll. Serv. Geol. d'It.*, **81** (2-3), 181-197.

JACOBACCI A., MALFERRARI N., MARTELLI G., PERNO N., NAPPI G. (1965) - Carta Geologica d'Italia. F° 129, S. Fiora. *Serv. Geol. d'It.*.

JACOBACCI A., MARTELLI G., NAPPI G. (1967) - F° 129 - S. Fiora. In: Note illustrative della Carta Geologica d'Italia. *Serv. Geol. d'It.*

LAZZAROTTO A. (1967) - Geologia della zona compresa fra l'alta Valle del fiume Cornia ed il torrente Pavone (Prov. di Pisa e Grosseto). *Mem. Soc. Geol. It.*, **6** (2), 151-197.

LAZZAROTTO A., MAZZANTI R. (1964) - Stratigrafia delle formazioni alloctone della Toscana Marittima. 1 - Studio geologico e micropaleontologico di tre sezioni fra le valli di Milia e di Cornia. (F° 119 - Tavoletta di Frassine). *Boll. Soc. Geol. It.*, **83** (2), 125-156.

LAZZAROTTO A., MAZZANTI R. (1966) - Studio geologico e micropaleontologico di una sezione tra Castelnuovo di Val di Cècina e Monte Gabbri (Provincia di Pisa). *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. Mem.*, Ser. A, **73**, 330-375.

LAZZAROTTO A., MAZZANTI R. (1977) - Geologia dell'alta Val di Cècina. *Boll. Soc. Geol. It.*, (in stampa).

LOSACCO U. (1958) - Osservazioni geologiche sulle arenarie della Toscana Meridionale. *Boll. Soc. Geol. It.*, **77** (2), 43-75.

LOSACCO U. (1963) - Osservazioni geologiche sulla Pietraforte dei dintorni di Firenze. *Boll. Soc. Geol. It.*, **82** (2), 87-128.

MALESANI P. (1966) - Ricerche sulle arenarie. XIV. La Formazione di Sillano. *Boll. Soc. Geol. It.*, **85** (2), 371-402.

MONTEFORTI B. (1972) - La regione di Berceto (Appennino Parmense). *Mem. Soc. Geol. It.*, **11** (1), 47-64.

MUTTI E., RICCI LUCCHI F. (1972) - Le torbiditi dell'Appennino settentrionale: introduzione all'analisi di facies. *Mem. Soc. Geol. It.*, **11** (2), 161-200.

PAREA G. C. (1965a) - Caratteri sedimentologici delle torbiditi pre-oligoceniche dell'Appennino centro-settentrionale. *Boll. Soc. Geol. It.*, **86** (1), 223-265.

PAREA G. C. (1965b) - Evoluzione della parte settentrionale della Geosinclinale appenninica dall'Albiano all'Eocene superiore. *Atti e Mem. Acc. Naz. Sc., Lett. e Arti di Modena*, ser. VI, **7**, 1-99.

PASSERINI P. (1965) - Il Monte Cetona (Provincia di Siena). *Boll. Soc. Geol. It.*, **83** (4), (1964), 219-338.

REMANE J. (1969a) - Les possibilités actuelles pour une utilisation stratigraphique des Calpionelles (Protozoa Incertae Sedis, Ciliata?). *Proc. First Int. Conf. Planctonic Microfossils (2)*, 559-573. - *Genève.*

REMANE J. (1969b) - Nouvelles données sur la position taxonomique des Calpionellidea BONET (1956) et sur leurs rapports avec des Tintinnina actuels et les autres groupes de « Tintinnoidiens » fossiles. *Proc. First Int. Conf. Planct. Microfossils (2)*, 574-587. - *Genève.*

RICCI LUCCHI F. (1975) - Miocene Paleogeography and Basin Analysis in the Periadriatic Apennines. In: Geology of Italy. *E.S.S.L. - Tripoli*, **2**, 129-236.

SAMES C. W. (1967) - Sui conglomerati medio-cretacei della geosinclinale emiliana e la loro importanza per la paleogeografia. *Boll. Soc. Geol. It.*, **86** (1), 49-58.

SAGRI M. (1969) - La formazione dell'Antola nel versante tirrenico dell'Appennino settentrionale e nella Toscana a Sud dell'Arno. *Mem. Soc. Geol. It.*, **8** (4), 797-834.

SAGRI M. (1973) - Sedimentazione torbiditica nell'Appennino settentrionale: velocità di accumulo, litologia, morfologia del fondo. *Boll. Soc. Geol. It.*, **92** (2), 233-272.

SQUARCI P., TAFFI L. (1963) - Geologia della zona di Chianni - Laiatico - Orciatico (Provincia di Pisa). *Boll. Soc. Geol. It.*, **82** (2), 219-290.

WALKER R. G. (1967) - Turbidite sedimentary structures and their relationship to proximal and distal depositional environments. *Jour. Sed. Petr.*, **37**, 25-43.

(*ms. pres. il 29 luglio 1977; ult. bozze il 9 gennaio 1978*).