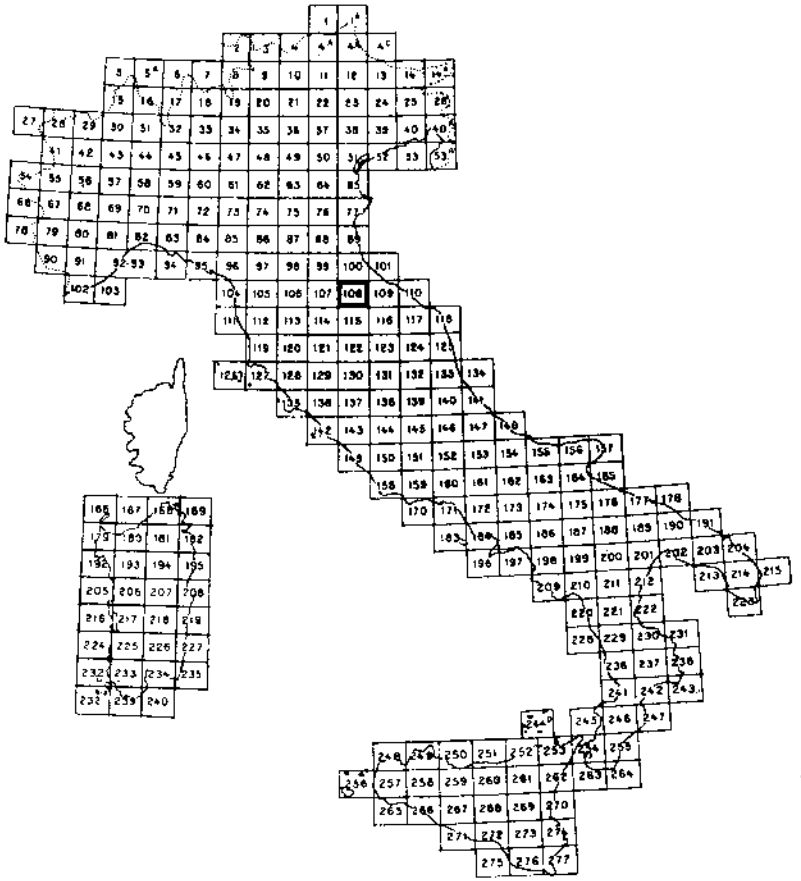
CARTA GEOLOGICA D'ITALIA



QUADRO D'UNIONE DEI FOGLI AL 100.000

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA - LARGO S. SUSANNA, 13 - 00187 - ROMA

MINISTERO DELL'INDUSTRIA, DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO
DIREZIONE GENERALE DELLE MINIERE
SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA

NOTE ILLUSTRATIVE
della
CARTA GEOLOGICA D'ITALIA
ALLA SCALA 1 : 100.000

FOGLIO 108

MERCATO SARACENO

GIULIANO RUGGIERI

POLIGRAFICA & CARTEVALORI
ERCOLANO (NAPOLI)
1970

MINISTERO DELL'INDUSTRIA, DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO
DIREZIONE GENERALE DELLE MINIERE
SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA

NOTE ILLUSTRATIVE
della
CARTA GEOLOGICA D'ITALIA

ALLA SCALA 1: 100.000

FOGLIO 108

MERCATO SARACENO

GIULIANO RUGGIERI

POLIGRAFICA & CARTEVALORI
ERCOLANO (NAPOLI)
1970

SOMMARIO

I — INTRODUZIONE . . . . . Pag. 8

II — CENNO STORICO . . . . . » 10

III — CENNO GEOLOGICO GENERALE . . . . » 13

IV — STRATIGRAFIA . . . . . » 16

SERIE UMBRO-MARCHIGIANO-ROMAGNOLA » 17

1) Scaglia cinerea . . . . . » 17
2) Bisciaro . . . . . » 18
3) Schlier . . . . . » 18
4) Formazione marnoso-arenacea (facies umbra) » 18
5) Formazione marnoso-arenacea romagnola . » 19
6) Molasse grossolane . . . . . » 19
7) Marne di Verghereto . . . . . » 20
8) Formazione dei ghioli di letto . . . . . » 21
9) Formazione gessoso-solfifera . . . . . » 21
10) Formazione a colombacci . . . . . » 22
11) Marne e marne argillose plioceniche . . » 23
12) Argille e argille sabbiose plioceniche . . . » 23

SERIE TOSCANA . . . . . » 24

13) Scaglia toscana . . . . . » 24
14) Macigno del Mugello . . . . . » 24
15) Marne di Vicchio . . . . . » 25

COMPLESSI TOSCO-EMILIANI . . . . . Pag. 25

16) Complesso indifferenziato . . . . . » 25
17) Complesso caotico . . . . . » 26
18) Pietraforte . . . . . » 27
19) Unità di Sillano . . . . . » 27
20) Unità di Villa a Radda . . . . . » 28
21) Alberese . . . . . » 28
22) Calcari e brecciole di M. Senario . . . . » 29
23) Arenarie di M. Senario . . . . . » 29
24) Formazione di Poggio Carnaio . . . . . » 30
25) Marne verdine . . . . . » 30
26) Formazione di Campaolo . . . . . » 31
27) Marne arenacee . . . . . » 31
28) Formazione di S. Marino . . . . . » 32
29) Calcareniti verdastre . . . . . » 33
30) Argille di Montebello . . . . . » 33
31) Formazione di Acquaviva . . . . . » 34
32) Argille di Casa i Gessi . . . . . » 35
33) Gessi alabastrini . . . . . » 35
34) Gessi macrocristallini . . . . . » 35
35) Argille e argille sabbiose, sabbie e conglomerati pliocenici . . . . . » 36

FORMAZIONI CONTINENTALI QUATERNARIE E RECENTI . . . . . » 36

36) Alluvioni delle conoidi . . . . . » 36
37) Alluvioni dei terrazzi entro valle . . . . » 37
38) Alluvioni di fondovalle . . . . . » 37
39) Detriti di falda . . . . . » 38

V — TETTONICA . . . . . » 39

VI — MORFOLOGIA . . . . . » 42

VII — GEOLOGIA APPLICATA . . . . . Pag. 43

1) Giacimenti di sostanze utili . . . . . » 43
2) Sorgenti . . . . . » 47
3) Acque minerali . . . . . » 48
4) Frane . . . . . » 49
5) Laghi artificiali . . . . . » 50
6) Idrografia . . . . . » 50

VIII — BIBLIOGRAFIA . . . . . » 53

I — INTRODUZIONE

La presente edizione (1969) del F° 108 « Mercato Saraceno » si basa per la parte settentrionale su rilevamenti di G. RUGGIERI, e per la parte meridionale su rilevamenti di diversi geologi dell'Istituto di Geologia dell'Università di Firenze (V. BORTOLOTTI, C. CONEDERA, A. ERCOLI, C. MAFFI, P. MICHELI, P. PASSERINI, R. RICCI) diretti da G. MERLA. Tali rilevamenti sono stati eseguiti nel periodo 1964-67. Naturalmente, per la redazione del foglio ci si è avvalsi anche dei dati desumibili da rilievi parziali contenuti in diverse pubblicazioni sulla zona (v. Bibliografia), adeguatamente controllati sul terreno. Le analisi micropaleontologiche sono state eseguite da G. RUGGIERI per la parte settentrionale, da C. PIRINI per la parte meridionale.

La carta è litostratigrafica. Nella distinzione delle formazioni si è preferito eccedere, e si è andati molto cauti con le assimiliazioni, tenendo conto che domani sarà sempre facile considerare come unica formazione terreni indicati sotto colori o segni diversi, mentre l'operazione contraria comporterebbe un nuovo rilevamento. Nella porzione settentrionale si è però andati cauti con le distinzioni all'interno del complesso caotico (c). Vi è altresì da osservare come le frane e le coltri detritiche in genere, che pure occupano larghissima estensione sulla carta, sono di fatto ristrette rispetto alla loro estensione reale, allo scopo di non mascherare eccessivamente la struttura geologica.

Per chiarezza di rappresentazione la linea di sovrapposizione dei Complessi Tosco-Emiliani sull'autoctono della Serie Toscana o della Serie Romagnolo-Marchigiana è stata indicata col segno di sovrascorrimento, mentre in alcuni fogli vicini lo stesso contatto è stato indicato coi normali limiti geologici[1]).

[1]) Per un malinteso dell'ultimo momento, le « barbette » della linea che indica il sovrascorrimento dei Complessi Tosco-Emiliani sulla Serie Toscana sono risultate disposte al contrario nella zona fra Viamaggio e Poggio Sambuco.

A parte l'interesse applicato, il foglio ha un particolare e direi, unico, interesse teorico, conferitogli dalla possibilità che offre di studiare dettagliatamente i rapporti fra una falda di tipo gravitativo e il substrato, cui si accoppia l'interesse stratigrafico del trovare preservati, nel corpo della falda, frammenti di formazioni un tempo esistenti più a Sud, ed oggi distrutte dall'erosione, o comunque non più affioranti. Entro questi termini, la redazione del foglio 108 attualmente pubblicata rappresenta soltanto il primo stadio di una indagine i cui risultati interessano non solo l'Appennino, ma molti degli ancora insoluti problemi della Tetide.

Le presenti note illustrative sono state redatte da G. RUGGIERI, il quale si è però avvalso, per la parte meridionale, di appunti appositamente elaborati da G. MERLA, che, assieme al personale interessato dell'Istituto di Geologia di Firenze, in particolare V. BORTOLOTTI, ha fornito altresì notizie nel corso della elaborazione.[2])

[2]) Desidero esprimere la mia gratitudine al disegnatore dell'Ufficio Geologico Prof. S. Pannuti per la intelligente ed esteticamente bella riduzione per la stampa del materiale affidatogli. Un altro grazie a quanti mi hanno fornito notizie, fra i quali il Prof. P. Zangheri di Forlì e il Comm. A. Scicli, di Bologna, che mi ha procurato dati preziosi sulle vecchie coltivazioni minerarie.

II — CENNO STORICO

L'unica carta geologica a scala sufficientemente grande che abbracciasse l'intera area del foglio pubblicata in precedenza è la prima edizione del foglio ufficiale al 100.000, pubblicata nel 1939 e rilevata da P. PRINCIPI. Vi è però tutta una serie di carte, che interessano lembi più o meno estesi della regione considerata, con particolare preferenza per il versante settentrionale.

Ha ormai quasi solo interesse storico la « Carta geologica della Repubblica di S. Marino », alla scala 1:80.000, pubblicata da G. SCARABELLI nel 1848. Ben altro interesse ha la « Carta geologica del versante settentrionale dell'Appennino compreso fra i fiumi Montone e Foglia », alla scala 1:100.000 dello stesso A. (1880), corredata di ricca monografia descrittiva, documento che poteva utilmente consultarsi anche dopo la pubblicazione della carta di PRINCIPI. Ovviamente, i tempi non erano ancora maturi nè per interpretare la particolare tettonica della zona, nè per affrontare il problema della datazione della maggior parte delle formazioni, la quale, per la predominanza dei tipi flischioidi, è possibile quasi esclusivamente con l'ausilio dei microfossili. Dagli stessi inconvenienti è affetto anche l'« Abbozzo di Carta Geologica dell'Appennino della Romagna », a scala 1:100.000, colorata a mano, e pubblicata nel 1899 da F. SACCO. Anche in questa, come pure nella successiva di PRINCIPI (1939), si tenta di spiegare la presenza delle « argille scagliose » ricorrendo ad elementari schemi strutturali. La carta di PRINCIPI (1939), pur lasciando a desiderare per la scarsità del dettaglio di alcune parti, rappresenta però sotto altri riguardi un documento notevolmente progredito, specialmente per la definitiva attribuzione al Miocene della « Formazione marnoso-arenacea romagnola », che occupa sì larga parte del foglio, e che

in precedenza era in buona parte attribuita all'Eocene sulla base della presenza di sporadiche Nummuliti rimaneggiate [3]).

Le nuove idee sulla tettonica dell'Appennino, e in particolare il concetto della messa in posto delle « argille scagliose » per effetto di colossali fenomeni di scivolamento (le « frane orogeniche » di MIGLIORINI) trovarono materia di applicazione e di sviluppo nella nostra zona, particolarmente favorita sotto questo aspetto, e diedero argomento a una serie di note di BONARELLI (1929) e di SIGNORINI (1940 b, 1946 a, 1946 b), che per primo *dimostrò* la situazione in falda delle « argille scagliose » della Val Marecchia, e infine a un lavoro organico di G. RUGGIERI (1958), nel quale sono ricostruite le varie fasi di avanzata della colata di alloctono.

A questo fervore di ricerche sono da attribuirsi alcuni nuovi documenti cartografici: oltre alla carta di sintesi dell'Appennino settentrionale al 400.000 di G. MERLA (1951) comprensiva dell'area del F° 108, da ricordarsi le carte in bianco e nero al 150.000 della Colata del Montefeltro e al 50.000 della Sinclinale di Perticara in G. RUGGIERI (1958), le due carte al 50.000 della Sinclinale di S. Piero di P. PASSERINI (1958) e A. ANTONIAZZI (1963), quella pure al 50.000 di G. A. VENZO (1954) della Sinclinale di Pietrarubbia, e infine il 150.000 in bianco e nero di A. ANGELI e A. VEGGIANI (1964) dei dintorni di Mercato Saraceno.

Per il versante toscano si ricordano i contributi di B. LOTTI (1916), P. PRINCIPI (1933, 1934), R. SIGNORINI (1940 a) e V. BORTOLOTTI (1962), con carta al 25.000 dei dintorni di Pieve S. Stefano.

La letteratura paleontologica relativa all'area del foglio è piuttosto ricca, e riguarda prevalentemente fossili provenienti dalle formazioni alloctone, Miocene specialmente, dei Complessi Tosco-Emiliani. Per il Miocene di S. Marino e dintorni da rammentarsi la nota di G. CAPELLINI (1900) su una nuova Balenottera, la monografia di B. NELLI (1907) sui molluschi ed echinidi del calcare del M.te Titano, altra nota di B. NELLI (1922) sulle malacofaune delle saheliane « argille di Casa i Gessi », il cui studio fu poi ripreso su nuovo materiale da M. A. MORONI (1955). Da ricordarsi che una fauna

[3]) Che oltre tutto sono molto rare. Nell'area del foglio ho avuto notizia di un reperto del genere solo nei dintorni di Bagno di Romagna (A. Veggiani).

appena di poco più antica era stata studiata da A. MANZONI (1869) per la regione di Sogliano, appena al di fuori del margine settentrionale del foglio. Altri studi trassero occasione dalla scoperta della bellissima serie argillosa serravalliano-tortoniana del lembo di Montebello, annunciata da RUGGIERI nel 1954: una nota di M. A. MORONI (1957) sulle malacofaune, mentre le microfaune sono parzialmente illustrate in varie pubblicazioni di G. RUGGIERI, l'ultima delle quali (1967) destinata ad illustrare sia le Ostracofaune tortoniane di Montebello, che quelle saheliane di S. Marino.

Più scarsi sono gli studi paleontologici riguardanti le formazioni autoctone: ci limitiamo ad accennare all'elenco di foraminiferi di E. DI NAPOLI (1944) per le Tortoniane « marne di Verghereto », ai vari elenchi di microfossili da oligocenici a pliocenici in G. RUGGIERI (1958), ed infine al recente studio di M. A. MORONI (1966) sulle malacofaune del calcare a Lucine di Rovereti (il punto fossilfero è situato nel foglio 107, alla immediata periferia del F° 108, entro il quale si hanno faune dello stesso tipo).

III — CENNO GEOLOGICO GENERALE

Il foglio 108 comprende una parte del versante padano-adriatico dell'Appennino, spingendosi verso Sud fino oltre la linea spartiacque, a includere anche una certa porzione dell'opposto versante.

Nell'ambito del foglio si sono distinti i seguenti complessi sedimentari:

a) *Serie Umbro-Marchigiano-Romagnola*, considerata autoctona.

b) *Serie Toscana*, pure autoctona, in rapporto di sovrapposizione alla prima mediante una grossa faglia inversa.

c) *Complessi Tosco-Emiliani*, considerati alloctoni e, in piccola parte, semi-alloctoni, intercalati a vari livelli nelle due serie precedenti.

I terreni della Serie U-M-R e della Serie Toscana sono interessati da un sistema di pieghe più o meno compresse, con orientamento parallelo all'asse appenninico (mediamente NO-SE) e vergenza, talora anche spiccata, NE. I terreni dei Complessi Tosco-Emiliani hanno disposizione caotica, conseguenza del tormento tettonico subito specialmente al momento della loro messa in posto.

Gli elementi strutturali generali sono essenzialmente determinati da una depressione normale all'asse della catena, occupata dai terreni alloctoni dei Complessi Tosco-Emiliani, che si espandono largamente sul versante NE nel la« *Colata del Montefeltro* » [4]). Entro i limiti di quest'ultima il paesaggio è quello caratteristico delle regioni ad « argille scagliose », con rilievi isolati più o meno abrupti (costituiti dalle zolle più rigide incluse nella colata messe

[4]) Poiché la colata si estende verso SE fino a raggiungere e superare il fondovalle del Foglia, questa denominazione mi sembra più appropriata di quella di « Colata della Val Marecchia » già adottata in RUGGIERI (1958).

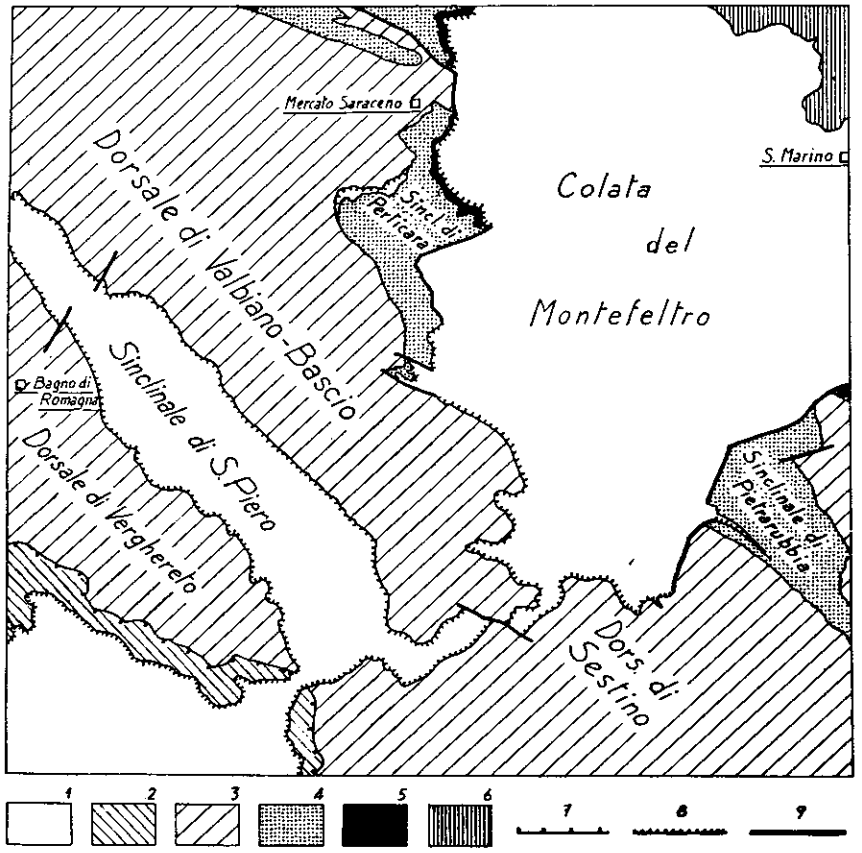


Fig. 1 — Schema geologico del foglio.

1: Complessi Tosco-Emiliani (« alloctono »); 2: Serie Toscana; 3: Serie Umbro-Marchigiano-Romagnola (pro parte); 4: Messiniano della Serie Umbro-Marchigiano-Romagnola; 5: Pliocene inferiore autoctono e mesoautoctono; 6: Pliocene inferiore neoautoctono; 7: Fronte del sovrascorrimento della Serie Toscana sulla Serie U-M-R.; 8: Limiti di sovrapposizione all'autoctono dei Complessi Toscani; 9: Faglie (limitatamente alla zona di contatto autoctono-alloctono).
Scala: 1:400.000

in evidenza dalla erosione selettiva), sporgenti dal molle paesaggio argilloso. Con una di tali zolle, anzi, si raggiunge la massima quota del foglio (M.te Carpegna, q. 1415).

La depressione strutturale occupata dalla Colata del Montefeltro, e le sue diramazioni (*Sinclinale di S. Piero*) suddividono l'autoctono in tre « dorsali » più o meno ben definite, e precisamente a SE la « *Dorsale di Sestino* » (che è tale solo nella sua parte più prossima all'asse della catena, poichè più a Nord entra in complessi rapporti di faglia e di sovrapposizione con i materiali della Colata del Montefeltro), formata quasi esclusivamente da materiali pertinenti alla Serie U-M-R., a NE le due dorsali di Verghereto e di Valbiano-Bascio, separate dalla sinclinale di S. Piero.

La *Dorsale di Verghereto* è costituita da materiali della Serie U-M-R. per la sua parte nordorientale, mentre per la sua parte sudoccidentale risulta di materiali della Serie Toscana, ai quali si sovrappongono gli esotici Complessi Tosco-Emiliani, qui particolarmente ricchi di ofioliti. Essa coincide con la linea spartiacque, coi rilievi di M.te Nero (q. 1234), Poggio Bandita (q. 1088) e M.te della Zucca (q. 1263), modellati tutti in terreni della Serie U-M-R.

La *Dorsale di Valbiano-Bascio*, costituita esclusivamente di formazioni della Serie U-M-R., è molto ampia e strutturalmente complessa. Caratteristico il suo evidente degradare verso oriente, scendendo sotto i terreni alloctoni della Colata del Montefeltro.

La *Sinclinale di S. Piero*, molto larga e gradatamente sollevantesi e restringentesi verso NO, è formata da formazioni della Serie U-M-R., con un grosso nucleo di terreni dei Complessi Tosco-Emiliani. Anche qui, come nella colata del Montefeltro str.s., la erosione selettiva ha determinato lo sporgere dei maggiori blocchi rigidi. Tali sono il Poggio Carnaio (q. 899), il Monte Comero (q. 1371), il M. Fumaiolo (q. 1407) e il M. Botolino (q. 1105).

IV — STRATIGRAFIA

Nell'ambito del foglio sono rappresentate 3 diverse serie sedimentarie, e precisamente la « Serie Umbro-Marchigiano-Romagnola», la « Serie Toscana » e i « Complessi Tosco-Emiliani ».

Le prime due serie sono in posizione autoctona, e dovevano in origine passare gradatamente l'una all'altra. La zona di passaggio è stata obliterata dalla successiva tettonica, in quanto la Serie Toscana tende a sovrapporsi alla Serie U-M-R. con una grandiosa faglia inversa. Vi sono però ancora indizi dell'originario graduale passaggio, rappresentati ad esempio dalla intercalazione di Macigno del Mugello **mgM** entro la Formazione marnoso-arenacea romagnola **mar** visibile a SE del Passo di Viamaggio. Comunque, le affinità litologiche fra le due serie si fanno sempre più marcate via via che si risale verso l'alto.

A parte la Serie Toscana, che nel foglio è rappresentata solo marginalmente, notevole interesse presenta la Serie U-M-R, per la sua grande estensione orizzontale e per il suo ragguardevole sviluppo verticale. Infatti, essa abbraccia tutto l'intervallo di tempo dall'Eocene al Pliocene inferiore, con spessori rilevanti dalla fine dell'Aquitaniano in poi. Le facies, inizialmente del tipo dei calcari pelagici, passano verso l'alto e verso NO a tipi detritici di geosinclinale, sinorogenici (Flysch). Il prevalere delle facies marnose nella regione marchigiana, a SE del fiume Marecchia, ha imposto la loro distinzione con segni e colori da quelle più strettamente romagnole, a NO della Marecchia, fino alla altezza del Miocene medio. Dal Miocene superiore in poi le facies ritornano molto simili nelle due regioni.

I Complessi Tosco-Emiliani sono in posizione alloctona, e rappresentano il prodotto di successivi slittamenti di materiali che si trovavano al margine

SO della geosinclinale appenninica verso il fondo della geosinclinale medesima, secondo quel meccanismo efficacemente definito da C. I. Migliorini col nome di « frane orogeniche ». Poiché man mano che la catena appenninica veniva delineandosi il truogolo geosinclinalico, verosimilmente per un meccanismo isostatico prodotto dal graduale sopravanzare dell'Appennino sulla regione dinarica, veniva spostandosi verso NE (teoria della « geosinclinale migrante », Ruggeri, 1958, p. 146), parallelamente i materiali eterogenei dei Complessi Tosco-Emiliani, arricchitisi via via dei rappresentanti di altre formazioni o strappate al substrato, o intercalatesi come mesoautoctoni, o sedimentatesi sul dorso della falda, andavano gradatamente inserendosi in serie sempre più esterne dell'Appennino, a livelli stratigrafici sempre più alti. Così li troviamo sovrapposti al Miocene medio-inferiore nella zona di affioramento della Serie Toscana, al Miocene medio e medio-superiore nella sinclinale di S. Piero e nei dintorni di Sarsina, al Pliocene inferiore a valle di Perticara.

Ai margini della Colata del Montefeltro è possibile distinguere le varie quote stratigrafiche di intercalazione dell'alloctono, ma al centro i materiali alloctoni si sono inestricabilmente fusi in un corpo unico, con la distruzione dei vari diaframmi mesoautoctoni. La situazione è stata ulteriormente complicata dalla energica tettonica plicativa che ha interessato in modo violento questa regione nel Miocene superiore e nel Pliocene inferiore, particolarmente a una certa data del Pliocene inferiore.

SERIE UMBRO-MARCHIGIANO-ROMAGNOLA

1) **Esc** — «*Scaglia cinerea* — Eocene-Oligocene.

Marne e calcari marnosi grigio-verdastri, che alla base alternano con marne e calcari marnosi rossastri, e in alto passano per gradi alla formazione successiva. Comprensiva di un intervallo di tempo dall'Eocene superiore a tutto l'Oligocene, fino a toccare il Miocene inferiore Aquitaniano: zona a *Globigerinoides trilobus* (Reuss). Non ha fornito fossili nei limitati affioramenti del foglio.

2) **bi** — *Bisciaro*. AQUITANIANO-LANGHIANO.

Marne calcaree e calcari marmosi compatti, talora con silicizzazioni diffuse, discretamente stratificate, di colore biancastro, passanti lateralmente e verso l'alto a $\mathbf{M}_i^2$ (formazione dello Schlier). Lo spessore non raggiunge i 100 metri. Stratigraficamente ricade di regola entro la cenozona a *Globigerinoides trilobus* (REUSS) (Aquitaniano), ma localmente sembra includere anche parte del Langhiano, per la presenza di *Globorotalia mayeri*. CUSHM. ELLISOR.

3) $\mathbf{M}_i^2$ — *Schlier*. LANGHIANO-TORTONIANO.

Marne e marne calcaree, con contenuto in $CaCO_3$ decrescente verso l'alto, parallelamente a una variazione di colore dal bianco al grigio. Passa lateralmente e verso il basso a **bi**, lateralmente e verso l'alto a **mar**[1]. Stratigraficamente abbraccia l'intervallo dal Langhiano al Tortoniano (dalla zona a *Globigerinoides bisphericus* TODD fino alla zona a *Globorotalia menardii* (D'ORB.). Localmente ha dato solo microfossili, ma altrove presenta anche sporadiche macrofaune con molluschi di tipo profondo (Pteropodi, *Pseudoamussium*, *Aturia aturi* (BAST.), ecc.).

4) **mar**[1] — Facies umbro-marchigiana della formazione marnoso-arenacea romagnola. SERRAVALLIANO-TORTONIANO.

Marne argillose in grossi banchi, grigie, alternate a deboli intercalazioni arenacee risedimentate o, più raramente, finemente calcarenitiche. Rappresenta la facies marchigiana, nettamente più marnosa, della formazione marnoso-arenacea romagnola **mar**, cui passa lateralmente verso SO e verso NO con tale gradualità che il limite fra le due è sempre arbitrario. Verso SE passa lateralmente e verso il basso a $\mathbf{M}_i^2$, mentre verso l'alto passa a $\mathbf{M}_a^2$. Serravalliano-Tortoniano (dalla cenozona a *Orbulina suturalis* BRONN., alla cenozona a *Globorotalia menardii* (D'ORB.). Microfaune abbastanza frequenti, con molto plancton. Non si sono riscontrate macrofaune.

5) **mar** — *Formazione marnoso-arenacea romagnola*. LANGHIANO-TORTONIANO.

Alternanza di grovacche grigie con matrice marnosa e un certo tenore di dolomite clastica, di solito risedimentate, con siltiti di analoga composizione e marne più o meno siltose a frattura concoide. Localmente si hanno intercalazioni di materiali franati, provenienti da ambienti neritici dei margini del bacino, con calcari a Lucine (più frequenti nei termini successivi **mVe** ed $\mathbf{M}_s^2$). Il tenore in marne tende a prevalere verso il basso. Passa lateralmente a **mar**[1] e $\mathbf{M}_i^2$, verso l'alto a $\mathbf{M}_a^2$ (nella zona più esterna), o a **mVe** (nella zona più interna). La potenza virtuale, ottenuta sovrapponendo vari segmenti di serie dall'esterno all'interno dell'Appennino, assomma a diverse migliaia di metri, ma la potenza reale scende a un paio di migliaia di metri.

Le marne sono spesso suscettibili di trattamento per ricavarne microfossili: sulla base di serie ricostruite in fogli vicini CATI F. e BORSETTI M. A. (1969) vi hanno studiato la distribuzione dei Foraminiferi planctonici, constatando come la formazione inizi con la cenozona a *Globigerinoides bisphericus* TODD (Langhiano) e salga fino alla zona a *Globorotalia menardii* (D'ORB.) (Tortoniano). Oltre ai foraminiferi vi si trovano rari ostracodi, pteropodi, rarissimi gasteropodi e lamellibranchi (tra cui *Ostreola neglecta* MICHT.), oltre ad *Aturia aturi* (BAST.), segnalatavi dal PRINCIPI.

Sulla faccia inferiore degli strati arenacei abbondano spesso impronte problematiche, fra cui *Paleodictyon*.

6) $\mathbf{M}_a^2$ — *Molasse grossolane*, petrograficamente simili alle arenarie di **mar**, in banchi in parte risedimentati, talora (come a Ranchio) con intercalazioni lentiformi di conglomerati costituiti da rocce cristalline e sedimentarie estranee alla catena appenninica, alternate con marne siltose a Globigerine.

Frequentemente (es. lungo il torrente Mutino) le molasse contengono abbondantissime grosse concrezioni a forma di focaccia, prodotto di cementazione secondaria. Le intercalazioni marnose, sempre molto subordinate rispetto alla parte arenacea, presentano spesso Pteropodi (*Diacria*) e microfauna con elevato contenuto di plancton, a *Globorotalia menardii menardii*

(D'ORB.), *Globoquadrina altispira globosa* BOLLI, *Siphonina reticulata* (CZJZ.), indicative di una età tortoniana.

Questa facies, che si sviluppa specialmente nelle parti più esterne della catena, passa lateralmente e in basso a **mar** e **mar**[1]; nelle sinclinali più interne è sostituita da **mVe**.

7) **mVe** — *Marne di Verghereto*. SERRAVALLIANO-TORTONIANO.

Marne grigie o biancastre, passanti gradualmente verso il basso a **mar** per l'intercalarsi sempre più frequente di livelli arenacei. Nella zona fra il Raggio e Case Rovereti (F° 107) contengono intercalazioni franate con calcari a Lucina.

La fauna è indicativa di profondità di sedimentazione piuttosto elevata superiore ai 400 metri. Rarissimi macrofossili (*Pycnodonte navicularis* (BR.), *Isidella* sp.), microfaune abbondanti e variate, con ostracodi (*Henryhowella asperrima* (REUSS), *Paijenborchella iocosa* KINGMA, *Cyntherella vulgata* RUGG., *Krithe* sp. p.) e foraminiferi (*Cyclammina cancellata* BRADY, *Spiroplectammina carinata* (D'ORB.), *Cribrorobulina serpens* (SEG.), *Dentalina* sp. pl., *Uvigerina auberiana* D'ORB., *Ehrembergina calabra* (SEG.), *Cibicides miocenicus* RUSCELLI, *Anomalina grosserugosa* (GUMB.), *Bolivinoides miocenicus* GIANOTTI, *Globorotalia menardii* (D'ORB.) indicative di Tortoniano. Più a sud però questa facies scende più in basso (NOCCHI e CATINELLI, 1965, vi hanno trovato a Poggio la Pulce *Globorotalia praemenardii* CUSH. a. STAINF.).

Spessore (misurato a S. Paolo) attorno ai 300 m.

In contrasto con l'aspetto profondo delle marne, i blocchi franati con Lucine contengono una malacofauna indicativa di ambiente neritico, forse epineritico. A Case Rovereti vi si sono riscontrate le segg. specie (MORONI, 1966): *Nerita* (*Thalassonerita*) *megastoma* MORONI, *Homalopoma domeniconii* MORONI, *Xenophora borsonii* (BELLARDI), *Galeodea delibrata* MORONI, *Neptunea hoernesi subdilatata* MORONI, *Lucina hoernea* DES MOUL., *Phasianema taurocrassum* SACCO, *Hinia ruggerii* MORONI, *Phacoides perusinus* (SACCO), *Modiolus exbrocchii* (SACCO).

Serie tipo: S.S. Tiberina (3 bis) dal km 23 al km 13 (F° 108 III NO).

8) $\mathbf{M_s^2}$ — *Formazione dei ghioli di letto*. TORTONIANO SUP. P.P. — MESSINIANO INFERIORE.

Marne argillose bianco-grigiastre, sabbiose nella parte più bassa, talvolta con intercalazioni di molasse con lenti ciottolose e di livelli franati con blocchi di calcari a Lucine.

Macrofaune scarsamente rappresentate (*Ostrea* sp., *Ditrupa* sp. nei dintorni di S. Agata Feltria); microfaune talora molto ricche, con molti planctonici (fra cui *Globorotalia menardii menardii* (D'ORB.) e *Globigerina nepenthes* TODD) e un benthos di modesta profondità (foraminiferi: *Ammonia beccarii* (L.), *A. punctatogranosa* (SEG.), *Textularia abbreviata* D'ORB., *Cibicides italicus* DI NAPOLI, ecc.; ostracodi, raccolti sulla sinistra del Fanantello (IV SE): *Cnestocythere truncata* (REUSS), *Loxoconcha hastata* (REUSS), *Cytheridea acuminata* BOSQ., *Cyamocytheridea dertonensis* RUGG., *Aurila albicans* RUGG., *A. trigonella* (REUSS), *Buntonia subulata* RUGG., *Carinocythereis carinata* (ROEMER), *C. zibinica* DIECI e RUSSO, *Neomonoceratina* aff. *helvetica* OERTLI).

A una certa altezza di queste marne si trova l'ancora imprecisato limite fra Tortoniano e Messiniano [5]).

9) $\mathbf{M_g^3}$ — *Formazione gessoso-solfifera*. MESSINIANO MEDIO.

Verso l'alto le marne $\mathbf{M_s^2}$ diventano bituminose, sottilmente stratificate, e talora contengono intercalazioni di tripoli (sottilissime e saltuarie nell'ambito del foglio). Generalmente i tripoli sono sostituiti da un certo spessore, limitato, in cui si intercalano marne e calcari marnosi senza fossili, quindi

---

[5]) Se ci si volesse basare esclusivamente sulle associazioni di foraminiferi planctonici previste per definire il Tortoniano quest'ultimo dovrebbe salire fino alla base dei gessi o quasi, fino cioè al risentirsi dell'ambiente evaporitico. Un criterio di tal fatta ignorerebbe le modificazioni che interessano le malacofaune a partire fin da livelli molto più bassi, conferendo loro caratteristiche intermedie fra quelle tortoniane e plioceniche, se non addirittura, come avviene in qualche caso, una maggiore affinità per queste ultime. Tali associazioni caratterizzano il Piano Saheliano di Pomel e Brives (che conviene considerare sottopiano inferiore del Messiniano). Fossile guida principe ne è il Gasteropode *Aporrhais thersites*. Faune di questo tipo sono ben rappresentate nell'ambito del foglio nella formazione **aCG**.

seguono i gessi, sempre del tipo microcristallino, bene stratificati (« balatini »), in banchi di vario spessore alternati con altri di marne plumbee, che prendono il nome di partimenti. Un certo spessore di marne di questo tipo chiude di solito la serie. Per necessità grafiche queste varie facies sono state indicate con un unico colore. Dati particolareggiati sulla serie nella sinclinale di Perticara si troveranno in RUGGIERI (1958, p. 45) e in VENZO G. A. (1954) per la sinclinale di Pietrarubbia.

Fossili: i Tripoli quando presenti contengono radiolari, diatomee ed avanzi di vertebrati (pesci) (di cui non risultano segnalazioni nell'ambito del foglio). Le marne tripolacee sono spesso ricche di Pteropodi (es. a Campitello, in destra del Savio dove si riscontrano abbondanti esemplari del gen. *Diacria*.) I « partimenti » sono di solito sterili, ma eccezionalmente possono contenere microfaune oligotrofiche con esemplari distrofici (*Bulimina*, *Bolivina*).

La mineralizzazione in solfo si riscontra di solito nei calcari e nei più bassi banchi di gesso, con solfo secondario, cristallino; negli strati più alti di gesso si incontrano talora noduli di solfo primario, amorfo (solfo saponaceo). Lo solfo diffuso generalmente colora i gessi in rosa o in violaceo.

10) M^3 — *Formazione a colombacci*. MESSINIANO SUPERIORE.

Si tratta di una serie, potente nella sinclinale di Pietrarubbia oltre 300 metri, costituita in basso da argille marnose e da marne di colore variabile dal biancastro, al grigio, al bruno, al verdino, molto sottilmente zonate, senza fossili, sostituite in alto da argille verdastre più o meno sabbiose con intercalazioni di banchi di calcare di deposito chimico (« colombacci »), ed una fauna talora abbondante tipica di ambiente sottosalato (Molluschi: *Melanopsis*, *Melanatria*, *Neritina*, *Parmacella*, *Dreissena*; Ostracodi: *Cyprideis pannonica pannonica* (MEHES), *Thyrrenocythere* sp.). Le località più fossilifere si trovano nella sinclinale di Perticara e lungo la valle del Savio.

Nella parte bassa della serie, nella sinclinale di Pietrarubbia, si riscontrano intercalazioni lentiformi di un conglomerato a ciottoli di medie dimensioni, prevalentemente arenacei, e cemento gessoso (M^3_h), e di un calcare brecciato, selcifero, nero (M^3_c). Nella parte alta della serie sono frequenti intercalazioni anche potenti di molasse e di conglomerati a ciottoli improntati, rossastri

in superficie (M^3_p): i ciottoli sono costituiti prevalentemente di calcari o altre rocce provenienti dai complessi tosco-emiliani.

La formazione a colombacci, ampiamente diffusa nella Romagna e nelle Marche, indica che le originarie condizioni evaporitiche, durante le quali si depositò la Formazione gessoso-solfifera, si modificarono successivamente in condizioni oligoaline, simili a quelle dei mari-lago della Paratetide.

11) P^1_p — *Marne e marne argillose chiare*, talora quasi bianche, con noduletti limonitici sferici o allungati di dimensioni fino a una nocciola, sovrapposte in perfetta continuità alle marne sommitali di M^3 (la separazione è possibile soltanto coi fossili).

Le marne contengono una microfauna di tipo profondo, con abbondante plancton (foraminiferi della cenozona a *Globorotalia margaritae*, BOLLI a. BERM. fra cui: *Uvigerina rutila* CUSH., *Planularia cassis* (FICHT. et MOLL), *Marginulina spinulosa* (COSTA), *Lingulina costata* D'ORB., *Vaginulina clavata* COSTA, *Ellipsoidina ellipsoides* SEG.; ostracodi: *Henryhowella asperrima* (REUSS)).

Per posizione stratigrafica e faune la formazione è riferibile al PLIOCENE INFERIORE. Superiormente è troncata dalla sovrapposizione della colata pliocenica dei Complessi Tosco-Emiliani, che la separa dal successivo Pliocene inferiore neoautoctono.

12) P^1_n — Argille e argille sabbiose grigie, più o meno marnose, sostituite talora da sabbie argillose con scheletro anche piuttosto grossolano. Macrofossili rari (*Anadara diluvii*, *Dentalium sexangulum*), microfossili frequenti solo a certi livelli, con microfauna della cenozona a *Globorotalia margaritae* BOLLI A. BERM. (foram.: *Planularia auris* (DEFR.), *Cribrorobulina serpens* (SEG.), *Uvigerina rutila* CUSH.; ostracodi: *Bradleya* (?) *pliocenica* (SEG.). Microfauna raccolta a Serravalle, nella Repubblica di S. Marino, F° 109).

Per la sua parte compresa nell'ambito del foglio la formazione appartiene ancora al Pliocene inferiore. Essa rappresenta la base di una grossa serie di

terreni marini pliocenici, che termina con le sabbie gialle di S. Arcangelo (F° 100), e del Colle di Covignano (F° 101), regressive.

SERIE TOSCANA

13) **sp** — *Scaglia Toscana*. PALEOGENE.

Argilloscisti variegati, marne e marne calcaree rosse, grigie e verdastre. Entro questa massa possono essere presenti in proporzioni sempre molto ridotte calcari verdi o grigio scuri in strati sempre molto sottili. Alla base e come variazione laterale di **mgM**.

Nel F. 107 ha fornito alla base microfossili eocenici (*Globorotalia rex* MARTIN, *G. equa* CUSH. a. RENZ, *G. aragonensis* NUTT., *G. bullbroki* BOLLI), mentre nel corpo della formazione si sono riscontrati microfossili oligocenici (*Catapsidrax dissimilis* (CUSH. a BERM.), *Anomalina pompilioides* GALL. a. HEMINGW., *Stilostomella nuttalli* (CUSH. a. JARVIS). Per maggiori dettagli si vedano le note illustrative del F° 107, dove questa formazione è molto più largamente sviluppata.

La serie tipo è ubicata nel F° 113, tavoletta I SE, lungo la strada Badiaccia-Montemuro-Porreta.

14) **mgM** — *Macigno del Mugello*. OLIGOCENE SUPERIORE-MIOCENE INFERIORE.

Alternanza di siltiti e argilliti, marne a arenarie fini quarzoso-feldsaptiche e calcaree. Le arenarie sono risedimentate. Strati lenticolari di selci nere sono abbastanza diffusi verso l'alto. Largamente diffusa nell'Appennino settentrionale, in quanto la si può seguire dal M.te Orsaro fin verso il lago Trasimeno.

Lo spessore massimo visibile (nel F° 108 e nei fogli contermini) è di circa 1500 m. La sua età risulta compresa fra l'Oligocene superiore e il Langhiano in base alla datazione delle formazioni sottostanti (**sp**) e sovrastanti (**mV**).

La serie tipo è ubicata nel F° 107, lungo la strada Rincine-Londa-Contea

Considerando lo sviluppo areale del Macigno del Mugello, come appare nei fogli 107, 106, 114, 97 e 98, si vede che esso deve essersi deposto in un bacino spostato alquanto a NE (allineamento M.te Cervarola, M.te Javello, sella fra il Pratomagno e il M.te Falterona) rispetto al bacino dove il Macigno del Chianti ha raggiunto il massimo spessore (M.te Orsaro-Abetone-M.ti del Chianti).

Anche per questa formazione, rinviamo per maggiori dettagli alle note illustrative del foglio 107, dove è molto più largamente sviluppata.

15 **mV** — *Marne di Vicchio*. LANGHIANO-SERRAVALLIANO.

Marne grigie e azzurre, talora siltose, a frattura scheggiosa, con rare intercalazioni di calcareniti e siltiti. Il tenore di $CaCO_3$ è attorno al 60 %. In alcune zone la stratificazione non è ben distinguibile, in altre invece si riconoscono strati spessi fra 50 cm. e 1 m. Nella serie tipo, ubicata nel F° 107, IV NO, fra il Fosso Riconi e le Balze di Vicchio, è distinguibile un livello terminale spesso circa 20 cm. di marne grigie non stratificate con nidi di Lucine. Lo spessore delle marne di Vicchio è variabile dai 300 ai 400 metri.

La microfauna è caratterizzata dalla seguente associazione: *Globigerinoides* sp., *Globorotalia mayeri* CUSH. a. ELL., *Globigerina bulloides* D'ORB., *Orbulina universa* D'ORB., *O. bilobata* (D'ORB.), *Globoquadrina dehiscens* (CHAPM., PARR. a. COLL.), *Globigerinoides trilobus* (REUSS).

Le Marne di Vicchio seguono in continuità al tetto del Macigno del Mugello, e rappresentano una facies laterale di parte della Formazione marnoso-arenacea romagnola **mar**.

COMPLESSI TOSCO-EMILIANI

16) **i** — *Complesso indifferenziato*. CRETACEO-EOCENE (OLIGOCENE ?).

Corrisponde in parte alle argille scagliose dei vecchi AA. Si tratta di masse interamente scompaginate da motivi tettonici, costituite da blocchi o

pacchi di strati inglobati in una matrice argillosa. L'assetto è simile a quello di **c**, ma ricopre di preferenza il Macigno del Chianti (non presente in questo foglio) e il Macigno del Mugello **mgM**. La sua separazione dal successivo termine **c** è essenzialmente una separazione di comodo, e in una certa misura arbitraria, in attesa di studi più dettagliati.

17) **c** — *Complesso caotico*. CRETACEO-EOCENE (OLIGOCENE ?).

Simile al precedente, ma prevalentemente argilloso-marnoso, con saltuarie inclusioni di uno qualsiasi dei membri dei Complessi Tosco-Emiliani; argille varicolori inglobanti frammenti di calcari marnosi impregnati e spalmati di ossidi di Mn e di Fe, con concrezioni limonitico-manganesifere (*Tubatomaculum* AUCT., *Azzarolia perforata* SCARAB.). Ingloba brecce diasprine (**b7**) e, nella zona di Secchiano (tav. I NE) blocchi di diabasi (δ) e di gabbri (ε). Talora si presenta come argille nere, cosparse di lembi dei colori più diversi (verde, rosso-vinato, grigio) e di zone di marne bianche con frammenti di calcari marnosi duri e microfaune databili, a seconda dei punti, dall'Aptiano al Cenomaniano (**cr**).

Qualsiasi elencazione di fossili provenienti da questo complesso sarebbe prematura, poichè il suo studio richiede un estremo dettaglio, e quindi un tempo molto lungo. Notevole la presenza di macrofossili cretacei, riscontrati già nel secolo scorso, e consistenti in resti di ammoniti, e di Inocerami; SCARABELLI (1880) segnala *Ammonites Mantelli* SOW. ed un Inoceramo non determinabile alla Ripa Canea, sul fiume Marecchia; DE STEFANI (1892) *Achanthoceras* e resti di Inocerami nell'alto Fanantello, sopra S. Agata Feltria; SACCO (1899) sempre a Ripa Canea (2,5 km SE di Novafeltria) *Acanthoceras mantelli* (SOW.) e *A. navicularis* (MANT.); ZANGHERI (1961) ha recentemente figurato un esemplare di *Phylloceras* (indeterminabile) proveniente dalla Valle dell'Uso Particolarmente importanti le microfaune Cretacee delle marne e dei calcari bianchi pulverulenti, nelle quali si riscontrano associazioni Aptiano-Albiane ad *Hedbergella* e *Globigerinelloides* e, più raramente, associazioni Cenomaniane con *Shackoina cenomana* (SHACKO) e *Rotalipora appenninica* (RENZ), riscontrate le prime nei dintorni di Montebello, le seconde in un lembo affiorante sulla

strada che da Montemaggio porta a Pietracuta, poco a Nord della prima località.

18) **pf** — *Formazione della Pietraforte*. CRETACEO SUPERIORE.

Arenarie quarzoso-calcaree-dolomitiche turbiditiche, in strati sottili, regolarmente alternanti con argilliti e argilliti siltose [6]). Nel F° 106, a sud di Firenze, vi si sono rintracciate numerose Ammoniti (*Mortoniceras*, *Peroniceras*, *Schloembachia*, *Puzosia*, *Pachydiscus*, *Achanthoceras*, *Scaphites*, *Crioceras*, *Toxoceras*, *Hetheroceras*, *Botrycoceras*, *Turrilites*), oltre a microforaminiferi del Cretaceo superiore, quali *Globotruncana lapparenti* BROTZEN e *G. tricarinata* QUEREAU.

SCARABELLI G. (1880) segnala esemplari di *Inoceramus* in un lembo di Pietraforte situato alla Serra, presso Perticara (che non è stato rintracciato nel corso del presente rilevamento).

19) **fS** — *Unità di Sillano*. CRETACEO SUPERIORE-EOCENE INFERIORE.

Si presenta con due facies:

a) Arenarie calcaree o calcareniti, sempre gradate; calcari marnosi biancastri con fucoidi; calcari siltosi verde-oliva, più abbondanti che nell'altra facies; marne argillose grigie, rossastre o verdastre.

b) Argilliti rosse, brune o verdastre, finemente fogliettate; arenarie calcarifere (tipo pietraforte) gradate, molto compatte, in banchi spessi anche diversi metri; calcari siltosi verde-oliva, in strati più sottili.

La facies a) si trova probabilmente a tetto di b) e passa verso l'alto all'alberese **al**. L'attribuzione cronologica indicata nella legenda del foglio è basata sul rinvenimento di microfossili cretacei (Globigerinelle, *Hetherohelix*, *Globotruncana tricarinata* QUEREAU) e sul fatto che la unità è seguita verso l'alto in continuità dall'alberese eocenico. Tuttavia recentissime indagini

[6]) Si avverte che il lembo indicato sulla carta con **c** ubicato circa 2,5 km a SE del M.te Comero era invece da segnarsi come Pietraforte **pf**.

ancora inedite (BORTOLOTTI e CARLONI) indicherebbero che nell'area del foglio il passaggio **fS-al** corrisponde quasi esattamente al limite Cretaceo-Terziario.

La unità non è stata distinta da **c** nella parte settentrionale del foglio, rilevata da G. RUGGIERI.

20) **fVR** — *Unità di Villa a Radda.* CRETACEO SUPERIORE-EOCENE INFERIORE.

Questa formazione prevalentemente argillosa forma esigui affioramenti legati alle placche di « Pietraforte ». È costituita da argilliti prevalentemente verdi e rosse o avana, variegate, talora siltose, prevalenti rispetto ad arenarie calcarifere, calcari e diaspri rossi.

Alla base di **al**. Lo spessore è mal misurabile, probabilmente si avvicina ai 150 metri. Non ha fornito fossili, ed è stata datata unicamente in base alla sua posizione stratigrafica.

La serie tipo è a Villa Radda (F° 113, II NE).

21) **al** — *Alberese.* EOCENE INFERIORE.

Alternanza di calcari marnosi bianchi, compatti, a frattura concoide e calcari marnosi granulosi giallastri. Subordinate arenarie calcarifere, argilliti grigie e rare brecciole nummulitiche. Nell'ambito del foglio (zona di Novafeltria) gli si sono assimilate anche marne calcaree rosate con Foraminiferi dell'Eocene inferiore, talora intercalate all'« alberese » tipico. Lo spessore della formazione è notevole, valutabile sugli 800 metri.

I fossili vi sono rappresentati da numerosi problematici (Fucoidi, *Zoophycos*, ecc.), e da frequenti microforaminiferi (*Globorotalia aragonensis* NUTTAL, *G.* cf. *velascoensis* (CUSH.), *G.* cf. *angulata* (WHITE), Radiolari, ecc.), oltre alle Nummuliti e alle Orbitoidi presenti nelle brecciole, in parte rimaneggiati.

Le brecciole hanno dimensioni dei granuli variabili da 0,30 a 0,5 mm. per la parte maggiore, salvo a raggiungere in qualche caso i 2 mm. La pasta intergranulare è in genere micrite. Talvolta si hanno zone epigenizzate da selce bruna, preferibilmente in coincidenza delle brecciole. Una microfauna

proveniente da brecciole dell'alberese raccolte da frammenti di **al** entro **c** fu studiata da SELLI (1942), che riconobbe una età Ipresiana-Luteziana inf. della associazione.

Talora entro l'alberese si riscontrano intercalazioni di brecce, brecciole ed arenarie poligeniche gradate a forte componente ofiolitica, intercalate in livelli di spessore variabile (fino a 30-50 metri: bω), che a loro volta possono contenere serpentine con intercalazioni di gabbro, sotto forma di grossi massi inclusi nel complesso clastico (σ).

22) **bnS** — *Calcari e brecciole di M.te Senario.* PALEOGENE (EOCENE ?).

Calcari detritici con selce e brecciole, alternanti con calcari marnosi grigi e nocciola e argilliti grigie e brune. Affiorano con spessore visibile di circa 300 metri.

Le brecciole hanno fornito microfaune non significative, con macroforaminiferi rimaneggiati cretacei ed eocenici; le marne rare *Globorotalia* di tipo eocenico.

La formazione si trova alla base di **aS**, cui fa graduale passaggio verso l'alto.

23) **aS** — *Arenarie di M.te Senario.* PALEOGENE (EOCENE).

Arenarie quarzoso-feldspatiche tipo macigno, ma in generale più grossolane e contenenti ciottoli di quarzo, micascisti, filladi, calcari e selci, intercalate sporadicamente da lenticelle di argilla. Spesso sono scarsamente cementate, e si risolvono in una sabbia grossolana di colore verde o grigio-verde. I fossili vi sono rari, e sempre di tipo eocenico, quali i numerosi esemplari di *Asterodiscus* riscontrati a M.te Ercole (I SO), in un lembetto entro **c** nei dintorni di Perticara, e nell'affioramento di M.te Gelli (I NE), dove sono associati a Nummuliti eoceniche. La grana dell'arenaria può divenire estremamente grossolana, come nella cava di Casa Gabbiano, sotto Montegelli (I NO).

La assenza di micro- e macroforaminiferi posteriori all'Eocene incoraggia a restringere a questo periodo la età della formazione.

24) **aPC** — *Formazione di Poggio Carnaio.* OLIGOCENE SUPERIORE.

Alternanza di arenarie in grossi o talora grossissimi banchi, con marne arenacee grigie o verdastre. Secondo una prima indagine di P. GAZZI, le arenarie sono di tipo arcosico, quarzoso-feldspatiche, con una curiosa abbondanza di feldspato potassico.

Le marne contengono qua e là microforaminiferi di tipo tardo oligocenico: la microfauna più ricca è stata finora riscontrata ai piedi della parete a Sud di Montegranelli (IV SO), in marne verdi apparentemente situate alla base della formazione, nelle quali RUGGIERI G. (1958) ha determinato: *Ammodiscus polygirus* (REUSS), *Ammolagena clavata* (JONES a. PARR.), *Cyclammina acutedorsata* HANTK., *C. appenninica* EMILIANI, *Vulvulina spinosa* CUSH., *Karreriella subcylindrica* (NUTT.), *Nodosaria boflalorae* MARTINOTTI, *N. longiscata* D'ORB., *Nodosarella robusta* CUSH., *Siphonodosaria curvatura spinea* (CUSH.), *S. nuttalli gracillima* (CUSH. a. JARV.), *Gyroidina girardana perampla* CUSH., *G. laevigata* D'ORB., *Eponides umbonatus* (REUSS), *E. crebbsi* HEDBERG, *Cassidulina subglobosa* BRADY, *Globigerinita dissimilis* (CUSH. a. BERM.), *Globigerina venezuelana* HEDBERG, *Anomalina* cf. *dorri* COLE, *Planulina renzi* CUSH. a. STAINF., *Laticarinina pauperata* (PARK. a. JONES), *Cibicides cushmani* NUTT., *C. perlucidus* NUTT., *Pullenia quinqueloba* REUSS.

La formazione è suddivisa in un certo numero di grosse zolle, sparse entro il caotico del nucleo della sinclinale di S. Piero a cavallo del confine fra il F° 107 e il F° 108.

25) **mv** — *Marne verdine.* OLIGOCENE SUPERIORE.

Marne verde pallido sulle superfici esposte, verde nerastro sulla frattura fresca, argillose, a frattura concoide.

Il maggiore affioramento si trova a NE di S. Agata Feltria, presso Casa Mustiola (I SO), ed altro più piccolo affioramento presso Sarsina, alla confluenza del Fanante col Savio. In quest'ultimo affioramento RUGGIERI G. (1958) riscontrò le seguenti specie: *Ammodiscus polygirus* (REUSS), *Cyclammina acutedorsata* HANTK., *C. appenninica* EMILIANI, *Haplophragmoides latedorsatum* BORN., *Vulvulina spinosa* CUSH., *V. jarvisi* CUSH., *Karreriella chilostoma* (REUSS), *Gyroidina girardana perampla* CUSH., *Siphonodosaria nuttalli* (CUSH.), *Eponides umbonatus* (REUSS), *Pullenia quadriloba* REUSS, *Globigerinita dissimilis* (CUSH.), *Cibicides perlucidus* NUTT., *C.* cf. *atratiensis* TOLMACH.

Sparse in lembi entro il caotico **c**. Forse rientrano nella formazione delle « Marne di Antognola » del subappennino piacentino.

26) **fCP** — *Formazione di Campaolo.* OLIGOCENE SUP.-AQUITANIANO.

Intesa qui in senso più lato che nella definizione originale (ANGELI e VEGGIANI, 1964). Manca ancora la designazione di una serie tipo.

È costituita in basso da alternanze di argille, marne ed arenarie micacee spesso friabili con laminazione convoluta molto evidente, e talvolta livelletti lignitiferi (« Alternanze marnoso-arenacee di Campaolo » secondo ANGELI e VEGGIANI) passanti in alto a marne compatte molto arenacee, di color grigio, con livelletti bene stratificati a selce diffusa (« Marne calcareo-arenacee di Rontagnano » di ANGELI e VEGGIANI). Priva di macrofossili, è altresì poverissima di microfossili. A causa dei notevoli disturbi tettonici lo spessore complessivo è difficilmente valutabile, ma si aggira verosimilmente sui 3-400 metri.

Gli affioramenti di questa formazione sono localizzati sulla destra del Savio, fra Villa dell'Uso e Poggio Ciuffa (I NO). La datazione è desunta da ANGELI e VEGGIANI (1964).

27) **msg** — Marne arenacee grigie o bianche, con rari macrofossili (coralli isolati a Pietra dell'Uso; *Amussium* nei dintorni di Strigara).

Già indicate nella letteratura col termine di « Schlier » (LIPPARINI, 1951; ANGELI e VEGGIANI, 1964), termine che non può conservarsi poiché si tratta di materiali provenienti verosimilmente da un bacino diverso da quello nel quale si è depositato lo Schlier delle serie autoctone (Serie Umbro-Marchigiano-Romagnola), passano lateralmente e con intercalazioni a **cSM**.

Contengono prevalenti microfaune di tipo Serravalliano (*Globoquadrina*

altispira, *Uvigerina barbatula*), e in qualche punto livelletti di argille bentonitiche.

Databili, per considerazioni stratigrafiche oltre che micropalentologiche del Langhiano-Serravalliano.

28) **cSM** — *Formazione di S. Marino*. LANGHIANO-SERRAVALLIANO.

Serie di calciruditi e calcareniti, con una più o meno rilevante frazione biogena specialmente nella parte inferiore, trasgressiva su uno qualsiasi dei termini più antichi dei Complessi Tosco-Emiliani, di preferenza sul caotico **c**, sull'alberese **al**, sulla formazione di Campaolo **fCP**. La trasgressione è di regola segnata da evidente breccia basale.

La parte inferiore della formazione si presenta in banchi molto grossolani, ricchi di grosse colonie nodulari di Briozoi, di colore bianco o verdastro, mentre la parte superiore è più distintamente arenacea, spesso decisamente verde per la abbondanza di glauconite o di granuli di minerali verdi, straterellata. Talora (ad es. in destra del Marecchia a Tausano) la formazione alterna molto nettamente con le marne **msg**.

Oltre ai macroforaminiferi riconoscibili sulle sezioni sottili (*Miogypsina*, *Amphistegina*), la formazione è ricca di resti di molluschi, echinidi, pesci (denti), e addirittura a S. Marino vi si è raccolto il cranio di una balenottera (*Aulocetus sanmarinensis* CAPELLINI). Fra le specie più comuni si possono rammentare: *Cidaris avenionensis* DESM., *Psammechinus manzonii* NELLI, *Clypeaster cappellinii* NELLI, *Scutella airaghii* NELLI, *Pliolampas titanensis* NELLI, *Linthia lorioli* AIRAGHI, *Schizaster scillae* AG., *Pericosmus pedemontanus* DE ALESS., *Spatangus manzonii* SIM., *Terebratula costae* SEG., *Cassis mamillaris* GRAT., *C. miolaevigata* SACCO, *Pecten northamptoni* MICHT., *P. haueri* MICHT., *P. scabrellus sanmarinensis* FUCHS, *P. clarae* VIOLA, *Spondylus manzonii* NELLI, *Ostrea digitalina* EICHW., *Oxyrhina desori* Ag., *Odontaspis contortidens* AG., *Carcharodon megalodon* AG., *Sphaerodus cinctus* AG.. (elencati da NELLI, 1907, per S. Marino; sono state rispettate le vecchie determinazioni generiche e specifiche), cui bisogna aggiungere i grandi Pettini del gruppo della *Macrochlamys latissima* (BR.) che si incontrano frequenti al Simoncello e a Miratoio.

La facies litologica, e alcuni dei fossili più vistosi, incoraggiarono i vecchi Aa. a vedere in questa formazione addirittura un deposito « di scogliera ». Al contrario, a parte i livelli strettamente basali, trasgressivi, la formazione è da ritenersi depositata a una certa profondità, sia per i passaggi laterali alle marne a foraminiferi planctonici tipo Schlier **msg**, sia per la presenza di fossili dal significato batimetrico preciso, quali i numerosi articoli di *Isidella* riscontrati nel lembetto situato alla immediata sinistra della Marecchia a valle di Novafeltria, indicativi di un mare profondo oltre 300 metri.

La formazione si presenta come blocchi sparsi in tutto l'ambito occupato dai Complessi Tosco-Emiliani, blocchi le cui dimensioni variano da quelle di una montagna (S. Marino, S. Leo, M.te Copiolo, Verucchio, ecc.) a quelle di un sasso.

29) **mcl** — *Calcareniti verdastre* quarzoso-feldspatiche, con *Globoquadrina altispira* (CUSH. a. JARV.) e *Orbulina suturalis* BRONNIMAN.

A tetto di **cSM**, fanno passaggio lateralmente e verso l'alto a **msg**. Il colore verde è da attribuirsi non a glauconite, scarsissima, bensì a granuli cloritici o serpentinosi (MALESANI e MANETTI, 1967).

30) **aMB** — *Argille di Montebello*. SERRAVALLIANO-TORTONIANO.

Nel lembo di Montebello, sopra **mcl** (che nella sua parte alta assume facies di passaggio a **msg**), segue in continuità ed in ottime condizioni di esposizione un potente pacco di argille sabbiose o siltose, più o meno marnose con rarissime intercalazioni di calcari marnosi bianchi. Spessore: circa 650 m.

La formazione è ricca di microfossili (validi per una datazione dal Serravalliano al Tortoniano incompleto della parte alta) e di macrofossili, che si fanno sempre più frequenti nella parte alta. MORONI M A. (1956), che ne ha elencato la macrofauna, vi ha riconosciuto dal basso all'alto tre livelli, caratterizzati dalle seguenti specie:

1) *Vexillum antecedens* (BELL.), *Dentalium bouei* DESH.

2) *Turritella archimedis* BROGN., *Clavatula semimarginata* SACCO, *C. jani* (BELL.), *Rouaultia subterebralis* BELL., *Terebra bistriata* GRAT., *Ancilla glandiformis* (LAMK.), *A. obsoleta* (BR.), *Fusinus spiniger* (BELL.).

3) *Pirula geometra pseudoreticulata* SACCO, *Metula mitraeformis* (BR.), *Hima verrucosa* (BR.), *Cancellaria lyrata dertoconvexula* SACCO, *C. calcarata trapezium* (BORS.), *Clavatula gradata* (DEFR.).

Il livello 1 risulta databile come Serravalliano, i livelli 2 e 3 rientrano nel Tortoniano. Della porzione tortoniana della formazione sono stati studiati recentemente anche gli Ostracodi (RUGGIERI, 1967). La formazione è superiormente troncata dalla trasgressione di **mAV**. La sezione tipo è lungo il piede dell'affioramento sul fiume Marecchia, da valle a monte.

31) **mAV** — *Formazione di Acquaviva*. TORTONIANO SUPERIORE.

Conglomerati a ciottoli prevalentemente di alberese **al**, passanti lateralmente e verso l'alto a molasse e sabbie gialle, spesso presentanti alla base intercalazioni di argille più o meno sabbiose talora con lenti di lignite picea. La formazione è trasgressiva su **csM**, **mcl**, **aMB**, e passa lateralmente e verso l'alto a **aCG**.

I livelli inferiori, lignitiferi, contengono talora una fauna salmastra con Potamidini, pochi Foraminiferi (*Ammonia* cf. *beccarii* (L.)) e Ostracodi (*Cyprideis ruggierii* DECIMA). Il conglomerato presenta talora lenti di argille verdi, ed è del tutto privo di fossili. Le molasse presentano lenti fossilifere con *Cardita jouanneti laeviplana* DEP. e *Ancilla glandiformis* (LMK.). Nei lembi del Soglianese (parte meridionale del F° 100) ai livelli lignitiferi segue una unica potente formazione di argille molto sabbiose, dalle quali proviene la fauna di Casanova Calisese descritta nello scorso secolo da MANZONI A. (1869). In coincidenza dei più alti livelli fossiliferi si trovano interessanti microfaune con alveoline (*Neoalveolina melo* (D'ORB.), *N. rotella* (D'ORB.)) e Dentritine.

La porzione superiore della formazione di Acquaviva in facies molassica è eteropica della parte inferiore della successiva formazione delle Argille di Casa i Gessi (**aCG**). La formazione di Acquaviva è specialmente tortoniana ma superiormente deborda nel Messiniano.

32) **aCG** — *Argille di Casa i Gessi*. MESSINIANO INFERIORE.

Argille siltose color grigio chiaro, generalmente fossilifere. Lateralmente e verso il basso passano alle molasse di **mAV**; verso l'alto, nella località tipo, si fanno leggermente tripolacee, per la presenza di veli o straterelli di tripoli.

A S. Marino hanno dato ricca malacofauna, a caratteristiche intermedie fra quelle tortoniane e quelle plioceniche, con *Arca fichteli sanmarinensis* MORONI, *Pecten vigolenensis* SIM., *Chlamys tauroperstriata* SACCO, *Beguina globulina* (MICHT.), *Turritella clarae* MORONI, *Aporrhais thersites* BRIVES, *Tritonalia dallonii* MORONI, *Drillia pustulata* (BR.), *Astenotoma micrometrica* MORONI, *Dentalium ineaquale* BRONN (MORONI, 1955), microfaune a foraminiferi con scarso plancton e molti miliolidi, e ostracofaune con *Cytheridea acuminata* BOSQ., *Aurila albicans* RUGG., *Ruggieria hodgei* (BRADY), *Semicytherura mutica* RUGG., *S. sanmarinensis* RUGG. e *Xestoleberis reymenti* (RUGGIERI, 1967).

Nella località tipo lo spessore della formazione è sui 150 m. La serie tipo per le formazioni **mAV** e **aCG** è situata nella Repubblica di S. Marino (I NE) lungo il percorso dall'abitato di Acquaviva alla località Casa i Gessi.

Le caratteristiche delle malacofaune sono già così spiccate rispetto a quelle tortoniane che si è ritenuto includere gli strati che le contengono nel Messiniano. Per questo Messiniano inferiore si può usare anche il termine « Saheliano », proposto nello scorso secolo da POMEL per orizzonti con faune consimili dell'Algeria.

33) **ga** — *Gessi microcristallini, alabastrini*, bianchi o chiazzati di grigio.

Con spessori fino a una ventina di metri, si sovrappongono in concordanza ad **aCG** nel lembo esotico di Secchiano (I NE, I SE, I NO). Rappresentano una modificazione di **gm**. Età: Messiniano.

34) **gm** — *Gessi macrocristallini*, con frequenti geminati a ferro di lancia, in grossi banchi con rare intercalazioni argillose o argillo-sabbiose.

Molti affioramenti sono stati praticamente distrutti dai cavatori. In un affioramento sulla strada fra Torriana e Montebello (I NE) contengono una

intercalazione di argille fortemente sabbiose con molti fossili marini mal conservati (*Pecten*, *Ostrea*).

Età: Messiniano.

35) P^1_a — *Argille e argille sabbiose grigie*, talora fossilifere, in lembi di varia mole sparsi entro c nell'ambito del I quadrante.

Verso l'alto si fanno più sabbiose, passando a sabbie o talora (come a Perticara) a conglomerati poligenici (P^1_s), i cui ciottoli appaiono formati a spese di rocce dei Complessi Tosco-Emiliani. Nel lembo di Secchiano si vede la parte inferiore della formazione, costituita da argille bluastre con *Pycnodonte navicularis* (Br.) appoggiare senza discordanza apprezzabile sui gessi alabastrini del Messiniano. Le argille sabbiose contengono talora macrofaune abbastanza ricche, di ambiente neritico, con *Aspa marginata* (Mart.), *Drillia sygmoidea* Bronn, *Dentalium sexangulum* Lmk..

Età: Pliocene inferiore.

FORMAZIONI CONTINENTALI QUATERNARIE E RECENTI

Consistono essenzialmente in falde o distese detritiche e in alluvioni in fondovalle o sui fianchi vallivi, a parte le conoidi frontali della Marecchia.

36) fc — *Alluvioni sabbioso-ciottolose, arrossate, della conoide frontale della val Marecchia.*

Si notano al margine settentrionale del foglio, in destra della Marecchia, a quota fra i 130-140 metri (il fondovalle attuale è a quota 88) alla Chiesa dei Cappuccini, e risalgono in lembi discontinui fino sotto l'abitato di Verucchio, ai piedi SO del monte, dove formano una distesa ghiaiosa a quota 200. Forse è da riportare allo stesso ciclo di alluvionamento un altro modesto lembo di ghiaie arrossate che formano un terrazzetto attorno a quota 367 a S. Damiano di Mercato Saraceno. Altro analogo lembo si trova in sinistra

del Foglio, a S. Martino (II NE) a quota 375, a circa 125 m sul fondovalle attuale.

37 fv — *Alluvioni sabbioso-ciottolose*, moderatamente arrossate, disposte a costituire lungo le vallate principali terrazzi poligenici, facilmente raccordabili in una o due superfici scalate di pochi metri.

Sono bene sviluppate lungo la valle del Savio e del Foglia, meno lungo la valle della Marecchia (forse per la frequenza in quest'ultima di formazioni argillose molto soggette a frane). Sulla sinistra del Savio, alla altezza di Paderno, si frazionano nettamente in due ripiani, uno a quota 166, l'altro a quota 150 (mentre il fondovalle attuale è attorno a quota 120).

Tali alluvioni rientrano in quello che Lipparini (1933, 1966) indica come « Terrazzo 3 ». La datazione sia di fc che di fv è problema da lungo tempo dibattuto, la cui risoluzione appare obbiettivamente difficile. Tutto quanto si può con sicurezza affermare è che « sul ripiano del 3° terrazzo sono situate, quando vi sono, le più basse officine litiche del Mousteriano » (Lipparini, 1966, p. 37).

38) a — *Alluvioni di fondovalle*. Olocene.

I maggiori corsi d'acqua del F° 108 scorrono in genere su alvei sovraalluvionati, specialmente nella parte terminale: ciò è particolarmente vero per la Marecchia, ma lo è in misura minore per il Savio, il quale attraversa la dorsale di Valbiano-Bascio scorrendo su un materasso estremamente tenue, o talora assente di alluvioni. Da ricordarsi che in questi ultimi anni si è verificata nei corsi d'acqua appenninici che si versano nella pianura padana una notevole ripresa erosiva (non altrimenti spiegabile che con una fase positiva nel sollevamento della catena) in seguito alla quale i fondovalle si sono incisi nelle loro alluvioni o anche nei terreni del basamento. Tipico il caso del Santerno, che nella zona del ponte di Codrignano nel giro di un anno ha abbassato il suo alveo di ben 8 metri.

Nel materasso alluvionale è in genere modellato, specialmente in vici-

nanza dello sbocco in pianura, un terrazzetto alluvionale, elevato di pochi metri sul thalweg attuale. I limiti di questo terrazzo sono stati cartografati lungo la valle della Marecchia da Novafeltria al limite settentrionale del foglio, e sul Savio in prossimità del limite settentrionale del foglio.

Le alluvioni indicate con a sono in genere costituite da ghiaie con ciottoli di varia misura, non ossidate. Tutti gli elementi di cui si può disporre dimostrano che si tratta di depositi estremamente recenti, in modo che appare giustificata la loro datazione come Olocene.

39) **dt** — *Detriti di falda.* OLOCENE.

Nell'area del foglio non sono rare distese detritiche, in parte interpretabili come veri e propri detriti di falda, ma che in molti casi lasciano in dubbio se non si tratti piuttosto di lembi di antiche frane. Dubbio giustificato dal fatto che le indagini recenti hanno dimostrato la mobilità delle coperture detritiche, in modo che in molti casi la separazione fra detriti e frane è del tutto artificiale.

Il dilavamento delle antiche distese detritiche (e/o di frana) provenienti dal corpo della colata dei Complessi Tosco-Emiliani, ha avuto come effetto che grossi blocchi di rocce rigide incluse nella colata (di solito blocchi di calcare della formazione di S. Marino **fSM**) sono rimasti isolati sulle rocce in origine ricoperte dalla coltre detritica o dalle lingue di frana, rappresentando spesso per il geologo un problema sulle modalità della loro messa in posto. A titolo di pura curiosità storica rammento qui che per spiegarli PIROLI (1934) ricorse addirittura alla ipotesi di un trasporto glaciale.

V — TETTONICA

La tettonica del F° 108 è data dal concorrere di due fenomeni che si trova opportuno distinguere in quanto l'uno strettamente tettonico, l'altro, per così dire, tettonico-sedimentario, ma che sono però strettamente dipendenti da legami di causa ed effetto, e cioè il ripiegarsi della catena appenninica come risultato di una compressione orientata da SO a NE (e quindi con pieghe con tendenza a coricarsi verso NE, faglie inverse vergenti NE, ed addirittura veri e propri sovrascorrimenti nello stesso senso, come quello della Serie Toscana sulla Serie Umbro-Marchigiano-Romagnola, e faglie trascorrenti con orientamento più o meno trasversale, confluenti talora nelle grandi faglie inverse o da queste vicarianti, espressione di discontinuità nel generale trascorrere verso NE, forse dipendenti dalla esistenza di locali nuclei rigidi con funzione di ostacolo), accompagnata dal sovrascorrere sinsedimentario con le modalità di un colamento gravitativo dei *Complessi Tosco-Emiliani*, sospinti verso NE sia dalle « rughe » appenniniche via via sollevantesi, sia dal parallelo migrare verso l'allineamento alpino del truogolo geosinclinalico appenninico, che nel Pliocene era ormai ubicato in vicinanza, e conformemente, della attuale linea pedemontana. Questo meccanismo ha fatto sì che i plastici (a dispetto dei frammenti rigidi inglobati) Complessi Tosco-Emiliani si siano intercalati nelle locali serie sedimentarie a livelli sempre più alti spostandosi da SO verso NE, limitatamente all'ambito del foglio dapprima nel Miocene medio, poi nel Miocene superiore, infine nel Pliocene inferiore, con una colata la cui fronte va oltre la attuale linea pedemontana, come hanno dimostrato le perforazioni per ricerca di idrocarburi (DE FRANCESO e VEGGIANI, 1967).

Durante il suo lungo viaggio nel tempo e nello spazio la colata si arricchì progressivamente di lembi di formazioni sempre più giovani, vuoi strappando

al substrato scaglie tettoniche, vuoi « digerendo » le croste sedimentarie mesoautoctone o parautoctone che man mano la ricoprivano.

In relazione alle caratteristiche del fenomeno non è spesso facile distinguere le digitazioni della colata inserite nelle serie autoctone dalle normali frane sottomarine, o « slumps », anzi è verosimile che ai margini e alla fronte la colata dovesse appunto frazionarsi in « slumps », i quali non contraddicono alle grandi linee del processo, anzi ne costituiscono ulteriore conferma, sottolineando le peculiari caratteristiche di un fenomeno al quale concorrono da un lato la tettonica, dall'altro la sedimentazione. Questa constatazione non deve incoraggiare idee estreme, come sono state in qualche caso sostenute, per effetto delle quali si è arrivati a una deplorevole confusione dei fenomeni di colamento (nei quali la massa traslata può rimescolarsi ma mantiene una sua coesione) coi fenomeni di sedimentazione per correnti di torbida (nei quali i sedimenti interessati passano nuovamente in sospensione, mescolandosi eventualmente coi granuli in corso di normale sedimentazione).

L'attenzione per la tettonica di colamento, che il F° 108 immediatamente suggerisce, non deve tuttavia fare dimenticare la tettonica classica per piegamento e faglie, che pure vi espleta un ruolo imponente, interferendo in varia misura col primo processo. I rapporti fra i vari termini della serie autoctona, e la distribuzione delle facies, nonché la datazione delle varie pieghe e faglie, indicano con evidenza palmare che le grandi linee della tettonica dell'area in esame si sono impostate relativamente piuttosto tardi, nel Pliocene inferiore o dopo (fatto confermato fra l'altro dal carattere spiccatamente regressivo della serie infrapliocenica alloctona). A tale data, cioè verso la fine del Pliocene inferiore, la regione è stata investita da una violenta tettonica plicativa, che ha provocato i seguenti effetti:

1) Sovrascorrimento della Serie Toscana sulla Serie Umbro-Marchigiano-Romagnola.

2) Intenso ripiegamento di quest'ultima, con un sistema di pieghe ad orientamento appenninico fortemente vergenti NE, che in coincidenza degli assi anticlinalici si risolvono quasi regolarmente in pieghe-faglie, con un notevole rialzarsi del labbro SO rispetto a quello NE. Il fenomeno è particolarmente imponente lungo la linea Linaro-Paderno Sud, e lungo quella parallela M.te Jottone-Paderno Nord. Le indagini geofisiche per la

ricerca di idrocarburi hanno riconfermato una situazione strutturale analoga, con un rigetto che supera il migliaio di metri, lungo una linea che decorre al disotto della colata gravitativa del Montefeltro, ancora più all'esterno dell'ultima delle due linee su nominate. Pieghe-faglie di questo tipo, per es. quella che passa a Sud di Pennabilli e da Rocca Pratiffi, si risolvono poi verso NE in ricoprimento con una certa componente trascorrente, rappresentato dal fascio di linee che da M.te Zuccola si dirige verso NNO a M.te Altello, sfociando poi nel F° 100 « Forlì ». La importanza di questa struttura, che solleva e sovrappone la parte più antica della Formazione marnoso-arenacea romagnola **mar** rispetto ai termini più recenti del Miocene superiore e del Pliocene inferiore, è dimostrata dallo spessore che assumono lungo il suo percorso le brecce di frizione, misurato in 300 metri nella zona fra M.te Altello e M.te Mercurio (IV NO).

Questa energica tettonica compressiva, che necessariamente comporta un proporzionale raccorciamento della copertura neogenica rispetto al substrato rigido paleogenico e mesozoico, non è possibile senza ammettere uno scollamento e uno strisciamento della prima rispetto al secondo, già invocato da Ruggieri (1958, p. 129) e confermato dalle indagini per la ricerca petrolifera, che hanno riscontrato al disotto della marnoso-arenacea **mar**, una superficie di discontinuità, caratterizzata da abbondante brecciame tettonico, situata fra gli 800 e i 1500 metri in quota assoluta (sotto la dorsale Valbiano-Bascio).

Notevole la presenza, in questo generale ambiente di compressione, di faglie distensive, limitate però alla regione marchigiana, a SE cioè della Val Marecchia. Esemplare quella che solleva le molasse tortoniane $\mathbf{M}_a^2$ a valle della sinclinale di Pietrarubbia.

È forse il caso di accennare come la energica tettonica plicativa infrapliocenica abbia falsato i rapporti originari fra la colata dei Complessi Tosco-Emiliani e i terreni autoctoni, restringendo la prima su area molto più limitata di quella raggiunta al momento del « colamento ».

Dopo quanto detto, non è opportuno dilungarsi sulla descrizione delle strutture tettoniche particolari, che resterebbe necessariamente frammentaria e incompleta. Una attenta lettura della carta e delle sezioni che la accompagnano potrà essere nella maggior parte dei casi sufficiente.

VI — MORFOLOGIA

L'area del F° 108 è caratterizzata da una grande varietà di forme, in stretta relazione sia con la natura litologica delle formazioni affioranti, sia con la loro tettonica. Vi si possono distinguere due tipi fondamentali di paesaggio, quello delle aree dove predominano le formazioni autoctone (in prevalenza arenacee o marnoso-arenacee), e quello delle aree occupate dall'alloctono, con predominanza del prevalentemente argilloso Complesso caotico **c**.

Nelle prime si ha una morfologia giovanile, con forme incise, valli a V o a stretto fondo di battello. La forma dei versanti è strettamente legata alla disposizione degli strati, realizzandosi le forme più ripide nelle superfici incise a reggipoggio.

Nelle seconde si ha un paesaggio particolare, aperto, dolce nelle sue linee generali, ma interrotto dallo sporgere dei blocchi più rigidi inglobati nella colata, messi in evidenza dalla erosione selettiva. La maggior resistenza che questi oppongono alla erosione fa sì che spesso ai loro piedi si abbiano pendii occupati da vere e proprie fiumane di frammenti solidi rovinati dai blocchi rigidi sovrastanti. Alle volte questo fenomeno può assumere proporzioni imponenti, come è il caso della grande frana che dal M.te Comero scende in Val Savio.

Altro aspetto peculiare della morfologia si osserva in quelle aree dove la colata alloctona sovrasta la Formazione marnoso-arenacea (**mar** o **mar**[1]). Si osservano allora valli profondamente incise, strette, a fianchi abrupti, risalendo i quali ci si trova in un paesaggio aperto, piatto, dovuto alla copertura argillosa del Complesso caotico, dalla quale sporgono « come vascelli » i blocchi rigidi trasportati. Tali appaiono il M.te della Perticara, o il M.te Fumaiolo, per chi li incontri risalendo dalla Valle del Savio, quasi completamente incisa nell'autoctono della Serie Umbro-Marchigiano-Romagnola.

VII — GEOLOGIA APPLICATA

1) — Giacimenti di sostanze utili.

a) — *Minerali metalliferi.*

Le argille del complesso caotico **c** contengono a volte sciami di frammenti angolosi di calcari marnosi, ricoperti e talora impregnati da una patina di ossidi di Manganese. Durante l'ultimo conflitto, quando la penuria di questo metallo si faceva particolarmente sentire, la Soc. BREDA aveva costruito a Novafeltria un piccolo impianto per la estrazione del Manganese dai su nominati frammenti calcarei, che venivano raccolti a mano sulle pendici dei calanchi fiancheggianti il fiume Marecchia. Terminata la situazione di emergenza tale attività venne immediatamente a cessare, come manifestamente antieconomica.

b) — *Minerali rari.*

Nella zona di Paderno, sulla destra del Savio poco a valle di Mercato Saraceno, in zona di affioramento della formazione di Campaolo **fCP** oligocenico-aquitaniana, furono raccolti nello scorso secolo e pochi anni or sono due pezzi di ambra di dimensioni eccezionali, specialmente l'ultimo, che in origine doveva superare il chilogrammo di peso (Veggiani, 1964). Nonostante l'impiego che si è fatto specialmente in passato di questo minerale come pietra semipreziosa, i due reperti hanno per ora esclusivamente il carattere di curiosità scientifica.

c) — *Idrocarburi liquidi e gassosi.*

Nella zona di Bagno di Romagna-Larciano sono note da tempo modeste manifestazioni di metano, o isolato, o associato alla fuoriuscita di acque minerali. A Larciano e a Selvapiana si avevano anche stillicidi di petrolio (dalla formazione marnoso-arenacea romagnola **mar**, oppure dalla alloctona formazione di Monte Senario **aS**) che incoraggiarono, a partire dal 1932, una vivace campagna di indagini, con la esecuzione di numerosi sondaggi (indicati solo in parte sul foglio, per ragioni di spazio).

Le perforazioni, dapprima a profondità ridotta (fra i 200 e i 500 metri), si polarizzarono inizialmente attorno a Selvapiana, dove si arrivò anche a modeste produzioni di un petrolio molto leggero (65 tonnellate nel 1942, 50 nel 1943). Dopo un periodo di stasi, le ricerche furono riprese con gli stessi criteri nel periodo 1955-58, ma si dimostrarono decisamente antieconomiche. Tuttavia, la importanza delle manifestazioni incoraggiò indagini, ancora più dispensiose. Infatti la Soc. SNIA Viscosa fece eseguire nel letto del Savio poco a monte di Quarto un sondaggio profondo che fu sospeso nel 1962, essendo risultato sterile, quando era giunto alla profondità di m. 3619,50. Altro sondaggio profondo fu ubicato dalla Soc. SiVAL poco a Nord di Spinello, e risultò esso pure sterile, sicchè fu sospeso nel 1966 alla profondità di m. 2286. Sotto alla potentissima formazione marnoso-arenacea romagnola **mar** questi sondaggi avevano riscontrato una serie paleogenico-mesozoica molto simile a quella marchigiana.

In seguito al reperto di quantità economicamente insignificanti di metano in intercalazioni sabbiose del Pliocene argilloso neoautoctono $\mathbf{P^1_n}$ in territorio della Repubblica di S. Marino (foglio 109 « Pesaro »), fu eseguita nel 1964 una perforazione all'estremo limite orientale del foglio 108, in territorio di Verucchio, in un punto di coordinate Lat. 43°58'27", Long. 0°0'03" Ovest, quota 225. Tale sondaggio si spinse fino a m. 1426 senza risultati positivi (comunque improbabili, poiché ubicato in situazione strutturale sfavorevole).

d) — *Lignite.*

Nei lembi esotici miocenici, e precisamente alla base della formazione di Acquaviva **mAV** è spesso presente un livello salmastro a Potamidini,

con lenti talora discretamente consistenti di lignite picea. Tale minerale, più noto nei dintorni di Sogliano al Rubicone (parte meridionale del F° 100 « Forlì »), dette origine a numerose ricerche anche nell'ambito del foglio 108. Anzi alle Ville, presso Montegelli (tavoletta I NO), fu aperta nello scorso secolo una miniera la quale, dopo fasi alterne di attività e di stasi, fu chiusa definitivamente dopo che lavori metodici eseguitivi nel corso dell'ultimo conflitto ebbero a dimostrarne la non coltivabilità. La lignite presente in un banco sottile, discontinuo a causa della fitta rete di faglie, aveva un potere calorifico sulle 5-6000 calorie.

e) — *Solfo.*

Nell'area di affioramento della formazione gessoso-solfifera $\mathbf{M^3_g}$ e precisamente sulla sinistra del Savio presso Bareto, dalla parte opposta dello stesso fiume a Piaia e a Campitello, nella zona di Perticara sullo spartiacque Savio-Marecchia, e infine sulla sinistra del Foglia a S. Martino (presso Lunano), si aprivano in passato miniere di solfo di varia importanza, oggi tutte abbandonate perchè esaurite o comunque non più economiche. La maggiore di tutte, quella di Perticara, la cui rete di gallerie superava i 60 km, è stata chiusa solo pochi anni fa. Le mineralizzazioni di solfo erano limitate ai *sottostrati* (i vari banchi del calcare di base) e ai più bassi strati di gesso.

La miniera di Piaja, aperta già nel XVII secolo, cessò di fatto l'attività nel 1884. Tentativi di ripresa nel 1892 e nel 1900 furono presto abbandonati. La Soc. Montecatini vi eseguì nel 1951-52 senza esito positivo quattro sondaggi, allineati pressappoco NS su un intervallo di un chilometro e mezzo.

La miniera di Campitello fu aperta nel 1862 e ricevette nuovo impulso dall'ultimo concessionario, la Soc. Bombrini-Parodi-Delfino, che fu però costretta a chiuderla nel 1933. Le gallerie si estendevano notevolmente verso Est, sotto la colata alloctona.

La miniera di Perticara (o meglio il complesso di miniere di Perticara, comprensivo anche delle miniere di Maiano e di Marazzana sulla sinistra del Fanante) è forse la più antica, certamente la più importante delle miniere solfifere della Romagna, e attraversò alterni periodi di fortuna e di rallentamento, connessi non solo con le oscillazioni del prezzo dello solfo, ma anche

con le notevoli complicazioni tettoniche che spesso creavano difficoltà alla coltivazione. Le metodiche ricerche compiute dopo il 1951 con sondaggi e con accurati rilievi in superficie e nel sottosuolo hanno portato a delimitare con sicurezza la zona mineralizzata, che oggi deve essere considerata del tutto esaurita.

f) — *Argille smectiche.*

Nel corso del rilevamento si è riscontrata, entro le marne arenacee biancastre inframioceniche $\mathbf{ms^g_m}$ della zona di Strigara una intercalazione di argille smectiche spessa un paio di metri e come tale senza importanza industriale. Le argille affiorano in un punto di coordinate Lat. 43°59'24", Long. 0°10'12" Ovest, quota 395.

g) — *Materiali di cava.*

Le più importanti cave di pietrisco sono aperte nel calcare a briozoi della formazione di S. Marino **cSM**. Fra quelle in attività la maggiore è indubbiamente quella della Ripa Calbana, sulla sinistra dell'Uso, dalla quale si estraggono anche blocchi di notevoli dimensioni, da utilizzarsi per scogliere. Altre se ne hanno a Torriana, a Ponte Verucchio, ai piedi della parete settentrionale di M.te Cerreto (S. Marino), alla estremità NE di M.te Ceti, a Borgnano in riva sinistra del Marecchia e alla Ripa della Moia (gruppo del M.te Fumaiolo), limitandoci a segnalare solo le più importanti. Da notarsi che si è anche tentato di utilizzare lo stesso calcare come pietra ornamentale o per farne « segati ».

Per la ghiaia si utilizzano o alluvioni terrazzate (come a Lunano sul Foglia), o alluvioni di fondovalle, particolarmente quelle della Marecchia. I principali impianti di cernita e frantumazione di queste ultime sono ubicati a Pietracuta e a Dogana (a Sud di Verucchio). Le ghiaie alluvionali della bassa valle Marecchia, costituite prevalentemente da calcari marnosi, sono anche largamente cavate come pietra da cemento.

A Cerbaiolo (tavoletta III/SE) si cava una breccia ofiolitica da utilizzarsi come pietra ornamentale per interni (« breccia di Cerbaiolo »).

Argille più o meno sabbiose, mioceniche o plioceniche, sono in diversi

luoghi cavate per laterizi: argille sabbiose intercalate nelle molasse tortoniane $\mathbf{M^2_a}$, e in parte franate, a S. Damiano presso Mercato Saraceno; argille sabbiose plioceniche alloctone $\mathbf{P^1_a}$ sulla sinistra del Marecchia a Secchiano e a Campiano (a Nord di Nuovafeltria). Per lo stesso scopo bene si presterebbero le argille plioceniche neoatoctone affioranti nell'angolo NE del foglio.

Anche i limitati affioramenti di gesso macrocristallino alloctono **gm** hanno alimentato una certa attività estrattiva, che ha portato talora alla distruzione di fatto di alcune placche minori. Una cava di questa roccia è attualmente attiva in località « i Gessi » a SE di Torriana. A Secchiano si era tentata in passato, senza fortuna, la coltivazione, per destinarlo alla cottura, del gesso alloctono alabastrino **ga**.

2) — Sorgenti.

Le rocce francamente permeabili, suscettibili di alimentare grosse sorgenti, affiorano nell'ambito del foglio 108 su modeste estensioni, mentre vi sono molto più estese le formazioni flyschioidi, quasi impermeabili, dalle quali si hanno sorgentelle talora numerose ma sempre di portata, sia singola che globale, molto modesta.

Il gruppo di sorgenti senza dubbio più importante è rappresentato dalle sorgenti di versamento e di trabocco che scaturiscono alla periferia del grosso esotico calcareo del M.te Fumaiolo, e che si versano parte nel bacino del Savio parte in quello del Tevere, parte in quello del Marecchia. La portata complessiva media di queste sorgenti è stata valutata sui 150 l/s. Le sorgenti del Senatello, le più ricche del gruppo, hanno una portata minima di magra di 30 l/s ed una portata media di 90 l/s.

Altre sorgenti di una certa importanza si trovano nell'area del M.te Comero. Per le maggiori, quelle del Fossatone, che sgorgano sul versante settentrionale, si è calcolata una portata complessiva di magra non inferiore ai 20 l/s.

Infine, vi è il grosso esotico calcareo-marnoso del M.te Carpegna, la cui permeabilità è essenzialmente legata alla presenza di zone intensamente fratturate, che alimenta un sistema di sorgenti dalla portata complessiva di magra attorno ai 30 l/s. Dal piccolo esotico calcareo di M.te Copiolo, situato

immediatamente più a Nord, scaturisce una buona sorgente, la Sorgente Metella, con portata di magra attorno agli 8 l/s., captata per alimentare l'abitato di S. Leo.

3) — Acque minerali.

L'unica sorgente minerale veramente importante è quella ipertermale (temperatura 48° C.), che sgorga nell'abitato di Bagno di Romagna entro le Terme di S. Agnese, a una quota di 493 m.s.m., e con una portata attorno ai 0,25 l/s. La sorgente si trova esattamente sul percorso di una grossa faglia trascorrente che taglia la formazione marnoso-arenacea romagnola **mar.** gorgoglia una certa quantità di metano e di altri gas, ed emana odore di idrogeno solforato. Alla analisi è stata qualificata come un'acqua bicarbonato-sodica, povera di calcio, mediominerale (residuo fisso a 180° 0,8925 %). I dati di analisi (Jasonni e Gasbarrini, 1951) sono i seguenti (grammi per litro):

Carbonato di sodio	0,68367
Borato di sodio	0,03124
Solfato di calcio	0,01458
Solfato di sodio	0,05207
Cloruro di potassio	0,06526
Ossido di alluminio	0,00395
Ossido di ferro	non dosabile
Anidride silicica	0,02900
Anidr. carbonica libera o semicombinata	0,09451

È evidente che la presenza della sorgente è connessa con le locali manifestazioni di idrocarburi, e che eroga almeno in parte acqua primaria.

Note da tempo, ma ancora non utilizzate perché inquinate in una certa misura dalla penetrazione di acque vadose, sono le acque salso-bromo-jodiche della Fonte di S. Francesco, a NE di Verucchio, captate oggi con pozzi poco profondi aperti nelle alluvioni di fondovalle del Rio Re (« Re » in romagnolo

significa « Rio »). Si tratta di acque primarie, filtranti dalle intercalazioni sabbiose del Pliocene neoautoctono e legate alle manifestazioni di metano della finitima Repubblica di S. Marino.

4) — Frane.

La franosità è diffusissima nell'ambito del foglio, a causa della grande estensione delle formazioni argillose (si deve avvertire che sulla carta si è adottato il segno « frana » anche per i movimenti, rapidi o lenti, delle coltri di detrito). Molto franosa è anche la formazione marnoso-arenacea romagnola **mar**, sia in relazione a locale tettonizzazione, sia in relazione all'alternarsi di rocce plastiche impermeabili (argille) con altre in una certa misura permeabili (arenarie).

Le frane maggiori si sono comunque verificate, e si verificano tuttora, in connessione più o meno immediata con la colata alloctona, e specialmente alla periferia delle placche esotiche in una certa misura permeabili che sovrastano argille. I crolli periferici delle prime formano infatti falde di detrito, o rovine di blocchi, permeabili, che favoriscono la stasi dell'acqua sulle sottostanti argille, che si plastificano e smottano, trascinando a valle il detrito e scalzando ulteriormente al piede la placca. Si origina così un meccanismo che tende a protrarsi nel tempo, e che dà origine a lingue di frana lunghe talora diversi chilometri. Di questo tipo è la frana che nel 1934 distrusse parte dell'abitato di S. Agata Feltria, lunga attorno a 4 chilometri, o l'altra estesissima che dal versante occidentale del M.te Comero scende nella valle del Savio, con una lunghezza complessiva prossima ai 6 chilometri.

Tra le numerose frane della marnoso-arenacea romagnola **mar** particolarmente importante quella che nel 1812 distrusse parte dell'abitato di Quarto, causando 16 vittime, e sbarrò il Savio formandovi un lago effimero, lungo 1400 metri e profondo fino a 120.

Vecchie frane ormai stabilizzate si osservano in più punti: ad es., quella che scendendo dal fianco orientale del M.te Carpegna riempie per una lunghezza di circa 4 chilometri la valle dell'Apsa a monte di Macerata Feltria.

Il radicale dilavamento di antiche frane costituite di materiale eterogeneo ha dato origine al fenomeno dei blocchi isolati di calcari a briozoi **cSM** che

si trovano sparsi nei luoghi più imprevedibili, anche a notevole distanza dagli attuali affioramenti di questa roccia. Certi geologi orecchianti del passato avevano addirittura tentato di spiegarli con un trasporto glaciale.

In depressioni esistenti nel corpo stesso delle frane si sono formati minuscoli laghetti, e precisamente il lago di Andreuccio (quota 563, a monte di Maciano), il lago di Villagrande (quota 974, a Ovest del paese omonimo) e il lago dei Pontini (quota 747, a SE di S. Piero in Bagno, formatosi nel 1851 per il crollo di una parte del Poggio di S. Cataldo).

La eccezionale estensione del fenomeno franoso impone la massima cautela nella scelta dei luoghi dove edificare qualsiasi tipo di costruzione e nella impostazione di strade, acquedotti, ecc., e specialmente al momento di decidere la esecuzione di qualsiasi tipo di lavoro che possa comunque turbare l'equilibrio dei versanti.

5) — Laghi artificiali.

In relazione alla costituzione litologica i maggiori corsi d'acqua presentano un trasporto solido eccessivo che sconsiglia la esecuzione di serbatoi artificiali quando non si sia prima proceduto ad una radicale sistemazione idraulico-forestale del bacino tributario. Esempio tipico del risultato che si ottiene non rispettando queste norme è il lago di Quarto, realizzato nel 1925 sbarrando il Savio poco a valle della confluenza del Rio Para con una diga a gravità massiccia. L'originario invaso di $4{,}54.10^6$ mc. era già ridotto nel 1958 a $0{,}61.10^6$ mc., con una perdita di volume pari all'86 %.

6) — Idrografia

a) *Paleoidrografia.*

Tentativi seri di ricostruire la rete idrografica passata ci portano poco addietro nel tempo. E ciò appare ovvio, quando si pensi che l'àrea del foglio era certamente ancora completamente sommersa nel Pliocene inferiore. Questa affermazione riposa sui seguenti dati di fatto:

A Perticara (una ventina di km a Nord della attuale linea spartiacque) il Pliocene inferiore è rappresentato da sedimenti di facies molto profonda

(non meno di 500 m, secondo una valutazione prudenziale), poverissimi di apporto detritico, il che significa distanti da aree emerse o in via di erosione. A questo Pliocene inferiore si sovrappone una colata alloctona che trasporta altro Pliocene inferiore di facies neritica, che evidentemente si era depositato molto più a SO, mentre a Perticara si aveva sedimentazione profonda. Tale Pliocene inferiore alloctono è associato a un Miocene superiore del tutto omologabile con quello affiorante nel Livornese (cf. Ruggieri, 1956), non solo, ma i rapporti Pliocene-Miocene sono gli stessi di quelli osservabili nelle serie situate alle spalle dei Monti di Livorno. Vi era quindi continuità fra il bacino toscano e il bacino romagnolo, in altre parole, almeno in questo tratto, la catena appenninica ancora non esisteva. Non per nulla la sedimentazione entro i bacini « villafranchiani » della Toscana appare cominciata molto tardi, nel Pliocene medio o poco prima.

È quindi del tutto inutile ricercare le tracce di un reticolato idrografico più antico del Pliocene medio, o peggio ancora i segni di fantomatiche linee di costa plioceniche. Vi sono anzi elementi per ritenere che la emersione di questo versante dell'Appennino sia ancora più tarda, si sia cioè iniziata alla fine del Pliocene. A questa conclusione ha portato lo studio delle serie sedimentarie marine Plio-Pleistoceniche della Romagna, nelle quali si osserva la improvvisa e imponente comparsa di un gran numero di fossili infrapliocenici rimaneggiati alla altezza della sommità del Pliocene e della base del Calabriano.

Che il sollevamento dell'Appennino sia molto recente, e sia anzi continuato sino a data vicinissima, è dimostrato anche da altri elementi, quali la morfologia estremamente giovanile (anche dove il reticolato idrografico incide terreni relativamente piuttosto teneri), e il convergere dei terrazzi alluvionali verso la linea pedemontana.

A questo modo si spiega l'andamento del reticolato idrografico che, con le sue valli maggiori che tagliano le grandi linee strutturali, ha tutte le caratteristiche di un reticolato sovraimposto. Infatti esso si impostò sulla monoclinale pliocenico-calabriana, trasgressiva sui terreni più antichi fortemente ripiegati dalla orogenesi infrapliocenica, e mantenne le sue linee generali anche dopo il completo dilavamento di quella. Se di evoluzione di tale reticolato è da parlarsi, essa è da ricercarsi nella lotta per lo spartiacque fra

i corsi d'acqua romagnoli e quelli toscani, e nei tentativi di impostarsi di corsi d'acqua conseguenti, favoriti però piuttosto dalla esistenza di rocce più erodibili che non dalla morfologia (fenomeno d'altra parte estremamente limitato anche nel tenero nucleo della sinclinale di S. Piero).

In età più antica, ma sempre poco prima del Quaternario, sembra essersi, impostato il reticolato idrografico nella fascia a cavallo della linea spartiacque, nella quale si notano lunghi tratti di corsi d'acqua disposti conformemente alle pieghe appenniniche, conseguenti, impostati quindi in una zona che non era stata ricoperta dalla trasgressione mediopliocenica (si veda il decorso della parte alta del Savio da Montecoronaro a Bagno di Romagna, la disposizione dei più alti tributari del Tevere e, molto più all'esterno, il torrente Mutino decorrente nella gamba a monte della sinclinale di Pietrarubbia; per quest'ultimo si potrebbe addirittura parlare di « inversione del rilievo »).

Data di presentazione del manoscritto: 9 *ottobre* 1969.

Ultime bozze restituite il: 9 *ottobre* 1970.

VIII — BIBLIOGRAFIA

ANGELI A. & VEGGIANI A. (1964), *Note su un rilevamento geologico fra Sarsina e Mercato Saraceno*. « Quad. Studi Romagnoli », I, Faenza.

ANTONIAZZI A. (1963), *Rilevamento geologico della zona fra Bagno di Romagna e Casteldelci*. Forlì. (Camera di Commercio).

BONARELLI G. (1929), *Interpretazioni strutturali della Regione Feltresca*. « Boll. Soc. Geol. It. », LXVIII, Roma.

BORTOLOTTI V. (1962), *Stratigrafia e tettonica dei terreni alloctoni (ofioliti e alberese) nei dintorni di Pieve S. Stefano (Arezzo)*. « Boll. Soc. Geol. It. », LXXXI, 3, Pisa.

CAPELLINI G. (1900), *Balenottera miocenica della Repubblica di S. Marino*. « Atti R. Acc. Lincei », (5), IX, Roma.

CATI F. & BORSETTI A.M. (1969), *Biostratigrafia del Miocene in facies romagnola (Formazione marnoso-arenacea)*. « Giorn. Geol. », (2), XXXV (1967), 2, Bologna.

DE FRANCESCO A. & VEGGIANI A. (1967), *Stratigrafia del pozzo Gambettola 1*. « Quadr. Studi Romagnoli », IV, Faenza.

DE GASPERI G.B. (1922), *La carta geologica della Repubblica di S. Marino*. in « G.B. De Gasperi: Scritti vari di Geografia e Geologia », Firenze.

DE STEFANI C. (1892), *Nuovi fossili cretacei dell'Appennino settentrionale*. « Rend. R. Acc. Lincei », (V), I, Roma.

DI NAPOLI ALLIATA E. (1944), *Esame paleontologico di alcuni campioni della formazione marnoso-arenacea umbro-romagnola*. « Boll. Soc. Geol. It. », LXII (1963), Roma.

GAMBI L. (1948), *I laghi di frana dell'Appennino Romagnolo*. « Boll. Soc. Geogr. It. », (8), I, Roma.

GAMBI L. (1951), *Fenomeni carsici nei calcari elveziani del Montefeltro marecchiese*. « Studi Romagnoli », II, Faenza.

JASONNI D. & GASBARRINI L. (1951), *Osservazioni chimico-statistiche sulle acque termali di S. Agnese in Bagno di Romagna*. « Romagna Medica », III, fasc. 4, Forlì.

LIPPARINI T. (1935), *I terrazzi fluviali dell'Emilia*. « Giorn. Geol. », (2), IX bis, Bologna.

LIPPARINI T. (1966), *Foglio 87. Bologna*. « Note ill. Carta Geol. It. », Roma.

LIPPARINI T. (1951), *Studio stratigrafico e tettonico della zona di Sogliano al Rubicone (Fogli Forlì e Mercato Saraceno).* « Boll. Serv. Geol. It. », LXXI, Roma.

LOTTI B. (1916), *Il Monte Fumaiolo e le sue sorgenti.* « Boll. R. Comit. Geol. It. », XLV, 3-4, Roma.

MACRELLI P. (1940), *Il carbone in Romagna. Le miniere di Sogliano al Rubicone,* Sogliano al Rubicone.

MALESANI P. & MANETTI P. (1967), *Ricerche sulle arenarie. XVII: Osservazioni su alcune formazioni mioceniche della Toscana e della Romagna.* « Boll. Soc. Geol. It. », LXXXVI, 4, Pisa.

MANZONI A. (1869), *Della fauna marina di due lembi miocenici dell'alta Italia.* « Sitzb. k.k. Akad. Wiss. », LX, 1, Vienna.

MERLA G. (1952), *Geologia dell'Appennino settentrionale.* « Boll. Soc. Geol. It. », LXX, 1, Pisa.

MERLA G. & ABBATE E. (1967), *Foglio* 114. *Arezzo.* « Note Ill. Carta Geol. It. », Roma.

MERLA G. BORTOLOTTI V. & PASSERINI P. (1967), *Foglio* 106. *Firenze.* « Note ill. Carta Geol. It. », Roma.

MORONI M.A. (1955), *La malacofauna sabeliana del Messiniano inferiore della Repubblica di S. Marino.* « Giorn. Geol. », (2), XXV, Bologna.

MORONI M.A. (1957), *Le malacofaune del Miocene medio di Montebello (Appennino riminese).* « Giorn. Geol. », (2), XXVI, Bologna.

MORONI M.A. (1966), *Malacofauna del « calcare a Lucine » di S. Sofia, Forlì.* « Paleontogr. It. », LX, Pisa.

NELLI B. (1907), *Il Miocene del Monte Titano nella Repubblica di S. Marino.* « Boll. Soc. Geol. It. », XXVI, Roma.

NELLI B. (1922), *Fossili tortoniani e pliocenici di S. Marino raccolti da G.B. De Gasperi.* in « G.B. De Gasperi: Scritti vari di Geografia e Geologia », Firenze.

NEVIANI I. (1961), *Sorgenti dell'alto Pesarese.* Bologna.

NOCCHI M. & CATINELLI A. (1965), *Cenni sulla stratigrafia della « serie toscana » e della « serie umbra » nell'alta Val Tiberina.* « Boll. Soc. Geol. It. », LXXXIII, 4, Pisa.

PASSERINI P. (1958), *Osservazioni sui terreni alloctoni dell'alta Valle del Savio.* « Boll. Soc. Geol. It. », LXXVII, 2, Pisa.

PIROLI A. (1934), *Origine, struttura e vicende geologiche del Monte Titano.* S. Marino.

PRINCIPI P. (1924), *I terreni terziari dell'Alta Valle del Tevere.* « Boll. Soc. Geol. It. », 1, Roma.

PRINCIPI P. (1924), *Nuove osservazioni sulla geologia dell'Alta Valle del Tevere.* « Rend. R. Acc. Lincei », (5), XXXIII, Roma.

PRINCIPI P. (1925), *I terreni terziari dell'Alta Valle della Marecchia.* « Boll. Soc. Geol. It. », XLIV, Roma.

PRINCIPI P. (1925), *Osservazioni sulla geologia dell'alta e media Valle del Savio.* « Rend. R. Acc. Lincei ». (6), II, Roma.

PRINCIPI P. (1927), *Intorno alla suddivisione dei terreni del Terziario inferiore e medio dell'Italia centrale.* « Boll. Soc. Geol. It. », XLVI, Roma.

PRINCIPI P. (1933), *Relazione al rilevamento geologico del quadrante Pieve S. Stefano.* « Boll. R. Uff. Geol. It. », LIX, Roma.

PRINCIPI P. (1934), *Relazione al rilevamento geologico del quadrante Pennabilli.* « Boll. R. Uff. Geol. It. », LIX, Roma.

PRINCIPI P. (1936), *Relazione al rilevamento geologico del quadrante Mercato Saraceno.* « Boll. R. Uff. Geol. It. », LXI, Roma.

PRINCIPI P. (1938), *Relazione al rilevamento geologico del quadrante S. Agata Feltria.* « Boll. R. Uff. Geol. It. », LXIII, Roma.

PRINCIPI P. (1939), *Sulla estensione del Miocene inferiore e medio nell'Appennino centrale.* « Boll. R. Uff. Geol. It. », LXIV, Roma.

RICCI LUCCHI F. & D'ONOFRIO S. (1967), *Trasporti gravitativi sinsedimentari nel Tortoniano dell'Appennino romagnolo (Valle del Savio).* « Giorn. Geol. », (2), XXXIV, 1, Bologna.

RICCI LUCCHI F. & VEGGIANI A. (1967), *I calcari a Lucina della formazione marnoso-arenacea romagnola.* « Giorn. Geol. », XXXIV, 1, Bologna.

RUGGIERI G. (1954), *Il lembo parautoctono di Montebello (Val Marecchia).* « Boll. Serv. Geol. It. », LXXV, Roma.

RUGGIERI G. (1955), *Contributo alla conoscenza della geologia di S. Marino.* « Giorn. Geol. », (2), XXV, Bologna.

RUGGIERI G. (1956), *I lembi miocenici del Livornese nel quadro della tettonica dell'Appennino.* « Rend. Acc. Sc. Ist. Bologna », (11), III, Bologna.

RUGGIERI G. (1957), *L'interesse paleontologico della Romagna.* « Studi Romagnoli », VIII, Faenza.

RUGGIERI G. (1958), *Gli esotici neogenici della colata gravitativa della Val Marecchia.* « Atti Acc. Sc. Lett. Arti Palermo », (4), XVIII, Palermo.

RUGGIERI G. (1967), *Due Ostracofaune del Miocene alloctono della Val Marecchia.* « Riv. It. Paleont. Stratigr. », LXXIII, Milano.

SACCO F. (1900), *L'Appennino settentrionale. IV: L'Appennino della Romagna.* « Boll. Soc. Geol. It. », XVIII, 3, Roma.

SACCO F. (1900), *Abbozzo di Carta Geologica dell'Appennino della Romagna.* Torino (Clausen).

SCARABELLI GOMMI FLAMINI G. (1848), *Carta geologica della Repubblica di S. Marino.* Imola.

SCARABELLI GOMMI FLAMINI G. (1851), *Sur la formation miocène (terrain tertiair moyen) sur le versant N-E de l'Appennin, de Bologne à Sinigaglia.* « Bull. Soc. Géol. France », (2), VIII, Paris.

SCARABELLI GOMMI FLAMINI G. (1880), *Descrizione della carta geologica del versante settentrionale dell'Appennino fra il Montone e la Foglia.* Forlì.

SCICLI A. (1960), *L'attività della industria estrattiva e le risorse minerarie della provincia di Forlì.* Forlì.

SELLI R. (1942), *Ciottoli con foraminiferi paleogenici nel subappennino emiliano.* « Giorn. Geol. », (2), XV, Bologna.

SELLI R. (1952), *I caratteri geologici della regione Marchigiana.* « Giorn. Geol. », (2), XXI, Bologna.

SELLI R. (1961), *Le risorse idriche per uso potabile della provincia di Pesaro.* Pesaro. (Camera di Commercio).

SIGNORINI R. (1940), *Osservazioni geologiche nei dintorni di Caprese Michelangelo in provincia di Arezzo.* « Boll. Soc. Geol. It. », LIX, 3, Roma.

SIGNORINI R. (1940 b), *Sulla tettonica dell'Appennino romagnolo.* « Rend. R. Acc. Ital. », (7), I, Roma.

SIGNORINI R. (1942), *Struttura dell'Appennino fra la Val Tiberina e l'Urbinate.* « Giorn. Geol. », (2), XV, Bologna.

SIGNORINI R. (1946 a), *Autoctonia e alloctonia dei terreni dell'Appennino Centrale e Settentrionale.* « Rend. R. Acc. Lincei », (8), I, Roma.

SIGNORINI R. (1946 b), *Il lembo di ricoprimento del M. Fumaiolo nell'Appennino romagnolo. Il lembo di M. Comero e del Carnaio nell'Appennino Romagnolo.* « Rend. R. Acc. Lincei », (8), I, Roma.

TRABUCCO G. (1906), *Fossili, stratigrafia ed età dei terreni della Repubblica di S. Marino.* « Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. », XVI, Pisa.

VEGGIANI A. (1955), *Intercalazioni di ciottoli cristallini nella formazione marnoso-arenacea romagnola.* « Giorn. Geol. », (2), XXV, Bologna.

VEGGIANI A. (1964), *Ancora sull'ambra di Campaolo presso Mercato Saraceno.* « Quad. Studi Romagnol », I, Faenza.

VEGGIANI A. & ANGELI A., (1963), *Le frane nei terreni marnoso-arenacei miocenici presso Mercato Saraceno.* Forlì (Camera di Commercio).

VENZO G.A. (1954), *Il Miocene a facies marchigiana dell'Urbinate occidentale.* « Atti soc. Tosc. Sc. Nat. », (A), LXI, Pisa.

ZANGHERI P. (1961), *La provincia di Forlì nei suoi aspetti naturali.* Forlì (Camera di Commercio)

ZANGHERI S. (1959), *Bibliografia scientifica della Romagna.* Faenza. (Soc. di Studi Romagnoli).