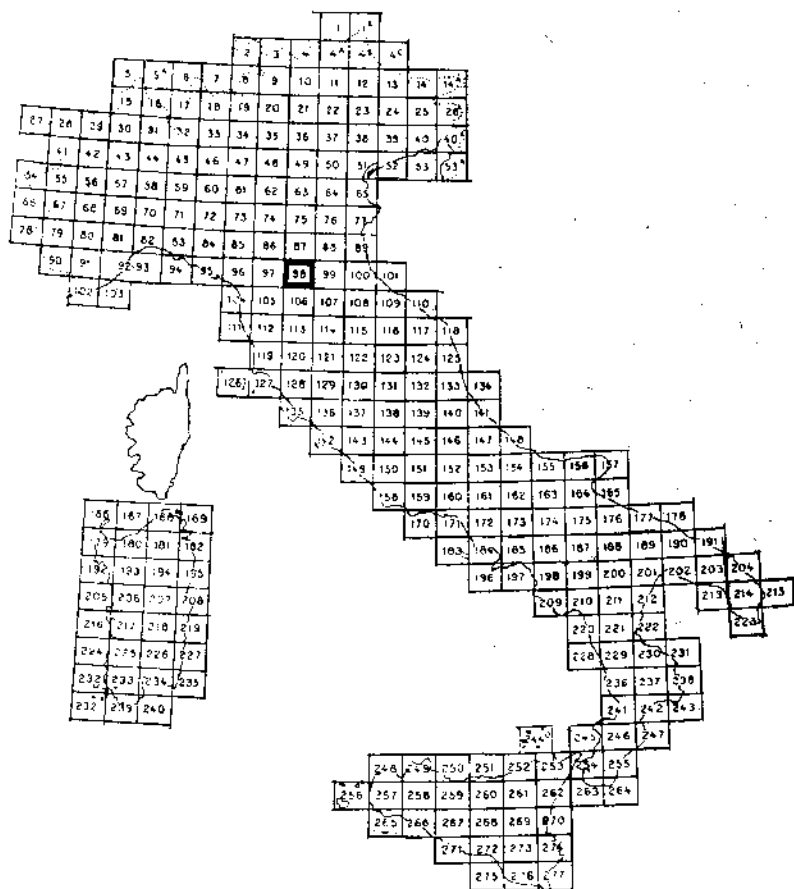


CARTA GEOLOGICA D'ITALIA



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

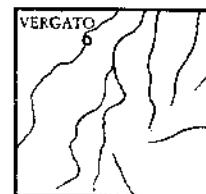
CARTA GEOLOGICA D'ITALIA

ALLA SCALA 1 : 100.000

FOGLIO 98

VERGATO

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

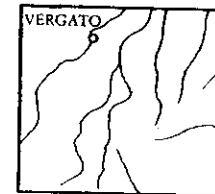
NOTE ILLUSTRATIVE
della
CARTA GEOLOGICA D'ITALIA

ALLA SCALA 1 : 100.000

FOGLIO 98

VERGATO

G. CREMONINI, C. ELMI



ROMA
NUOVA TECNICA GRAFICA
1971

SOMMARIO

I	— INTRODUZIONE	Pag. 7
II	— CENNI STORICI	» 8
III	— SGUARDO GEOLOGICO D'INSIEME	» 10
IV	— STRATIGRAFIA	» 12
	COMPLESSO LIGURE	» 12
	1. <i>Terreni caotici eterogenei</i> (ce)	» 12
	2. <i>Terreni caotici eterogenei</i> (ce ₁)	» 13
	3. <i>Ofoliti</i>	» 14
	4. <i>Formazione dei Diaspri rossi</i>	» 14
	5. <i>Formazione dei Calcari a Calpionelle</i>	» 14
	6. <i>Formazione dei Calcari palombini</i>	» 15
	7. <i>Formazione di Monghidoro</i>	» 15
	8. <i>Formazione di Camugnano</i>	» 16
	9. <i>Formazione dell'Alberese</i>	» 17
	10. <i>Calcari a Litotamni</i>	» 17
	SUCCESSIONE EMILIANA	» 18
	11. <i>Arenarie e conglomerati</i>	» 18
	12. <i>Arenarie e marne arenacee</i>	» 19
	13. <i>Marne e argille</i>	» 19
	14. <i>Arenarie, marne e marne sabbiose</i>	» 20

SUCCESSIONE TOSCANA	Pag. 21
15. <i>Marne varicolori</i>	» 21
16. <i>Formazione del macigno</i>	» 22
17. <i>Formazione di Porretta Terme</i>	» 24
UNITÀ AUTOCTONE	» 24
18. <i>Formazione marnoso-arenacea romagnola</i>	» 25
19. <i>Marne</i>	» 26
20. <i>Argille sabbiose</i>	» 27
21. <i>Argille silteose e sabbiose gessifere</i>	» 27
22. <i>Conglomerati, sabbie e argille</i>	» 27
23. <i>Conglomerati sublitorali</i>	» 28
FORMAZIONI CONTINENTALI	» 28
24. <i>Sedimenti fluvio-lacustri</i>	» 28
25. <i>Alluvioni terrazzate</i>	» 29
26. <i>Detrito di falda</i>	» 30
27. <i>Calcarei incrostanti</i>	» 30
28. <i>Alluvioni recenti e attuali</i>	» 30
V — TETTONICA	» 31
CENNI GENERALI	» 31
ESAME DELLE SINGOLE STRUTTURE	» 32
VI — MORFOLOGIA	» 36
VII — GEOLOGIA APPLICATA	» 39
MATERIALI DA COSTRUZIONE	» 39
IDROCARBURI	» 40
LIGNITI	» 41
MINERALI VARI	» 42
IDROGRAFIA	» 42
VIII — BIBLIOGRAFIA	» 45

I — INTRODUZIONE

Il rilevamento per la 2ª edizione del Foglio 98 « Vergato » è stato eseguito negli anni 1962-1967 da E. AMADESI, M. CIABATTI, G. CREMONINI, C. ELMI e A. MONESI, dell'Istituto di Geologia dell'Università di Bologna, e da T. LIPPARINI del Servizio Geologico d'Italia.

Le analisi micropaleontologiche sono state condotte da A. M. BORSETTI CATI e da S. D'ONOFRIO; per le formazioni affioranti nel 1° quadrante le indicazioni biostratigrafiche sono di T. LIPPARINI.

La direzione ed il coordinamento del foglio sono stati di R. SELLI, che ha curato altresì la revisione critica delle presenti note redatte da G. CREMONINI e C. ELMI.

II — CENNI STORICI

L'area del Foglio 98 « Vergato » è stata oggetto di numerosissimi studi che fanno capo a varie scuole geologiche.

Tra gli autori più antichi è opportuno ricordare in breve, per non dire del celeberrimo ALDOVRANDI, cui si deve il nome stesso di « Giologia », il BIANCONI, che istituisce il termine tuttora in uso di « argille scagliose », il CAPELLINI, autore di una *Carta geologica della Provincia di Bologna* (1881), e il BOMBICCI, che fornisce ampie e particolareggiate notizie mineralogiche e geologiche nel volume « *Montagne e vallate del territorio bolognese* ».

Le conoscenze geologiche della regione emiliana in generale e dell'area in esame in particolare, ricevono un primo notevole e moderno contributo dagli studi del SACCO sull'Appennino settentrionale (1892, 1895, 1899, 1904, 1905, 1923, 1925-26, 1926, 1928, 1934, 1935, 1937-38). Il SACCO stesso è autore del rilevamento del precedente foglio geologico, cui la presente edizione si sostituisce.

Nuovi aggiornamenti, sia su argomenti generali che su aspetti particolari vengono via via apportati dagli studi di PRINCIPI (1926, 1928, 1929, 1930), LIPPARINI (1928, 1930, 1932, 1944), SIGNORINI (1938, 1939, 1941, 1943, 1946), LUCCHETTI (1938), WIEDENMAYER (1950), DAINELLI (1951).

In « *Geologia dell'Appennino settentrionale* », MERLA (1952), sviluppando le idee maturate negli anni precedenti, fornisce in un ampio contesto regionale nuove interpretazioni sia della evoluzione strutturale dell'Appennino, sia dei rapporti giaciturali di alcune delle formazioni più diffuse nell'area del foglio, come « macigno », Formazione marnoso-arenacea romagnola, la cosiddetta « Serie di Loiano », ecc.

Negli anni successivi, nuovi contributi su argomenti particolari accrescono progressivamente le conoscenze dei problemi geologici della regione; tra essi ricordiamo in breve, rimandando alla bibliografia, AZZAROLI (1953) sulla « Serie di Loiano », PELLIZZER (1955) sulle ofioliti del Passo della Futa, GAZZI (1961 e 1962), GANDOLFI e GAZZI (1961 e 1962), GANDOLFI (1962) sulla distribuzione dei minerali pesanti nelle formazioni arenacee, CIPRIANI (1961), CIPRIANI e MALESANI (1961 e 1962), ancora con ricerche sulle arenarie, GHELARDONI, LUCCHETTI, PIERI e PIRINI (1962) sui rapporti tra « macigno » e Formazione marnoso-arenacea, MUCCHI (1964) sulle « marne varicolori », AMADESI (1964 e 1965) sulla Formazione di Porretta Terme e sulla evoluzione geologica e strutturale della zona tra Castiglione dei Pepoli e l'Abetone, SANESI (1965) sul lacustre del Mugello, ABBATE (1969) sulla « serie di Monghidoro », e infine gli importanti contributi del Centro Studi per la Geologia dell'Appennino di Firenze (ABBATE, BORTOLOTTI, MERLA, PASSERINI, SAGRI e SESTINI, 1970) sullo sviluppo della Geosinclinale dell'Appennino settentrionale.

III — SGUARDO GEOLOGICO D'INSIEME

Le formazioni affioranti nel Foglio 98 « Vergato » sono state innanzitutto distinte in:

- 1) Complesso ligure¹
- 2) Successione toscana
- 3) Successione emiliana
- 4) Successione romagnola
- 5) Unità della « sinclinale intrappenninica »²
- 6) Depositi lacustri del bordo settentrionale del Mugello.

Esse possono anche essere distinte in base ai loro rapporti tettonici in:

- A) Unità alloctone, interessate cioè da notevoli traslazioni orizzontali, che le hanno portate a enormi distanze dal loro bacino di sedimentazione;
- B) Unità semiautoctone, che hanno subito una certa traslazione, senza tuttavia perdere i rapporti con il substrato originario;
- C) Unità autoctone, rinvenibili nell'area stessa in cui si sono sedimentate.

¹ Nella legenda del Foglio geologico è stato impropriamente usato il termine di « Serie » (Serie ligure, toscana, emiliana ecc.).

² Con questo termine viene indicata un'ampia struttura posta nella zona mediana del versante padano dell'Appennino, tra le valli del Lavino e dell'Idice, bordata a NE dalla monoclinale pedeappenninica. Essa comprende depositi litorali e sublitorali del Pliocene, sedimentati in una insenatura da alcuni chiamata « golfo intrappenninico ».

In linea generale si può anche notare che:

- il Complesso ligure comprende solo unità alloctone, costituite da terreni caotici eterogenei e da lembi isolati di altre formazioni senza legami sedimentari tra loro;
- la Successione toscana è costituita da formazioni semiautoctone di età compresa tra l'Oligocene ed il Miocene inferiore;
- la Successione emiliana comprende formazioni deposte sopra un substrato alloctono ancora in movimento durante la loro sedimentazione;
- la Successione romagnola (che nel Foglio 98 è presente solo con la Formazione marnoso-arenacea) è in posizione autoctona ed è seguita verso l'alto da formazioni che nell'adiacente Foglio 99 « Faenza » giungono fino al Pleistocene.

Lo spartiaque dell'Appennino tosco-emiliano attraversa il Foglio nella sua parte inferiore (Passo della Futa, M. Giogo, ecc.); delimita a sud le unità della Successione toscana, a nord quelle della Successione emiliana (che occupano la porzione nord-occidentale del Foglio) ed il Complesso ligure (molto esteso in tutto il Foglio). La Successione romagnola è presente solo lungo il margine orientale, le unità della « sinclinale intrappenninica » solo nell'angolo nord-orientale.

Come si vede anche dallo schema stratigrafico in calce al Foglio, la Successione toscana semiautoctona sovrasta parzialmente con contatto tettonico la più recente Formazione marnoso-arenacea romagnola; su entrambe si sovrappone la coltre costituita dal Complesso ligure e su quest'ultima giacciono i termini più recenti della Successione emiliana e le unità neo-autoctone della « sinclinale intrappenninica ».

IV — STRATIGRAFIA

Nell'ambito della classificazione sopra accennata, la descrizione delle formazioni affioranti seguirà un ordine cronologico, dai termini più antichi a quelli più recenti.

COMPLESSO LIGURE

E' costituito da terreni alloctoni che quasi mai presentano una successione regolare, a causa delle notevoli traslazioni subite. Prevalgono terreni caotici, eterogenei, per lo più argillosi, sui quali poggiano o nei quali sono inglobati lembi di formazioni di varia natura ed età, con diverso grado di alloctonia.

Il Complesso ligure ricopre in parte le formazioni autoctone o semiautoctone delle Successioni toscana e romagnola.

1. *ce* — Terreni caotici eterogenei - « Argille scagliose » degli AA.

Sono costituiti da argilliti grigio-verdastre, spesso laminate, per lo più completamente caoticizzate e senza più tracce di stratificazione, inglobanti frammenti e lembi di varie dimensioni ed età (Giura sup - Miocene inf.) di calcari, arenarie, marne, argille, ofioliti; il tutto è interessato da pieghettamenti, stiramenti e fratture, alla scala spesso del m e del dm, talora del cm.

La caoticità e l'eterogeneità di questi terreni, noti anche col nome di « argille scagliose », è verosimilmente l'effetto di grandi traslazioni orizzontali di origine tettonica. Essi infatti costituiscono una grande col-

tre gravitativa, traslata da SO verso NE, ossia dall'area tirrenica fino al margine NE dell'Appennino. I lembi e le zolle sovrapposti o immersi nei terreni caotici costituiscono resti di formazioni sedimentate su di essi durante i periodi di stasi della traslazione. Il movimento della coltre è iniziato forse nell'Oligocene, ed ha proseguito a più riprese fino al Pliocene medio. I terreni caotici occupano estesamente l'area del Foglio e più precisamente la sua porzione centrale; sono caratterizzati da morfologia generalmente poco acclive, interrotta da zone calanchive o a franosità elevata.

2. *ce*₁ — Terreni caotici eterogenei.

Essi formano una coltre di scivolamento gravitativo, analoga alla precedente, ma di più ridotta estensione, distribuita con una certa continuità sopra il « macigno » (*mc*₃) nella zona tra Porretta Terme e Castiglione dei Pepoli e sottostante alla Formazione di Porretta Terme.

Si tratta di marne, marne argillose e argilliti brune, grigiastre, verdastre, caoticamente associate a interstrati spesso lentiformi di calcari marnosi grigi, di calcari clastici, di calcilutiti di colore scuro, solitamente pieghettati o fratturati, con patine superficiali manganesifere.

Lo spessore della unità varia tra i 200 e i 250 m.

Vi sono presenti rare microfaune, specie nei livelli calcarei, con *Heterohelix* sp. e *Globigerina* gr. *cretacea* D'ORBIGNY che indicherebbero un'età aptiano-albiana.

L'alloctonia di questi terreni è dimostrata sia dall'aspetto caotico, anche se in grado inferiore a quello di *ce*, sia soprattutto dalla disposizione discordante sul « macigno », il quale inoltre è di età più recente. La loro traslazione e messa in posto è avvenuta verosimilmente in una unica fase, e ad essa è seguita la normale sedimentazione della Formazione di Porretta Terme. Sotto tale aspetto questa unità è simile, su scala diversa, alle intercalazioni di materiali caotici osservabili nel « macigno » (v. schema stratigrafico in calce al Foglio). Si osserva infine in questi terreni l'assenza di inclusi ofiolitiferi, presenti invece in *ce*.

3. σ , σ_b , γ , δ , δ_b — *Ofoliti. Giura.*

Sotto questo nome vengono compresi numerosi tipi di rocce ignee, presenti come lembi o zolle di varie dimensioni, inglobate entro i terreni caotici eterogenei (ce). La loro natura litologica è estremamente variabile ed è riconducibile sostanzialmente ai seguenti tipi, indicati in legenda:

- vulcaniti basiche e ultrabasiche sottomarine: breccie laviche e ialoclastiti, pillow-lave e spiliti;
- diabasi massicci (subeffusivi) a grana media e grossa, prevalentemente plagioclasico-augitici ad anfiboli, talora cloritizzati ed ematitizzati;
- gabbri, spesso a grana grossa (eufotidi), talora parzialmente alterati;
- breccie ofiolitiche a cemento carbonatico (idrotermaliti), dette anche « oficalci »;
- serpentine e gabbri serpentinosi.

L'età di questi terreni è riferibile al Giura, in base ai rapporti stratigrafici con formazioni sedimentarie databili ad essi sovrapposte (diaspri e radiolariti). Vulcaniti, diabasi e gabbri sono spesso disposti dall'alto in quest'ordine e costituiscono delle « serie ofiolitifere », come nell'area del Passo della Futa, tra M. Beni e Sasso di Castro.

4. di — « Formazione dei Diaspri rossi ». *Giura superiore.*

E' costituita da un livello di spessore generalmente ridotto, oscillante tra 2 e 5 m circa, di radiolariti rosse e brune, alternate a livelli più argillosi (porcellaniti e ftaniti); in genere sono compatti e a frattura prismatica.

Compaiono in orizzonti discontinui entro le zolle alloctone di Sasso di Castro, M. Beni e Rossetò (tav. Barberino del Mugello), a contatto delle vulcaniti sopra ricordate.

5. ce — « Formazione dei Calcari a Calpionelle ». *Titonico-Valanginiano*

Ai precedenti seguono, entro le stesse zolle alloctone, calcilutiti e cal-

cari marnosi grigi o grigio-brunici, in strati di 30-150 cm, passanti talora a marne calcaree, con intercalazioni generalmente ridotte di marne e argilliti grigie.

I microfossili più rappresentativi qui presenti sono: *Calpionella alpina* LORENZ, *Calpionella elliptica* CADISCH e *Tintinnopsella longa* COLOM: essi permettono di datare questa formazione (ed i sottostanti diaspri) al Giura superiore - Cretaceo inferiore (Titonico-Valanginiano).

6. ep — « Formazione dei Calcari palombini ». *Cretaceo.*

Sopra ai calcari a Calpionelle, con passaggio stratigrafico non sempre evidente, segue una alternanza di calcari e argilliti. Le argilliti, di colore variabile tra il grigio-scuro e il marrone, sono spesso siltose e presentano una sfaldatura a scaglie, con superficie lucida. Lo spessore degli strati varia da pochi cm (nella parte bassa della formazione) a parecchi m.

I calcari, in strati sui 20-35 cm, sono a grana fine, presentano una frattura concoide ed hanno un colore grigio; sono costituiti da una matrice micritica con silt quarzoso irregolarmente distribuito; la silice si concentra preferibilmente al letto o al tetto degli strati. La parte inferiore di questi è spesso calcarenitica e gradata, con caratteristiche impronte di torbidità. La Formazione nella sua parte terminale è costituita prevalentemente da argilliti con rare intercalazioni calcaree.

L'età cretacea è dedotta dalla sovrapposizione sui Calcari a Calpionelle.

E' presente solo in alcuni lembi isolati al Passo della Radicosa.

7. mn, 'mn — « Formazione di Monghidoro ». *Cretaceo superiore-Paleocene.*

E' costituita da un Flysch marnoso-arenaceo, con arenarie quarzoso-micacee, ad abbondante matrice siltoso-argillosa, a cemento carbonatico, gradate e con impronte turbiditiche, alternate a marne e marne siltose, che talora passano lateralmente a calcilutiti più o meno marnose, con impronte di fucoidi. La stratificazione è netta e regolare. Sono abbastanza frequenti anche livelli di brecciole, da pochi cm a 1 m circa di spessore;

nella parte alta della Formazione compaiono anche strati e banchi di calcareniti gradate e di calcari marnosi bianco-grigiastri.

Nelle marne sono stati rinvenuti i seguenti fossili: *Heterohelix globulosa* (EHRENBERG), *H. striata* (EHRENBERG), *Reussella minima* (BROTZEN), *Globigerina cretacea* (D'ORBIGNY), che permettono di attribuire la formazione al Cretaceo superiore (Santoniano-Campaniano).

Questa Formazione presenta notevoli analogie con la cosiddetta « pietraforte » diffusa nella zona del Foglio 106 « Firenze ». Essa affiora in parte rovesciata in una vasta zona nei dintorni di Monghidoro, tra i Torreni Idice e Setta, geometricamente sovrapposta ai terreni caotici eterogenei che affiorano nelle incisioni più profonde (Castel dell'Alpi); zolle minori, con litofacies analoghe sono presenti nella zona di Castel di Casio e di M. Stanco (mu).

8. cm¹, cm², cm³, cm⁴ — « Formazione di Camugnano ». *Paleocene*.

Essa è costituita dalla seguente successione, dal basso:

1) marne fittamente fogliettate, di colore dal grigio al bruno-giallastro, spesso variegata in rosso o in verde, con sottili intercalazioni (al massimo sui 15 cm) di calcari marnosi grigi;

2) arenarie fini quarzoso-micacee a cemento carbonatico, di colore scuro, ben stratificate, dovute probabilmente a risedimentazione (sebbene non vi si notino né gradazione, né impronte turbiditiche); il passaggio alle marne sottostanti è graduale; verso l'alto gli strati arenacei si riducono di spessore e passano alla seguente;

3) alternanza di arenarie quarzoso-micacee come le precedenti, e marne grigio-brune e siltiti; la stratificazione è sottile (sui 6-7 cm);

4) arenarie simili alle precedenti con intercalazioni di brecce a grana media e grossolana, poligeniche (quarzo, minerali femici, calcari marnosi e marne) a cemento carbonatico.

Le microfaune sono scarse e poco significative, dato un probabile rimaneggiamento. Il ritrovamento di *Globotruncana lapparenti lapparenti*

BROTZEN e *Globotruncana fornicata* PLUMMER può fare attribuire questa formazione al Cretaceo superiore (Senoniano).

Essa affiora solo a S di Vergato, nei dintorni di Camugnano, in una zolla intensamente tettonizzata, inglobata entro i terreni caotici eterogenei; è da collegare probabilmente alla Formazione di Monghidoro, di cui può rappresentare una facies eteropica.

9. al — « Formazione dell'Alberese ». *Paleocene superiore-Eocene inferiore*.

E' rappresentata da un'alternanza di calcari marnosi, argilliti, marne laminate, calcareniti e raramente brecciole nummulitiche e arenarie.

I calcari marnosi, in strati o banchi, hanno colore bianco o giallastro, frattura concoide e contenuto in CaCO₃ generalmente superiore all'80%. Le argilliti e le marne laminate, di colore grigio o nerastro, si rinvengono come sottili intercalazioni tra gli strati calcarei. Le calcareniti si presentano in strati o banchi, con una colorazione bruno-giallastra o grigia; sono risedimentate e mostrano alla base impronte turbiditiche molto nette. Le brecciole infine sono costituite da macroforaminiferi rimaneggiati (Nummuliti) immersi in una matrice prevalentemente micritica.

Le microfaune rinvenute (*Globorotalia velascoensis* CUSH., *G. aragonensis* NUTT.) datano questa formazione all'Eocene inferiore o al Paleocene superiore.

La Formazione, dello spessore massimo di 800 m circa, affiora estesamente a M. Venere, dove è legata stratigraficamente alla sottostante Formazione di Monghidoro, e in numerose altre zolle di varie dimensioni sparse sui terreni caotici eterogenei: di queste le maggiori sono rappresentate dai rilievi di M. Calvi e di M. Canda.

10. M³⁻² — « Calcari a Litotamni ». *Langhiano-Serravalliano*.

A valle di Lagaro, sulla sponda sinistra del T. Vezzano, affluente del Setta, affiorano grugni isolati di calcari biancastri, noti (VINASSA DE RENNY, 1900) con il termine improprio di « marmi » di Lagaro.

Si tratta di calcari algali a grana grossolana, apparentemente sacca-roidi, leggermente metamorfosati: in sezione sottile appaiono costituiti da un impasto di Litotamni, Briozoi e in parte minore di Foraminiferi. Dal CAPELLINI (1875-76) sono correlati con i calcari bioclastici di S. Marino e di Bismantova.

L'età è attribuibile al Langhiano-Serravalliano.

SUCCESSIONE EMILIANA

E' costituita da diverse formazioni che presentano caratteri di parautoctonia » o di vera e propria alloctonia, essendosi depositate sopra la coltre alloctona ancora in movimento. Tutto ciò comporta una certa irregolarità nella successione dei primi termini, che appaiono fortemente tettonizzati, mentre la porzione più recente è in giacitura più tranquilla e si riallaccia verso SE all'autoctono romagnolo.

11. O¹ — Arenarie e conglomerati - Oligocene inferiore.

Si tratta di arenarie quarzoso-feldispatiche, grossolane, gradate; per lo più debolmente cementate, in grossi banchi a stratificazione indistinta; alla base compaiono frequenti livelli conglomeratici con elementi ben arrotondati di ofioliti, graniti, calcari, calcari selciferi, selci, marne, ecc.; sono presenti sferoidi di cementazione (« Cogoli »).

Verso l'alto si assiste ad un passaggio ad alternanze di arenarie grigie fini, in strati sottili e di marne argilloso-siltose grigio-scure, la cui percentuale aumenta gradualmente verso l'alto, fino alle sovrastanti « Marne di Antognola ».

L'età è dell'Oligocene inferiore. L'unità affiora in lembi più o meno continui ed estesi nella fascia settentrionale del Foglio e più diffusamente nell'area di Loiano; essa è nota nella letteratura con i sinonimi di « Formazione di Ranzano » e di « Formazione di Loiano ».

12. M¹, M²O³ — Arenarie (M¹) Aquitaniano - Marne arenacee (M²O³). Oligocene sup. - Miocene inf.

Sulle precedenti arenarie e sulle marne varicolori (« red beds ») che ne costituiscono saltuariamente la sommità (come nelle località di Malfolle, Grizzana e Veggio), affiorano in continuità di sedimentazione marne sabbiose grigie, a stratificazione spesso indistinta, a frattura poliedrica; il contenuto sabbioso aumenta gradualmente verso l'alto (« Formazione di Antognola » degli AA.).

L'ambiente di sedimentazione è di mare relativamente profondo caratterizzato dall'abbondanza di Radiolari. Tra i microfossili si segnalano: *Globigerina dissimilis* CUSH e STAIN., *G. venezuelana* HED., *Globoquadrina debiscens* (CHAP., PARR. e COLL.), *G. langhiana* CITA e GELATI, *Globorotalia mayeri* CUSH. e ELL., *Cibicides cushmani* NUTT., *C. venezuelanus* NUTT. L'età è dell'Oligocene sup.-Miocene inf.

Nella porzione nord-orientale del Foglio, tra Casaglia a O del T. Setta e Sabbioni a N di Loiano, si intercala nella formazione precedente una facies eteropica, costituita da arenarie debolmente cementate, a grana fine, prevalentemente quarzose, giallastre, in grossi banchi separati da esili livelli argillosi e marnosi. Lo spessore complessivo è compreso tra 80 e 100 m. La formazione è nota come « Molassa dell'Anconella ».

La microfauna è per lo più assente o estremamente ridotta; l'età è aquitaniana.

13. M² — Marne e argille - Langhiano.

A tetto delle precedenti M¹-M²O³, è distinguibile in fasce discontinue una litofacies marnoso-calcareo e calcarenitica, fittamente stratificata (Calvenzano, Pioppe di Salvaro), o argillosa. Lo spessore è generalmente ridotto a poche decine di m con frequenti passaggi laterali alle formazioni adiacenti; più continua è nella zona dell'Anconella, dove risulta chiaramente delimitata a letto dalla omonima Formazione e a tetto dalle arenarie e marne del Serravalliano.

Le microfaune a Globoquadrine e Preorboline, nonché la posizione stratigrafica fanno ascrivere la Formazione al Langhiano.

14. M_{am}^3 , M_m^3 — Arenarie e marne (M_m^3), marne sabbiose (M_m^3). Langhiano-Serravalliano.

In continuità di sedimentazione sulle precedenti oppure in lembi variamente smembrati poggianti sui terreni caotici eterogenei, si osservano arenarie quarzoso-feldispatiche, subordinatamente calcaree, talora glauconitiche, di colore grigio o giallastro con stratificazione evidente, per lo più in grossi banchi talora gradati, cui si intercalano sottili strati marnosi grigi. Le arenarie, poco coerenti nella parte basale, diventano via via più compatte procedendo verso l'alto.

Nel primo quadrante, o comunque verso NE, le arenarie passano lateralmente a marne, marne calcaree e marne sabbiose, con rare intercalazioni sottili di arenarie anche grossolane grigio-giallastre, incoerenti, nella tipica facies di « Schlier ». Entrambe le facies affiorano diffusamente nella porzione settentrionale del Foglio, tra la valle del T. Idice a E e Castel d'Aiano a O. Vaste placche sono presenti anche nella parte centrale del Foglio, dove costituiscono i massicci isolati di M. Vigese, M. Ovolo, M. Acuto Ragazza.

Tra i macrofossili si ricordano: *Aturia aturi*, *Pecten* sp., *Lucina* sp., *Turritella* sp.; microfaune: *Globigerinoides trilobus* (REUSS), *Globoquadrina debiscens* (CHAP., PARR e COLL.), *G. langhiana* CITA e GELATI, *Porticulusphaera* gr. *glomerosa* (BLOW) e *Orbulina suturalis* BRONN. L'età è miocenica (Langhiano-Serravalliano).

Si tratta di depositi alloctoni o parautoctoni, la cui area di sedimentazione non è probabilmente lontana dalla zona dell'attuale spartiacque appenninico; essi sono stati deposti infatti sui precedenti termini della Successione emiliana, quando questi avevano già subito una forte traslazione, e con essi hanno proseguito tale movimento verso NE. Tale traslazione è testimoniata anche dall'evidente disordine dei lineamenti strutturali e dalla irregolare disposizione dei vari lembi affioranti, spesso disarticolati e separati.

SUCCESSIONE TOSкана

E' costituita principalmente da una potente successione fliscioide, che raggiunge i 2.000-3.000 m di spessore, in posizione semiautoctona, ossia interessata da notevoli moti traslativi verso NE, che tuttavia non ne hanno interrotto i rapporti giaciturali con il substrato.

In essa sono distinguibili diverse formazioni, di età compresa tra il Paleogene e il Langhiano.

15. mv — « Formazione delle Marne varicolori ». Paleogene.

E' costituita da argilliti, marne e marne calcaree, di colore prevalentemente rosso vinato, ma anche verde-grigio o giallastro, laminate o fittamente stratificate, frequentemente degradate in scagliette a superfici lucide, patinate talora da ossidi di manganese. Localmente presenta intercalazioni di pochi cm di calcari a grana fine, grigio-scuri o verdognoli, oppure di ftaniti scure.

Tra i microfossili più significativi ricordiamo: *Cyclammina acutidorsata* (HANTKEN), *Chrysalogonium tenuicostatum* CUSH. e BER., *Stilostomella nuttalli* (CUSH. e JAR.), *Nodosarella robusta* CUSH., *Catapsydras dissimilis* (CUSH. e BER.), *Cibicides perlucidus* NUTT., *Globorotalia crassata* (CUSH.). L'età è attribuibile ad un intervallo di tempo compreso tra l'Eocene medio e l'Oligocene superiore.¹

Questa formazione si rinviene in strette fasce dirette da NO a SE, intensamente tettonizzate, tra il Passo della Futa e Ronta, dove costituisce la base del « macigno » e dove affiora più volte: probabilmente qui non si tratta di un unico livello ripetuto per faglia, ma di intercalazioni distinte, stratigraficamente sovrapposte; i vari livelli sembrano avere età differenti, progressivamente più recenti.

Più a N, la Formazione è presente alla base delle Marne M^2O^3 , con le quali è in continuità stratigrafica. La corrispondenza delle due unità,

¹ Nella legenda del Foglio, l'età di mv - Formazione delle Marne varicolori, risulta erroneamente indicata come Paleocene: deve invece leggersi Paleogene.

pure a contatto con formazioni così diverse, è stata ipotizzata sulla base delle età e delle caratteristiche litologiche. Le marne varicolori sono note altresì con i nomi di « red beds », « scaglia toscana » e « scisti policromi ».

16. mc_1 , mc_2 , mc_3 , mc_4 — « Formazione del macigno ». *Oligocene-Langhiano*.

Indichiamo con questo nome una potente successione costituita da un'alternanza di arenarie e marne siltose, che ha i caratteri tipici di un deposito turbiditico. Essa può essere distinta in tre litofacies: macigno tipo « A » (o macigno del Chianti degli AA.) di età prevalentemente oligocenica, macigno tipo « B » (o macigno del Mugello e Formazione di Londa), di età oligo-miocenica, ed una facies marnosa presente a vari livelli.

Il macigno di tipo « A » (mc_1) è costituito da arenarie a grana prevalentemente media e grossolana, grigio-chiare o grigio-brune, ben stratificate (40 cm - 2 m e talora anche grossi banchi); la composizione è quarzoso-feldispatico-micacea, a cemento calcareo e a matrice siltosa (grovacca); a volte il quarzo prevale nettamente sugli altri componenti e dà luogo a veri e propri banchi quarzitici. Le arenarie sono gradate con impronte basali aventi in genere una direzione da O a E e da ONO a ESE. Sottili sono le intercalazioni di marne siltose e argillose, che rappresentano le fasi a sedimentazione normale tra una torbida e l'altra.

Si rinvencono *Globigerina dissimilis* CUSH. e BER., *Globorotalia opima opima* BOLLI, *G. opima nana* BOLLI, *Globoquadrina venezuelana* HEDB., *Ellipsoglandulina* sp.

Il macigno di tipo « B » (mc_3) è costituito da una alternanza di arenarie quarzoso-feldispatico-micacee, a matrice siltosa, simili cioè a quelle del tipo « A », e di marne, grigio-nerastre, fogliettate, a frattura scheggiata, con prevalenza del silt sulla matrice argillosa. Il rapporto arenarie-marne è all'incirca 1/1. Le arenarie presentano qui una grana più minuta; sono sempre visibili gradazione e impronte di fondo (*flute-casts* e *groove-casts*), con direzione della corrente analoga a quella del maci-

gno « A », ma con notevoli dispersioni dovute verosimilmente alla intensa tettonizzazione.

Stratigraficamente il macigno « B » sovrasta il macigno « A », ma senza che si osservi un passaggio netto; a volte le due facies passano tra loro lateralmente; tuttavia nell'area qui considerata i contatti sono sempre di origine tettonica. Affiora con grandi estensioni nella parte meridionale del Foglio.

Microfauna: *Globigerinoides bisphericus* TODD, C. cfr. *irregularis* LE ROY, *G. quadrilobatus* BANNER e BLOW, *G. sacculifer subsacculifer* CITA, PREMOLI SILVA e ROSSI, *Globoquadrina altispira* (CUSH. e JAR.), *G. aff. debiscens* (CHAP., PARR. e COLL.), *Globorotalia mayeri* CUSH. e ELL., *Globorotalia obesa* BOLLI, *Orbulina suturalis* BRONN.

Intercalati nel macigno « B », si rinvencono livelli di selce (mc_4) grigio-bruna: sono segnalati nelle località Cirignana, Montecuccoli, M. Petti. Noti anche calcari marnosi a bivalvi (Stagno, M. Cavallo, l'Alpe).

A vari livelli nella parte alta del macigno tipo « B », ed in continuità di sedimentazione con esso, affiorano marne, marne siltose e silt marnosi talora turbiditici, spesso a stratificazione indistinta, di colore da grigio a giallo-verdognolo, a frattura scheggiata (mc_2). Gli spessori di tali orizzonti sono compresi tra 100 e 200 m. Alla base delle marne (che corrispondono alle « marne di S. Polo » del Foglio 106 « Firenze » ed alle « marne di Pievepelago » del Foglio 107 « M. Falterona »), sono osservabili livelli argilloso-marnosi caotici inglobanti frammenti e blocchi di calcari, calcari marnosi e calcari selciferi: essi rappresentano colate o frangimenti sottomarini di materiali caotici alloctoni, analoghi a ce_1 e, su scala minore, a ce_2 .

Questa facies è presente nelle zone di Rezzano, Mangona, Cantagallo e in lembi sradicati sugli stessi terreni caotici, ad esempio nei dintorni di Firenzuola, dove in qualche caso sono conservati rapporti sedimentari con lembi pure sradicati di « macigno ».

L'età è compresa tra l'Oligocene per i livelli più bassi, ed il Langhiano per quelli superiori; i microfossili più significativi sono *Catapsidrax dissimilis* CUSH. e BER., *Globoquadrina venezuelana* (HED.), *Planulina renzi* CUSH. e STAIN. e *Valvulina spinosa* CUSH. per la parte infe-

riore, *Globigerinoides trilobus* (REUSS), *Globoquadrina debiscens* (CHAP., PARR. e COLL.) per quella superiore.

17. pt_m , pt_e , pt_a — « Formazione di Porretta Terme ». *Oligocene sup.-Serravalliano inf.*

Essa è costituita dalla seguente successione dal basso:

1) marne grigio-brune, scagliettate, a stratificazione indistinta, con sottili intercalazioni arenacee nella parte alta; spessore da 40 a 90 m (pt_m);

2) calcari marnosi scuri, ben stratificati, passanti lateralmente a marne più o meno calcaree, spessore 6-8 m circa (pt_e); al tetto è presente un banco di marne e marne sabbiose.

3) arenarie quarzoso-feldspatico-micacee a grana media, in banchi dello spessore variabile da 1 a 3 m; a volte la parte basale degli strati è costituita da breccie e brecciole ad elementi argillosi e marnosi. Le arenarie sono gradate, con impronte turbiditiche e sono alternate a marne o a sottili intercalazioni argillose. Spessore massimo sui 45 m (pt_a).

L'insieme di queste litofacies, pt_m , pt_e , pt_a , è in posizione « meso-autoctona », ossia compresa tra due diverse coltri di terreni caotici eterogenei, ce_1 a letto e ce_2 a tetto.

L'età è riferibile all'Oligocene sup. - Serravalliano inf.. Microfaune: *Globigerina dissimilis* CUSH. e BER., *Globoquadrina sellii* BORSETTI, *Globorotalia opima opima* BOLLI e *Uvigerina spinicostata* CUSH. e JAR. per la porzione oligocenica; *Catapsidrax* sp., *Globigerinoides* gr. *quadrilobatus* BANN. e BLOW, *G. trilobus* (REUSS), *Globoquadrina* aff. *debiscens* (CHAP., PARR. e COLL.) e *Globorotalia* gr. *opima* BOLLI per la porzione miocenica.

La Formazione di Porretta Terme affiora in una fascia più o meno continua tra la omonima località sul F. Reno e il Lago del Brasimone.

UNITÀ AUTOCTONE

Oltre alle unità sopra descritte, compaiono nel Foglio formazioni di età neogenica che sono da considerare autoctone, ossia giacenti nel-

l'area stessa in cui si sono sedimentate: esse sono la Formazione marnoso-arenacea romagnola, che affiora qui con le sue propaggini più orientali, e le formazioni della cosiddetta « sinclinale pliocenica intrappenninica »

18. ma^{2-1} , co — « Formazione marnoso-arenacea romagnola »¹. *Aquitano-Serravalliano*.

Si tratta di una formazione fliscioide, analoga cioè al « macigno » e alla Formazione di Monghidoro (alle quali nella precedente edizione del Foglio era stata assimilata), costituita da alternanze ritmiche di arenarie e siltiti risedimentate e di marne e argille, cui sono più raramente associati calcari marnosi nei ritmi a sedimentazione normale e calcareniti in quelli risedimentati. Le arenarie sono gradate e costituite da quarzo, feldspati, miche, subordinatamente da dolomia clastica (a differenza delle altre formazioni fliscioide più antiche), da abbondante matrice fillosilicatica e da calcite sotto forma di cemento. La cementazione è più debole nella parte alta della Formazione. Le siltiti presentano analoga composizione e sono spesso laminate (con laminazione parallela, incrociata e convoluta). Le marne hanno un contenuto in carbonato di calcio generalmente inferiore al 50% e decrescente verso la parte alta della Formazione.

La proporzione relativa tra arenarie e marne è quanto mai variabile, sia in senso orizzontale sia in senso verticale. In genere le prime prevalgono nella parte bassa della Formazione, si ha equivalenza nella parte mediana, mentre nella parte alta prevalgono le marne.

La stratificazione è sempre ben netta e evidente, con spessore degli strati variabile da poche decine di cm a qualche m. Alla base degli strati sono sempre presenti impronte turbiditiche, con senso prevalente da NO a SE, parallelo cioè all'asse del bacino in cui la Formazione si è deposta.

In questa unità, di spessore superiore ai 5300 m, ma affiorante solo in parte nel Foglio, si intercala un orizzonte di franamento sottomarino

¹ Per ulteriori dettagli si rimanda alle Note illustrative dell'adiacente Foglio 99 « Faenza » (CREMONINI G., ELMI C., 1971).

(co) che presenta una notevole continuità orizzontale, dell'ordine delle decine di chilometri, e spessore tra i 25 e i 50 m. E' sempre compreso tra strati regolarmente disposti e paralleli ed è costituito degli stessi materiali che compongono la Formazione marnoso-arenacea, ma in assetto variamente caotico, da pieghettamenti più o meno intensi sino alla totale caoticizzazione.

Per entrambe queste unità l'ambiente di sedimentazione è di mare profondo, interessato da forti apporti terrigeni per torbida e da frane sottomarine.

La fauna nella porzione risedimentata è rara, rappresentata per lo più da molluschi rimaneggiati; nelle marne si rinvencono Lamellibranchi, Pteropodi, denti di pesce e una abbondante microfauna che permette di datare la Formazione e di suddividerla, dal basso verso l'alto, nelle seguenti biozone:

- zona a *Globigerinoides bisphericus* Aquitaniano
- zona a *Porticulasphaera* sp. Langhiano
- zona a *Orbulina suturalis* Langhiano
- zona a *Orbulina universa* Serravalliano
- zona a *Globigerinoides obliquus* Serravalliano
- zona a *Globorotalia menardii* Tortoniano

Quest'ultima zona è rinvenibile solo nella facies marnosa (ma_m^3 , qui sotto descritta).

19. ma_m^3 — Marne - Tortoniano.

La parte più alta della Formazione marnoso-arenacea romagnola è costituita da marne argillose e siltose grigie, laminate o stratificate, con ridotte intercalazioni di arenarie e siltiti laminate, torbiditiche, che verso l'alto della serie divengono più rade e sottili. Lo spessore massimo si aggira sui 200 m; verso E passano ad una facies più tipicamente fliscioide.

Presentano una ricca microfauna, tipica della biozona a *Globorotalia menardii*: l'età è pertanto tortoniana.

20. M^4 — Argille sabbiose. Tortoniano.

In una fascia irregolare tra Monterenzio e la valle del Savena, affiorano argille marnose grigio-azzurre, a stratificazione indistinta, a tenore sabbioso variabile, talora abbastanza elevato. In esse si intercalano orizzonti marnoso-calcarei lentiformi e sabbie in strati sottili.

Le microfaune indicano un'età tortoniana con *Globigerina falconensis* BLOW, *Globigerinoides obliquus* BOLLI, *Globorotalia menardii* (D'ORB.), *G. scitula ventriosa* OGNIBEN.

Le argille M^4 sono praticamente coeve o immediatamente successive alle marne ma_m^3 , che chiudono la Formazione marnoso-arenacea romagnola: queste però sono troncate all'apice da ce, mentre le prime giacciono su di esso e proseguono verso l'alto con le argille sabbiose gessifere del Messiniano. Non si esclude che le argille M^4 siano in parte traslate verso NE, seguendo il movimento della coltre su cui si sono deposte.

21. M^5 — Argille siltose e sabbiose gessifere. Messiniano.

La formazione è costituita da argille grigie siltose e da sabbie argillose, ben stratificate, con qualche strato di arenarie debolmente cementate (« molasse »), con radi e minuti cristalli di gesso.

Microfauna a *Globorotalia tumida plesiotumida* (BANNER e BLOW), *Bulimina echinata* (D'ORBIGNY), *Rectuvigerina tenuistriata siphogenerinoides* LIPPARINI, *Rectuvigerina tenuistriata gaudryoides* LIPPARINI.

Affiorano nella parte nord-orientale del Foglio, tra le valli del Setta e dell'Idice, in una fascia regolare con spessori sugli 80-90 m.

22. P — Conglomerati, sabbie e argille. Pliocene.

Nella porzione nord-orientale del Foglio, in corrispondenza del fianco sud della « sinclinale intrappenninica », affiorano sedimenti clastici di granulometria assai variabile, in successione regressiva. Essi sono costituiti nella parte inferiore da argille marnose grigio-azzurre, con letti di sabbie argillose stratificate; nella parte superiore da conglomerati deltizi e sabbie grossolane in banchi, di facies litorale ed epineritica, con rapide

variazioni verticali e laterali. Si notano stratificazioni e laminazioni incrociate, livelli con frammenti di lignite e filliti, tutti caratteri sedimentologici che testimoniano una facies di transizione, con frequenti ed abbondanti apporti continentali. Verso N, al di fuori dei limiti del Foglio, i sedimenti divengono gradualmente più fini, fino ad alternanze sabbioso-argillose.

Frequenti i livelli conchigliari, con forme litorali (*Ostrea*, *Pecten flabelliformis*, *Balanus*, ecc.); le microfaune sono costituite da: *Planulina ariminensis* D'ORB., *Marginulina costata* (BATSCH) *coarctata* SILVESTRI. Età: Pliocene inferiore-medio (?).

23. P³ — Conglomerati sublitorali. Pliocene sup.

Al tetto dei precedenti, in corrispondenza della sommità del M. delle Formiche (porzione nord-orientale del Foglio), si osservano conglomerati grossolani, a stratificazione fortemente inclinata, costituenti la chiusura regressiva della successione pliocenica « intrappenninica ». Sono alternati a sottili livelli sabbiosi e argillosi, talora fillitiferi; l'ambiente di sedimentazione è deltizio-litorale, con episodi sublitorali.

Nei conglomerati L. FANTINI ha rinvenuto numerosi manufatti fluitati del Paleolitico inferiore (« *chopping-tools* »).

L'età, desunta dai rapporti di giacitura e dai dati di facies, è riferibile al Pliocene superiore e probabilmente al Pleistocene inf.

FORMAZIONI CONTINENTALI

24. vf_a, vf_s, vf_c — Sedimenti fluvio-lacustri. Villafranchiano.

La conca del Mugello, che nella sua porzione più settentrionale è compresa nel Foglio 98, è occupata da depositi fluvio-lacustri, in cui è stato possibile riconoscere, dall'alto, la seguente successione:

— conglomerati debolmente cementati e ghiaie sciolte, talora con lenti sabbiose intercalate;

- sabbie debolmente cementate, fittamente stratificate, talora con lenti argillose;
- argille siltose grigio-brunastre, ben stratificate, con lenti sabbiose e livelli lignitiferi.

I rapporti tra i tre tipi litologici sono notevolmente complicati da frequenti passaggi laterali di facies; in genere i materiali più grossolani sono ubicati ai bordi del bacino, in corrispondenza di antiche conoidi torrentizie, con gli strati immergenti di 15°-20° verso il centro della conca lacustre, mentre i materiali più fini, sabbie e argille talora « varvate », si rinvengono verso il centro dell'antico bacino, con inclinazioni minori (5°-10°).

La successione lacustre, che poggia su un substrato costituito dal « macigno » o da altre formazioni della Successione toscana e, in parte, da terreni caotici, è chiusa da alluvioni fluviali ghiaioso-sabbiose, in giacitura suborizzontale, discordante sui sedimenti lacustri.

Tra i fossili si segnalano (RISTORI, 1899): Mammiferi (*Elephas meridionalis*, *Rhinoceros* [*Dicerorhinus*] *etruscus*, *Equus stenonis*, *Leptobos etruscus*, *Hippopotamus amphibius maior*, *Cervus* [*Eucladoceras*] *dicranus*), Molluschi, Ostracodi, frammenti e pollini di *Carya*, *Pinus*, *Tsuga*, *Quercus*, ecc.

25. f¹, f², f³, f⁴ — Alluvioni terrazzate. Pleistocene medio e sup.

Lungo i corsi d'acqua più importanti e più estesamente nell'area del Mugello, si hanno depositi alluvionali ghiaiosi, subordinatamente sabbiosi, disposti in quattro ordini sovrapposti di terrazzi. Presentano un diverso grado di alterazione, crescente da f⁴ a f¹, ossia dal più recente al più antico: in quest'ultimo i ciottoli calcarei ed arenacei, sfatti e fortemente arrossati, sono legati da una matrice argillosa rossastra.

I dislivelli rispetto agli alvei attuali dei vari ripiani terrazzati, sono compresi tra i 3-10 m dei terrazzi del IV ordine, i 20-25 del II, i 40-60 del II, e 80-150 del I, quest'ultimo in lembi residui molto ridotti (Cadotto di M. Salvaro).

I depositi alluvionali sono suborizzontali e discordanti sul substrato; il loro spessore si aggira sui 4-10 m.

26. dt — *Detrito di falda. Pleistocene sup. - Olocene.*

Ai piedi dei rilievi più acclivi, particolarmente nell'area del « macigno » (Treppio, Carpineta, Porretta T.) e delle ofoliti (Sasso di Castro, M. Beni), compaiono falde e talora conoidi detritiche a elementi in genere grossolani.

27. tr — *Calcarei incrostanti (travertino). Olocene.*

Il travertino è presente in modesti affioramenti nella zona di S. Maria di Labante e di Castel d'Aiano, allo sbocco di sorgenti carbonicate. Altri lembi, non cartografati, sono rinvenibili nell'area della Formazione marnoso-arenacea romagnola (T. Diaterna, S. Pellegrino).

28. a — *Alluvioni recenti ed attuali. Olocene.*

Consistono in ghiaie per lo più grossolane, generalmente di spessore da 5 a 10 m, con subordinate lenti sabbiose. Raggiungono il maggior sviluppo lungo gli alvei del Setta, del Santerno e del Reno a monte di Vergato.

V — TETTONICA

CENNI GENERALI

Per una visione d'insieme è necessario rifarci allo schema stratigrafico-tettonico impostato all'inizio delle presenti Note, cioè alla distinzione in Unità alloctone (Complesso ligure e Successione emiliana), semiautoctone (Successione toscana) e autoctone (Formazione marnoso-arenacea romagnola e Unità mio-plioceniche della « sinclinale intrappenninica »).

Le fasi dell'evoluzione strutturale dell'area del Foglio, in accordo sostanziale con le più diffuse opinioni, possono stabilirsi come segue.

1. Sul finire dell'Oligocene e all'inizio del Miocene giungono le prime « frane orogeniche » (MERLA, 1952) di più ridotta entità (caotico alla base di mc₂, caotico di Porretta T. ce₁). Tali materiali si depositano nel bacino di sedimentazione del « macigno », intercalandosi nella sua parte più alta o accumulandosi alla sua sommità.

2. Giunge nella prima metà del Miocene la massa più rilevante dei terreni caotici (Complesso ligure), trascinando le grandi zolle delle formazioni della Successione emiliana che su essa si erano deposte e invadendo l'area di sedimentazione della Formazione marnoso-arenacea romagnola.

3. L'autoctono toscano si accavalla su quello romagnolo lungo una grande linea a direzione appenninica, che dal Passo del Giogo si sviluppa per notevole estensione nei fogli adiacenti. La traslazione determina una intensa tettonizzazione del « macigno », con faglie inverse e strette pieghe rovesciate e coricate; al suo tetto e nelle sinclinali si conservano lembi di caotico e grosse zolle di al e di altre formazioni del Complesso ligure.

4. Sulla coltre in movimento continua la sedimentazione delle Unità medio- e tardo-mioceniche (Tortoniano e forse, in parte, Messiniano). Successivamente sul substrato ormai assestato prosegue la sedimentazione con facies sublitorali e litorali regressive del Pliocene « intrappenninico ».

ESAME DELLE SINGOLE STRUTTURE

Analizziamo ora brevemente nei particolari le strutture più rilevanti delle unità tettoniche sopra distinte.

Complesso ligure. Comprende, come si è visto, i terreni caotici eterogenei e le varie « zolle » inglobate o galleggianti su essi.

L'assetto dei « terreni caotici » è di un completo scompaginamento, che non permette alcuna ricostruzione strutturale. Si riconosce tuttavia negli strati una più frequente direzione appenninica, con immersione verso SO.

Anche per le formazioni poggianti su ce si osserva in generale uno stile tettonico caotico, con dislocazioni, piegamenti e rovesciamenti vari, maggiori o minori a seconda dell'entità della traslazione subita.

Passando in rassegna i lembi alloctoni di maggiore estensione si nota:

a) nel Gruppo di Sasso di Castro e di M. Beni si osserva un rovesciamento della successione che nel primo rilievo è anche ripetuta da una faglia diretta e contraria ad andamento NS;

b) la Formazione di Monghidoro è variamente disarticolata e per una grande estensione, tra le valli del Setta e del Savena, è rovesciata. Le zolle minori della Formazione e così pure quelle di altre Formazioni (al, cm ecc.) appaiono interessate da complessi sistemi di pieghe e di faglie, o da assetti sinclinaloidi con assi variamente orientati.

Successione emiliana. Anche le formazioni che appartengono a questa Successione appaiono disarticolate e scompagnate secondo assi ad

orientamento quanto mai disperso. La loro disposizione è in generale sinclinaloide, con ondulazioni più o meno accentuate che, componendosi con la morfologia, determinano l'affioramento del « caotico » in varie zone interne (Roffeno, Prunarolo, ecc.).

Rilevante è la grande faglia subverticale di M. Salvaro, ad andamento trasversale, che mette a contatto i termini più recenti con quelli più antichi della Successione emiliana.

Successione toscana. Il « macigno » nelle sue varie facies e le altre formazioni della Successione toscana sono interessati da una tettonica alquanto complessa, con pieghe rovesciate e coricate, pieghe-faglie, faglie, sovrascorrimenti, dislocazioni varie e talora caoticità e fratturazioni più minute, anche a scala assai ridotta. A differenza delle Unità emiliane e liguri, sono in linea di massima conservati gli orientamenti appenninici delle strutture, sia pure con locali variazioni.

La maggiore e più significativa struttura della Successione toscana è un grande sovrascorrimento, mediante il quale il « macigno » si accavalla sui terreni caotici eterogenei a O del F. Santerno e sulla Formazione marnoso-arenacea romagnola a E del Giogo. Esso è costituito da un grande fascio di faglie inverse e di pieghe-faglie rovesciate verso NE e orientate da NO-SE a O-E. Nelle prime il piano immerge verso SO, con valori di inclinazione anche assai elevati (oltre 45°); determinano ripetizioni di termini della successione. Nelle seconde, si osservano strette pieghe asimmetriche rovesciate, con piano assiale inclinato tra i 30° e i 50° immergente verso SO. Il fianco inverso è stirato e sfagliato con piano che si avvicina talora sensibilmente all'orizzontale. Spesso è fagliata sia la zona di cerniera dell'anticlinale sia quella della sinclinale, dove talora sono conservati i lembi di ce. In qualche caso i piani hanno immersione opposta, cioè verso NE (zona di Panna, S. Lucia e Marcoiano, a contatto con la massa alloctona dell'alto Mugello).

A queste strutture si accompagnano motivi plicativi per lo più simmetrici, sia ad andamento assiale longitudinale (anticlinale di M. Gatta), sia ad andamento trasversale (zona di Vernio).

Le stesse strutture plicative che interessano il corpo principale degli

affioramenti del « macigno » nel Foglio in esame tra Ronta e Porretta T., sono manifeste nelle sue parti più esterne, ossia alla fronte del sovrascorrimento; dove questo viene ad interessare ce si osservano pieghe rovesciate e pieghe-faglie che determinano l'emersione di nuclei di « macigno » dalla coltre caotica: questi costituiscono le placche più o meno isolate di Traserra, Cà di Landino, Bruscoli. In altri casi il « macigno » o le altre Formazioni della Successione toscana (mc_2 in particolare), appaiono completamente sradicati dalla compagine principale e giacciono come zolle alloctone, spesso rovesciate su ce (Selva del Covigliaio, Guzzano) e su ma^{2-1} (Frena, S. Pietro di Firenzuola). Nella zona del Giogo - M. Castel Guerrino il « macigno » sovrasta per un'estensione di diversi km la Formazione marnoso-arenacea romagnola, con interposizione di ce e appare completamente sradicato dalla massa principale (v. foglio geologico, sezione III).

Unità autoctone. Nella Formazione marnoso-arenacea romagnola, di cui nel Foglio affiorano le propaggini più occidentali, i motivi strutturali sono in parte simili a quelli del « macigno », sia pure in forma assai più blanda. Si hanno cioè lunghe e strette pieghe, sempre ad orientamento NO-SE, rovesciate verso NE e fagliate in corrispondenza della cerniera dell'anticlinale o del fianco inverso.

In particolare si osservano:

a) Sinclinale M. Altuzzo - Madonna dei tre Fiumi: piano assiale inclinato di 45° , immergente verso SSO. L'azione plicativa è verosimilmente connessa con il sovrascorrimento del « macigno ».

b) Pieghe-faglie di Fognano, Moscheta e Bordignano: sono pieche asimmetriche fagliate sulla gamba di NE, che proseguono estesamente nell'adiacente Foglio « Faenza ». Nella parte più depressa delle pieghe di Moscheta e Bordignano sono conservati terreni caotici ce e zolle di altre formazioni.

c) Nelle restanti aree di affioramento, ondulazioni di ampio raggio di curvatura modellano variamente la Formazione marnoso-arenacea, che presenta in via generale un assetto tranquillo, in evidente contrasto con quello delle contermini unità alloctone.

d) Tra il F. Santerno e il T. Diaterna, si sviluppa una larghissima anticlinale a terminazione periclinale, nel cui nucleo affiora la porzione langhiana della Formazione: l'asse, orientato E-O, passa all'incirca per il M. Coloreta e si immerge verso O sotto la coltre del caotico. Modeste disgiunzioni ad orientamenti vari interessano localmente la Formazione. Tra queste, notevole è la faglia subverticale del Peglio, di rigetto considerevole (oltre 250 m): essa solleva un lembo della Formazione, che viene così ad emergere dal ce.

Le formazioni autoctone neogeniche del margine nord-orientale del Foglio presentano per lo più giacitura tranquilla, con assetto monoclinale e immersione verso NE; le inclinazioni sono inferiori ai $15^\circ-20^\circ$. Le formazioni più antiche appaiono in qualche caso interessate da disgiunzioni o dislocazioni ad asse trasversale di entità in genere ridotta, le quali possono farsi risalire in parte ai residui movimenti della coltre su cui si sono sedimentate.

VI — MORFOLOGIA

Nel Foglio hanno notevole e predominante diffusione sostanzialmente due tipi formazionali: da una parte le formazioni argillose e i terreni caotici eterogenei con i relativi inclusi di differente natura; dall'altra i vari Flysch autoctoni (Formazione marnoso-arenacea romagnola), semi-autoctoni (« macigno ») e alloctoni (Formazione di Monghidoro, di Camugnano e formazioni della Successione emiliana). A tale distribuzione sono legati gli aspetti morfologici caratteristici e contrastanti dell'area qui descritta.

I primi sono generalmente modellati in forma di colli e dossi poco acclivi, irregolarmente ondulati, interrotti da plaghe calanchive e franose; queste ultime interessano oltre la metà della loro superficie di affioramento. Gli inclusi, generalmente più resistenti (calcarei, ofioliti, lembi di Flysch e di formazioni arenacee) emergono in forma di tipiche zattere o nuclei dalle circostanti ondulazioni, con pareti spesso abrupte (M. Vigese, M. Ovolo, Sasso di Castro, M. Beni, Rocca di Cavrenno, M. Canda ecc.).

Nelle formazioni arenaceo-marnose che occupano pressoché interamente la parte meridionale del Foglio e la sua estremità nord-occidentale, si osservano viceversa pendii scoscesi e profili più aspri, in netto contrasto con la morfologia precedente. Le superfici meno acclivi coincidono con i piani di stratificazione, mentre le teste degli strati sono spesso tagliate da pareti subverticali. Le valli principali antecedenti, ossia ad andamento trasversale rispetto alle strutture, sono strette e incassate e per lo più simmetriche, con affluenti che si innestano normalmente all'asse principale in corrispondenza delle linee di dislocazione. La vegetazione è assai abbondante.

Talora l'intercalarsi di formazioni più resistenti in terreni caotici argillosi determina rotture di pendenza, con situazioni morfologiche favorevoli all'insediamento di bacini idroelettrici: è il caso dei laghi di Suviana e del Brasimone, il cui invaso è posto pressoché interamente in aree argillose, mentre le imposte delle dighe ed i bacini di alimentazione sono posti in terreni assai solidi e scarsamente erodibili.

Particolare è l'aspetto dei depositi della piana del Mugello, dove le sabbie e le argille lacustri, incise da strette valli meandriche a pareti verticali, sono ricoperte da alluvioni fluviali modellate in ampi ripiani terrazzati in più ordini sovrapposti.

I fondovalle nei tratti superiori dei corsi d'acqua sono generalmente privi di depositi alluvionali, che sono limitati a strette fasce nei tratti che attraversano i terreni più erodibili posti a monte di soglie resistenti.

Tra gli aspetti morfologici particolari è da ricordare il lago di Castel dell'Alpi: esso è stato formato in tempi recenti da una grande frana, che, staccatasi dal fianco sinistro della valle del T. Savena, in cui affiorano arenarie e argilliti della Formazione di Monghidoro, ne ha sbarrato il corso. Per l'elevata erodibilità del bacino di alimentazione, l'interrimento è assai elevato e il lago è prossimo al colmamento.

Per quanto riguarda l'erodibilità dei vari tipi litologici e formazionali, si possono distinguere sommariamente tre classi: terreni poco erodibili, mediamente erodibili e molto erodibili. Ai primi si possono attribuire i tre Flysch sopra ricordati, pur avendosi all'interno della stessa formazione gradi diversi di erodibilità a seconda del rapporto arenarie-marne, che come ricordato, risulta ampiamente variabile: ad esempio nel « macigno » la facies « A » risulta nettamente più resistente di quella « B » dove le marne possono prevalere sulle arenarie. Alla stessa classe si ascrivono le ofioliti, gli alberesi, le arenarie oligoceniche della successione emiliana e i conglomerati pliocenici.

Erodibilità media presentano le arenarie mioceniche debolmente cementate, le marne e le marne calcaree della Successione emiliana, le facies marnose del « macigno » e della Formazione di Porretta Terme.

Erodibilità elevata infine hanno i terreni caotici eterogenei, le argille tortoniane, messiniane e plioceniche e i depositi lacustri del Mugello:

in questi litotipi si sviluppano frequentemente ampie zone a calanchi particolarmente vistosi nell'alta valle del T. Idice e nella valle del F. Reno, tra Vergato e Porretta Terme.

Assai diffusa è la franosità nell'area del Foglio, data la considerevole estensione delle formazioni a caratteristiche meccaniche scadenti, come il caotico e le argille neogeniche marine e lacustri. Non mancano però vistosi fenomeni franosi anche nelle altre formazioni ed in particolare nei vari Flysch, dove l'alternanza ritmica di materiali resistenti e facilmente degradabili consente, se associata ad aspetti morfologici sfavorevoli (pendii scoscesi con stratificazione a chinapoggio, ecc.) il formarsi di ampi dissesti.

Nelle formazioni prevalentemente argillose i movimenti franosi sono rappresentati essenzialmente da colamenti di materiale imbevuto o di scoscedimenti, in genere limitati alla copertura eluviale e al terreno vegetale.

Nelle altre formazioni sono frequenti le frane di crollo, dovute all'erosione del substrato argilloso su cui spesso poggiano (es. M. Vigese), e le frane di scivolamento lungo superfici precostituite (giunti di stratificazione): tra queste ultime la già ricordata frana di Castel dell'Alpi.

VII — GEOLOGIA APPLICATA

MATERIALI DA COSTRUZIONE

a) *Pietre da taglio, copertura e decorazione*

Per questi materiali sono largamente utilizzate le arenarie della Formazione marnoso-arenacea romagnola, del « macigno » e, subordinatamente, delle altre formazioni della Successione emiliana.

L'attività estrattiva più intensa e industrializzata è concentrata nell'alta valle del F. Santerno, nei pressi di Firenzuola (Formazione marnoso-arenacea romagnola): le arenarie sono utilizzate per masselli, bolognini, gradini, colonne; i livelli a laminazione parallela, per la loro facile e regolare fissilità, sono lavorati come lastre da decorazione. La roccia presenta buona resistenza alla degradazione e scarsa gelività.

Di minore entità e a carattere più artigianale è l'estrazione di pietra da taglio nell'area del « macigno », sia per la minore accessibilità degli affioramenti, sia pure per lo stato di più intensa tettonizzazione delle arenarie. Le cave sono distribuite attorno all'abitato di Castiglione dei Pepoli e ancora nei dintorni di Firenzuola.

Note infine sono le cave di Montovolo (Oreglia), con arenarie ofiolitifere, e quelle ora abbandonate di Porretta.

b) *Pietre da calce e da cemento*

Negli affioramenti di « alberese » (M. Canda) e di marne mc_2 (Gio-go) si trovano piccole cave ad uso locale e a coltivazione saltuaria, per la produzione di calce in piccole fornaci.

c) *Pietrisco, ghiaia, sabbia*

Sono utilizzate a tale scopo sia l'« alberese » e i « calcari palombini » sia soprattutto le ofioliti: impianti fissi di frantumazione sono situati alle pendici di Sasso di Castro e di M. Beni (diabasi e calcari palombini). Cave ad uso occasionale sono frequenti nei minuscoli lembi delle « argille scagliose » e nelle aree di affioramento dei vari Flysch.

Ghiaie e sabbie si estraggono in quantità normalmente assai ridotta per la limitatezza dei depositi alluvionali, lungo i corsi del Reno (Marzabotto) e del Setta (Piandisetta-Vado). Localmente si estraggono ghiaie dai conglomerati pliocenici (T. Zena) e sabbie di cava dalle arenarie di M_{am}^3 (a N di Vado, lungo il T. Setta).

IDROCARBURI

Manifestazioni di idrocarburi sia liquidi che gassosi sono segnalate in varie zone del Foglio già da lunga data, concentrate sostanzialmente in due aree: la valle del Reno, tra Vergato e Porretta Terme e l'alto bacino del Santerno, tra il Passo della Radicosa e Firenzuola.¹ Le relative segnalazioni sono riportate da vari AA. e in particolare, trascurando i più antichi, da CAMARANA e GALDI (1914), da CAMARANA (1926) e da SACCO (1926), FLORIDIA (1940), INEICHEN (1951) e PERA (1951). Manifestazioni di metano si sono incontrate durante la perforazione della galleria della « drittissima », nel tratto in cui questa attraversava i terreni caotici.

Nelle medesime aree sono state eseguite numerose perforazioni di ricerca e sfruttamento dei giacimenti segnalati: si tratta in genere di pozzi di limitata profondità che raggiungono accumuli in ammassi porosi contenuti nelle « argille scagliose ».

Nell'area di Riola, dove i pozzi raggiungono le profondità maggiori,

¹ La toponomastica stessa è assai indicativa al riguardo: si ricordano il « Vulcano » del Peglio, il Fuoco di legno, nei dintorni di Pietramala; in quest'ultima località sono ricordate in una lapide le esperienze che Alessandro Volta qui conduceva con la famosa « pistola », utilizzando il metano del Peglio.

si sono raggiunti in qualche caso più livelli gassiferi sovrapposti. Nell'alto Santerno, le profondità sono contenute entro valori ridotti; gli idrocarburi gassosi e subordinatamente liquidi provengono dalla zona di contatto tra la coltre e il substrato miocenico (ma^{2-1}), con produzioni modeste. Altri pozzi sono ubicati nella zona di Castel dell'Alpi e di Creda (Castiglione dei Pepoli): anche in questo caso i giacimenti sono entro lembi porosi contenuti nei terreni caotici eterogenei.

LIGNITI

Nel bacino del Mugello e più precisamente nel suo settore nord-occidentale, tra Scarperia e Barberino, sono note manifestazioni di lignite, oggetto di ricerche recenti da parte della Società GEMINA.

Sono segnalati due banchi sovrapposti di lignite: quello superiore, in più punti eroso, affiora con spessori aggirantisi sui 2 m, con punte fino a 7 m, nell'area del Pallaio, Badia e C. Toso; in zone ad E di Barberino, questo banco è stato oggetto di coltivazione in varie piccole miniere.

Verso Scarperia, le principali manifestazioni di lignite sono localizzate nei dintorni di Lumena e di Galliano: qui però gli episodi lignitiferi sono, secondo le citate ricerche della GEMINA, « molto frammentari e di modesto spessore ».

Si riportano i seguenti dati sulle ligniti del Mugello:

Umidità	47%
Materie volatili	13%
Carbonio fisso	14%
Ceneri	25%
Potere calorifero sup. (sul « tal quale »)	1320 cal/kg

Si segnala in breve, a tale riguardo, la « miniera » di Bisano (Valle dell'Idice, in cui furono condotte esplorazioni e coltivazioni di un certo interesse per lo sfruttamento di minerali di rame (erubescite e calcopirite) contenuti in blocchi nei terreni caotici eterogenei.

IDROGRAFIA

Idrografia superficiale

L'area compresa nel Foglio 98 è attraversata da vari corsi d'acqua, a regime fluviale e torrentizio, che in gran parte scorrono all'incirca paralleli, con andamento trasversale rispetto agli assi strutturali dominanti.

Tra essi il maggiore è il F. Reno, che prende origine dal vicino spartiacque tosco-emiliano; in esso confluiscono con notevole quantità d'acqua le tre « Limentre » (di Sambuca, di Treppio e Limentrella). Più a N, fuori dei limiti del Foglio, riceve l'afflusso del T. Setta, che come i precedenti è a regime continuo, sia pure con forti scarti stagionali.

Dalla zona dei passi della Futa e della Radicosa prendono origine e divergono con varie direzioni il Santerno, l'Idice e il Savena, che defluiscono nel versante adriatico, e i torrenti Stura e Tavaiano che scorrono verso quello tirrenico; pure verso la Toscana defluisce il T. Bisenzio, dopo un lungo percorso verso N.

Si nota che il Reno, le Limentre, il Setta, il Santerno, il Bisenzio, lo Stura e il Tavaiano, questi ultimi due affluenti della Sieve, prendono tutti origine dal « macigno ». Savena e Idice si originano dal Flysch di Monghidoro e dalle grosse zolle alloctone, intensamente fessurate, del M. Canda e del Sasso di Castro.

Per Reno, Idice e Setta si hanno elevati trasporti torbidi già nella parte alta del loro percorso; ciò è dovuto alla considerevole diffusione lungo tale parte del loro corso di terreni ad erodibilità elevata, come ce.

Si riportano qui di seguito i dati idrologici dei principali corsi

d'acqua (versante adriatico), desunti dagli Annali Idrologici del Servizio idrografico del Genio Civile - Sezione di Bologna.

	1	2	3	4
Portata max m ³ /sec.	194.0	126.0	20.10	13.70
Portata media	3.99	2.78	0.39	0.205
Portata minima	0.16	0.06	—	—
Portata media l/s. km ²	44.7	41.9	33.9	20.5
Deflusso mm	1412.3	1322.1	1077.8	646.9
Afflusso meteor. mm	2010.7	1837.0	1530.8	1047.4
Coefficiente di deflusso	0.70	0.72	0.70	0.62

1 = Reno a Molino del Pallone (1951-57).

2 = Limentra di Treppio o di Riola a Stagno (1948-67).

3 = Savena a Castel dell'Alpi (1956-67).

4 = Idice (Rio Cella) a San Benedetto del Querceto (1937-38 e 1965-67).

Sorgenti

Come si è visto nel precedente paragrafo, sono numerosi i corsi d'acqua che prendono origine dai rilievi compresi nell'area del Foglio: ugualmente numerose pertanto sono le sorgenti. Ciò è dovuto, oltre alla elevata piovosità nelle zone dello spartiacque, ai frequenti contatti tra formazioni a permeabilità elevata, soprattutto per fessurazione (Flysch, arenarie, calcari, ecc.) e terreni tipicamente impermeabili, come il caotico, le marne, le argille.

Frequentissime nell'area di affioramento dei vari Flysch sono le sorgenti di vetta, di detrito o di degradazione meteorica, nonché quelle di versamento, a portata elevata. Tra queste ultime, notevoli le sorgenti di Castiglione dei Pepoli, quelle di Cereglio e di M. Gazzaro, dove si hanno emergenze al contatto tra il « macigno » fessurato e le « marne varicolori ». Le acque sono sfruttate industrialmente: la prima (Acqua Cerialia) con temperatura alla sorgente di 11,5°, residuo fisso 0,410, è classificata chimicamente come acqua medio-minerale bicarbonato-alcalino-terrosa. L'acqua Panna (t = 8,8°, residuo fisso 0,1304) è di tipo oligo-minerale.

Abbastanza frequenti le sorgenti sulfuree nella Formazione marnoso-arenacea romagnola, nel « macigno » e nella Formazione di Porretta Terme. In questa località, già nota ai Romani, si hanno acque a termalità elevata (38°), emergenti dalle numerose fratture della roccia a livello della profonda incisione del Reno.

Gli impianti termali utilizzano sorgenti con acque sulfuree e salsoiodiche, le cui caratteristiche chimico-fisiche sono qui riportate:

ACQUE SOLFUREE (CLORURATO-SODICO-SOLFUREE)

	Puzzola	Porretta nuova e vecchia	Galleria Madonna
T	24°	36,5°	17°
Residuo fisso	3,428	2,824	1,809
Alcalinità (Na ₂ CO ₃)	0,5618	0,5671	0,311

ACQUE SALSOIODICHE (CLORURATO-SODICHE IODURATO-BROMICHE)

	Leone	Bovi	Donzelle	Marte
T	29,5°	35°	37°	38°
Residuo fisso	7,065	6,55	6,33	5,684
Alcalinità (Na ₂ CO ₃)	0,9434	0,9434	0,85	0,795

Le acque, la cui termalità è da mettere in relazione con il gradiente geotermico, sono connesse a idrocarburi gassosi che vengono a giorno con le acque stesse.

Altre acque segnalate sono: Rio Quasso (Grizzana), ferruginosa; Ronta, Cavacchio (Vergato), ferruginosa; Rio Meo (Vernio), acidula, con residuo fisso 1,98 g/l.

Data di presentazione del manoscritto: 14 novembre 1971.

ERRATA - CORRIGE

1. La placca a O di Semelano (tav. Castel d'Aiano), segnata nel Foglio come **mc₂**, è invece **M₃^{am}**.
2. L'affioramento a SO delle Rovine (tav. Camugnano), segnato come **mc₃**, è invece **M³O₃**.

VIII — BIBLIOGRAFIA

- AMADESI E. (1964), *La zolla alloctona di Castel di Casio (Bologna)*. «Giorn. Geol.», ser. 2, vol. XXXII, Bologna.
- AMADESI E. (1964), *Nuove ricerche nei dintorni di Porretta Terme (Bologna)*. «Boll. Soc. Geol. It.», vol. LXXXII, fasc. 1, Roma.
- AMADESI E. (1967), *Considerazioni generali sulla stratigrafia e l'evoluzione geologica dell'Appennino settentrionale, fra l'Abetone e Castiglione dei Pepoli*. «Giorn. Geol.», ser. 2, vol. XXXIV (1966), Bologna.
- AMADESI E. (1967), *Schema strutturale e tettonico dell'Appennino settentrionale (versante emiliano) fra l'Abetone e Castiglione dei Pepoli*. «Giorn. Geol.», ser. 2, vol. XXXIV (1966), Bologna.
- ANELLI M. (1938), *Calcarei a Calpionelle, diaspri e rocce ofolitiche nell'Appennino settentrionale*. «Atti Soc. Nat. e Mat. Modena.», vol. 69.
- AZZAROLI A. (1953), *Appunti sulla serie di Loiano (Appennino bolognese)*. «Boll. Soc. Geol. It.», vol. LXXXII, Roma.
- BARBIER F. (1964), *Studio fotogeologico di una parte dell'Appennino toscano-emiliano*. «Boll. Soc. Geol. It.», vol. LXXXII, fasc. 4, Pisa.
- BIANCONI G. (1866), *Sur les Apennins de la Porretta*. «Bull. Soc. Géol. France», sér. 2, tom. 24, Paris.
- BOMBICCI L. (1881), *Carta geologica della montagna bolognese*. In «L'Appennino bolognese - Descrizione e itinerari», C.A.I., Bologna.
- BOMBICCI L. (1881), *Montagne e vallate del territorio di Bologna*. In «L'Appennino Bolognese - Descrizione e itinerari», C.A.I., Bologna.
- BORSETTI A. M. (1964), *Una microfauna a Globotruncana del Flysch alloctono di Castel di Casio (Bologna)*. «Giorn. Geol.», ser. 2, vol. XXXII, fasc. 2, Bologna.
- BORSETTI A. M. (1965), *Microfauna del Langhiano superiore nel «Macigno» di Lizzano in Belvedere (Appennino bolognese)*. «Giorn. di Geol.», ser. 2, volume XXXIII, fasc. 1, Bologna.
- BORSETTI A. M., AMADESI E. (1966), *La presenza del Paleocene nella zolla alloctona di Castel di Casio (Bologna)*. «Giorn. di Geol.», ser. 2, vol. XXXIII, fasc. 2, Bologna.
- BRUEREN J. W. R. (1941), *De Geologie van een deel der Etruskische Apennijnen tusschen Firenze en Bologna*. Tesi Univ., Leida.
- CAMERANA E. (1924), *Le manifestazioni di idrocarburi nell'Emilia*. «Boll. Soc. Geol. It.», vol. 42, Roma.

- CAMERANA E., GALDI B. (1914), *I giacimenti petroliferi dell'Emilia*. «Mem. descritt. Carta Geol. Ital.», vol. 24.
- CAPELLINI G. (1881), *Carta Geologica della Provincia di Bologna*. Scala 1:100.000. Bologna.
- CAPELLINI G. (1881), *Il macigno di Porretta e le rocce a Globigerine dell'Appennino bolognese*. «Mem. Acc. Sc. Bologna», s. 4, t. 2, Bologna.
- CAPELLINI G. (1881), *Calcarei a bivalvi di Monte Cavallo, Stagno e Casola nell'Appennino bolognese*. «Mem. Acc. Sc. Bologna», ser. 4, t. 2 (1880), Bologna.
- CIPRIANI C. (1961), *Ricerche sulle arenarie. I: La composizione di una serie di rocce della formazione del macigno*. «Period. Miner.», vol. XXX, Roma.
- CIPRIANI C. (1962), *Ricerche sulle arenarie. IV: Determinazione di alcuni costituenti minori in una serie di rocce della formazione del macigno*. «Period. Miner.», vol. XXXI, Roma.
- CIPRIANI C., MALESANI P. G. (1963), *Ricerche sulle arenarie. VII: La composizione mineralotica di una serie delle rocce della formazione marnoso-arenacea*. «Period. Miner.», vol. XXXII (2-3), Roma.
- CIPRIANI C., MALESANI P. G. (1963), *Ricerche sulle arenarie. VIII: Determinazioni microscopiche sulle arenarie delle formazioni del macigno e marnoso-arenacea*. «Period. Miner.», vol. XXXII (2-3), Roma.
- CIPRIANI C., MALESANI P. G. (1964), *Ricerche sulle arenarie. IX: Caratterizzazione e distribuzione geografica delle arenarie appenniniche oligoceniche e mioceniche*. «Mem. Soc. Geol. It.», vol. IV, fasc. 1, Bologna.
- DAINELLI L. (1951), *La tettonica del macigno e della formazione marnoso-arenacea romagnola fra Lizzano in Belvedere e Barberino di Mugello*. «Boll. Soc. Geol. It.», vol. LXX, fasc. 2, Pisa.
- DE STEFANI C. (1880), *I fossili di Dicomano in Toscana e di Porretta nel Bolognese*. «Atti Soc. Tosc. Nat. Proc. Verb.», vol. 2, Pisa.
- FLORIDIA E. (1940), *I gas naturali idrocarburi in Italia*. «Atti II Conv. Naz. Gas Metano», vol. 2, Bologna.
- GANDOLFI G. (1962), *Correlazioni fra alcune placche isolate e le principali formazioni arenacee ecc.* «Miner. Petr. Acta», vol. 9, Bologna.
- GANDOLFI G., GAZZI P. (1961), *Significato della distribuzione dei minerali pesanti nelle arenarie tra il passo della Porretta e Castiglione dei Pepoli (Appennino Tosco-Emiliano)*. «Acta Geologica Alpina», vol. 8, Bologna.
- GANDOLFI G., GAZZI P. (1962), *Sulla uniformità e sul significato della distribuzione dei minerali pesanti nel «macigno»*. «Acta Geologica Alpina», vol. 8.
- GAZZI P. (1956), *Serpentini e idrotermaliti a prevalenti carbonati nelle alte valli dell'Idice e del Sillaro*. «Rend. Soc. Miner. It.», vol. 12.
- GAZZI P. (1961), *Ricerche sulla distribuzione dei minerali pesanti nei sedimenti arenacei dell'Appennino toscano-romagnolo*. «Acta Geologica Alpina», vol. 8, Bologna.
- GAZZI P. (1962), *Ordine di apparizione dei minerali pesanti nella formazione di Monghidoro e nella serie di Loiano (Appennino bolognese)*. «Miner. Petrogr. Acta», vol. 9, Bologna.
- GELMINI R. (1965), *Studio fotogeologico dell'Appennino settentrionale tra il Valdarno e la Romagna*. «Boll. Soc. Geol. It.», vol. LXXXIV, fasc. 6, Pisa.

- GHELARDONI G., LUCCHETTI L., PIERI M., PIRINI C. (1962), *I rapporti tra « macigno » e « marnoso-arenacea » tra le valli del Dolo e dell'Idice (Appennino Tosco-Emiliano)*. « Boll. Soc. Geol. It. », vol. LXXXI, fasc. 3, Pisa.
- INEICHEN G. (1951), *Peetrole, gaz naturels et asphaltés du geosinclinal adriatique*. III World Petrol Congr., The Hague, 1951. Proceedings, sect. 1, Leiden.
- LIPPARINI T. (1928), *Appunti geologici sulla conca di Firenzuola e sull'alta valle del Santerno (Appennino Tosco-Romagnolo)*. « Giorn. Geol. », ser. 2, vol. III, Bologna.
- LIPPARINI T. (1930), *Il macigno dell'Appennino settentrionale non è eocenico*. « Giorn. Geol. », ser. 2, vol. V, Bologna.
- LIPPARINI T. (1932), *Foraminiferi delle « argille scistose brune » tortoniane della Val di Savena*. « Giorn. Geol. », ser. 2, vol. VII, Bologna.
- LIPPARINI T. (1944), *Studi stratigrafici e tettonici nell'Appennino settentrionale*. « Boll. R. Uff. Geol. d'It. », vol. LXIX, parte I (1946), Roma.
- LIPPARINI T. (1963), *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Foglio 87 « Bologna » (2ª ed.)*. Servizio Geol. d'Italia, Roma.
- LIPPARINI T. (1966), *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Foglio 87 « Bologna »*. Servizio Geologico d'Italia, Roma.
- LOTTI B. (1883), *Sulla posizione stratigrafica del macigno della Porretta*. « Boll. R. Comit. Geol. », vol. XIV, Roma.
- LOTTI B. (1920), *Sul rilevamento geologico della zona petrolifera emiliana*. « La Miniera ital. », vol. 4.
- LUCCHETTI L. (1938), *Il ricoprimento a riprese nell'Appennino emiliano*. « Giorn. Geol. », ser. 2, vol. XIII, Bologna.
- LUCCHETTI L., ALBERTELLI L., MAZZEI R., THIEME R., BONGIORNI D., DONDI L. (1963), *Contributo alle conoscenze geologiche del Pedepennino padano*. « Boll. Soc. Geol. Ital. », vol. LXXXI, fasc. 4, Roma.
- MACCOLINI R., GASSI G., BISBINI P., CUTRUFELLI F., MENGOLI M., ZANETTI M. (1960), *Le acque superficiali della Provincia di Bologna; la rete idraulica e il suo grado attuale di inquinamento*. « La regione Emilia-Romagna », n. 6, Bologna.
- MADDALENA L. (1929), *Risultati geologici dell'attraversamento dell'Appennino toscobolognese con la grande galleria della direttissima Bologna-Firenze*. « Rend. R. Acc. Naz. Lincei, Cl. Sc. Fis. Mat. e Nat. », ser. 6, vol. IX, fasc. 2, Roma.
- MADDALENA L. (1929), *Geological and petrographical studies inherent to the execution of important railroad works in the Apennines tosco-bolognese*. World Engineering Congress, Tokio.
- MANZONI A. (1880), *La geologia della provincia di Bologna*. « Ann. Soc. Nat. di Modena », vol. XIV, ser. 2, Modena.
- MASINI R. (1942), *La zone delle argille scagliose i suoi fuochi e i suoi gas (Appennino settentrionale)*. « Boll. Soc. Geol. It. », vol. 61, Roma.
- MENEGHINI G. (1853), *Dei minerali di Rame di Bisano*. « Nuov. Ann. Sc. Nat. », ser. III, vol. 8.
- MERLA G. (1952), *Geologia dell'Appennino settentrionale*. « Boll. Soc. Geol. It. » (1951), vol. LXX, fasc. 1, Pisa.
- MERLA G. (1956), *I terreni alloctoni della Provincia di Firenze*. « Boll. Soc. Geol. It. », vol. LXXV, Roma.
- MERLA G. (1959), *Essay on the Geology of the northern Apennines*. « Atti del Congresso sui giacimenti gassiferi dell'Europa occidentale ». Acc. Naz. dei Lincei, vol. II, Roma.
- MERLA G., SCARSELLA G., SELLI R., TREVISAN L., MAXWELL J. (1964), *Guide-Book of Italy*. 1964, Washington.
- MONTANARI G. (1940), *Cenno sui movimenti franosi nell'Appennino emiliano-romagnolo*. « Annali dei Lavori Pubbl. », vol. LXXVIII, fasc. 10-11, Roma.
- MUCCHI A.M. (1964), *Osservazioni stratigrafiche sugli scisti varicolori del margine nord-orientale del Mugello (Firenze)*. « Boll. Soc. Geol. It. », vol. LXXXIII, fasc. 2, Pisa.
- NELLI B. (1903), *Fossili miocenici nel macigno di Porretta*. « Boll. Soc. Geol. It. », vol. XXII, fasc. II, Roma.
- NELLI B. (1923), *Il bacino pliocenico del Mugello e le sue sponde*. « Mem. Soc. It. Sc. detta dei XL », ser. III, vol. 23.
- PELLIZZER R. (1955), *Ricerche sulle ofoliti della zona tra la Futa e la Raticosa*. « Boll. Serv. Geol. It. », vol. 77, Roma.
- PELLIZZER R. (1959), *Note illustrative della carta geologica dell'Emilia-Romagna*. In: *Ambiente geografico*, della serie « Conoscenza delle situazioni di fatto per lo studio del Piano regionale dell'Emilia-Romagna ». Min. LL.PP. Provv. Region. OO.PP. per l'Emilia-Romagna, Bologna.
- PIRINI C. (1961), *Contributo paleontologico allo studio dell'Appennino settentrionale*. « Boll. Soc. Geol. It. », vol. LXXX, fasc. I, Roma.
- PRINCIPI P. (1926), *Alcune osservazioni sulla geologia e morfologia del Mugello*. « Boll. Soc. Geol. It. », vol. XLV, Roma.
- PRINCIPI P. (1928), *Osservazioni geologiche sul bacino di Firenzuola in provincia di Firenze*. « Boll. Soc. Geol. It. », vol. XLVII, Roma.
- PRINCIPI P. (1929), *Osservazioni geologiche sul territorio compreso tra la valle del Sillaro e quella dell'Idice*. « Boll. Soc. Geol. », vol. XLIX, Roma.
- PRINCIPI P. (1930), *I terreni terziari della regione compresa tra il bacino del Mugello e la valle del Reno*. « Boll. Soc. Geol. It. », vol. XLIX, Roma.
- PRINCIPI P. (1930), *I terreni tongriani dell'Appennino tosco-romagnolo*. « Boll. Soc. Geol. It. », vol. II, Roma.
- PRINCIPI P. (1942), *La Geologia e la Pedologia della provincia di Firenze*. « L'Universo », vol. XXIII, fasc. 7-9, Firenze.
- REDINI R. (1956), *Su alcune manifestazioni di gas combustibili in località alpine italiane. Sull'origine degli idrocarburi dell'Appennino settentrionale e della Pianura padana*. « Boll. Serv. Geol. d'It. », vol. LXXVIII, fasc. 1-2, Roma.
- RISTORI G. (1889), *Il bacino pliocenico del Mugello*. « Boll. Soc. Geol. It. », vol. VIII, Roma.
- ROCCATI A. (1904), *Massi e ciottoli granitici nel terreno miocenico di Loiano*. « Boll. Soc. Geol. It. », vol. XXIII, Roma.

- RUGGIERI G., SELLI R. (1949), *Il Pliocene e il Postpliocene dell'Emilia*. « Giorn. Geol. », ser. 2, vol. XX (1948), Bologna.
- SACCO F. (1892), *L'Appennino settentrionale*. « Boll. Soc. Geol. It. », vol. X (con carta geologica), Roma.
- SACCO F. (1892), *L'Appennino dell'Emilia*. « Boll. Soc. Geol. It. », vol. XII (con carta geologica), Roma.
- SACCO F. (1895), *L'Appennino settentrionale*. Parte III: *La Toscana*. « Boll. Soc. Geol. It. », vol. XIV (con carta geologica).
- SACCO F. (1899), *L'Appennino della Romagna*. « Boll. Soc. Geol. It. », vol. XVIII (con carta geologica), Roma.
- SACCO F. (1904), *L'Appennino settentrionale e centrale*. (Con appendice). Gerbane, tip., Torino.
- SACCO F. (1905), *Les formations ophiolitifères du Crétacé*. « Bull. Soc. Belge d. Géol. », 19.
- SACCO F. (1923), *Le regioni petrolifere dell'Emilia*. « Boll. Soc. Geol. It. », vol. XLII, Roma.
- SACCO F. (1925-1926), *L'età degli argilloscisti ofitiferi dell'Appennino* « Atti R. Acc. Sc. Torino », vol. 61.
- SACCO F. (1926), *La questione dell'età degli argilloscisti ofitiferi dell'Appennino*. « Rend. R. Acc. Lincei », ser. 6, vol. IV.
- SACCO F. (1926), *Ricerche di regioni petrolifere dell'Appennino dell'Emilia*. II: *Appennino bolognese*. « Mem. descritt. Carta Geol. It. », vol. XX.
- SACCO F. (1928), *Nuovi dati di fatto riguardo l'età degli argilloscisti ofolitiferi dell'Appennino*. « Atti R. Acc. Sc. di Torino », vol. 64.
- SACCO F. (1934), *I problemi delle formazioni ofolitifere delle Alpi e dell'Appennino*. « Boll. R. Uff. Geol. d'It. », vol. 59, Roma.
- SACCO F. (1934), *Considerazioni geologiche sopra la galleria transappenninica della direttissima Bologna-Firenze*. « Boll. Soc. Geol. It. », vol. 53, Roma.
- SACCO F. (1934), *Foglio 98 « Vergato » della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000*. R. Uff. Geol., Roma.
- SACCO F. (1935), *Le direttrici tettoniche trasversali dell'Appennino*. « Rend. R. Acc. Naz. Lincei, Cl. Sc. Fis. Mat. e Nat. », ser. VI, vol. XXII, fasc. 9-12, Roma.
- SACCO F. (1935), *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia. Fogli di « Bologna » e « Vergato »*. R. Uff. Geol., Roma.
- SACCO F. (1937-38), *Schema paleogeografico dell'Appennino settentrionale*. « Atti R. Acc. Sc. Torino », vol. 73.
- SANESI G. (1965), *Geologia e morfologia dell'antico bacino lacustre del Mugello*. Firenze. « Boll. Soc. Geol. It. », vol. LXXXIV, fasc. 3, Pisa.
- SANGIORGI D. (1898), *Fosili tortoniani dell'alta valle dell'Idice*. « Riv. It. Paleont. », vol. IV.
- SARTONI S. (1966), *Ricerche stratigrafiche nei pressi di Camugnano (Appennino bolognese)*. « Giorn. Geol. », ser. 2, vol. XXXIII, Bologna.
- SELLI R. (1967), *Cenni geologici generali sull'Appennino romagnolo fra Bologna e*

Rimini. In « Guida alle escursioni, Comitato del Neogene Mediterraneo », IV Congr., Bologna.

- SELLI R. (1968), *Sul significato geologico della sismicità dell'Appennino settentrionale, con particolare riguardo alla località Brasimone*. Pubbl. C.N.E.N., Roma.
- SIGNORINI R. (1938), *Una vasta zona a strati rovesciati tra l'Idice e il Setta nell'Appennino bolognese*. « Boll. Soc. Geol. It. », vol. LVII, fasc. 2, Roma.
- SIGNORINI R. (1939), *Osservazioni geologiche sull'alto Appennino bolognese*. « Boll. Soc. Geol. It. », vol. LVIII, Roma.
- SIGNORINI R. (1941), *Osservazioni geologiche sul bordo settentrionale del Mugello*. « Boll. Soc. Geol. It. », vol. LX, Roma.
- SIGNORINI R. (1941), *La serie stratigrafica cenozoica tra Pianoro, Loiano e Vado nel Bolognese*. « Rend. R. Acc. It. Cl. Sc. Fis. Mat. e Nat. », ser. VII, vol. III, fasc. I, Roma.
- SIGNORINI R. (1943), *Sull'ambiente di sedimentazione della formazione marnoso-arenacea romagnola*. « Boll. Soc. Geol. It. », vol. LXII, Roma.
- SIGNORINI R. (1946), *Autoctonia e alloctonia dei terreni dell'Appennino centrale e settentrionale*. « Rend. Acc. Naz. Lincei, C. Sc. Fis. Mat. e Nat. », ser. VII, vol. I, fasc. I, Roma.
- VINASSA DE REGNY P. (1900), *Rocce e fossili di Grizzana e di Lagaro*. « Boll. S. c. Geol. It. », vol. 19, Roma.
- WIEDENMAYER C. (1950), *Zur Geologie des bologneser Apennins zwischen Reno und Idice-Thal*. « Ecl. Geol. Helvet. », vol. 43, Basel.

Distribuzione e vendita:

LIBRERIA DELLO STATO - PIAZZA VERDI, 10 - 00198 ROMA (ITALIA)