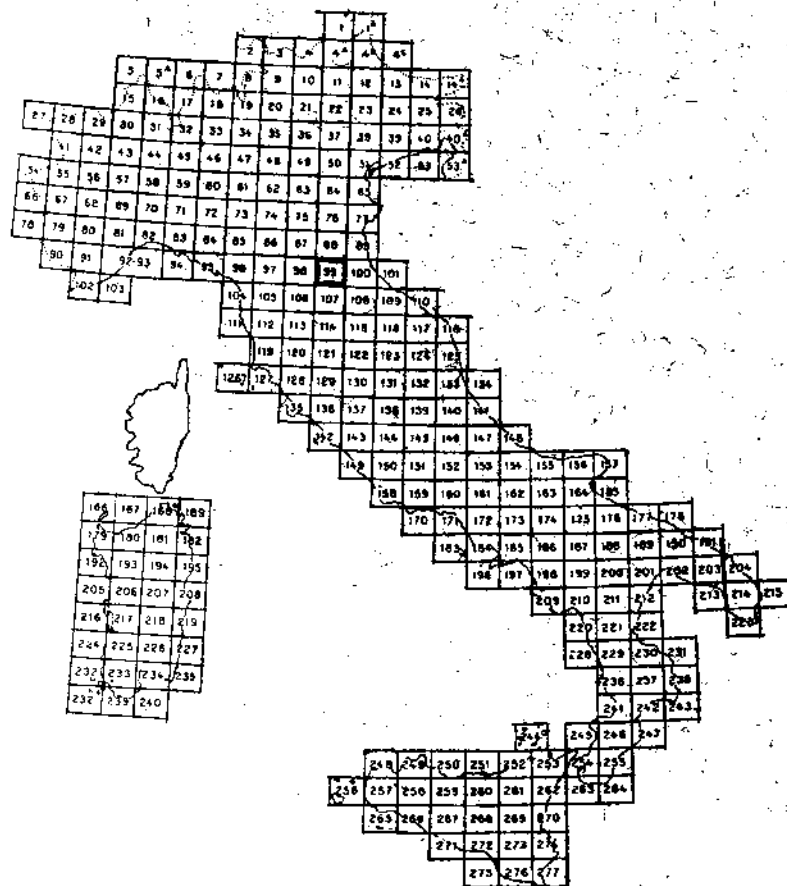


# CARTA GEOLOGICA D'ITALIA



QUADRO D'UNIONE DEI FOGLI AL 100.000



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

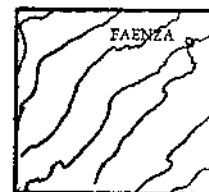
## NOTE ILLUSTRATIVE della CARTA GEOLOGICA D'ITALIA

ALLA SCALA 1 : 100.000

FOGLIO 99

# FAENZA

G. CREMONINI, C. ELMI



ROMA  
NUOVA TECNICA GRAFICA  
1971



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

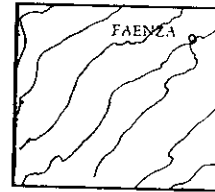
NOTE ILLUSTRATIVE  
della  
CARTA GEOLOGICA D'ITALIA

ALLA SCALA 1 : 100.000

FOGLIO 99

**F A E N Z A**

G. CREMONINI, C. ELMI



ROMA  
NATA TECNICA GRAFICA  
1971

## SOMMARIO

I	— PREMESSA . . . . .	Pag. 7
II	— CENNI STORICI SULLE CONOSCENZE GEOLOGICHE DELLA REGIONE . . . . .	» 8
III	— SGUARDO GEOLOGICO D'INSIEME . . . . .	» 10
IV	— STRATIGRAFIA . . . . .	» 12
	COMPLESSO LIGURE . . . . .	» 12
	1. <i>Terreni caotici eterogenei</i> . . . . .	» 12
	2. <i>Diabasi e serpentine</i> . . . . .	» 13
	3. <i>Formazione dell'Alberese</i> . . . . .	» 13
	SUCCESSIONE EMILIANA . . . . .	» 13
	4. <i>Arenarie</i> . . . . .	» 13
	5. <i>Marne e marne argillose</i> . . . . .	» 14
	6. <i>Marne, arenarie e calcareniti</i> . . . . .	» 14
	SUCCESSIONE TOSCANA . . . . .	» 14
	7. <i>Formazione del Macigno</i> . . . . .	» 15
	SUCCESSIONE ROMAGNOLA . . . . .	» 15
	8. <i>Formazione marnoso-arenacea romagnola</i> . . . . .	» 15
	9. <i>Formazione gessoso-solfifera e F. a Colombacci</i> . . . . .	» 21
	10. <i>Argille e conglomerati</i> . . . . .	» 23

11. Argille, sabbie, conglomerati, calcareniti . . . . .	Pag. 25
12. Argille, sabbie, conglomerati . . . . .	» 27
13. Argille, sabbie . . . . .	» 29
14. Sabbie e conglomerati . . . . .	» 31
DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI . . . . .	» 32
15. Alluvioni terrazzate . . . . .	» 32
16. Alluvioni della pianura . . . . .	» 33
17. Alluvioni attuali e detriti . . . . .	» 33
V — TETTONICA . . . . .	» 34
VI — MORFOLOGIA . . . . .	» 39
VII — GEOLOGIA APPLICATA . . . . .	» 42
MATERIALI DA COSTRUZIONE . . . . .	» 42
IDROCARBURI . . . . .	» 44
IDROGRAFIA . . . . .	» 45
VIII — BIBLIOGRAFIA . . . . .	» 48

## I — PREMESSA

Il rilevamento del Foglio n. 99 « Faenza » è stato eseguito da P. COLANTONI, G. CREMONINI, C. ELMI, A. MONESI e F. RICCI LUCCHI dell'Istituto di Geologia e Paleontologia di Bologna, sotto la direzione di R. SELLI. Hanno contribuito, per quanto attiene alle analisi micropaleontologiche ed alle datazioni, M. L. COLALONGO e S. D'ONOFRIO. Nella compilazione delle presenti note sono stati utilizzati anche dati di F. CATI e A. M. BORSETTI, in particolare per quanto riguarda le formazioni mioceniche.

Il rilevamento è stato portato a termine nel 1966 ed ha potuto avvalersi in modo unitario dei molti studi che venivano portati avanti dal suddetto Istituto sull'Appennino Romagnolo, come del resto mostrano gli Atti del IV Congresso del Neogene Mediterraneo (Bologna, 1967), cui si farà spesso riferimento in queste pagine.

## II — CENNI STORICI SULLE CONOSCENZE GEOLOGICHE DELLA REGIONE

Una effettiva conoscenza dei molteplici problemi che interessano l'area in esame e tutto l'Appennino romagnolo in generale, è di età relativamente recente. Per quanto riguarda problemi particolari, che riguardano solo marginalmente la zona (ad esempio la coltre gravitativa dell'Appennino bolognese e il sovrascorrimento del « macigno ») si rimanda alle note illustrative dei fogli adiacenti (Foglio 98 « Vergato », 106 « Firenze » e 107 « Monte Falterona »), dove la trattazione di quei problemi è senz'altro più pertinente ed esauriente.

Al secolo scorso (1846-1899) risalgono alcuni lavori di G. SCARBELLI, in particolare riguardanti i depositi « milazziani » e i gessi; ad essi fanno seguito gli studi, per lo più paleontologici, di D. SANGIORGI (1899), insieme ad altri di L. FORESTI, G. CAPPELLINI, A. NEVIANI, P. PRINCIPI e P. ZANGHERI (quest'ultimo con alcune ricerche sullo « spungone »). Si giunge così rapidamente a F. SACCO che, oltre a numerose ricerche particolari sulla zona, pubblica la prima edizione del Foglio 99 « Faenza » (1935) e degli adiacenti « Imola, Forlì e Rimini », nonché le relative note illustrative (1937).

Nel 1939 G. RUGGIERI inizia una serie di accurate ricerche sui termini neogenici e pleistocenici dell'Appennino romagnolo; notevole interesse mostrano i suoi studi sulla sezione del F. Santerno, sezione che verrà esaminata da numerosi altri autori, tra cui i compilatori delle presenti note.

Altre opere degne di interesse si devono a L. DONDI e I. PAPETTI (1966), a T. LIPPARINI con le note illustrative dei vicini Fogli 100 e 101 (1969), a G. MERLA (1952).

Ricordiamo infine il vasto programma di studi condotto dall'Istituto di Geologia e Paleontologia di Bologna; oltre all'opera di R. SELLI, coordinatore scientifico in occasione del IV Congresso del Neogene Mediterraneo, meritano di essere segnalati: per la geologia e sedimentologia E. RABBI (1964, 1969), F. RICCI LUCCHI (1965, 1969), F. RICCI LUCCHI e S. D'ONOFRIO (1977), F. RICCI LUCCHI e A. VEGGIANI (1967), E. RABBI e F. RICCI LUCCHI (1968), G. CREMONINI, C. ELMI e A. MONESI (1969), L. TOMADIN (1969), A. M. BORSETTI et al. (1971), oltre alla guida alle escursioni del suddetto Congresso (a cura di R. SELLI, G. CREMONINI, C. ELMI, A. MONESI e F. RICCI LUCCHI); per la micropaleontologia F. CATI e A. M. BORSETTI (1969), M. L. COLALONGO (1969), M. COLALONGO, C. ELMI e S. SARTONI (1971), F. CATI e A. M. BORSETTI (in prep.); per i Molluschi A. PADOVANI e R. TAMPIERI (1969).

### III — SGUARDO GEOLOGICO D'INSIEME

La quasi totalità del Foglio 99 « Faenza » è occupata dalle formazioni della Successione romagnola in posizione autoctona, a cui si affiancano il sovrascorrimento del « macigno » (Successione toscana), presente in un ridottissimo lembo nell'angolo SO del foglio, e la coltre alloctona dei terreni caotici eterogenei (Complesso ligure) con frammenti della Successione emiliana.

Quella romagnola è una potente successione autoctona (Aquitaniopleistocene) il cui spessore complessivo supera gli 8000 m. Essa comprende innanzitutto la Formazione marnoso-arenacea romagnola, di età compresa tra l'Aquitaniopleistocene ed il Messiniano basale, i cui caratteri di sedimentazione turbiditica, sempre ben evidenti, danno luogo ad alcune variazioni, sia verticali che laterali, da termini prevalentemente arenacei ad altri essenzialmente marnoso-siltosi; caratteristici sono alcuni orizzonti di franamento sottomarino di grande continuità orizzontale e testimoniati da trasporti gravitativi da SO, mentre la sedimentazione normale è legata ad una profondità non inferiore ai 5-600 m ed a correnti torbide con direzione da NO verso SE, cioè parallele all'asse del bacino (SELLI, 1967).

Seguono in continuità la Formazione gessoso-solfifera (sedimentazione evaporitica con banchi di gesso secondario e limitati apporti terrigeni) e la Formazione a colombacci, marnoso-argillosa con livelli di calcare evaporitico.

La sedimentazione plio-pleistocenica è prevalentemente pelitica, con alcuni episodi clastici grossolani, frequenti e spessi in specie al margine NO del bacino, e con livelli di calcareniti organogene, localmente dette « spungone ». Le condizioni generali del bacino sono abbastanza tranquil-

le: ad un carattere tendenzialmente regressivo del Pliocene (iniziato nella parte più occidentale con una trasgressione) segue una sedimentazione in acque abbastanza profonde nel Pliocene inferiore fino a epineritiche nel Pleistocene, interrotta da una seconda trasgressione (Pliocene medio) correlabile con quella che si estende verso sud nella regione marchigiana ed oltre. Una terza trasgressione (Pleistocene medio) porta ad una sedimentazione litoraneo-deltizia che chiude la Successione romagnola.

Anche dal punto di vista tettonico si riconoscono diversi elementi: innanzitutto il sovrascorrimento regionale del « macigno » sulla Formazione marnoso-arenacea; poi la coltre gravitativa presente nell'angolo NO del foglio, con lembi delle unità emiliane e liguri, proveniente dalle adiacenti aree sud-occidentali; infine la Successione romagnola con il suo stile a pieghe-faglie nella Formazione marnoso-arenacea e con l'assetto monoclinale dei sovrastanti termini mio-pliocenici. L'età dei moti tettonici è del Pliocene inferiore e dell'inizio del Pliocene medio, anche se una precedente migrazione dell'asse del bacino ha provocato l'abbozzarsi delle strutture plicative principali (SELLI, 1967).

#### IV — STRATIGRAFIA

Nella trattazione del Complesso ligure, della Successione emiliana e di quella toscana è stato seguito un criterio formazionale; per la Successione romagnola una suddivisione cronostratigrafica.

##### COMPLESSO LIGURE<sup>1</sup>

E' rappresentato nel Foglio 99 (angolo NO) da formazioni alloctone in successione irregolare, che ricoprono parte della Successione romagnola autoctona. Prevalgono terreni caotici eterogenei, con lembi e frammenti di altre formazioni.

1. *ce* — *Terreni caotici eterogenei, prevalentemente argillosi (« argille scagliose » degli AA.).*

Affiorano solo nell'angolo NO del foglio e nella zona di Casaglia, dove sono connessi ad un grande franamento sottomarino (*co*); lembi minori si trovano lungo le pieghe-faglie di Coniale-Moraduccio.

Si tratta di argilliti grigio-verdastre, laminate, per lo più scompagnate e senza tracce di stratificazione, inglobanti frammenti o lembi di varie dimensioni di calcari, arenarie, marne, brecciole nummulitiche, rocce ignee, ecc. Nella valle del Sellustra sono coperte da argille del Pliocene inferiore che sono state in parte traslate dagli ultimi movimenti della col-

<sup>1</sup> Questo complesso è stato indicato sul Foglio geologico come « alloctono » insieme alle unità della Successione emiliana.

tre. L'assetto caotico di questi terreni è l'effetto di grandi traslazioni orizzontali di origine tettonico-gravitativa, con provenienza da SO.

2. *δ* — *Diabasi e serpentine. Giurese.*

Sono presenti in lembi modesti sul versante destro del T. Sillaro (Poggio del Falchetto), inglobati entro *ce*. Si tratta di diabasi subeffusivi a grana media, prevalentemente plagioclasico-augitici ad anfiboli, ematitizzati e cloritizzati; di serpentine e di breccie ofiolitiche a cemento carbonatico (idrotermaliti). L'età è riferibile al Giurese per analogia con le ofioliti del contermino Foglio 98 « Vergato », ove sono riconoscibili rapporti stratigrafici precisi con formazioni sedimentarie di età nota.

3. *al* — « Formazione dell'Alberese »: *calcari marnosi, calcareniti e marne. Paleocene-Eocene.*

Compare in piccoli lembi sparsi, per lo più non cartografabili, entro i terreni caotici della valle del T. Sillaro ed in ammassi di maggiori dimensioni presso Casaglia. E' costituita da strati o banchi di calcari marnosi bianchi o grigio-chiari o giallicci, talora bioclastici (brecciole a Nummuliti), alternati a marne argillose in strati sottili. L'età è ascrivibile al Paleocene-Eocene.

##### SUCCESSIONE EMILIANA

Anche le formazioni di questa successione compaiono solo in frammenti di varie dimensioni entro i terreni caotici eterogenei; spesso il riconoscimento è possibile solo attraverso il confronto lito- e biostratigrafico con affioramenti delle vicine aree occidentali.

4. *O<sup>1</sup>* — *Arenarie e sabbie con rare intercalazioni argillose. Oligocene.*

Affiorano in ammassi scompagnati e di ridotte dimensioni nella valle del T. Sillaro, entro *ce*. Sono costituite da arenarie quarzoso-feldispatiche,

grossolane, talora gradate, in grossi banchi con giunti poco marcati, saltuariamente con lamine argilloso-siltose. Le microfaune sono assai scarse e poco significative; permettono comunque un'attribuzione di massima all'Oligocene inferiore. Sono probabilmente riferibili alla « Formazione di Ranzano » o « di Loiano ».

5.  $M^1 - O^s$  - *Marne e marne agillose grigie. Oligocene superiore-Miocene inferiore.*

Compaiono in lembi isolati entro ce a est di M. Spaduro. Sono marne, marne argillose, talora siltoso-sabbiose, grigie o grigio-biancastre, a stratificazione indistinta. Microfaune abbondanti, con *Globigerina venezuelana* HEDBERG, *Globoquadrina debiscens* (CHAPMAN, PARR e COLLINS), *Globoquadrina langhiana* CITA e GELATI, *Globorotalia mayeri* CUSHMANN e ELLISOR. L'età è compresa tra l'Oligocene superiore e il Miocene inferiore. Corrispondono probabilmente alla « Formazione di Antognola » degli AA.

6.  $M^{m-1}$  — *Marne, arenarie e calcareniti. Miocene inferiore e medio.*

Nell'angolo NO del Foglio (S. Clemente, Ca' di Lucca, ecc.) compaiono lembi alloctoni di marne, marne calcaree, calcareniti, spesso arenarie bianco-grigiastre, poco cementate; nelle microfaune sono presenti *Orbulina universa* D'ORBIGNY, *Globoquadrina debiscens* CHAPMAN, PARR e COLLINS e *Globorotalia praemenardii* CUSHMAN e STAINFORTH; l'età è genericamente eo- e mediomiocenica. Corrispondono con tutta probabilità alla « Formazione di Bismantova » e allo « Schlier » degli AA.

#### SUCCESSIONE TOSCANA

Nell'angolo SO del Foglio è presente un esiguo affioramento di « macigno », formazione che appartiene alla Successione toscana ben rappresentata nei Fogli adiacenti 98 e 106. La sua posizione può qui con

siderarsi semiautoctona, avendo subito una forte traslazione verso NO che lo ha spostato dal suo bacino di sedimentazione.

7.  $mc$  — « Formazione del macigno »: *Flysch marnoso-arenaceo. Oligocene-Miocene inferiore.*

Questa Formazione è qui presente solo nella cosiddetta facies 'B', corrispondente a  $mc$ , del Foglio 98 « Vergato » ed al « macigno del Mugello » del Foglio 106 « Firenze »; è costituita cioè da un'alternanza regolare ed in parti più o meno eguali di arenarie e siltiti quarzoso-feldispatico-micacee, a cemento carbonatico, risedimentate e graduate, e di marne e marne siltose laminate. L'età è desunta per analogia con le datazioni effettuate nelle aree limitrofe.

#### SUCCESSIONE ROMAGNOLA

8.  $ma^{1-2}$ ,  $ma^3$ ,  $ma_{ce}^3$ ,  $ma_m^3$ ,  $co$ ,  $ma^4$  — « Formazione marnoso arenacea romagnola »: *Flysch marnoso-arenaceo con orizzonti di franamento sottomarino, passante in alto a sabbie e marne. Aquitaniano-Messiniano.*

Occupava una vasta parte del Foglio, con una generale disposizione monoclinale variamente disturbata da pieghe-faglie a tipico andamento appenninico. Il limite inferiore è tettonico (sovrascorrimento del « macigno »), quello superiore è stratigrafico (passaggio alla Formazione gessoso-solfifera); a volte però essa è ricoperta dalla coltre gravitativa dei terreni caotici eterogenei (Complesso ligure). In linea generale questa formazione è costituita da depositi detritici risedimentati in un'ampia fossa allungata in direzione NO-SE, che inizia nell'adiacente Foglio 98 « Vergato » ma si estende verso SE fino alla Val Marecchia e verso SO fino al crinale toscano-romagnolo.

Si tratta di un Flysch prevalentemente marnoso-arenaceo, costituito da alternanze ripetute di quattro tipi litologici principali:

— arenarie prevalentemente quarzoso-feldispatiche, con abbondan-



te matrice fillosilicatica, a cemento carbonatico e con dolomite clastica; la gradazione è quasi sempre ben evidente; alla base degli strati compaiono anche brecciole e para-conglomerati fini a composizione analoga, al tetto si passa spesso a siltiti. Gli strati hanno spessore variabile e sono caratterizzati da presenza di impronte basali dovute a correnti torbide oltre che da laminazione parallela, ondulata e incrociata;

— siltiti a composizione analoga, con maggiore contenuto di frustoli carboniosi e fillosilicati; frequenti laminazioni (parallele, ma anche ondulate e incrociate) e gradazione (verso il basso passano ad arenarie, verso l'alto a marne-argille);

— marne con diverso contenuto in  $\text{CaCO}_3$ , silt e sabbia; specialmente le marne siltose presentano spesso laminazione parallela; a volte inclusi marnosi si trovano anche entro gli strati arenacei, con dimensioni da pochi mm fino ad oltre i 2 m;

— argille grigie, per lo più ridotte di spessore e raramente pure; più frequenti sono i termini di passaggio a marne e siltiti. Analisi condotte sui minerali argillosi hanno mostrato alcune variazioni significative nella composizione: <sup>1</sup> la porzione inferiore della Formazione (Aquitano-Langhiano) presenta basso contenuto o addirittura assenza di montmorillonite (massimo sul 15%), illite da 50 a 65%, caolinite da 12 a 24%, clorite da 12 a 22%; nel Serravalliano aumenta la montmorillonite (20-55%), rimane più o meno costante la caolinite (10-26%), diminuiscono illite (25-50%) e clorite (8-12%); il Tortoniano è caratterizzato da un prevalere di montmorillonite (40-52%) e illite (30-45%), mentre su valori sempre ridotti rimangono caolinite (2-6%) e clorite (8-12%).

A volte, associati a questi quattro tipi principali, si trovano anche brecciole e conglomerati polimictici con elementi cristallini e sedimentari; oppure calcareniti grigie con abbondanti granuli organogeni.

Molto diffuse sono le impronte di correnti torbide, tra cui spiccano « *flute-casts* », « *groove-casts* », ecc. (F. RICCI LUCCHI, 1969, 1970);

<sup>1</sup> Le notizie circa la composizione mineralogica delle argille, qui come in seguito, sono desunte da TOMADIN 1969.

il senso di queste correnti, indicato sul foglio geologico negli affioramenti più significativi, testimonia una provenienza da NO verso SE, cioè sono parallele all'asse dell'antico bacino.

Questa potente formazione (oltre 5000 m di spessore) è stata suddivisa in 3 unità su base cronostratigrafica (Langhiano-Serravalliano, Tortoniano e Messiniano basale); si potrebbero anche distinguere, in base a considerazioni sedimentologiche (RICCI LUCCHI, 1969) cinque membri che sono validi per una ipotetica sezione tipo ubicabile all'incirca lungo la Valle del Senio, mentre nel resto del bacino subiscono variazioni eteropiche di facies.

Essi sono dal basso:

*Membro 1:* arenarie e marne in parti eguali; strati di 50-150 cm, ben gradati; grande varietà di impronte basali; presenza di orizzonti calcarenitici, uno dei quali con grande estensione orizzontale.

*Membro 2:* netta prevalenza di marne; strati di 50-100 cm, gradati, laminati; rare impronte basali e rari inclusi o intervalli caotici.

*Membro 3:* prevalenza di arenarie fini, in aumento verso l'alto; caratteri generali intermedi tra il membro 1 e il 4.

*Membro 4:* arenarie in netta prevalenza sulle marne; strati di 60-400 cm, gradati poco nettamente, con rare impronte basali; frequenti tasche conglomeratiche, canali d'erosione, piccoli frammenti sottomarini, inclusi marnosi, strutture lenticolari e discordanze angolari.

*Membro 5:* marne prevalenti su arenarie sempre molto fini; strati di 30-60 cm, di cui pochissimi gradati; assenti impronte e inclusi.

Come si è detto questa successione è indicativa nelle sue linee generali, ma i rapporti tra i cinque membri non sono soltanto di successione verticale; così il *membro 5* corrisponde agli affioramenti indicati sul Foglio geologico come  $ma_m^3$ , presenti solo nella fascia compresa tra Sasso-

leone e Brisighella con spessore decrescente da ovest a est, dove questa facies è sostituita lateralmente da un Flysch prevalentemente arenaceo (membro 4) cui seguono (solo a SE del F. Lamone) sabbie e arenarie debolmente cementate, giallastre, in strati o banchi di alcuni m, alternate a marne e argille oppure, nella parte alta, a marne bituminose; questi depositi si presentano pure gradati, però con rare impronte basali; raggiungono uno spessore sui 200 m e sono stati datati, come vedremo, al Messiniano (ma<sup>4</sup>).

Intercalati a vari livelli entro la Formazione marnoso-arenacea si trovano tre orizzonti di franamento sottomarino dotati di una grande continuità orizzontale (co). Il primo di questi affiora in una fascia compresa tra Coniale e Fantino, presso Marradi, con spessori variabili tra 20 e 50 m; il secondo, che si estende per oltre 70 km (salvo interruzioni tettoniche) ha uno spessore variabile fra 35 e 75 m: è presente nella sinclinale di M. Carzolano e lungo le pieghe-faglie tra Palazzuolo e Castiglioncello; in entrambi i casi è associato a terreni caotici eterogeni con alcuni lembi alloctoni di « calcare alberese » (Casaglia). Il terzo e più recente è presente solo in alcuni tratti nella sinclinale di M. Carzolano. Altre frane si osservano, però con caratteri locali, nei dintorni di Rocca S. Casciano e, date le notevoli complicazioni tettoniche della zona, non sono attribuibili con sicurezza a nessuno dei livelli sopracitati; la posizione stratigrafica e la loro discontinuità fanno propendere tuttavia per il terzo livello.

Questi orizzonti consistono in genere in pieghettamenti e contorcimenti fino a rottura di più strati, compresi tra superfici di strato parallele; il grado di caoticità è vario, ma è sempre riconoscibile un'appartenenza del materiale caotico alla Formazione marnoso-arenacea.

Entro questi orizzonti o indipendenti da essi, ma sempre inclusi soprattutto nella parte alta (Tortoniano) della Formazione marnoso-arenacea, si rinvencono frammenti e blocchi di calcari a *Lucina* che costituiscono il prodotto di franamenti sottomarini da una facies eteropica costiera della Formazione stessa. Per le loro modeste dimensioni, non sono stati cartografati.

Si tratta per lo più di calcareniti arenacee e calcari marnosi grigi, con

ETA'		FORAMINIFERI		OSTRACODI
PLEISTOCENE	CALABRIANO	Hyalinaea baltica		<i>Leptocythere multipunctata</i>
		Globigerina pachyderma		<i>Neocythereis fasciata</i> e <i>Cytheropteron ruggieri</i>
PLIOCENE	superiore	Globorotalia inflata		<i>Leptocythere transiens</i>
	medio	Globorotalia gr. crassaformis	Globorotalia crassaformis	<i>Leptocythere bacescai</i>
			Globorotalia aemiliana	
	inferiore	Globorotalia margaritae	Globorotalia bononiensis	<i>Cytherea vulgarata</i>
			Globorotalia puncticulata	
Globorotalia hirsuta praehirsuta				
		Sphaeroidinellopsis		
MIOCENE	MESSINIANO	Globigerinoides ruber parkeri		
	TORTONIANO	Globorotalia tumida plesiotumida	Globigerinoides ruber seigliei	
			Globorotalia miozea saphoe	
		Globorotalia menardii	Globorotalia miocena s.l.	
	SERRA - VALLIANO	Orbulina s.l.	Globorotalia ventriosa	
			Globigerina nepenthes	
			Globigerinoides obliquus	
LANGHIANO		Globorotalia lenguaensis		
		Globoquadrina altispira		
		Globorotalia miozea		
		Orbulina suturalis		
		Praeorbulina glomerosa		
AQUITANIANO sup.		Globigerinoides trilobus	Globigerinoides bisphericus	

inclusi calcareo-marnosi più chiari, oppure di breccie marnoso-calcaree grossolane chiare, di marne calcaree biancastre più o meno arenacee, marne argillose grigie a struttura caotica, calcari marnosi giallicci; abbondano *Lucina pomum* MAYER, *Lucina apenninica* DODERLEIN (MANZONI, 1876; SCARABELLI, 1880) e *Lucina dicomani* (MGH.) (PELLEGRINI, 1966). Testimoniano la risedimentazione l'irregolarità degli accumuli, la frequente mancanza di stratificazione, l'associazione a franamenti intraformazionali, ecc. I maggiori affioramenti si trovano tra Marradi e Castiglioncello, a SO di Marradi, presso il confine con la Formazione gessoso-solfifera fino a Brisighella, ma sono presenti anche in altre zone dell'Appennino romagnolo (F. RICCI LUCCHI e A. VEGGIANI, 1967). L'età è langhiano-serravalliana.

Dallo studio dettagliato di diverse sezioni stratigrafiche è stato possibile riconoscere entro la Formazione marnoso-arenacea le seguenti cenozone (F. CATI e A. M. BORSETTI, 1968) in accordo con quanto concluso a seguito del IV Congresso del Neogene Mediterraneo (F. CATI ET AL., 1968):<sup>1</sup>

1) Cenozona a *Globigerinoides bisphericus*, con *Globoquadrina debiscens* CHAPMAN, PARR e COLLINS, *Globorotalia mayeri* CUSHMAN e ELLISOR, *G. obesa* BOLLI, *G. scitula* (BRADY); verso l'alto anche *Globigerina decoraperta* TAKAYANAGI e SAITO e *Globorotalia* ex gr. *menardii* (D'ORBIGNY). Questa cenozona viene attualmente riferita alla parte alta dell'Aquitano; questa attribuzione non compare nel foglio geologico, dato alle stampe quando la stessa cenozona era attribuita al Langhiano.

2) Cenozona a *Praeorbulina*, con saltuaria presenza di *Globigerina* aff. *nepenthes* TODD, *Globigerinoides ruber* (D'ORBIGNY), *Globorotalia johsi barisanensis* LE ROY, oltre a *Globoquadrina debiscens* e tutte le *Globorotalia* della zona precedente.

3) Cenozona a *Orbulina suturalis*, associata dapprima a *Praeorbulina glomerata* (BLOW) e *P. transitoria* (BLOW), poi a *Globigerina apertura*

<sup>1</sup> Uno schema riassuntivo delle cenozone presenti nel Foglio 99 dall'Aquitano al Pleistocene è riportato nella tab. I.

CUSHMAN e *Globoquadrina altispira* (CUSHMAN e JARVIS). Insieme alla precedente appartiene al Langhiano.

4) Cenozona a *Globoquadrina altispira* e *Globorotalia miozea*, con *Orbulina universa* D'ORBIGNY, associata a *O. bilotata* (D'ORBIGNY) e *O. suturalis* BRÖNNIMANN, oltre a *Globigerina* aff. *apertura* CUSHMAN, C. aff. *nepenthes* TODD, *Globorotalia johsi barisanensis* LE ROY, G. ex gr. *menardii* (D'ORBIGNY) e, nella parte alta, *Globigerinoides obliquus* BOLLI.

5) Cenozona a *Globigerinoides obliquus* e *Globorotalia languensis*; compaiono, oltre agli indicatori zionali, *Globigerina* aff. *bulloides* D'ORBIGNY, *G. falconensis* BLOW e *G. nepenthes* TODD; verso l'alto anche *Globigerinoides gomitulus* (SEGUENZA). Insieme alla precedente appartiene al Serravalliano<sup>1</sup>.

6) Cenozona a *Globorotalia menardii*, associata a *G. scitula ventriosa* OGNIBEN (con la quale marca il limite inferiore); compaiono anche *Globigerina bulloides* D'ORBIGNY, *Globigerinoides bulloides* CRESCENTI, *G. obliquus extremus* BOLLI e BERMUDEZ, *Globorotalia incompta* (CIFELLI), *G. involuta* PEZZANI, *Hastigerina siphonifera* (D'ORBIGNY) e verso l'alto « *Sphaeroidinella* ». Rappresenta il Tortonianiano p.p.

7) Cenozona a *Globorotalia tumida plesiotumida* (sensu COLALONGO, 1970, emend. in BORSETTI ET AL., 1971); intervallo compreso tra la comparsa dell'indicatore zonale e la comparsa di *Globigerinoides ruber parkeri*; essa rappresenta la parte superiore del Tortonianiano e la base del Messiniano. Quest'ultimo piano è presente solo in ma<sup>4</sup>.

9. M<sub>r</sub><sup>5</sup> — « Formazione gessoso-solfifera »: gesso selenitico in banchi.  
« Formazione a colombacci »: marne argillose grigie con livelli di calcare evaporitico. Messiniano.

Sono state associate insieme queste due formazioni per ragioni cartografiche, anche se in realtà sono ben diverse tra loro; affiorano lungo il

<sup>1</sup> Il termine « Elveziano » è stato sostituito nel 1968 dal termine Serravalliano (F. CATI et al., 1968).

bordo nord-orientale del versante appenninico, da Gesso (presso Sassoleone) a Brisighella; verso SE la Formazione gessoso-solfifera è sostituita lateralmente, nella sua porzione inferiore, dalla facies di Flysch di età messiniana già descritta (ma<sup>4</sup>).

#### FORMAZIONE GESSOSO-SOLFIFERA

Nella sua facies tipica, tra Gesso e Brisighella, segue in continuità a marne grigie di età tortoniana (ma<sub>m</sub><sup>3</sup>) e inizia con calcari gessiferi laminati o calcari evaporitici chiari, sui quali poggia la serie gessosa vera e propria. Il limite superiore è dato dalla scomparsa dei gessi e dall'inizio della sedimentazione marnoso-argillosa. Lo spessore è assai variabile.

Alla base compaiono calcari evaporitici, microcristallini, con struttura grumosa e lamine leggermente ondulate, calcari evaporitici non laminati con inclusi arenacei o marnosi, breccie calcaree minute in lenti discontinue (« calcare di base »); lo spessore non supera i 10 m.

Segue la serie gessosa vera e propria, che inizia a volte con un calcare cavernoso ricco di cristalli di gesso dello spessore massimo di 1 m (Borgo Tossignano). In tutto l'Appennino romagnolo sono state riconosciute diverse varietà di gesso; qui prevale nettamente il gesso secondario macrocristallino (selenite) con frequenti geminati a coda di rondine da centimetrici a decimetrici, orientati normalmente alla stratificazione; questa è in grossi banchi, con giunti ondulati e mammellonati, a volte marcati da lamine pelitiche un po' bituminose.

#### FORMAZIONE A COLOMBACCI

Il nome deriva da depositi simili molto significativi descritti nella regione marchigiana per la prima volta da SELLI, 1954. Il termine è qui inteso non nel significato originale, ma in senso più ampio, per indicare tutto l'intervallo stratigrafico compreso tra i gessi e le argille plioceniche. Il tetto è a volte in continuità con i termini sovrastanti, ma spesso è tron-

cato della trasgressione eo-pliocenica. Essa è costituita da marne argillose grigie, gessifere alla base e con inclusi gessiferi risedimentati, talora laminate; nella parte alta si intercalano orizzonti di calcare micritico, spesso grumoso, di origine evaporitica, con variabile contenuto marnoso.

Il livello più alto di questi calcari (« colombacci ») costituisce un buon riferimento, dove non è stato eroso dalla trasgressione eo-pliocenica, per la definizione del limite Mio-Pliocene; ad esempio, lungo la valle del F. Santerno, presso Borgo Tossignano, 2 m sopra quest'ultimo livello carbonatico seguono in continuità le argille plioceniche.

Per quanto riguarda la composizione della porzione argillosa, si è riscontrato, rispetto ai sottostanti depositi tortoniani, un aumento del contenuto in montmorillonite (circa 46%), mentre si riducono leggermente illite (44%), caolinite (6%) e clorite (4%). Queste caratteristiche proseguono anche alla base del Pliocene inferiore, nei termini sottostanti alla trasgressione.

Dal punto di vista biostratigrafico, la Formazione a « colombacci » appartiene alla cenozona a *Globigerinoides ruber parkeri*, caratterizzata anche dalla comparsa di *Globorotalia puncticulata* (DESH.) e *G. hirsuta praehirsuta* BLOW (A. M. BORSETTI et al., 1971).

10. P<sub>a</sub><sup>1</sup>. P<sub>cr</sub><sup>1</sup> — *Argille marnose grigie; lenti conglomeratiche alla base. Pliocene inferiore.*

La litofacies argillosa è presente lungo tutto il margine pedeappenninico e borda verso NE le formazioni messiniane; i conglomerati sono invece presenti solo in alcuni tratti tra il F. Santerno ed il F. Serio. Il limite inferiore è stratigrafico, in continuità sulla Formazione a « colombacci », ma a volte la trasgressione del Pliocene inferiore interrompe questa continuità; analogamente il limite superiore è a volte in continuità con argille e sabbie del Pliocene medio, a volte coincide con la trasgressione mesopliocenica.

In continuità sulla Formazione a « colombacci » seguono spessori ridotti di argille marnoso-siltose grigio-azzurre a stratificazione non ben evidente, che non è stato possibile cartografare separatamente data l'esi-

guità degli spessori; ad esempio, lungo il F. Santerno, si riducono a 2 m. Esse appartengono alla cenozona a *Globorotalia margaritae*, subzona a *Sphaeroidinellopsis* spp. (COLALONGO M. L., ELMI C. e SARTONI S., 1971). Questa subzona, con tanatocenosi dominata da forme planctoniche, è caratterizzata in particolare (COLALONGO M. L., 1968) da: <sup>1</sup> *Globigerina apertura* CUSHMAN, *G. decoraperta* TAKAYANAGI e SAITO, *G. druryi* AKERS, *G. nepenthes* TODD, *Globorotalia incompta* (CIFELLI), *Sphaeroidinellopsis* spp. e *Uvigerina rutila* CUSHMAN e TODD.

Seguono trasgressive (a volte direttamente sul Messiniano) argille marnose talora siltose, grigie o grigio-azzurre, con livelli sabbiosi da pochi mm a 10 cm o con lenti sabbiose più spesse (non oltre i 50 cm), ricche di frustoli carboniosi e macrofossili. La trasgressione eopliocenica è presente dal margine nord-occidentale del bacino fino alla zona di Castrocaro-Dovadola e si chiude, verso SE, al F. Rabbi, oltre il quale non è più presente. Essa è marcata da una netta discordanza angolare (presso Borgo Tossignano, ad esempio, si passa da una inclinazione sui 35° dei termini messiniani a valori non superiori ai 15° per il Pliocene) e dalla presenza saltuaria di lenti conglomeratiche con spessori fino a 5 metri (P<sub>1</sub><sup>1</sup>). Essa è riconoscibile anche da una netta variazione nella composizione mineralogica: aumentano rapidamente caolinite (12-14%) e clorite (14-16%), mentre diminuiscono montmorillonite (28-32%) e illite (36-38%).

Nelle sezioni note il Pliocene inferiore ha spessori variabili da 62 m (presso Brisighella, dove è stato in parte eroso prima della trasgressione mesopliocenica) fino a 287 m nella sezione del F. Santerno, dove è tuttavia presente la trasgressione eopliocenica.

Le microfaune appartengono alla cenozona a *Globorotalia margaritae*, subzone a *Globorotalia hirsuta praehirsuta*, a *G. puncticulata* e a *G. bononiensis*. Si assiste alla scomparsa progressiva di *Globigerina nepenthes* TODD, di *G. druryi* AKERS e di *Sphaeroidinellopsis* spp.; abbon-

<sup>1</sup> Anche per i terreni plio-pleistocenici si è adottata una suddivisione fondamentale cronostatigrafica anziché solo formazionale. Per quanto riguarda le suddivisioni e le datazioni di questo intervallo di tempo ci siamo basati su RUGGIERI G. e SELLI R., 1948.

dano invece, oltre agli indicatori zonali, *Uvigerina rutila* CUSHMAN e TODD e *Lagenidae*.

La cenozona a *Globorotalia margaritae* corrisponde in parte alla cenozona (Ostracodi) a *Cytherella vulgata* (COLALONGO, 1968), caratterizzata da una ostracofauna a poche specie: *Cytherella vulgata* RUGGIERI, *Henryhowella asperrima* (REUSS), rare *Krithe ariminensis* RUGGIERI, *Parakrithe* aff. *dactylomorpha* RUGGIERI e *Paijenborchella malatensis* KIGMA. La parte più alta del Pliocene inferiore è caratterizzata dall'inizio della cenozona a *Leptocythere bacescoi*.

Abbondano in genere le malacofaune,<sup>1</sup> tra cui le più significative sono: *Turritella* (*Toruloidella*) *spirata* (BR.), *Turris* (*Gemmula*) *rotata* (BR.), *Bathythoma cataphracta* (BR.), *Turricula dimidiata* (BR.), *Dentalium* (*Fissidentalium*) *rectum* (GMELIN), rari *Flabellipecten flabelliformis* (BR.). Si ritrovano anche esemplari di *Gadilina triquetra* (BR.) che avranno sviluppo maggiore nel Pliocene medio.

11. P<sub>1</sub><sup>2</sup>, P<sub>1</sub><sup>3</sup>, P<sub>1</sub><sup>4</sup>, P<sub>1</sub><sup>5</sup> — Argille marnoso-siltose; sabbie, conglomerati; calcareniti organogene («spungone»). Pliocene medio.

I depositi del Pliocene medio compaiono con la massima estensione nell'angolo NO del Foglio, a contatto con i terreni caotici eterogenei e lungo il bordo pedeappenninico, fino a chiudersi nella struttura di Castrocaro. Il limite inferiore è ora continuo (a Ovest del F. Sintria), ora trasgressivo sul Pliocene inferiore o addirittura sul Messiniano. Il limite superiore è sempre continuo.

Predominano sedimenti pelitici (P<sub>1</sub><sup>2</sup>) con argille marnose, siltose, grigie o grigio-azzurre, laminate nella parte alta, con arenarie da veli millimetrici a banchi di oltre 1 m; a volte queste intercalazioni prendono il sopravvento sulla porzione pelitica e costituiscono vere e proprie lenti sabbiose (P<sub>1</sub><sup>2</sup>) di estensione notevole (a nord di Borgo Tossignano). Del

<sup>1</sup> Le malacofaune plio-pleistoceniche sono tratte da PADOVANI A. e TAMPIERI R., 1970. Altre utili informazioni possono essere reperite sui numerosi lavori di RUGGIERI G.

resto un aumento degli apporti terrigeni è particolarmente evidente lungo tutto il margine nord-occidentale del bacino romagnolo, con una sedimentazione più grossolana e più cospicua; si osservano qui tre grosse lenti di conglomerati poligenici, a basso grado di cementazione, con stratificazione poco netta ( $P_{cg}^2$ ), intercalati entro le argille. Da un punto di vista mineralogico queste ultime appaiono costituite da montmorillonite per il 35%, illite per il 35%, caolinite per il 16% e clorite per il restante 14%.

Mentre ad ovest i depositi del Pliocene medio sono continui su quelli dell'inferiore, all'altezza della valle del F. Sintria compare la trasgressione mesopliocenica che prosegue verso SE fino ad allacciarsi alla coeva grande trasgressione marchigiana (SELLI, 1951, 1954) e dell'Italia meridionale (SELLI, 1962); essa non è riconoscibile sul terreno, ma solo dalla lacuna rivelata da studi biostratigrafici. Nei pressi di Castrocaro alla base della trasgressione si osserva il più alto dei due orizzonti di « spungone » (il primo compare alla base dei terreni del Pliocene medio, in continuità su quelli dell'inferiore). Si tratta di una calcarenite da media a grossolana ( $P_c^2$ ), ricchissima di resti di Molluschi, Brachiopodi, Foraminiferi tra cui Anfistegine, ecc. (RUGGIERI, 1950, 1957, 1962, ecc.).

Lo spessore dei depositi del Pliocene medio è alquanto variabile: da valori massimi nella porzione nord-occidentale del bacino, dove la sedimentazione è non solo continua, ma anche più cospicua (537 m misurati nella sezione del F. Santerno), si scende a valori ridotti verso SE, dove compare la trasgressione (53 m misurati a nord di Brisighella).

Dal punto di vista biostratigrafico (COLALONGO, 1968) il Pliocene medio è caratterizzato dalla cenozona a *Globorotalia* gr. *crassaformis* e più precisamente dalle subzone a *G. aemiliana* e a *G. crassaformis*.

La prima presenta tanatocenosi prevalentemente planctoniche, con *Globigerina paraboloides* BLOW, *G. praebulloides* BLOW, *Globorotalia bononiensis* DONDI, *G. punctulata padana* DONDI e PAPETTI; rare *Globigerina apertura* CUSHMAN, *G. decoraperta* TAKAYANAGI e SAITO, *Globigerinoides* gr. *trilobus* REUSS; tra i bentonici *Bolivina alata* SEGUENZA, *Bulimina affinis* D'ORBIGNY, *B. fusiformis* WILLIAMSON, *B. ovata* D'ORBIGNY, *Cibicides agrigentinus* (SCHWAGER), *C. boueanus* (D'ORBIGNY), *Mar-*

*ginulina crebica* SEGUENZA, *Plectofrondicularia semicosta* (KARRER); verso l'alto compaiono *Bulimina aculeata basispinosa* TEDESCHI e ZANMATTI, *Marginulina filicostata* FORNASINI, *Uvigerina peregrina* CUSHMAN.

La subzona a *Globorotalia crassaformis* è caratterizzata oltre che dalla comparsa dell'indicatore zonale, dalla diminuzione di *Globorotalia bononiensis* DONDI, dalla scomparsa di *Globigerina decoraperta* TAKAYANAGI e SAITO; si fanno più frequenti *Globigerina bulloides* D'ORBIGNY e *Globigerinoides* gr. *ruber* (D'ORBIGNY). Tra i bentonici ricordiamo *Bolivina alata* SEGUENZA, *B. usensis* CONATO, *Bulimina marginata* D'ORBIGNY, *Eponides frigidus granulatus* DI NAPOLI.

Per quanto riguarda gli Ostracodi, alla sommità del Pliocene inferiore ha inizio la cenozona a *Leptocythere bacescoi*, che continua per quasi tutto il Pliocene medio con *Carinocythereis turbida* (G. W. MULLER), *Krithe praetexta monosteracensis* (SEGUENZA), *Mutilus (Mutilus) venus* (SEGUENZA), *Neocytherideis senescens* (RUGGIERI) e *Semicytherura incongruens* (G. W. MULLER).

La parte sommitale dei depositi del Pliocene medio è occupata dalla cenozona a *Leptocythere transiens*, che prosegue fino al termine del Pliocene.

La malacofauna, oltre che dal grande sviluppo di *Gadilina triquetra* (BR.), è caratterizzata dalla presenza di *Nassarius (Profundinassa) turbinellus* (BR.), *Parvamussium (Parvamussium) duodecimlamellatum* (BRONN.), *Yoldia excisa* (PHIL.).

12.  $P_a^3$ ,  $P_b^3$ ,  $P_r^3$  — Argille marnose grigie; sabbie; conglomerati. Pliocene superiore.

Anche i depositi del Pliocene superiore affiorano al bordo esterno della monoclinale pedeappenninica. Sia il limite inferiore che quello superiore sono continui con le formazioni adiacenti, non marcati da variazioni litologiche e si riconoscono solo sulla base di studi paleontologici; in particolare si fa coincidere il superiore con il marcato raffreddamento climatico denunciato dalla fauna marina (SELLI, 1967).

Prevalgono argille marnoso-siltose grigie o grigio-azzurre, lievemente sabbiose, spesso ben stratificate, con laminazione parallela nella parte alta (P<sup>3</sup><sub>a</sub>). Compaiono anche intercalazioni di sabbie a grana fine o media, gradate alla sommità della successione, che talora prevalgono nettamente nei confronti della sedimentazione pelitica (P<sup>3</sup><sub>s</sub>); queste lenti sabbiose sono frequenti, come già nel Pliocene medio, verso il margine NO del bacino. Dal punto di vista mineralogico non si notano, nella porzione argillosa, differenze sostanziali rispetto al Pliocene medio: montmorillonite 30%, illite 38%, caolinite 18%, clorite 14%.

Nei dintorni di Castrocaro, oltre ai due livelli di « spungone » già citati per il Pliocene medio, ne compare un terzo intercalato nella parte basale dei depositi del Pliocene superiore; si tratta anche qui di una calcarenite organogena abbastanza ben cementata e ricca di materiale arenaceo, simile a quella descritta in precedenza.

Anche per i depositi del Pliocene superiore gli spessori decrescono da NO verso SE; nelle sezioni misurate si va da un massimo di 628 m lungo la valle del Santerno a un minimo di 214 m presso la valle del Lamone. Non è tuttavia escluso che si abbia un nuovo aumento di spessore nei pressi di Castrocaro.

Il Pliocene superiore è indicato (COLALONGO, 1968) dalla cenozona a *Globorotalia inflata*, con prevalenza delle specie bentoniche sulle planctoniche; tra queste ultime ricordiamo *Globigerina bulloides* D'ORBIGNY, *G. pachyderma* (EHRENBERG), *G. quinqueloba* NATLAND, *G. trilocularis* D'ORBIGNY, *Globigerinoides elongatus* D'ORBIGNY, *G. gr. ruber* (D'ORBIGNY), *G. ruber pyramidalis* (VAN DEN BROECK), *Globorotalia incompta* (CIFELLI) e *G. aff. scitula* (BRADY). Verso l'alto compaiono *Globigerina dutertrei* D'ORBIGNY, *Globigerinoides conglobatus* (BRADY), *Globorotalia inflata trigonula* (D'ORBIGNY), *G. oscitans* TODD. Tra le forme bentoniche: *Anomalina ornata* (COSTA), *Bolivina catanensis* SEGUENZA, *Bulimina pupoides* D'ORBIGNY, *Cassidulina neocarinata* THALMANN, *Cibicides pachyderma* (RZEHAK), *Dorothia gibbosa* (D'ORBIGNY), *Eponides frigidus granulatus* DI NAPOLI, *Valvulinaria bradyana* (FORNASINI).

A questa cenozona a Foraminiferi corrisponde quella ad Ostracodi a *Leptocythere transiens*, che tuttavia comincia alla sommità dei terreni

del Pliocene medio; tra gli esemplari più significativi ricordiamo: *Leptocythere ramosa* (ROME), *L. transiens* PUCCI, *Callistocythere diffusa* (G. W. MULLER), *Eucytherura gullentopsi* RUGGIERI, *Nestoleberis communis* G. W. MULLER.

La malacofauna è presente essenzialmente con *Aporrhais* (*Aporrhais*) *uttingerianus* (RISSO), *Gymnopela brevis pliorecens* RUGGIERI; compaiono *Turritella* (*Turritella*) *tricarinata* (BR.) f. *pliorecens* SCALIA, *Nassarius* (*Amyclina*) gr. *semistriatus* (BR.), *Aequipecten* (*Aequipecten*) *opercularis* (L.). La fine del Pliocene è comunque caratterizzata dalla scomparsa di *Hadriana brocchi* (MONTS.) f. *ecarinata*, *Turricula nodulifera* (PHIL.) e *Gadilina triquetra* (BR.).

13. Q<sub>a</sub><sup>1</sup>, Q<sub>s</sub><sup>1</sup> — Argille marnose grigio-azzurre; sabbie con intercalazioni argillose. Pleistocene inferiore (Calabriano, Emiliano, Siciliano).

Occupano un'ampia fascia pressoché continua al bordo nord-orientale della monoclinale pedeappenninica. Seguono in continuità agli analoghi sedimenti del Pliocene, mentre sono troncati superiormente dalla trasgressione mesopleistocenica.

Ad ovest del F. Senio sono frequenti, al letto o intercalate nella porzione basale, lenti di sabbie giallastre a grana fine o media, listate, talora gradate, con livelli lignitiferi, alternate a marne argillose e siltose (Q<sup>1</sup>).

La maggior parte della serie eopleistocenica è comunque ancora in facies pelitica: argille marnoso-siltose grigie o grigio-azzurre, frequentemente laminate, con intercalazioni sabbiose di vario spessore decrescenti verso l'alto (Q<sub>a</sub><sup>1</sup>); compaiono alla fine del Pliocene le prime laminazioni parallele che proseguono molto frequenti fino al termine del Siciliano; molto diffusi sono pure i livelli di lignite; laminazioni incrociate si osservano anche nella parte medio-superiore (Emiliano-Siciliano) della serie. A volte sono presenti anche piccoli frammenti sottomarini. Dal punto di vista mineralogico non sembrano intervenire modificazioni sostanziali; la montmorillonite tuttavia non supera il 25%, l'illite si mantiene tra il 40 e il 45%, mentre la caolinite raggiunge il 20% e la clorite il 18%, in accordo con l'evoluzione che già si era riscontrata nel Pliocene.

Dare gli spessori della serie eopleistocenica appare alquanto problematico, sia per le notevoli variazioni da zona a zona, sia per la presenza della trasgressione « milazziana » che ha a volte abbondantemente eroso il tetto della serie (lungo la valle del Lamone, ad esempio, mancano completamente il Siciliano e probabilmente anche parte dell'Emiliano); lungo la valle del F. Santerno è stato misurato uno spessore complessivo di circa 1100 m e questo è con tutta probabilità lo spessore massimo affiorante nel Foglio.

Il Calabriano è definito dalle due cenozone a *Globigerina pachyderma* ed a *Hyalinaea baltica*; la prima di queste è caratterizzata da un notevole ridursi nel numero delle specie, tra le quali ricordiamo (COLALONGO, 1968), *G. dutertrei* D'ORBIGNY, *G. pachyderma* EHRENBERG, *Globigerinoides conglobatus* (BRADY), *Globorotalia* aff. GALLOWAY e WISSLER, *G. incompta* (CIFELLI), *G. inflata trigonula* (D'ORBIGNY), *G. oscitans* TODD, *G. aff. scitula* (BRADY); fra i bentonici ricordiamo *Ammonia beccarii papillosa* (BRADY), *Bulimina etnea* SEGUENZA, *B. marginata* D'ORBIGNY.

La cenozona a *Hyalinaea baltica* presenta per i planctonici una associazione assai simile alla precedente, accompagnata però da un notevole aumento delle forme bentoniche, tra cui *Ammonia perlucida* (HERON, ALLAN e EARLAND), *Bolivina alata* SEGUENZA, *Bulimina etnea* SEGUENZA, *Cassidulina neocarinata* THALMANN, *C. bradyi* (NORMAN), *Hyalinaea baltica* (SCHROETER), *Loxostomum karrerianum* (BRADY), *Uvigerina mediterranea* HOFKER.

Il Calabriano è anche definito da due cenozone a Ostracodi e precisamente a *Neocytherideis fasciata-Cytheropteron ruggierii* ed a *Leptocythere multipunctata*. La prima di queste presenta oltre agli indicatori zionali: *Mutilus (Mutilus) cimbaeformis vitrocintus* (RUGGIERI), *Cyprideis torosa* (JONES), *Miocyprideis italiana* MOOS, *Neocytherideis complicata* (RUGGIERI). La seconda: *Costa edwardsii edwardsii* (ROEMER), *Krithe compressa compressa* (SEGUENZA), *K. praetexta monosteracensis* (SEGUENZA), *K. cf. reniformis* G. W. MULLER, *Semicytherura punctata* (G. W. MULLER).

Nell'Emiliano è presente un numero scarso di specie; tra i Forami-

niferi ricordiamo principalmente *Globorotalia incompta* (CIFELLI) e *Cassidulina neocarinata* THALMANN; tra gli Ostracodi: *Leptocythere multipunctata* (SEGUENZA) e *Loxococoncha turbida* G. W. MULLER.

Nel Siciliano la tanatocenosi a Foraminiferi è costituita essenzialmente da *Globigerina dutertrei* D'ORBIGNY, *G. pachyderma* (EHRENBERG), *Globorotalia inflata* (D'ORBIGNY), *G. scitula* (BRADY), *Bulimina elegans marginata* FORNASINI, *B. fusiformis marginata* FORNASINI, *Cassidulina neocarinata* THALMANN, *Hyalinaea baltica* (SCHROETER), *Uvigerina mediterranea* HOFKER. Tra gli Ostracodi si rinvencono *Cytheropteron testudo* SARS, *C. ruggierii* PUCCI, *Costa edwardsii edwardsii* (ROEMER).

Per quanto riguarda infine le malacofaune, il Pleistocene inferiore è caratterizzato dalla diffusione di alcune specie come *Turritella (Turritella) tricarinata* (BR.) f. *pliorecens* SCALIA, *Nassarius (Amyclina) gr. semistriatus* (BR.), *Aequipecten (Aequipecten) opercularis* L. e dalla comparsa di *Chione (Timoclea) ovata* (PENN.), *Pitaria (Pitaria) rudis* (POLI), *Callista (Callista) chione* (L.), *Chlamys (Flexopecten) septemradiata* (MULL.), *Arctica (Arctica) islandica* (L.), *Panopaea norvegica* (L.).

14. Q<sup>2</sup> — *Sabbie gialle e conglomerati. Pleistocene medio* (« Milazziano »<sup>1</sup>).

Affiorano in placche irregolari e discontinue ai margini estremi del versante appenninico, a ridosso della pianura.

Il limite inferiore è trasgressivo, marcato da una netta discordanza e dalla diversa litologia; il limite superiore con le alluvioni terrazzate e dell'alta pianura è a volte distinguibile solo dalle caratteristiche morfologiche.

Al di sopra delle argille marnoso-siltose pleistoceniche seguono in trasgressione arenarie grigio-giallastre a grana variabile, con frequenti ciottoli sparsi; conglomerati anche grossolani (elementi fino a 20-30 cm) a cementazione variabile, a stratificazione indistinta; calcareniti e arenarie calcaree ben cementate con qualche accenno di stratificazione, ricche di

<sup>1</sup> Il termine « Milazziano » è qui usato nell'accezione proposta da SELLI (1962) per definire l'intervallo di tempo compreso tra Siciliano e Tirreniano.



macrofossili; sottili intercalazioni spesso lentiformi di argille più o meno siltose o sabbiose, grigie, la cui composizione mineralogica è tutto sommato abbastanza simile a quella delle sottostanti: montmorillonite 22%, illite 42%, caolinite e clorite 18%. I rapporti tra questi diversi tipi litologici sono di passaggio sia verticale, che laterale. Frequenti sono le laminazioni e le stratificazioni incrociate. Le caratteristiche generali indicano (G. CREMONINI, C. ELMI e A. MONESI, 1969) un ambiente litoraneo-deltizio con probabili apporti di origine eolica. L'attribuzione di questi depositi al « Milazziano » si basa sul ritrovamento di faune oligotipiche con caratteri nettamente temperati o temperato-caldi (SELLI, 1962).

Gli spessori di questi depositi, che hanno spesso una giacitura sub-orizzontale, sono molto variabili; se nella valle del F. Santerno (dintorni di Imola, Foglio 88) è stato misurato uno spessore di 54 m (CREMONINI G., ELMI C. e MONESI A., 1969) e se SELLI 1962 parla di spessori fino a 150 m, si deve anche precisare che spesso non superano i pochi metri.

#### DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

15. f<sup>1</sup>, f<sup>2</sup>, f<sup>3</sup>, f<sup>4</sup> — *Alluvioni ghiaioso-sabbiose in quattro ordini di terrazzi. Pleistocene superiore.*

Sono presenti in lembi più o meno continui lungo le valli che attraversano l'Appennino e si raccordano con le alluvioni dell'alta pianura. Sono stati riconosciuti e cartografati 4 diversi ordini di terrazzi, disposti a quote diverse sul fondo-valle. In esse non sono state tenute distinzioni di carattere litologico; prevalgono comunque nettamente i depositi ghiaiosi e sabbiosi, raramente con lenti argillose intercalate. In corrispondenza con il raccordo con l'alta pianura (III e IV ordine, cioè f<sup>3</sup> e f<sup>4</sup>) si ha un netto prevalere della porzione sabbiosa. Il limite con i sottostanti depositi litoraneo-deltizi del « Milazziano » è netto anche se spesso non è evidente a causa dell'identità litologica e delle coperture. I limiti tra i vari ordini di terrazzi sono invece marcati da ripe e scarpate spesso verticali.

16. a<sub>s</sub>, a<sub>as</sub>, a<sub>a</sub> — *Alluvioni della pianura: sabbiose, argilloso-sabbiose, argillose. Olocene.*

Sono presenti solo nell'angolo NE del foglio. Le distinzioni tenute, basate su considerazione litologiche e granulometriche (sabbie prevalenti, mescolanza di argilla e sabbia, argille prevalenti) indicano una disposizione subparallela agli attuali corsi d'acqua. Dal punto di vista morfologico non è sempre netto il limite fra il IV terrazzo delle alluvioni e questi depositi di pianura.

17. a, dt — *Alluvioni attuali dei fondo-valle; detrito di falda. Olocene.*

Lungo tutte le incisioni fluviali sono state inoltre segnate le alluvioni attuali dei fondo-valle, almeno là dove hanno estensioni sufficienti da essere cartografate; si tratta di depositi ghiaiosi, in parte sabbiosi ed argillosi.

Dei detriti di falda sono stati cartografati solo i più cospicui, particolarmente quelli presenti alla base della « vena del gesso ».

## V — TETTONICA

Nel Foglio 99 « Faenza » sono riconoscibili quattro elementi tettonici fondamentali:

- 1) coltre gravitativa;
- 2) sovrascorrimento del « macigno »;
- 3) pieghe-faglie e pieghe della Formazione marnoso-arenacea;
- 4) monoclinale pedeappenninica.

La coltre gravitativa compare solo nell'angolo NO del Foglio e il sovrascorrimento in quello SO; le pieghe e pieghe-faglie e la monoclinale pedeappenninica sono invece ampiamente rappresentate.

### 1. COLTRE DI SCIVOLAMENTO GRAVITATIVO.

Essa comprende prevalentemente i terreni caotici eterogenei entro i quali si trovano sparsi e variamente scompaginati frammenti di varie dimensioni di altre unità liguri ed emiliane; l'assetto caotico è l'effetto di grandi traslazioni orizzontali con provenienza da SO, dovute a scivolamenti gravitativi regionali. L'arrivo della coltre in esame non è tuttavia coevo in ogni suo punto; gli affioramenti di essa presso Casaglia e presso Coniale rappresentano infatti un primo arrivo della coltre, databile al Serravalliano inferiore, in concomitanza con il grande franamento sottomarino e durante la sedimentazione della marnoso-arenacea. Successivamente si ha l'arrivo di una nuova coltre il cui movimento prosegue a più riprese fino al Pliocene medio.

L'ultima ripresa di movimento è da collegarsi alla fase tettonica pliocenica tipica di tutto l'Appennino emiliano, romagnolo e marchigiano

(SELLI, 1954) ed al proseguimento, sia pure in misura minore, dei movimenti nel Pleistocene inferiore.

### 2. SOVRASCORRIMENTO DEL « MACIGNO ».

Nel Foglio 99 è presente solo in un minimo tratto nell'estremo angolo SO, ma si estende ampiamente negli adiacenti Fogli 98 « Vergato » e 107 « Monte Falterona », lungo il crinale tosco-emiliano (dorsale del M. Falterona o dorsale appenninica principale di MERLA e BORTOLOTTI, 1969). Si tratta di una grande linea di dislocazione con piano variamente inclinato, talora prossimo alla suborizzontalità, vergente a NE, che porta ovunque la Formazione del macigno in una posizione che può definirsi semiautoctona, perché in parte scollata dal suo substrato. L'età di questo movimento è certamente posteriore al Serravalliano e con ogni probabilità è del Pliocene inferiore e inizio del medio (SELLI, 1967).

### 3. TETTONICA DELLA FORMAZIONE MARNOSO-ARENACEA ROMAGNOLA.

Questa formazione è caratterizzata da pieghe e pieghe-faglie con orientamento appenninico NO-SE, con locali variazioni.

In linea generale le sinclinali sono a largo raggio, con fianco sud-occidentale più ridotto e raddrizzato e con quello nord-orientale più dolce ed esteso. Le anticlinali sono invece per lo più assai strette e con fianchi ripidi, rovesciate verso NE, spesso passanti a pieghe-faglie. In qualche caso ciò accade anche nel nucleo delle sinclinali, in specie in quelle rovesciate.

Le pieghe-faglie hanno piano assiale a inclinazione variabile da subverticale fino a 50-60°; la tettonizzazione è spesso intensa, con ampi pacchi di strati verticali o rovesciati o anche notevolmente scompaginati. La vergenza è sempre marcata verso NE.

Vengono qui rapidamente descritte le strutture più importanti del foglio, seguendo un ordine da SO verso NE.:

1) *Sinclinale di Fornello*: fortemente asimmetrica, con fianco meridionale subverticale o rovesciato, settentrionale ancora immergente verso

NO; si estende nell'adiacente Foglio 98 dove si immerge sotto la coltre gravitativa ce; affianca da vicino e con andamento parallelo il sovrascorrimento del « macigno » (sezione I);<sup>1</sup>

2) *sinclinale di Casaglia*: è un'ampia piega, con fianchi quasi simmetrici, poco ondulati, che si chiude presso Campigno. Nel suo fianco meridionale compare l'orizzonte di franamento sottomarino che ha coinvolto anche i terreni caotici eterogenei. E' accompagnata a SO da piccole pieghe e da una faglia (sezione I);

3) *piega-faglia di Palazzuolo-M. Susinelli-M. Piano*: si tratta di una struttura notevolmente estesa, che prosegue per un lungo tratto nel Foglio 107, appunto fino a M. Piano, dove il piano di scorrimento diventa suborizzontale e coinvolge anche terreni alloctoni (sezione IV del Foglio 107). Essa chiude a NE il fianco settentrionale della sinclinale di Casaglia. L'inclinazione del piano di faglia è varia, ma sempre abbastanza prossima alla verticale, almeno nella zona in esame (sezione I: P.gio Pianaccia);

4) *piega-faglia di M. Faggiola e sinclinale di Marradi*: si tratta praticamente di un'unica struttura, che nei suoi tratti NO e SE (al passaggio col Foglio 107) ha evidenti caratteri di piega-faglia (sezione I: P.gio Pianaccia), mentre lungo tutta la sua porzione centrale è riconoscibile come una sinclinale compressa e asimmetrica, con fianco sud quasi ovunque rovesciato. Corre praticamente parallela alla precedente, alla quale a volte si avvicina notevolmente (a sud di Marradi);

5) *anticlinale di M. Cavallara*: il fianco sud è suborizzontale, quello nord mediamente inclinato (l'asimmetria appare quindi invertita rispetto alla situazione normale); nel suo tratto più orientale diventa una piega-faglia con piano assiale quasi verticale, accompagnata (presso Querciolano) da altre faglie locali e da ondulazioni più o meno accentuate presso Portico e S. Benedetto (sezione II);

<sup>1</sup> Le sezioni geologiche citate sono rappresentate sul Foglio geologico.

6) *piega-faglia di Mercatale-Abeto*: è dapprima un nucleo anticlinale fortemente compresso, con fianco nord rovesciato e accompagnato da una piega-faglia analoga (faglia di Rio Cestina, sezione I); nel suo tratto più orientale passa ad una anticlinale asimmetrica con fianchi ripidi;

7) *sinclinale di Rocca S. Casciano-Civitella*: piega ampia e continua, con fianchi via via più inclinati verso NE, dove si interrompe contro la struttura seguente;

8) *piega-faglia di M. S. Piero*: separa due pacchi estesi di strati ora rovesciati verso SO, ora verticali, dove a volte lo scompaginamento è notevole; è seguita quasi parallelamente da una piega-faglia analoga, che si estende maggiormente verso NO, da Tontola fino a Senzano (sezione II);

9) *strutture di M. Chioda-M. di Tura-M. Pratello*: si tratta di un fascio di pieghe molto vicine tra loro, quindi fortemente compresse, irregolari e spesso appena riconoscibili; l'andamento degli assi presenta diverse ondulazioni da NNO-SSE a O-E ed anche fino a OSO-ENE. Non è escluso che queste pieghe passino poi alle pieghe-faglie 8 e 10;

10) *piega-faglia di Calboli*: interessa apparentemente il nucleo di una sinclinale al cui fianco nord affiorano terreni di età tortoniana (mentre tutte le strutture descritte finora interessano in affioramento i termini langhiano-serravalliani della Formazione); il rigetto è comunque limitato e decresce rapidamente verso NO (nella sezione II la piega-faglia non è più presente);

11) *sinclinale di S. Zeno*: con orientamento quasi N-S, interessa i termini più alti della successione fino al Pliocene inferiore, dove tuttavia si riduce ad una semplice ondulazione. Presso Castrocaro è probabilmente affiancata a NE da una debole ondulazione anticlinale che, nei termini pliccenici argillosi, non è facilmente riconoscibile.

#### 4. MONOCLINALE PEDEAPPENNINICA.

Interessa i termini più recenti della Successione romagnola, a partire

dal Messiniano. Anche l'orientamento di questa struttura è tipicamente appenninico, cioè NO-SE; l'inclinazione è varia, in generale decrescente nei terreni più recenti, da un massimo di 30-35° per la Formazione gessoso-solfifera ad una giacitura suborizzontale per i depositi « milazziani » che chiudono la successione. Possono esservi complicazioni locali che tuttavia non disturbano mai in modo rimarchevole questo assetto sostanzialmente tranquillo. Al suo estremo bordo nordoccidentale la monoclinale pedeappenninica è in parte ricoperta da alcune unità liguri ed emiliane (coltre gravitativa); questo ricoprimento, con andamento trasversale, ha coinvolto anche parte del Pliocene.

Il bacino romagnolo, che inizia nel vicino Foglio 98 « Vergato » e prosegue fino alla Val Marecchia e oltre, si è individuato all'inizio del Miocene (i termini più antichi della Formazione marnoso-arenacea romagnola appartengono infatti all'Aquitano) ed ha mantenuto fino a tutto il Pleistocene inferiori caratteri di subsidenza elevata, compensata da una cospicua sedimentazione; tuttavia l'asse subsidente del bacino si è spostato da SO verso NE, cioè da una posizione « interna » verso il margine della pianura padana; tale migrazione giustifica in parte la traslazione della coltre alloctona del T. Sillaro anche in seguito all'arrivo della coltre di Casaglia. A parte questi che possono essere definiti dei movimenti « preliminari », le fasi tettoniche principali che hanno interessato l'Appennino romagnolo sono individuabili nel Pliocene inferiore e medio; l'emersione definitiva è avvenuta nel Pleistocene medio.

## VI — MORFOLOGIA

Dal punto di vista morfologico, le formazioni affioranti possono raggrupparsi in tre unità: *a*) i Flysch oligo-miocenici (« macigno » e « marnoso-arenacea romagnola »); *b*) le formazioni prevalentemente argillose della monoclinale pedeappenninica e le « argille scagliose »; *c*) le alluvioni dei fondovalle e della pianura. Alla loro distribuzione in fasce parallele alle direttrici appenniniche sono legati gli aspetti morfologici tipici dell'area considerata, costituiti da una zona montuosa interna, con quote che superano i 1200 m, da una fascia di media e bassa collina e da una area di pianura.

Nell'area di affioramento dei primi, occupanti i tre quarti del Foglio, i pendii sono scoscesi, con i fiumi fortemente incassati. Gli elementi strutturali e morfologici spesso non coincidono: ad esempio le dorsali di M. Carzolano e di M. della Serra corrispondono a sinclinali (v. profili geologici annessi al Foglio). Le forme si fanno gradualmente meno aspre procedendo verso i terreni più recenti, dove il rapporto arenarie/marne è favorevole a queste ultime.

Sulle marne tortoniane e sulle argille plioceniche spicca con notevole contrasto la « vena del gesso », con pareti verticali intagliate nella testata degli strati e accompagnate da detriti di falda. Nel gesso si manifesta un intenso carsismo, con inghiottitoi, doline (« trabucchi ») e grotte; tra queste la grotta del Re Tiberio, tra Brisighella e Riolo e l'Abisso L. Fantini a M. Rontana (Brisighella).

Le formazioni argillose o prevalentemente argillose della fascia esterna pedeappenninica sono modellate in forma di colli poco elevati, privi di vegetazione arborea, intaccati da estesissime plaghe a calanchi;

questi sono irregolarmente disposti nelle « argille scagliose », mentre sono incisi prevalentemente in corrispondenza delle testate degli strati delle argille plio-pleistoceniche.

Verso N seguono, con passaggio graduale ma rapido, le forme regolari dei bassi colli che bordano la pianura, modellati nelle sabbie « milazziane ».

La zona di alta pianura, con terrazzi poco pronunciati e basse dorsali allungate parallelamente ai corsi d'acqua e coincidenti con alvei antichi, si estende e si addentra profondamente nell'area collinare con larghe fasce di alluvioni terrazzate, che raggiungono ampiezze notevoli (oltre 2 km) in corrispondenza delle formazioni argillose della monoclinale pedeappenninica.

Il reticolo idrografico principale è costituito da una serie di valli a profilo simmetrico e ad andamento trasversale agli assi tettonici (valli antecedenti). Il reticolo secondario è impostato invece parallelamente alle strutture e spesso coincide con le zone o le linee di faglia; i profili, condizionati dalla giacitura degli strati, sono asimmetrici.

Nel loro tratto medio e inferiore i corsi d'acqua principali hanno valli meandriche fortemente incassate: è evidente un loro recente ringiovanimento, databile al Pleistocene superiore.

Il grado di erodibilità dei terreni è scarso o medio nelle formazioni fliscioidi; cresce rapidamente verso l'alto (marne tortoniane) e raggiunge il massimo nelle argille pedemontane, per ridursi poi ancora in corrispondenza delle sabbie « milazziane » e dei depositi alluvionali.

La franosità nell'area di affioramento della Formazione marnoso-arenacea e del « macigno » è ridotta: i movimenti che vi si osservano sono classificabili come « scivolamenti lungo superfici precostituite », ossia lungo i giunti di stratificazione: tra questi si segnala la grande frana di Campigno.

Nelle argille plio-pleistoceniche e soprattutto nei terreni caotici eterogenei i dissesti sono assai più numerosi e diffusi: si tratta nelle zone calanchive di colamenti di materiale imbevuto e, al di fuori di questi, di scoscendimenti o di soliflusso. In queste ultime aree si segnala la

frana di Tossignano, che interessa per oltre 1 km la strada di accesso all'abitato: l'imbibizione del materiale in frana è connessa con le emergenze idriche presenti al contatto con le rocce fortemente permeabili per carsismo della « vena del gesso ». Si segnalano ancora le imponenti colate argillose della valle del Sillaro.

## VII — GEOLOGIA APPLICATA

### MATERIALI DA COSTRUZIONE

Come *pietra da taglio* trovano impiego locale le arenarie della Formazione marnoso-arenacea romagnola: tuttavia si hanno solamente cave ad attività saltuaria ed occasionale, più frequenti nella zona interna (Rocca San Casciano-pietra colombina), dove le caratteristiche litologiche e meccaniche, come cementazione e rapporto arenarie-marne, sembrano essere più favorevoli. Spesso coltivato è il grosso banco calcarenitico di notevole estensione e spessore (segnalato da RENZI, 1964) nei dintorni di Marradi e Palazzuolo.

Si riportano qui alcune proprietà tecniche delle rocce in questione (BULI, 1936).

Durezza (Mohs) . . . . .	6
Peso specifico . . . . .	2,650
Peso unità di vol. . . . .	2,623
Densità . . . . .	0,990
Imbibizione (% in peso) . . . . .	0,636
Porosità reale . . . . .	0,010
Porosità apparente . . . . .	1,668
Resistenza alla compressione (kg/cmq) . . . . .	759
Resistenza all'urto (Page) . . . . .	6
Resistenza all'attrito radente * . . . . .	0,51
Gelività . . . . .	negativa
Potere legante (Page) . . . . .	18

(\* Granito di S. Fedelino = 1)

*Gesso*: nella cosiddetta « vena del gesso » si aprono due grandi cave con coltivazione su scala industriale: la cava di Rio Sgarba presso Borgo Tossignano e la cava di Rivola sul T. Senio.

La prima, non indicata sul foglio geologico in quanto di recente apertura, estrae pietra da gesso localmente trasformata.

Il materiale estratto nella seconda (Rivola) viene utilizzato come materia prima nella produzione di fertilizzanti.

Lungo la « vena » si hanno altre piccole cave, abbandonate o a coltivazione saltuaria.

*Ghiaie e sabbie* sono estratte in notevole quantità lungo gli alvei dei vari corsi d'acqua (Santerno, Senio, Lamone, ecc.), sia direttamente dalle alluvioni fluviali sia dai terrazzi più recenti (IV ordine).

L'estrazione accelerata ha determinato un accentuato ringiovanimento dell'alveo, che in qualche caso, come nel Santerno, con abbassamenti di molti m ha danneggiato gravemente le opere e le difese trasversali (ponte di Codrignano, diga di Borgo Tossignano) ed ha depresso in misura notevole il livello delle falde direttamente alimentate dal fiume (Fontanelice).

*Pietrisco* e materiali stradali vari sono cavati nelle arenarie di Rocca S. Casciano e di Portico di Romagna.

*Calcari da cemento*: a tale scopo erano impiegati livelli marnoso-calcarei del Flysch miocenico affioranti presso Modigliana (la già citata « pietra colombina ») e presso S. Cassiano in Val di Lamone, tra S. Martino in Gattara e la predetta località.

*Argille* per ceramica e laterizi: per le notissime ceramiche di Faenza e di Imola sono utilizzate con opportune correzioni le argille plio-pleistoceniche diffusamente affioranti nella fascia pedecollinare. Mentre per le prime non si hanno estrazioni su scala industriale, in quanto si tratta di attività eminentemente artigianali (cava di S. Cristoforo), per le ceramiche imolesi, di impiego edilizio, sono in coltivazione due grandi cave, di cui una di recentissima apertura: la prima è in destra Santerno, a valle della località Codrignano, nelle argille calabriane; la seconda

in sponda sinistra, a ridosso di Casalfumanese, nelle argille del Pliocene. A valle di Borgo Tossignano sono cavate inoltre argille per laterizi, localmente lavorate.

Altre cave sono in località Castiglione, presso Faenza.

## IDROCARBURI

*Manifestazioni superficiali.* «Vulcanelli» di fango, connessi ad emanazioni di idrocarburi gassosi, si rinvengono in un certo numero nella valle del Sillaro, nelle «argille scagliose» (Sassuno, Rignano). Altre emergenze si hanno lungo il Rio Canilio, presso S. Clemente («Pozzo di Petrolio»). Tra le valli del Senio e del Santerno, emissioni di idrocarburi gassosi si trovano lungo il Rio Vecchio, presso Riolo, accompagnate da acque solfuree. Manifestazioni di petrolio e gas sono note alle «Salse di Bergullo» (localmente dette «bollitori» o «soffioni») con caratteristici vulcanetti di fango. Altre emissioni gassose sono segnalate a Portico (Inferno di Portico, Casa Forte, Bocconi) e nei dintorni di Marradi.

*Pozzi.* Le ricerche dell'A.G.I.P. hanno individuato alcune strutture produttive a gas, di cui la principale è ubicata nell'area del F. Santerno. I sondaggi esplorativi hanno superato i 3300 m.

La struttura del Santerno è formata da un'anticlinale che interessa Formazioni mioceniche, ad asse parallelo alle direttrici appenniniche; il culmine della struttura è eroso e fagliato ed è ricoperto trasgressivamente dal Pliocene inferiore in facies argillosa.

Il gas si trova all'apice della struttura e impregna alternanze arenacee e marnose attribuite al Tortonian. Il campo è attualmente in produzione.

Altre perforazioni sono state eseguite nella valle del Senio (Riolo), del Lamone (Quartolo), del Marzeno e del Samoggia, con profondità che vanno dai 400 ai 1800 m circa. Analoghe sono le condizioni geologiche e giacimentologiche.

Nella zona di Marradi è stato perforato un pozzo di 1244 m, su una struttura anticlinale a nucleo langhiano: si sono incontrate manifestazioni estese di gas e acque salate.

## IDROGRAFIA

### *Idrografia superficiale*

L'area del Foglio 99 è solcata da diversi corsi d'acqua: Sillaro, Santerno, Senio, Lamone, Marzeno, Montone, Rabbi e, per breve tratto, Bidente. Presentano un decorso parallelo con direzione trasversale agli assi orografici. Il reticolo secondario segue invece le direttrici appenniniche e coincide spesso con le grandi pieghe-faglie che modellano la Formazione marnoso-arenacea romagnola. Tutti i predetti corsi d'acqua appartengono al versante adriatico-padano; la linea di spartiacque corre nell'angolo sud-occidentale del Foglio, sul crinale della Giogana, da cui prende origine anche il T. Elsa che è tributario del versante tirrenico.

Per il T. Senio, limitatamente al bacino sotteso alla chiusura di Castel Bolognese (ANNALI IDROLOGICI, Sezione di Bologna), si hanno i seguenti valori di portate (anni 1951-67):

Portata max mc/s . . . . .	121,0	(304 il 5 ott. 1937)
» med mc/s . . . . .	3,17	
» min mc/s . . . . .	0,01	
Deflusso . . . . . mm	371,6*	
Afflusso . . . . . mm	1028,0	

(\* al netto delle portate derivate dal Canale dei Mulini).

Il regime è torrentizio di tipo mediterraneo, ad alimentazione pluviale ed in minima parte nivale.

Trasporto torbido (anni 1951-68):

Portata torbida annua media . . . . .	8,00	kg/s
Torbidità specifica annua media . . . . .	2,480	kg/mc
Deflusso torbido medio . . . . .	252,0	10 <sup>3</sup> tonn.
Portata torbida annua max . . . . .	1410	kg/sec
	86,4	kg/mc

Non si hanno indicazioni circa gli altri corsi d'acqua, ma le loro caratteristiche idrologiche li rendono praticamente confrontabili con il

LOCALITÀ	FONTE	Temperatura	Residuo fisso	Classifica chimica
Borgo Tossignano . . .	Rio Sgarba . . . . .	18°	1,01	salsa
	Rio Furina . . . . .	—	0,68	ferruginosa
	Figna . . . . .	—	—	solforea
Brisighella . . . . .	Colombarino . . . . .	14-17°	1,825	solforea
	Molino di Zana . . . . .	—	11,15	salso-iodica-solfato-alcalina
	Villa Spada o Rio Palazzo . . . . .	17,5°	3,53	salsa
Casola V. Senio . . . . .	Molino . . . . .	26,15°	22,89	salsa
	Acqua salata del Tufo . . . . .	—	—	salso-iodica
	Rio Prata . . . . .	26°	0,84	ferruginosa
	Rio Mongiardino . . . . .	26°	—	solforea
	Rio Peschiera . . . . .	26°	—	solforea
Castel Bolognese . . . . .	—	—	18,10	salso-iodica
	—	14°	3,24	ferruginosa
	—	12°	—	solforeo-salsa
Castrocaro . . . . .	Fonti Sorgara 1 . . . . .	12°	2,52	salsa
	» 2 . . . . .	17°	7,80	salso-bromo-iodica
	» 3 . . . . .	15°	13,57	salso-bromo-iodica
	Stabil. termale 1 . . . . .	—	41,74	salso-bromo-iodica
	» 2 . . . . .	—	21,10	salso-bromo-iodica
	» 3 . . . . .	—	6,56	salso-bromo-iodica
Dovadola . . . . .	Dovadola . . . . .	—	—	solforea
	Rupe del Piano . . . . .	12°	76,56	salso-iodica
	Rio Sordo . . . . .	16,25°	64,93	salso-iodica
	Barboni . . . . .	16°	—	ferruginosa
Faenza . . . . .	S. Cristoforo . . . . .	15°	12,35	salso-bromo-iodica
Linaro (Imola) . . . . .	Rio Montrone . . . . .	20°	39,00	salsa
Marradi . . . . .	Cappella . . . . .	12,5°	1,73	solforea
	Taluro . . . . .	12,5°	1,29	acidula
	Fossino . . . . .	12,5°	1,38	ferruginosa
Modigliana . . . . .	C. Stronchino . . . . .	12,5°	53,08	salso-iodica
Palazzuolo . . . . .	—	—	—	solforea
Riolo Terme . . . . .	Breta . . . . .	11,9°	0,9379	medio-minerale
	Angela . . . . .	13°	8,59	solforea
	Pura . . . . .	10,2°	1,193	solforea-salso-bromo-iodica
	Salsoiodica . . . . .	13,4	18,455	bicarbonato-solfato-alcalino-terrosa
	Rio Vecchio o Marziale . . . . .	—	1,79	salso-bromo-iodica
Rocca S. Casciano . . . . .	Pezzolo . . . . .	12,6°	5,73	ferruginosa

TAB. II

Senio, data l'identica natura del bacino, sia per la morfologia che per la geologia, nonché per gli afflussi meteorici.

### Sorgenti

Numerosissime sono le sorgenti nell'area del Foglio: i tipi predominanti sono classificabili come sorgenti di strato, di detrito, di vetta e di sbarramento per faglia. Frequenti le prime al contatto tra la Formazione marnoso-arenacea, in genere permeabile per fessurazione, ed i terreni caotici. Lungo il margine esterno dell'Appennino si allineano numerose emergenze di acque minerali, ferruginose, solfuree, salse e salso-iodiche, talora connesse a manifestazioni di idrocarburi gassosi; queste acque sono utilizzate dagli stabilimenti termali di Riolo, Brisighella, Castrocaro e, fuori dei limiti del Foglio, Castel S. Pietro e Bertinoro.

Nella precedente tabella II è riportato un breve elenco delle acque minerali segnalate e utilizzate, con le principali caratteristiche chimico-fisiche.

*Data di presentazione del manoscritto:* 14 novembre 1971.



## VIII — BIBLIOGRAFIA

- ACCORDI B. (1954), *Sul Pleistocene medio dell'Appennino bolognese-romagnolo*. « Ann. Univ. Ferrara », n. 1, sez. 9, « Sc. Geol. Min. », I, 9, Ferrara.
- ACCORDI B. (1956), *Un nuovo episodio marino nel Pleistocene medio dell'Appennino bolognese-romagnolo*. « Atti IV Cong. Int. Ciencias Prehist. » (Madrid, 1954), Saragoza.
- AGIP MINERARIA (1959), *I giacimenti gassiferi padani*. Atti del Convegno « I giacimenti gassiferi dell'Europa occidentale », Milano, 30 settembre-5 ottobre 1957. Acc. Naz. Lincei, Roma.
- ANNOSCIA E. (1966), *I Briozoi del Pliocene superiore di Capocolle (Collezione Zangheri)*. « Mem. Mus. Civ. St. Nat. », XIV, Verona.
- BARBIERI F., IACCARINO S., PETRUGGI F. (1967), *Il Pliocene del Subappennino Piacentino-Parmense-Reggiano*. « Mem. Soc. Ital. Sc. Nat. », XV, n. 3, Milano.
- BERTOLINO V. et al. (1968), *Proposal for a biostratigraphy of the Neogene in Italy based on planktonic Foraminifera*. « Gior. Geol. », s. 2, XXXV, 2, Bologna.
- BONARELLI G. (1941), *Discordanza fra Miocene e Pliocene nell'Appennino settentrionale*. « Boll. Soc. Geol. Ital. », LX, 2-3, Roma.
- BORSETTI A.M., CARLONI G.C., CATI F., CERETTI E., CREMONINI G., ELMI C., RICCI LUCCHI F. (1971), *Paleogeography of the Messinian in the Periadriatic Basin (Italy)*. « Atti VI Congr. Néog. Médit. » (in corso di stampa), Lyon.
- BULI U. (1936), *Materiali da massiciata stradale del Bolognese e delle Romagne*. « Giorn. Geol. », s. 2, XI, Bologna.
- CAMERANA E., GALDI B. (1911), *I giacimenti petroliferi dell'Emilia*. « Mem. descritt. Carta Geol. d'It. », XIV, Roma.
- CAPELLINI G. (1875), *Sui terreni terziari di una parte del versante settentrionale dell'Appennino*. « Mem. Accad. Sc. Istit. », IV, 2, Bologna.
- CAPELLINI G. (1888), *Sui resti di « Mastodon avernensis » recentemente scoperti a Spoleto, Pontremoli e Castrocaro*. « Mem. Accad. Sc. Istit. », IX, 9, Bologna.
- CATI F., BORSETTI A.M. (1968), *Biostratigrafia del Miocene in facies romagnola (Formazione marnoso-arenacea)*. « Giorn. Geol. », s. 2, XXXV, 2, Bologna.
- CIPRIANI C., MALESANI P.G. (1963 a), *Ricerche sulle arenarie. VII: La composizione mineralogica di una serie di rocce della formazione marnoso-arenacea*. « Per. Min. », XXXII (2-3), Roma.
- CIPRIANI C., MALESANI P.G. (1963 b), *Ricerche sulle arenarie. VIII: Determinazioni microscopiche sulle arenarie delle formazioni del macigno e marnoso-arenacea*. Ibid., Roma.
- CIPRIANI C., MALESANI P.G. (1963 c), *Ricerche sulle arenarie. IX: Caratterizzazione e distribuzione geografica delle arenarie appenniniche oligoceniche e mioceniche*. « Mem. Geol. Itl. », IV, 1, Bologna.
- COLALONGO M.L. (1968), *Cenozone a Foraminiferi ed Ostracodi nel Pliocene e basso Pleistocene della serie del Santerno e dell'Appennino Romagnolo*. « Giorn. Geol. », s. 2, XXXV, 3, Bologna.
- COLALONGO M.L., ELMI C., SARTONI S. (1971), *The Pliocene stratotypes and the Santerno section*. « Atti V Congr. Néog. Médit. » (in corso di stampa), Lyon.
- COLALONGO M.L., SARTONI S. (1967), *Globorotalia hirsuta aemiliana, nuova sottospecie cronologica del Pliocene in Italia*. « Giorn. Geol. », s. 2, XXXIV, 1, Bologna.
- CONATO V. (1952), *Una microfauna pliocenica del subappennino romagnolo*. « Boll. Uff. Geol. Ital. », LXXIV, Roma.
- CREMONINI G., ELMI C. (1971), *Note illustrative del Foglio 98 « Vergato »*. Roma.
- CREMONINI G., ELMI C., MONESI A. (1967), *La serie del Santerno (Imola)*. In: « Guida alle escursioni del IV Congresso del Neogene Mediterraneo », Bologna.
- CREMONINI G., ELMI C., MONESI A. (1969), *Osservazioni geologiche e sedimentologiche su alcune sezioni plio-pleistoceniche dell'Appennino Romagnolo*. « Giorn. Geol. », s. 2, XXXV, 4, Bologna.
- DE FRANCESCO A., TEDESCHI D. (1968), *Note stratigrafiche sul Miocene superiore della Pianura padana*. « Giorn. Geol. », s. 2, XXXV, 3, Bologna.
- DIREZIONE GENERALE DELLA SANITÀ PUBBLICA (1940), *Classifica delle acque minerali italiane autorizzate a tutto il 31 dicembre 1939*. « Suppl. Notiziario Amm. San. Regno », II, Roma.
- DONDI L., PAPETTI I. (1966), *Studio paleoecologico e stratigrafico sul passaggio Pliocene-Quaternario nella bassa valle del Santerno (Imola)*. « Riv. Ital. Paleont. », LXXII, 1, Milano.
- D'ONOFRIO S. (1964), *I Foraminiferi del neostatotipo del Messiniano*. « Giorn. Geol. », s. 2, XXXII, 2, Bologna.
- D'ONOFRIO S. (1968), *Biostratigrafia del Pliocene e Pleistocene inferiore nelle Marche*. « Giorn. Geol. », s. 2, XXXV, 3, Bologna.
- FAZZINI P. (1964), *Geologia dell'Appennino tosco-emiliano tra il Passo dei Mandrioli e il Passo della Calla*. « Boll. Soc. Geol. It. », LXXXIII, 2, Pisa.
- FORESTI L. (1875), *Cenni geologici e paleontologici sul Pliocene antico di Castrocaro*. « Mem. Accad. Sc. Istit. », III, 6, Bologna.
- GANDOLFI G., GAZZI P. (1963), *Sulla distribuzione verticale dei minerali pesanti nella formazione marnoso-arenacea romagnola, lungo la valle del Bidente*. « Min. Petr. Acta », 9, Bologna.
- GAZZI P. (1961), *Ricerche sulla distribuzione verticale dei minerali pesanti nei sedimenti arenacei dell'Appennino tosco-romagnolo*. « Acta Geol. Alp. », 8, Bologna.

- GIGNOUX M. (1914), *Les couches à Cyprina islandica dans l'Italie du Nord*. « Ann. Univ. Grenoble », XXVI, 3, Grenoble.
- GORTANI M. (1938), *Le Acque sotterranee in Italia*. « Bibliografia generale. Min. LL.PP., Serv. Idrogr. », Roma.
- INEICHEN G. (1951), *Petrole, gaz naturels et asphaltes du geosynclinal Adriatique*. « Third World Petroleum Congr., The Hague, Proceedings, sect. I », Leiden.
- KUENEN PH. H. (1963), *Les formations de turbidites des Apennins du Nord*. « Livre mém. Prof. Fallot. Soc. Géol. Fr. », 2, Paris.
- LIPPARINI T. (1928), *Appunti geologici sulla conca di Firenzuola e sull'alta valle del Santerno (Appennino toscano-romagnolo)*. « Giorn. Geol. », s. 2, 3, Bologna.
- LIPPARINI T. (1928), *Les terrasses fluviales de l'Emile (synthèse d'une étude de toutes les vallées de l'Apennin émilien de la Trebbia à la Marecchia)*. « Congr. Internat. Géogr. Varsovie, Résumé d. Rapp. et Comm. », Roma (1934).
- LIPPARINI T. (1969), *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia. Foglio 100 « Forlì » e Foglio 101 « Rimini »*. Napoli.
- LUCCHETTI L. (1939), *Il ricoprimento a riprese nell'Appennino emiliano*. « Giorn. Geol. », s. 2, XIII, Bologna.
- LUCCHETTI L., ALBERTELLI L., MAZZEI B., THIEME R., BONGIORNI D., DONDI L. (1963), *Contributo alle conoscenze geologiche del Pedepennino padano*. « Boll. Soc. Geol. It. », LXXXI, 4, Roma.
- MANZONI A. (1875), *I Briozoi del Pliocene antico di Castrocaro*. Gamberini & Parmeggiani, Bologna.
- MANZONI A. (1876), *Della posizione stratigrafica del calcare a Lucina pomum Mayer*. « Boll. R. Com. Geol. It. », VII, Roma.
- MARTINOTTI A. (1929), *Foraminiferi pliocenici di Castrocaro (Forlì)*. « Soc. It. Sc. Nat. », LXVIII.
- MERLA G. (1952), *Geologia dell'Appennino settentrionale*. « Boll. Soc. Geol. It. », LXX, Roma.
- MERLA G., BORTOLOTTI V. (1969), *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia, Foglio 107 « Monte Falterona »*. Napoli.
- MORONI M. A. (1966), *Malacofauna del « Calcare a Lucine » di S. Sofia (Forlì)*. « Pal. It. », LXX (n.s. XXX), Pisa.
- NEVIANI A. (1893), *Seconda contribuzione alla conoscenza dei Briozoi fossili italiani: La collezione di Briozoi pliocenici di Castrocaro illustrata dal dott. Angelo Manzoni*. « Boll. Soc. Geol. It. », XII, Roma.
- OGNIBEN L. (1957), *Petrografia della serie solfifera siciliana e considerazioni geologiche relative*. « Mem. Descr. Carta Geol. d'It. », XXXIII, Roma.
- ORTELLI G., VICENZINI P. (1968), *Trasformazioni chimico-fisiche provocate dalla cottura nella composizione mineralogica di una tipica argilla italiana di età pliocenica*. « La Chimica e l'Industria », vol. 50, 10, Milano.
- PADOVANI A., TAMPIERI R. (1970), *Ricerche sui Molluschi plio-pleistocenici della Valle del Santerno (Appennino romagnolo)*. « Giorn. Geol. », s. 2, XXXV, 1, Bologna.
- PAREA G. C. (1969), *Apporto secondario da Sud-Est nella marnoso-arenacea e nel flysch del Piceo*. « Giorn. Geol. », s. 2, XXXV, 4, Bologna.
- PERA E. (1951), *Italian natural gas analysis*. « Third World Petroleum Congr., The Hague, Proceedings Sect. I », Leiden.
- PRINCIPI P. (1925), *Osservazioni sulla geologia dell'alta e media valle del Savio*. « Rend. R. Accad. Naz. Lincei », VI, 2, Roma.
- PRINCIPI P. (1927), *I terreni miocenici tra la valle del Lamone e quella del Bidente*. « Rend. R. Accad. Naz. Lincei », VI, 5, Roma.
- PRINCIPI P. (1939), *Note illustrative al Foglio 109 « Mercato Saraceno »*. « R. Uff. Geol. d'Italia », Roma.
- RABBI E. (1964), *Nota preliminare sulle « strutture grumose » dei calcari evaporitici messiniani*. « Giorn. Geol. », s. 2, XXXII, 2, Bologna.
- RABBI E., RICCI LUCCHI F. (1968), *Stratigrafia e sedimentologia del Messiniano forlivese ( dintorni di Predappio )*. « Giorn. Geol. », s. 2, XXXIV, 2, Bologna.
- RAVAGLIA G. (1923-24), *Appunti storico-bibliografici sulle acque di Castrocaro*. « Terme e Riviere », XXI, 18 e XXII, 3.
- RECH FROLLO M. (1969), *Étude d'une sequence de la formation miocène marnoso-arenacea (Apennin septentrional)*. « Giorn. Geol. », s. 2, XXXV, 4, Bologna.
- RENI G. (1964), *Un probabile livello-guida nella formazione marnoso-arenacea romagnola nei dintorni di Marra di Palazzo*. « Quad. St. Romagn. », n. 1, Faenza.
- RICCI LUCCHI F. (1965), *Alcune strutture di risedimentazione nella formazione marnoso-arenacea romagnola*. « Giorn. Geol. », s. 2, XXXIII, 1, Bologna.
- RICCI LUCCHI F. (1967), *Formazione marnoso-arenacea romagnola*. In: « Guida alle escursioni del IV Congresso del Neogene Mediterraneo », Bologna.
- RICCI LUCCHI F. (1969), *Recherches stratonomiques et sédimentologiques sur le flysch miocène de la Romagne (Formation « marnoso-arenacea »)*. « Giorn. Geol. », s. 2, XXXV, 4, Bologna.
- RICCI LUCCHI F. (1969), *Composizione e morfometria di un conglomerato risedimentato nel Flysch miocenico romagnolo (Fontanelice, Bologna)*. « Giorn. Geol. », s. 2, XXXVI, 1, Bologna.
- RICCI LUCCHI F. (1970), *Sedimentografia. Atlante fotografico delle strutture primarie dei sedimenti*. Ed. Zanichelli, Bologna.
- RICCI LUCCHI F., D'ONOFRIO S. (1967), *Trasporti gravitativi sinsedimentari nel Tortoniano dell'Appennino Romagnolo (Valle del Savio)*. « Giorn. Geol. », s. 2, XXXIV, 1, Bologna.
- RICCI LUCCHI F., VEGGIANI A. (1967), *I calcari a Lucina della formazione marnoso-arenacea romagnola*. « Giorn. Geol. », s. 2, XXXIV, 1, Bologna.
- RIZZINI A., PASSEGA R. (1964), *Évolution de la sédimentation et orogénèse, vallée du Santerno, Apennin Septentrional*. In: BOUMA A. H., BROUWER A., *Turbidites*, Amsterdam.
- RUGGIERI G. (1940), *Il Calabriano dell'Appennino romagnolo*. « Rend. R. Acc. d'Italia, Cl. Sc. Fis. Mat. Nat. », s. 7, v. I (1939), 1-5, Roma.
- RUGGIERI G. (1948), *Il Pliocene superiore di Capocolle (Forlì)*. « Giorn. Geol. », s. 2, XX, Bologna.

- RUGGIERI G. (1949), *Una malacofauna del Calabriano romagnolo*. «Giorn. Geol.», s. 2, XX, Bologna.
- RUGGIERI G. (1949), *Una malacofauna siciliana dei dintorni di Imola*. «Giorn. Geol.», s. 2, XXI, Bologna.
- RUGGIERI G. (1949), *Presupposti a una datazione dei terrazzi dell'Emilia*. «Riv. Geogr. It.», LVI.
- RUGGIERI G. (1950), *Tracce di trasgressione medio-pleiocenica nell'Appennino romagnolo*. «Boll. Soc. Geol. It.», LXIX, Roma.
- RUGGIERI G. (1950), *Gli ultimi capitoli della storia geologica della Romagna*. «Studi Romagnoli», 1, Faenza.
- RUGGIERI G. (1950), *Gli Ostracodi delle sabbie grigie quaternarie (Milazziano) di Imola*. Parte I. «Giorn. Geol.» s. 2, XXI, Bologna.
- RUGGIERI G. (1952), *Gli Ostracodi delle sabbie grigie quaternarie (Milazziano) di Imola*. Parte II. «Giorn. Geol.», s. 2, XXII, Bologna.
- RUGGIERI G. (1954), *La limite entre Pliocène et Quaternaire dans la série Plio-pléistocène du Santerno*. «Congr. Géol. Int. d'Alger» (1952), sect. 13, «Questions diverses de géologie générale», 3 partie, n. 15, Alger.
- RUGGIERI G. (1957), *L'interesse paleontologico della Romagna*. «Studi romagnoli», v. 8, Faenza.
- RUGGIERI G. (1957), *Nuovi dati sul contatto Pliocene-Calabriano nella sezione del Santerno (Imola)*. «Giorn. Geol.», s. 2, XXVI, Bologna.
- RUGGIERI G. (1957), *Geologia e stratigrafia della sommità del Terziario a Castrocaro (Forlì)*. «Giorn. Geol.», s. 2, XXVI, Bologna.
- RUGGIERI G. (1957), *Molluschi pliocenici sopravvissuti nel Calabriano*. «Atti Soc. Tosc. Sc. Nat.» (A), LXIV, Pisa.
- RUGGIERI G. (1961), *Alcune zone biostratigrafiche del Pliocene e Pleistocene italiano*. «Riv. It. Pal. Strat.», LXVII, n. 4, Milano.
- RUGGIERI G. (1962), *La serie marina pliocenica e quaternaria della Romagna*. A cura della Camera di Commercio Ind. e Agr., Forlì.
- RUGGIERI G., SELLI R. (1948), *Il Pliocene e il Postpliocene dell'Emilia*. «Giorn. Geol.», s. 2, XX, Bologna.
- SACCO F. (1899), *L'Appennino della Romagna*. «Boll. Soc. Geol. It.», XVIII, Roma.
- SACCO F. (1936), *Cenni sulla geologia dell'Appennino tosco-romagnolo*. «Boll. Soc. Geol. It.», LV, Roma.
- SACCO F. (1937), *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia. Fogli di Imola, Faenza, Forlì e Rimini*. Ist. Poligr. dello Stato, Roma.
- SACCO F. (1937-38), *Schema paleogeografico dell'Appennino settentrionale*. «Atti R. Accad. Sc.», LXXIII, Torino.
- SANGIORGI D. (1899), *Fossili pliocenici raccolti nelle colline fiancheggianti il Santerno*. «Riv. It. Pal.», V, 4, Pavia.
- SCARABELLI G. (1853-54), *Note sur le métamorphisme de certain gypses*. «Bull. Soc. Géol. France», II, 11.
- SCARABELLI G. (1964), *Sui gessi di una parte del versante N-E degli Appennini*. Tip. Galeati, Imola.
- SCARABELLI G., FORESTI L. (1897), *Fossili raccolti nelle colline fiancheggianti il Santerno*. «Boll. Soc. Geol. It.», XVI, Roma.
- SELLI R. (1952), *Su un livello-guida nel Messimiano romagnolo-marchigiano*. «Atti VII Conv. Naz. Metano e Petr.», Palermo.
- SELLI R. (1954), *Il bacino del Metauro. Descrizione geologica, risorse minerarie, idrogeologia*. «Giorn. Geol.», s. 2, XXIV, Bologna.
- SELLI R. (1957), *Sulla trasgressione del Miocene nell'Italia meridionale*. «Giorn. Geol.», s. 2, XXVI, Bologna.
- SELLI R. (1960), *Il Messimiano «Mayer-Eymar» 1867. Proposta di un neostratotipo*. «Giorn. Geol.», s. 2, XXVIII, Bologna.
- SELLI R. (1962), *Le Quaternaire marin du versant Adriatique-Ionien de la péninsule italienne*. «Quaternaria», VI, Roma.
- SELLI R. (1967), *The Pliocene-Pleistocene boundary in italian marine sections and its relationship to continental stratigraphies*. «Progress in Oceanography», IV.
- SELLI R. (1967), *Cenni geologici generali sull'Appennino romagnolo fra Bologna e Rimini*. In: «Guida alle escursioni del IV Congresso del Neogene Mediterraneo», Bologna.
- SIGNORINI R. (1943), *Sull'ambiente di sedimentazione della formazione marnoso-arenacea romagnola*. «Boll. Soc. Geol. It.», LXII, Roma.
- TIOLI L. (1894), *Le acque minerali e termali del Regno d'Italia*. Ed. Hoepli, Milano.
- TOLDO G. (1905), *Note preliminari sulle condizioni geologiche dei contrafforti appenninici compresi tra il Sillaro e il Lamone*. «Boll. Soc. Geol. It.», XXIV, Roma.
- VEGGIANI A. (1955), *Intercalazioni di ciottoli cristallini nella formazione marnoso-arenacea romagnola*. «Giorn. Geol.», s. 2, XXV, Bologna.
- ZANGHERI R. (1925), *Un brano di geologia romagnola («lo spungone»)*. «La piè», 6, Forlì.
- ZANGHERI R. (1947), *La Geologia della Romagna*. «La piè», 16, Forlì.
- ZANGHERI R. (1959), *Bibliografia scientifica della Romagna*. Fratelli Lega Editori, Faenza.