

MEMORIE DESCRIPTTIVE
DELLA
CARTA GEOLOGICA D'ITALIA
VOLUME XXXI

STRATIGRAFIA E TETTONICA DEL
FLYSCH
(CRETACICO-EOCENE)
DEL BERGAMASCO
E DELLA BRIANZA ORIENTALE
DI
SERGIO VENZO

Con 24 figure nel testo, 2 Quadri di profili tettonici e 4 Tavole

ROMA
LIBRERIA DELLO STATO
1954

MEMORIE DESCRIPTTIVE
DELLA
CARTA GEOLOGICA D'ITALIA

—
VOLUME XXXI
—

S E R V I Z I O G E O L O G I C O D ' I T A L I A

S E R G I O V E N Z O

STRATIGRAFIA E TETTONICA DEL
FLYSCH
(CRETACICO-EOCENE)
DEL BERGAMASCO
E DELLA BRIANZA ORIENTALE

Con 24 figure nel testo, 2 Quadri di profili tettonici e 4 Tavole

ROMA
LIBRERIA DELLO STATO
1954

INDICE

INTRODUZIONE	Pag.	7-12
Successione stratigrafica del flysch cretacico-eocenico del Bergamasco e della Brianza Orientale	13-63	
Barremiano superiore	13	
Aptiano-Albiano inf.	14-17	
Albiano	17-23	
Cenomaniano	23-29	
Turoniano	29-38	
Coniaciano	38-39	
Santoniano (* Piano di Sirona + Auct.)	39-45	
Campaniano (* Piano di Brenno + Auct.-parte inferiore)	45-50	
Maestrichtiano e Daniano	51-60	
Eocene	60-63	
CONCLUSIONI SULLA SUCCESSIONE CRETACICO-EOCENICA DEL BERGAMASCO OCCIDENTALE	64-65	
SERIE COMPRENSIVA (CRETACEO-EOCENE) DEL BERGAMASCO OCCIDENTALE E CONFRONTI	65-70	
SERIE COMPRENSIVE DEL BERGAMASCO COI PASSAGGI LATERALI DI FACIES	70-72	
CONSIDERAZIONI SULLE FACIES DELLA SERIE CRETACICO-EOCENICA. LE FASI INIZIALI DELL'OROGENESI ALPINA	73-84	
Tettonica	85-121	
Le precedenti conoscenze tetttoniche	85-89	
Le condizioni di giacitura della serie cretacico-eocenica	89-90	
Profili trasversali	90-103	
Cenno alla serie precretacica della brachianticlinale di Trescore . .	103-107	
Zona della brachianticlinale liassica Trescore-Zandobbio	107-116	
Le ondulazioni assiali	116-121	
Geomorfologia	122-126	
Selettività della serie cretacica	122-124	
Osservazioni sulla posizione delle valli bergamasche allo sbocco verso la pianura	124-126	
ELENCO DELLE OPERE CITATE	127-133	

INTRODUZIONE

La presente Memoria illustra la regione meridionale del *Foglio Geologico Bergamo* [106] (1), costituita da serie prevalentemente fiscioide del Cretacico: l'Eocene è invece ridotto a pochi lembi, nel Bergamasco occidentale e nella Brianza orientale. Il rilevamento al 25.000, iniziato per il *Servizio Geologico* nel 1939, mi venne affidato dal prof. ARDITO DESIO, che si occupava da tempo del *Precretacico*. Egli - Direttore dei rilevi nel Bergamasco - incoraggiò costantemente il mio lavoro e mi fu largo di consigli; gli esprimo pertanto i sensi della mia più viva riconoscenza. Ringrazio, nel contempo, il *Servizio Geologico* e particolarmente il suo Direttore - ing. ENZO BNEO - per aver accolto il mio lavoro in apposita *Memoria descrittiva della Carta Geologica d'Italia*.

La zona rilevata ed illustrata interessa le seguenti Tavolette del *Foglio Bergamo*, che si sviluppano dall'Adda all'Oglio: *Caprino Bergamasco*, *Palazzago* (angolo SO), *Bergamo*, *Zogno* (sesto meridionale), *Alzano Lombardo* e *Trescore Balneario*. Nella regione prealpina bergamasca, il Cretacico, a tettonica tranquilla, risulta continuo sino al Campaniano inferiore: mentre la soprastante serie sino al Campaniano superiore di M. Giglio (Bergamasco sud-occidentale) - potente 700 metri - appare mascherata da imponente copertura morenica. La serie di M. Giglio è poi sviluppata sino all'Eocene medio, similmente a quella dell'Adda di Paderno.

Per completare la stratigrafia del *Flysch*, fui obbligato a rilevare anche la *Tavoletta Brivio*, ad ovest dell'Adda (Brianza orientale), che fa parte del *Foglio Geologico Como* [58]. Ivi, la serie continua in alto sino al Priaboniano inferiore di Monte Orobio (presso Paderno d'Adda). Sulla sponda occidentale dell'Adda, la serie campaniana - in allineamento tettonico con quella, in gran parte coperta, del Bergamasco occidentale - risultò continua tra Arlate e Madonna del Bosco: dove invece sul *Foglio Como* appare il *Sopracretacico* inferiore (*Piano di Sirone*), a contatto coll'Eo-

(1) I numeri tra parentesi quadre sono quelli dell'*Elenco bibliografico*, al quale rimando.

cene. La fascia cretacico-eocenica venne rilevata ad ovest sino a Sirone, per il raccordo della formazione arenaceo-conglomeratica bergamasca con quella della classica località, già studiata da DE ALESSANDRI [12-13] e MARIANI [47]. Ne consegue, che il territorio ora illustrato, si sviluppa nella regione prealpina lombarda per oltre 50 chilometri.

Il Cretacico-Eocene del Bergamasco occidentale e della Brianza orientale (dal Barremiano al Priaboniano), è distinto con 9 segni nella mia *Carta al 30.000 dell'apparato morenico dell'Adda* [95], che si trova al proseguimento occidentale del *Foglio Bergamo*. Nella presente descrizione dei profili tettonici accenno in breve al Pliocene-Quaternario, già oggetto di mie pubblicazioni [86, 89, 92, 94-99, 102, 105 e 107].

Per completare il rilevamento del Cretacico ai fianchi della brachian-ticlinale liassica di Trescore (Bergamasco orientale), ed illustrarne le condizioni tettoniche (*Quadro II*, profili XVII-XX), fui obbligato a rilevare localmente la serie precretacica sino al Sinemuriano. Potei così raccogliere nuove ricche faune nel « Rosso ad Aptici » e nel Toarciano; identificando inoltre l'Aleniano inferiore con *Dumortieria*, ad Aminella presso Trescore. Le faune vengono elencate nel « *Cenno alla serie precretacica della brachian-ticlinale di Trescore* ». La *serie comprensiva* del *Quadro tettonico II* riassume la successione stratigrafica, che è continua dal Sinemuriano al Santoniano.

I precedenti lavori. — Di base al presente rilevamento servì il lavoro del DE ALESSANDRI: *Osservazioni geologiche sulla Creta e sull'Eocene della Lombardia* (1899; bibl. [13], con *Carta geologica al 100.000*). Fu questo il primo, e l'unico, tentativo di rilievo d'assieme della zona cretacica: la *Carta* interessa anche la zona meridionale del *Foglio Bergamo*. DE ALESSANDRI adottò le seguenti distinzioni nella serie soprastante la Maiolica:

1° *Creta inferiore* (Cenomaniano-Turoniano): calcari grigio-scuri compatti, marne azzurre e calcari variegati (nessun cenno a fossili).

2° *Santoniano*: arenarie grigio-plumbee, puddinghe e straterelli calcareo marnosi (*Piano di Sirone*), coi fossili studiati da lui [92] e da Mariani [47, 48]).

3° *Campaniano*: calcari marnosi grigiastri o rosso-vinosi, calcari grigio compatti, e strati arenacei (*Piano di Brenno*, con *Inocerami*).

4° *Parisiano*: calcari marnosi grigiastri e rosso-vinosi, con banchi di brecciole nummulitiche.

Nel Quaternario, egli adottò due sole distinzioni cartografiche: « *Morenico* » e « *Diluvium-Alluvium* ». La *Carta geologica* DE ALESSANDRI è

illustrata da alcuni spaccati, scarsamente rispondenti alla realtà: di essi viene discusso nel capitolo introduttivo alla «Tettonica».

Nel 1903, DE ALESSANDRI pubblicò il lavoro sul Monte Misma [15], con *Carta geologica al 25.000*, che interessa la parte più orientale della fascia cretacica bergamasca (tra Gavarno e Foresto). In essa egli segue le distinzioni stratigrafiche del suo precedente lavoro.

Nel 1904, lo stesso Autore portò alcune *Sezioni geologiche attraverso il M. Misma* [16]. Nel tratto più meridionale, esse entrano nella Creta inferiore e media (senza distinzioni): ma l'interpretazione tettonica risulta ancora scarsamente aderente alla realtà.

Nella *Carta geologica della regione dell'Albenza 1: 25.000* di DESIO (1929; bibl. [20]), che interessa l'estremo angolo nord-occidentale del mio rilievo nel Bergamasco, il Flysch è indicato con unico colore. Ciò, perché il prof. DESIO ritenne, sin d'allora, necessario uno studio stratigrafico di tutta la regione prealpina bergamasca.

Nel 1930, CACCIAMALI pubblicò la *Morfogenesi delle Prealpi Lombarde* [5], lavoro tettonico basato sul vecchio rilievo DE ALESSANDRI 1899; esso include la zona Trescore-Foresto e quella Adrara-Villongo (Bergamasco sud-orientale). Gli scarsi dati stratigrafici e l'insufficiente rilievo, furono causa di erronea interpretazione sull'andamento delle pieghe cretaciche.

Nel 1937, uscì il *Foglio Geologico Como* [58], proseguimento occidentale del presente *Foglio*. In esso, il Cretacico – soprastante alla Maiolica – venne distinto con due soli colori: *Sopracretacico inf.* (*Piano di Sirone A.A.*) e *Sopracretacico sup.* (*Piano di Brenno A.A.*), sottostante all'Eocene. Di particolare interesse risultano le due recenti note di DESIO sulle formazioni precretaciche, al limite della serie flisioide del Bergamasco orientale: *Sulla costituzione geologica dei dintorni di Trescore* [24]; *Appunti sulla tettonica della Valle Adrara* [25].

Per la paleontologia e la stratigrafia mi furono utili, per quanto ormai vecchi, i lavori di MARIANI [46-48], di PARONA [61] e TARAMELLI [76]; di maggiore interesse apparve invece la nota di FLORIDIA sulle *Orbitoidi* maestrichtiane di M. Giglio [34].

* * *

Quando iniziai il presente rilevamento, nel 1939, le conoscenze sul Flysch risultavano sporadiche ed in genere basate su lavori vecchi di oltre cinquant'anni: la serie non era conosciuta, e di conseguenza le notizie sulle condizioni tettoniche erano scarse, inesatte, o del tutto mancanti.

Nel 1945, illustrando la bassa Val Cavallina [89], cominciai a dar notizia della nuova serie cretacea, portando inoltre due profili tettonici. La presente memoria fu preceduta da nota stratigrafica preliminare [92], da lavoro geomorfologico sull'Adda [95], e da studio sulle nuove ammoniti dell'Albiano-Cenomaniano [100]. Questo lavoro, paleontologico e stratigrafico, mi permette distinguere i vari piani in tutta la fascia prealpina del Bergamasco; risultando fondamentale per il rilevamento del *Foglio geologico Bergamo*, nonché per l'interpretazione tettonica.

Per lo studio delle nuove faune del Barremiano e dell'Eocene, mi valsi dell'opera del valente collaboratore dott. VITTORIO VIALLI (1), che pubblicò due apposite memorie sull'argomento [108, 109].

Del tutto recentemente, illustrai una nuova forma di *Anisoceras* del Sopracretacico di M. S. Genesio, nella Brianza orientale [104]: essa risulta l'unica ammonite coniaciana sinora nota in Lombardia.

I *Microforaminiferi* del Cretacico – fondamentali per dettagliare la stratigrafia del Flysch – vennero studiati dal prof. RAIMONDO SELLÌ (2): sin dal 1947, egli venne assieme a me nel Bergamasco occidentale a campionare la serie, dagli *Scisti neri* dell'Aptiano alla «Scaglia rossa» maestrichtiano-daniana. Altro ricco materiale da me in seguito raccolto, colla collaborazione del sig. LUIGI TORRI (3), venne pure da lui esaminato. Ricordo infine con riconoscenza il prof. ALFREDO BONI, per aver acconsentito a studiare il ricco materiale ittiologico e la *Emys* del Cenomaniano del torrente Sommaschio di Caprino.

(1) Vado al collega dott. VITTORIO VIALLI, del Museo Civico di Storia Naturale di Milano, le espressioni della mia riconoscenza per il suo contributo al presente lavoro.

(2) Devo ringraziare pubblicamente il prof. RAIMONDO SELLÌ, dell'Istituto Geologico dell'Università di Bologna – specialista riconosciuto di *Foraminiferi* – per la sua preziosa collaborazione. Lo studio di tutto il materiale è oggetto di apposita Nota: *Studio micropaleontologico della serie cretacea del Bergamasco occidentale*, comunicata in seduta della Società Italiana di Scienze Naturali (Milano, 25 giugno 1950). Di essa (non ancor pubblicata per nuovo materiale da me in seguito raccolto), il SELLÌ ebbe a comunicarmi un riassunto, cogli elenchi dei *Foraminiferi* e col loro valore cronologico.

(3) Un senso di gratitudine mi lega al signor LUIGI TORRI, di Caprino, compagno di tante escursioni nel Cretacico del Bergamasco occidentale. Alle sue ricerche, durate molti anni, sono dovuti per la massima parte: i *Pesci* del Cenomaniano, le *Ammoniti* del Barremiano, dell'Albiano superiore e del Cenomaniano.

Suddivisione del lavoro e principali risultati. — Il primo capitolo riguarda la *Successione stratigrafica* colla descrizione di nuova serie, potente quasi 3000 metri e continua — nel Bergamasco occidentale — dalla Maiolica al Priaboniano. La tettonica è tranquilla, dimodoché la presente stratigrafia risulta delle più sicure. Pur prevalendo la facies di Flysch, sempre povera di fossili, in quindici anni di ricerche fu possibile individuare diversi livelli fossiliferi. Fondamentali per le distinzioni stratigrafiche sono le 7 zone ad *Ammoniti*: Barremiano superiore con fauna a *Silesites seranonis* e *Costidiscus recticostatus*; Aptiano inferiore ad *Aconeoceras nisum*; Albiano superiore a grandi *Desmoceras latidorsatum*; Cenomaniano inferiore a *Mantelliceras*, *Eucalycceras*, *Turrilites*, *Hamites*; Turoniano a *Gaudryceras mite*; Coniaciano ad *Anisoceras*; Santoniano inferiore a *Eupachydiscus isculensis*; ed inoltre il Maestrichtiano inferiore a *Belemnitella mucronata*.

Il Cenomaniano inferiore contiene anche *Pesci*, *Emys*, piccoli *Inoceramus striatus*, foglie e ramoscelli fluitati; sempre di estrema rarità. Il Santoniano inferiore è caratterizzato dalla presenza di *Acteonelle* e *Ippuriti* nei conglomerati (come a Sirona); da *Inoceramus cripstii* e *Foladomie* nelle arenarie.

La nuova stratigrafia è completata e dettagliata da una ventina di faunette a *Microforaminiferi*, con prevalenza di *Globotruncana*, studiate da SELLi: esse si trovano nell'Albiano inferiore, nel Cenomaniano, nel Turoniano inferiore, nel Campaniano superiore, e nelle varie zone del Maestrichtiano; *Orbitoidi* si trovano nel Maestrichtiano inferiore. Nel Daniano, le *Globotruncane* non si trovano più, mentre compaiono *Globigerine* di tipo terziario. La fauna eocenica — ricca di 70 forme (*Nummuliti*, *Operculine*, *Discocicline*, *Assiline*), studiate da VLALLI [109] — permette distinguere i livelli sino al Priaboniano inferiore (a *Numm. fabianii*, *chavanesi*, *variolaria*, *budensis*): serie presente nell'incisione dell'Adda di Paderno, all'estremo limite occidentale del *Foglio Bergamo* (fig. 15 nel testo: *Quadro I*, profilo I).

Fu così possibile individuare anche paleontologicamente i 10 livelli del Cretacico soprastante alla Maiolica, col dettaglio inoltre di 9 Zone (fig. 17).

Sul *Foglio*, per necessità cartografica, dovetti ridurre le distinzioni: indico con unico colore il Cenomaniano — Turoniano, a « Flysch scistoso-argilloso »; riunisco le arenarie coniaciane con quelle santoniane, tuttavia con l'intercalazione — già di per sé distintiva — dei conglomerati basali del Santoniano. Indico con solo colore il Maestrichtiano —

Daniano: infatti il Daniano, ridotto ad una dozzina di metri, con fau-nette a *Microforaminiferi*, presenta la medesima facies a « Scaglia rossa marnosa » del Maestrichtiano superiore.

Il *Piano di Sirona* dei vecchi geologi lombardi risulta comprensivo del Coniaciano e del Santoniano. Il *Piano di Brenno*, sinora considerato campaniano, include in alto il Maestrichtiano ed il Daniano, che sotto-stanno all'Eocene del tutto continuo.

La successione cretacico-eocenica del Bergamasco occidentale – a prevalente facies di Flysch – risulta così una delle più fossilifere, complete e stratigraficamente più dettagliate, tra quelle sinora note in Italia: essa potrà venir considerata « serie tipo », e servire di base per nuovi studi stratigrafici. Sarà inoltre d'interesse per i micropaleontologi; infatti è raro che la successione cretacica a *Foraminiferi* si possa coordinare con 7 livelli ad *Ammoniti*.

Nella « *Serie comprensiva del Bergamasco occidentale e confronti* » illu-stro particolarmente il *Quadro* della fig. 17: in esso indico la successione delle varie facies dal Barremiano al Priaboniano, colle rispettive potenze, la selettività ed i livelli fossiliferi. La nuova serie viene confrontata con quella della Breggia (Canton Ticino), di Tignale (Lago di Garda), col Cenomaniano di Mollaro (Val di Non) e con quello di Coméno (Goriziano), col Sopracretacico del Bacino di Firenze; nonché colla formazione nord alpina di Gosau (Salzkammergut).

Nel capitolo *Serie comprensive del Cretacico-Eocene bergamasco coi passaggi laterali di facies* descrivo il *Quadro* della fig. 18, che interessa tutta la fascia prealpina del *Foglio Bergamo*.

Seguono le « *Considerazioni sulle facies della serie cretacico-eocenica. Le fasi iniziali dell'orogenesi alpina* ». Lo studio tettonico del Flysch costituisce pure argomento del tutto nuovo; come appare dai capitoli sulle « *Precedenti conoscenze tettoniche* » e sulle « *Condizioni di giacitura della serie cretacico-eocenica* ». L'andamento trasversale è illustrato dai due *Quadri tettonici*, con XXII profili, eseguiti al 12.500. Gli spaccati delle figg. 20 e 21 nel testo, sono riportati, ridotti ed a colori, sul *Foglio geologico*; le figg. 22 e 24 illustrano invece le ondulazioni assiali. A coronamento della memoria, porto un capitolo sulla *Geomorfologia*; in esso esaminerò particolarmente le condizioni di selettività della serie.

SUCCESSIONE STRATIGRAFICA DEL FLYSCH (CRETACICO-EOCENE) DEL BERGAMASCO E DELLA BRIANZA ORIENTALE

Nel Bergamasco occidentale, la successione dal Barremiano al Turoniano inferiore, fu oggetto di mia recente Memoria (1): in essa portai le prove paleontologiche delle presenti distinzioni stratigrafiche. La mia serie 1951, viene ora riportata da CADISCH (2) in apposito Quadro del suo magnifico trattato *Geologie der Schweizer Alpen* (6); p. 261).

BARREMIANO SUPERIORE

In Val Veschiera (Opreno) - alle pendici meridionali del Monte Albenza - la Maiolica infracretacica (Neocomiano), passa in alto a calcarie debolmente marnosi e grigio giallastri, stratificati, con *Aptici*, *Crioceras* e rare *Terebratule* (Barremiano inferiore; potenza circa 50 metri). La serie appare inclinata di 65° a SSO, come illustro a fig. 6 e nel profilo VI. Sopra, si trovano lastroni calcarei giallastri o grigi, con sottili interstrati marnosi neri o grigi, fogliettati (circa 10 metri): di qui proviene la ricca fauna ad *Ammoniti* del Barremiano superiore, recentemente illustrata da VIALLI (3, 4). Essa consta di 40 forme, tra le quali diverse da me stesso raccolte; tra le più comuni e caratteristiche, ricordo:

Silesites seranonis d'ORB.
Costidiscus recticostatus d'ORB.

(1) VENZO S., *Ammoniti e vegetali albiano-cenomaniani nel Flysch del Bergamasco occidentale*. 1951 (bibl. [100]).

(2) Nel luglio 1951 ebbi il piacere di accompagnare l'illustre Collegha svizzero prof. J. CADISCH, a visitare la cava di Sirona e la serie cretacico-eocenica del Bergamasco occidentale. In quell'occasione verificammo sul terreno la mia serie (fig. 17) ed i profili I-V del *Quadro tetttonico I*.

(3) VIALLI V., *Nuova fauna ad ammoniti del Barremiano superiore* [108].

(4) Come ricordato nel lavoro di VIALLI, tre ammoniti del Barremiano erano state raccolte da TARAMELLI alla selletta tra Burligo e Opreno, che si trova un chilometro ad est, alla testata della Val Veschiera: tali forme vennero allora studiate da PARONA (1895). DESIO (Albenza 1929, p. 51), ebbe inoltre a rinvenire un *Phylloceras* cfr. *tethis* d'ORB.

Holcodiscus van den heckeii D'ORB.

Leptoceras silesiacum UHLIG

Macroscaphites yvani PUZ.

Heteroceras astieri D'ORB.

APTIANO-ALBIANO INFERIORE

Scisti neri, marnosi, spesso variegati in grigio, rosso vino e talora in verdastro; contengono rare squamette di pesci (potenza sui 45 metri, quando – naturalmente – non esistono raddoppiamenti della serie). In Val Veschiera, verso il limite inferiore, si trova livello ricco di *Aconeoceras nisum* D'ORB. (40 es.), forma caratteristica dell'Aptiano. Poiché il « livello a nisum » giace un paio di metri sopra al Barremiano superiore a *seranonis-recticostatus*, esso deve attribuirsi all'Aptiano inferiore.

Succedono quasi 45 metri di *Scisti neri*, i quali vennero campionati di 3 metri in 3 metri. Per i 30 metri inferiori, essi non contengono *Foraminiferi* significativi, che invece compaiono subito sopra, dove SELLi classificò:

Anomalina breggiensis GAND.

Globotruncana (Thalmanninella) ticinensis (GAND.)

var. *alpha* (GAND.)

Queste due forme diventano abbondanti nei successivi campioni della parte più alta degli *Scisti neri*, donde provengono inoltre:

Pseudoclavulina aff. *eggeri* CUSHMAN

Dentalina lorneiana D'ORD.

Globigerina cretacea D'ORB.

DISCUSSIONE CRONOLOGICA. – Circa il significato stratigrafico di tali faunette, SELLi mi avverte: *Non si può al momento pervenire a conclusioni precise, poiché secondo alcuni autori la Gl. ticinensis var. alpha – che è la più antica forma del genere nota – comparirebbe solo alla base del Cenomaniano (BOLLI); secondo altri invece farebbe la sua prima comparsa nell'Albiano superiore (GANDOLFI, REICHEL, MARIE, GUBLER). Questa ultima interpretazione sembra la meglio provata.*

Nel nostro caso, l'attribuzione dei 15 metri di tetto degli *Scisti neri* all'Albiano superiore non è stratigraficamente possibile. Infatti, sopra (fig. 16), troviamo 320 metri di « *Sass della luna* », che, verso l'alto – cioè 330 metri sopra le più basse *Gl. ticinensis* var. *alpha* – contiene *Lati-*

dorsella latidorsata in grandi esemplari. Questi ultimi sono caratteristici dell'Albiano superiore francese e svizzero. Inoltre, il soprastante Cenomaniano inferiore a *Mantelliceras* (fig. 2 e 16), giace 340-360 metri sopra al livello con *ticinensis* var. *alpha*.

Dunque, se i 15 metri superiori degli *Scisti neri* si debbono attribuire all'Albiano, non può trattarsi che delle assise inferiori di esso. I *Foraminiferi* inducono così ad abbassare il limite tra Aptiano ed Albiano di una quindicina di metri. Di conseguenza la serie verrebbe ad essere datata, come illustro nella fig. 16: 10 metri di Barremiano superiore, a *Silesites-Costidiscus*; 30 metri di *Scisti neri* dell'Aptiano, con *Aconeeras nisum* in basso; 15 metri di *Scisti neri* a *Globotruncana ticinensis* var. *alpha* ed *Anomalina breggiensis*, dell'Albiano inferiore; 320 metri di *Sass della luna* albiano, con grandi *Latidorsella latidorsata* in alto; al tetto, 20 metri di Cenomaniano inferiore a *Mantelliceras-Eucalyoceras*. Le faunette a *Microforaminiferi* risultano in tal modo coordinate stratigraficamente con 4 livelli ad Ammoniti.

CONCLUSIONI. — La serie degli *Scisti neri*, per il passato attribuita in blocco al Barremiano, risulterebbe invece comprensiva del Barremiano superiore, dell'Aptiano e dell'Albiano inferiore: fatto che non deve meravigliare, se si pensa trattarsi di depositi batiali (fig. 16). La grande potenza del soprastante « *Sass della luna* » è a sua volta giustificata, trattandosi di sedimento neritico.

Gli *Scisti neri* formano una fascia continua in tutta la zona prealpina bergamasca, da Carenno ad Adrara. L'uniformità del deposito, variabile in potenza dai 50 ai 100 metri, si spiega, poiché trattasi di sedimento profondo: inferiormente, come dimostra la fauna ad *Ammoniti*, il sedimento era batiale (attorno ai 1000 metri di profondità); poi semibatiale, tra i 500 ed i 200 metri.

Nella **Brianza orientale** interessata dalla mia *Carta Adda*, non compaiono gli *Scisti neri*, poiché la serie cretacea si sviluppa in basso soltanto sino al Senoniano inferiore (Coniaciano del M. S. Genesio).

Bergamasco occidentale. — Gli *Scisti neri*, teneri e più erodibili rispetto alla sottostante Maiolica ed al soprastante « *Sass della luna* », determinano spesso la formazione di vallette o valloni selettivi (profili II-VII): anche la Val Veschiera è dovuta ad erosione selettiva del Barremiano superiore-Albiano inferiore (fig. 6, a sinistra). In alto alla valle in corrispondenza della Forcella — pure selettiva — di Burligo, gli *Scisti*

neri sono ripiegati (profilo VII), con calcari marnosi albiani al nucleo della piccola sinclinale costipata. Ciò spiega il grande spessore dell'affioramento. Questo motivo tettonico si ripete ad ovest (profili III e IV): a monte del Crocione di Opreno - profilo IV - la corrispondente sinclinaleetta è interessata da faglia inversa, sottospinta a sud e con debole accavallamento a nord.

Oltrechè *valli selettive susseguenti*, gli *Scisti neri* formano forcelle o sellette; pure selettive - a dolce morfologia - e caratterizzate dalla presenza di prati con malghe, o boschi con castani. Invece Maiolica e «Sass della luna», di aspetto roccioso e carsico, risultano generalmente coperti da ceduo.

Bergamasco centrale. - Gli *Scisti neri* - sempre concordanti sulla Maiolica - attraversano la Val Brembana appena a nord di Ghiaie al Brembo, con strati subverticali; per assumere grande sviluppo in superficie, dato l'andamento tettonico, nella zona Bruntino-Val del Giongo (profili VIII e IX): qui, la serie risulta rovesciata ed inclinata di 70-80° a nord. La Val del Giongo, pure selettiva, s'impostò in corrispondenza degli *Scisti neri*: alla sua testata, essi costituiscono la Forcella del Lümbrie (m. 730), con strati rovesciati sotto alla Maiolica (profilo X). A nord del M. Lümbrie-M. Solino (profilo XI), gli *Scisti neri* - sempre rovesciati - sono ridotti e strizzati lungo il fianco nordico, inverso, della sinclinale: alla Forcella del Sorriso (nord del M. Lüvrida), l'elisione è completa per faglia inversa, che determina contatto «Sass della luna» Maiolica. Questo disturbo tettonico, con elisione o strizzamento degli scisti, si può seguire sino quasi all'abitato di Olera.

Bergamasco orientale. - Gli *Scisti neri* - potenti 100 e più metri - si sviluppano ad est della Val Seriana, a Cornale ed in Vallogna; questo vallone, con serie scistosa sul versante settentrionale, è pure selettivo (profili XII-XIV). A nord del M. Bastia, in corrispondenza dell'alta Vallogna di Spersiglio, gli «*Scisti*», sempre rovesciati, risultano potenti 150 metri e più; ma anche qui la serie è tettonicamente raddoppiata, con faglia inversa (profilo XIV). Più ad est, sul versante meridionale della Costa di Misma, riscontrai analoga faglia inversa (profilo XV): questa determina riduzione degli *Scisti neri* al contatto tettonico colla Maiolica. Poco sopra, tra la Maiolica del Roccokino e quella della Costa di Misma, riappaiono gli scisti, in sinclinaleetta costipata e rovesciata verso la pianura.

Più ad est, la fascia scistosa si sviluppa - con strati rovesciati - sul versante meridionale dei monti Pranzà e Faeto, sino a nord di Vigàno (Val Cavallina). Appena a sud, gli *Scisti neri* subverticali riaffiorano tra il «Sass della luna» nella valletta selettiva del torrente Closale (pro-

filo XVIII). A sud del grande sinclinorio a «Sass della luna», la fascia di *Scisti neri* delimita la brachianticlinale di Trescore (profili XV-XX).

Ad oriente della Val Cavallina, gli *Scisti neri* – più o meno rovesciati – si sviluppano sul versante meridionale del Monte di Grone, in Val Bescasolo–Val dei Ronchi–Forcella di Col Croce, sino ad Adrara: nel vallone ad ovest di Adrara, la potenza della fascia a scisti supera i 200 metri; ma, nell'alta Val Grappa, è evidente che ciò è dovuto a ripiegamento con raddoppio della serie (profilo XXII, Cascina Grappa).

A nord–ovest della brachisinclinale di Foresto, la fascia scistosa – a dolce morfologia, con prati – è continua: però in Val della Colta, sopra Entratico (profilo XIX), gli *Scisti neri* si trovano in contatto, per faglia diretta conforme, col «Rosso ad Aptici», e rispettivamente col «Toarciano rosso», riccamente fossiliferi. Più in alto, alle pendici sud–occidentali del M. Segà, il disturbo tettonico si accentua: gli *Scisti neri*, sino alla Cna Grumna, si trovano a contatto coi calcari domeriani.

Come risulta dal profilo XX, il disturbo ora esaminato è subparallelo a soprastante faglia, con contatto Albiano inferiore–Turoniano arenaceo. Ad oriente dei Sommi, la faglia inferiore si sviluppa sino ad est di Cascina Ruppi, dove si nota contatto Maiolica–Toarciano rosso, ridotto e con *Ammoniti* laminate: mentre più in alto, gli *Scisti neri* si trovano in serie normale sulla Maiolica. Come appare dal Foglio e dal profilo XXI, al limite orientale dell'anticlinale di Trescore–Selva, essi costituiscono il nucleo costipato dell'anticlinale di S. Giovanni delle Formiche.

ALBIANO

Calcari marnosi, talora micacei, cinerei, stratificati e spesso in grossi banchi; con ridotte alternanze più argillose, fliscoidi (fig. 1). Essi costituiscono buon materiale da cemento, ma pessimo per costruzione, poiché si disintegrano facilmente per il gelo e disgelo, e gli altri agenti esterni: donde il nome di «Sass della luna», dato dai bergamaschi.

Nel Bergamasco occidentale, la potenza è sui 320 metri; nell'orientale supera i 400, poiché la facies sale nel Cenomaniano. L'attribuzione all'Albiano, oltreché sulla posizione stratigrafica – sottostante al Cenomaniano inferiore a *Mantelliceras* – è basata sulla presenza nella zona superiore di *Desmoceras latidorsatum*, in grandi esemplari (torrente Sommaschio di Caprino; p. 24, fig. 2). In basso, il «Sass della luna» succede agli *Scisti neri* dell'Albiano inferiore, a *Gl. tictinensis* var. *alpha* ed *Anomalina breggiensis*: questi, come chiarito a fig. 16, vengono a trovarsi circa 30 metri sopra il livello ad *Aconeoceras nisum* (Aptiano inferiore).

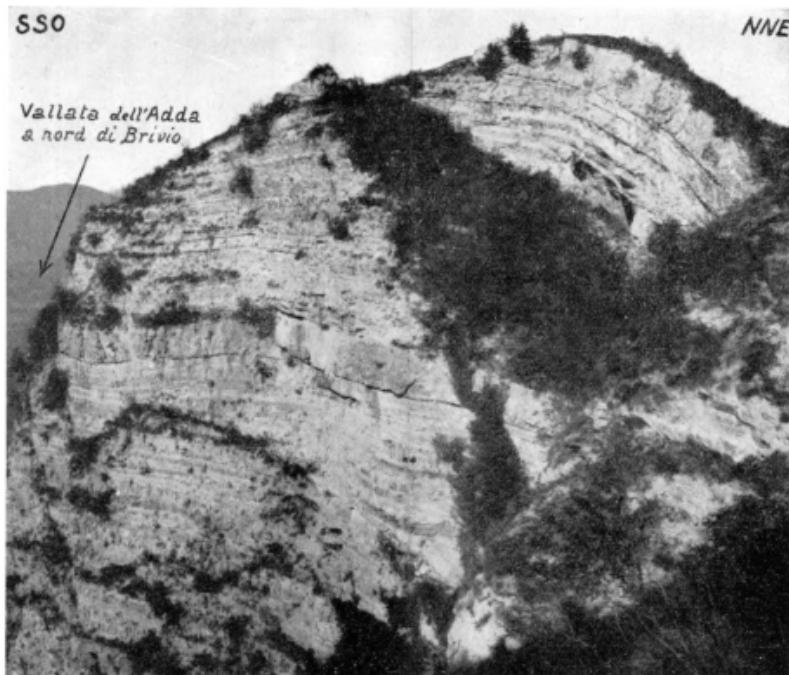


Fig. 1. - Le Corne di Bisone, sopra la ferrovia Cisano-Lecco (Bergamasco occidentale). Pareti di «Sass della luna» (ALBIANO), esarate dai ghiacciai abduani. Sopra, sul versante settentrionale a franapoggio, è conservato un lembo di CENOMANIANO inferiore (Quadro tectonico, profilo III).

Bergamasco occidentale. - In Val Veschiera, gli *Scisti neri* del Barremiano sup.-Albiano inf., passano in alto a strati calcareo-marnosi, con alternanze scistose, e poi al «Sass della luna»: nel banco marnoso inferiore si trova spesso (zona della Sella di Burligo), una breccia conglomeratica (potenza sui m. 0,50, ma alquanto variabile) ad elementi tondeggianti - sino a 3 cm - della sottostante Maiolica gialla (Barremiano inferiore).

La serie calcareo-marnosa è poverissima di fossili; mancano i *Fucoidi*, comuni più in alto, nel Flysch turoniano. Sulle superfici di strato si osservano talora pessime impronte di *Ammoniti* limonitizzate e frammenti vegetali carbonificati. Nei 10 metri superiori, la serie presenta strati di calcari marnosi con alternanze di lastre grigie. Nel torrente Somma-

schio di Caprino (fig. 2), gli interstrati grigi contengono: *Desmoceras (Latidorsella) latidorsatum* (MICHX.) — già da me figurati (1) —, scheletri e placche di *Pesci*, e frammenti di *Phylloceras* indeterminabili; foglie e frustoli vegetali di piante continentali fluitate.

Latidorsella latidorsata è specie albiano-cenomaniana; ma i grandi esemplari (4 campioni), caratterizzano l'Albiano superiore e non si trovano più nel Cenomaniano (JACOB 1907; VENZO [100], p. 183). Altra prova paleontologica è l'assenza dei *Mantelliceras*, presenti poco sopra nel Cenomaniano inferiore (*Mantelliceratano*; fig. 2): quest'ultimo, potente 20 metri, presenta pure facies a «Sass della luna»: ma in strati sottili, con interstrati nerastri lastriformi. Ecco perché nei profili tectonici del Bergamasco occidentale e centrale, gli ultimi 20 metri di «Sass della luna» sono inclusi nel nero del Cenomaniano inferiore.

La datazione del «Sass della luna» è del massimo interesse, poiché esso assume grande sviluppo nella zona prealpina bergamasca, dando luogo a colline generalmente rocciose; più resistenti all'erosione rispetto ai sottostanti *Scisti neri* ed a quelli superiori — con pesci — del Cenomaniano (fig. 2).

Bergamasco occidentale. — L'andamento tectonico del «Sass della luna» è illustrato dai profili II-VII: nella zona dell'Adda a nord di Brivio, sopra la ferrovia Cisano-Lecco, il «Sass della luna» forma le Corne di Bisone (fig. 1), con pareti rocciose — a strati prevalentemente a reggipoggio —, esarate dai ghiacciai abduani. Poco a SO esso costituisce la collina del Ceregallo (profilo IV), nonché lo sperone settentrionale della collina morenica di Brivio, nel centrovalle dell'Adda (*Carta Adda*). Le Corne albane di Bisone, a SO del M. Marenzo, sul *Foglio geologico Como*, sono indicate come «*Piano di Brenno*». In effetti la facies può ricordare la «Scaglia grigia» del Maestrichtiano inferiore di M. Orobio e M. Giglio (profili I e VI), tuttavia a strati più sottili e potenti soltanto 60 metri; inoltre in successione stratigrafica ben diversa, con «Scaglia marnosa rossa» — del Maestrichtiano superiore — al tetto. Come risulta dal profilo III, il «Sass della luna» delle Corne di Bisone — con placca di Cenomaniano inferiore in alto — risulta compreso tra quest'ultimo ed i sottostanti *Scisti neri*. Esso si sviluppa ad est sino al torrente Sommaschio di Caprino, dove verso il tetto della serie contiene i grandi esemplari albiani di *Latidorsella latidorsata* (spaccato figg. 2, 4-6, 7).

(1) VENZO S., *Ammoniti e vegetali albiano-cenomaniani*; pp. 182-183, tav. IX, figg. 5 e 6.

Come indico sul *Foglio*, il «Sass della luna» – a strati subverticali o inclinati di 70–80° verso la pianura – si sviluppa a sud della grande piega a ginocchio dell'Albenza, da Carenno ad Almenno (Val Brembana).

Bergamasco centrale. – Ad est della Val Brembana, le condizioni tettoniche dell'Albiano sono più complicate. Esso si presenta più volte ripiegato, con pieghe oblique verso la pianura: al nucleo delle sinclinali è conservato il «Flysch scistoso argilloso» (Cenomaniano–Turoniano inferiore). Ciò risulta evidente sul versante meridionale della catena collinosa selettiva M. Giacoma–Monti Giubilini–M. Lümbrie – M. Lüvrida–M. Solino (profili VII–XI). Sul versante settentrionale dei Monti Giubilini, verso Val del Giongo, nella zona media del «Sass della luna», osservai alternanza conglomeratica (circa 1 m), consimile a quella della serie di Burligo. Il ripiegamento dei calcari marnosi albiani risulta assai evidente in Val Baderen, che incide trasversalmente la catena collinosa tra il Lümbrie ed il Solino: dal versante orientale, esegui lo schizzo del profilo X – riprodotto specularmente – dove si osservano le tre piccole sinclinali, costipate e rovesciate a sud. Sul versante nord del Lümbrie, il «Sass della luna» si trova rovesciato sotto gli *Scisti neri*.

In corrispondenza delle cime Giubilini (599) – Pissöl (688), profilo IX, è presente sinclinale, costipata ed obliqua a sud di «Flysch scistoso argilloso»; in contrasto morfologico col sottostante «Sass della luna», roccioso e brullo. Alla base del flysch ed al tetto dei calcari marnosi, si trovano gli «Scisti neri cenomaniani».

Alle propaggini meridionali della catena collinosa, il «Sass della luna» passa al flysch scistoso, in sinclinale pure obliqua a sud. Questa piega, sviluppata da Villa d'Almé sino a sud del M. Solino (profili VIII–XI), resta in aria ad est di Cà del Latte, dove è interrotta dalla profonda incisione della Val Rossa. Come indico sul *Foglio*, la piega riappare ad oriente, sulla cresta NE del Colle di Ranica (666), nell'ampia insellatura col M. Zuccone.

A sud, il «Sass della luna» forma l'ampio antielinorio di Ponte-Ranica–La Maresana–Ranica, con ridotti lembi testimoni di Cenomaniano al nucleo delle deboli sinclinali (profilo XI e fig. 22).

Bergamasco orientale. – Ad est della Val Seriana, il «Sass della luna» si sviluppa in alto, sostituendo la facies scistosa cenomaniana, che viene a mancare; esso supera così i 400 metri di potenza. Nella parte superiore, sotto il «Flysch scistoso», i calcari marnosi ceneri diventano rosati, talora con variegature; in posizione stratigrafica corrispondente

alle marne rosse del Cenomaniano superiore del torrente Sommaschio di Caprino (fig. 2, liv. 7).

Il «Sass della luna», a strati rovesciati, forma: la catena collinosa selettiva Costone di Gavarno-M. Bastia, colle solite pieghe sinclinali oblique e costipate a Flysch scistoso, sul versante meridionale (profili XII-XIV); le propaggini meridionali della Costa di Misma (M. Falde, profilo XV), la Corna Clina (profilo XVI) e verso la Val Cavallina, il Pizzo Casgnola (profilo XVII).

A sud della sinclinale di Gavarno, il «Sass della luna» forma la larga fascia collinosa, sviluppata da Villa di Serio (Val Seriana) a Cenate d'Argon: le condizioni tettoniche di questo anticlinorio - continuazione orientale di quello di Ranica - sono illustrate dai profili XII-XIV.

Il sinclinorio a «Sass della luna» Pizzo Casgnola-Sassér (profilo XVII), è sezionato, più ad est, dalla Val Cavallina. Sul versante occidentale, la profonda incisione del torrente Closale (Borgo di Terzo), mette a giorno i sottostanti *Scisti neri*. L'andamento del «Sass della luna», come pure la presenza delle due spie sinclinali a «Flysch scistoso» sul versante meridionale di Costa del Colle, permettono identificare nel sinclinorio cinque pieghe, vergenti verso la pianura. Più ad ovest, le sinclinalette a scisti sono conservate sulle creste sino alle Bocche di Gavarno (profili da XVII a XVIII); mentre le vallette sono incise nel «Sass della luna». Queste condizioni di giacitura sono inoltre chiarite dal profilo assiale della fig. 23 (parte occidentale).

Ad est della Val Cavallina, il «Sass della luna» costituisce pure ampio sinclinorio, con quattro pieghe sinclinali oblique (profilo XIX): tuttavia si accentua e si allarga la sinclinale più meridionale - Val del Corno -, il cui asse tettonico si abbassa notevolmente ad est, in corrispondenza della brachisinclinale ad arenarie di Foresto (profilo XX e fig. 23). Sul versante occidentale del M. Sega - Valli Macla e Penacino - il «Sass della luna» passa in alto agli *Scisti neri* cenomaniani: questi ultimi, a nord della brachisinclinale fanno passaggio laterale ai calcarri marnosi, che si sviluppano in alto sino ai calcari bianchi selciosi del Turoniano (*Foglio* e profilo trasversale XX). A sud del M. Sega, il «Sass della luna», ridotto a soli 100 metri-, si trova in contatto tettonico colle arenarie turoniane (profilo XX): più ad est, esso, completamente sviluppato in alto sino alle arenarie, costituisce l'anticlinale di S. Giovanni delle Formiche (profilo XXI), versante meridionale M. Dratto (profilo XXII). Il «Sass della luna», a strati appena rovesciati, forma inoltre le basse collinette allineate da Cascina La Torre (Montecchio; profilo XIX) a Cascina Ingannolo, a sud della Val Malmera: esse si trovano in serie normale sopra gli *Scisti neri*.

CONFRONTI COLLE CARTE GEOLOGICHE PRECEDENTI. — Sulla *Carta geologica 100.000 DE ALESSANDRI* (1899), tutto il Flysch compreso tra la Maiolica e le arenarie santoniane, è indicato con unico colore; e la serie — seppur continua sulla Maiolica — risulta attribuita al Cenomaniano-Turoniano, senza alcuna prova paleontologica e senza cenno ai più antichi livelli interposti (Albiano-Aptiano-Barremiano). Un confronto tra il presente rilievo — seppur ridotto sul *Foglio* al 100.000 — e tale *Carta* può venir fatto dal lettore: mi limito soltanto alle divergenze maggiori. In essa, il versante meridionale del Costone di Gavarno è indicato come *Precretacico*: ciò per la presenza di cave di pietre coti (cave di false coti, da tempo abbandonate), nelle alternanze arenacee entro il « Flysch scistoso » delle pieghe scistose sinclinali turoniane (profilo XII).

La zona orientale del mio rilievo, entra nella *Carta del M. Misma 25.000 DE ALESSANDRI* (1903). In essa, è pure indicata con unico colore la Creta inferiore e media, cioè tutta la serie sottostante alle arenarie: donde l'impossibilità di interpretazione tettonica (profili A, B, C, DE ALESSANDRI). Tale formazione risulta estesa al Colle di Aminella, a NO di Trescore, dove invece si trova la Maiolica in serie normale sui « Rossi », al fianco sud del motivo anticlinale Canton-Trescore (mio profilo XVII, a sud). Le arenarie della zona M. Segà-Foresto (del Turoniano-Coniaciano e non del Santoniano, che stà sopra ai conglomerati) sono molto esagerate; e non appare traccia, a sud, del motivo anticlinale a « *Sass della luna* » di S. Giovanni delle Formiche, indicato col verde pallido delle arenarie; mentre avrebbe dovuto esser incluso nella Creta inferiore e media.

Le collinette di « *Sass della luna* », Montecchio — Cascina La Torre — Cascina Ingannolo, a sud della Val Malmèra (Zandobbio; profili XIX-XX) — a strati rovesciati ed allineati con quelli del fianco meridionale dell'anticlinale albiana di S. Giovanni delle Formiche (mio profilo XXI), sono da DE ALESSANDRI attribuite al Campaniano (*Piano di Brenno*). Evidentemente, egli, non essendosi reso conto del rovesciamento della serie, le ritenne soprastanti invece che sottostanti alle arenarie.

La *Carta geologica dell'Albenza* di DESIO (1929) interessa l'angolo NO del mio rilievo: in essa vengono illustrate le formazioni precretaciche, mentre il Flysch è indicato con unico colore.

Nel *Foglio Geologico Treviglio* [70], che attacca a sud il *Foglio Bergamo*, il SACCO (rilievo 1893) indicò con unico colore il Cretacico delle colline di Grumello-Credaro; non distinguendo le arenarie santoniane (*Piano di Sirona*) dai soprastanti calcari campaniani (*Piano di Brenno*).

Inoltre, le colline santoniane di Costa Monticelli rimasero incluse nel verde pallido della pianura.

Ricordo ancora, che sul *Foglio Geologico Como* le propaggini sud-occidentali del M. Marenzo, all'attacco colle Corne di Bisone (Cisano), risultano attribuite al *Sopracretacico superiore* (*Piano di Brenno* - Campaniano) invece che all'Albiano (miei profili II-IV). In tale *Foglio*, sopra la Maiolica infracretacica, sono indicate le formazioni arenacee con pud-dinghe (*Piano di Sirone*); senza verun cenno all'inclusa serie continua del Barremiano-Turoniano.

CENOMANIANO

Nel Bergamasco occidentale, è inferiormente rappresentato da strati calcareo-marnosi grigi, con sottili alternanze nerastre a grana finissima (potenza m 20) in serie continua sull'Albiano superiore a grandi *Desmoceras latidorsatum* (fig. 2, liv. 1). Nel torrente Sommaschio di Caprino, le lastre nere o grigie (liv. 2-4) contengono rari fossili, già illustrati (1):

- Mantelliceras mantelli* (Sow.)
- Mantelliceras martimpreyi* (COQUAND)
- Calycoceras* (*Eucalycoceras*) *newboldi* (KOSSM.)
var. *madagascariensis* COLL.
- Phylloceras* aff. *velledae* MICHN.
- Turrilites ornatus* D'ORR.
- Turrilites* sp.
- Inoceramus* cfr. *striatus* MANTELL.
- Placche, scheletri e dentini di Pesci
- Emys* sp.
- Foglie di *Proteaceae* fluitate.

A queste forme deve aggiungersi l'*Hamites torrii* VENZO, proveniente dal basso torrente Sonna, al Ponte della Terra rossa (fig. 8). Tale fauna a *Mantelliceras* caratterizza il Cenomaniano inferiore, o « *Mantelliceratano* » di SPATH; risultando fondamentale per stabilire la successione cronologica del Cretacico medio.

(1) VENZO S., *Ammoniti e vegetali albiano-cenomaniani* [100]; pp. 182-183; 208-227; tavv. VIII e IX.

La formazione a *Mantelliceras* riaffiora nel torrente Sommaschio, al quanto più a monte; a nord della debole anticlinale albiana del Ponte di Celana, alle Tre Cascate (fig. 6).

Come illustro nella fig. 2 (liv. 5-6), seguono al tetto 13 metri di « Scisti marnosi neri, carboniosi, a Pesci »; contenenti resti di piante continentali fluitate, come ramoscelli di *Sequoia*, di *Frenelopsis* (VENZO 1951, pp. 234-36; Tav. IX, figg. 7, 8) e foglie di *Proteacee*. Essi sono attribuibili al « *Mantelliceratano* » superiore (parte alta del Cenomaniano

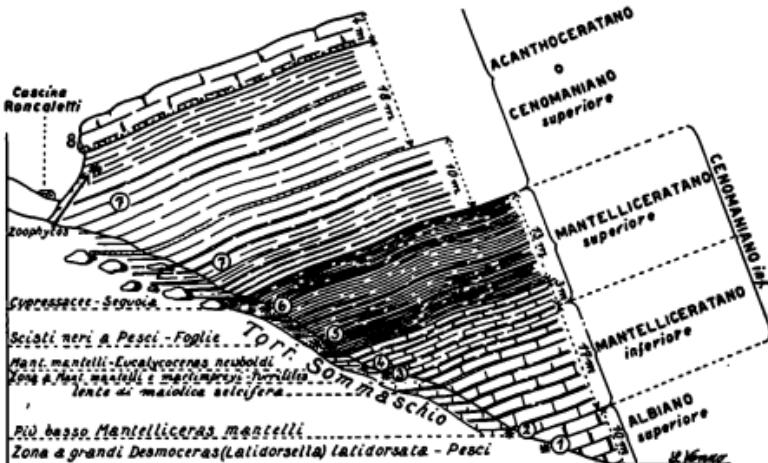


Fig. 2. — Torrente Sommaschio di Caprino (Bergamasco occidentale), in sponda destra: la successione ALBIANO SUPERIORE-CENOMANIANO; a sud, Cascina Roncaletti, colla serie - a « Flysch scistoso » - del TURONIANO INFERIORE (Fig. 3).

inferiore), per la presenza - appena sotto - dell'*Eucalycoceras newboldi* var. Tra i Pesci, non molto rari, ve ne sono di grandi dimensioni; un esemplare del torrente Sommaschio (liv. 5), raggiunge m. 1,20 di lunghezza, con barbigli di ben m. 0,30. Tanto i Pesci quanto la *Emys* sono allo studio a Pavia, presso il prof. ALFREDO BONI, specialista sull'argomento.

Le *Frenelopsis* sono *Cupressacee* comuni dal Cretacico inferiore (*Fr. honeggeri* SCHENK) al Cenomaniano. L'esemplare già da me figurato (1951, Tav. IX, fig. 8), è costituito da impronta e controimpronta di frammenti caulinari carbonizzati, corrispondenti macroscopicamente alla *Frenelopsis lusitanica* ROMAR. dell'Albiano superiore portoghese; forma re-

centemente illustrata da TEIXEIRA (1). Tale specie si distingue dall'affine *Fr. occidentalis* HEER, per la particolare struttura dell'epidermide (TEIXEIRA, Tav. XLIII, fig. 2 b), purtroppo non visibile sui miei campioni. In Portogallo, *Sequoia* e *Frenelopsis* sono presenti nell'Albiano e nel Cenomaniano.

La facies a « Scisti neri cenomaniani con Pesci e vegetali », seppur bituminosa invece che carboniosa, è presente: a Mollaro, in Val di Non (Trentino), dove venne studiata da FABIANI [31] e TEICHMÜLLER [62]; ad Alsano di Piave ed a Crespano (Feltrino); nelle valli del Torre e del Cornappo (Bellunese); nel Friuli; a Comeno, Salcano e M. Santo (Goriziano), come pure nell'Isola di Lesina in Dalmazia. L'ittiofauna più ricca è quella del Cenomaniano di Comeno (2), con ben 44 specie, illustrata in magnifica Memoria di G. D'ERASMO [17].

Nel torrente Sommaschio di Caprino, poco a nord di Formorone (Carta Adda, angolo NE), riaffiorano gli « Scisti neri a Pesci »: la località fossilifera è indicata nella mia figura 6 (a nord della sella di Cà Mazzoleni).

I rapporti stratigrafici e tectonici tra il Cenomaniano a *Mantelliceras* e gli « Scisti neri barremiano-albiani » vengono illustrati dalle figg. 4-6: la successione stratigrafica è inoltre riassunta dalla fig. 16.

Dalla fig. 2, risulta che nel torrente Sommaschio, sopra gli « Scisti neri a Pesci » del *Mantelliceratano* superiore, si trovano 28-30 metri di « Scaglia marnosa rossa » (liv. 7), con livelletti detritici a frammenti di piccoli *Inocerami*, placchette di *Echini*, articoli di *Crinoidi*, dentini di *Pesci*, *Briozoi*, ooliti; mancano i *Foraminiferi*. Verso l'alto, compaiono *Zoophycos insignis* *SQUINABOL* e *Z. brianteus* MASSAL (3), più comuni nel soprastante « Flysch scistoso grigio di Roncaletti ».

Il liv. 8 è costituito da bancone di « *Sass della luna* » (m. 4), inferiormente con breccia conglomeratica ad elementi abbastanza rotolati (sino a 3 cm. di diametro) di Maiolica, radiolariti e calcari grigi. La superficie inferiore del bancone marnoso appare oolitica, e ricca di placchette e dentini di *Pesce*, radioli frammentari di *Echini*, articoli di piccoli *Crinoidi*, detriti minimi di *Lamellibranchi*. Negli ooliti, SELLi poté individuare *Tintinnidi* rimaneggiati e *Globotruncane*, tra le quali forme evolute di *Gl. apenninica* RENZ, non rimaneggiate.

(1) TEIXEIRA C., *Flora mesozoica portuguesa* [78].

(2) *Carta Geologica delle Tre Venezie - F^o Gorizia* [51].

(3) VENZO S., *Ammoniti e vegetali albiano-cenomaniani* [100]; pp. 228-33, figg. 8 e 9 nel testo).

La *Gl. apenninica*, pur salendo anche nel più basso Turoniano della Breggia (Canton Ticino): GANDOLFI (1), è forma più diffusa nel Cenomaniano. Per questo – in mancanza di altri dati paleontologici – penso sia più probabile l'attribuzione al Cenomaniano piuttosto che al Turoniano inferiore. Osservo inoltre che il bancone in questione viene a trovarsi soltanto 40 metri sopra il liv. 4 a *mantelli-newboldi*, del « *Mantelliceratano* » superiore. Col « *Flysch scistoso-argilloso* » (2) soprastante, della « *Serie di Roncaletti* » (fig. 3 e fig. 4, liv. 9), potrebbe aver inizio il Turoniano.

La successione cenomaniana del torrente Sommaschio – continua sull'Albiano superiore – misura complessivamente 69 metri: di questi 37 spettano al Cenomaniano inferiore o « *Mantelliceratano* » mentre gli altri 32 metri vengono a rappresentare il Cenomaniano superiore o « *Acanthoceratano* ». Gli *Acanthoceras* qui mancano, o per lo meno non avemmo sinora la fortuna di rinvenirne: ricordo però che nel sincrone « *Flysch grigio inferiore* » del torrente Breggia (Chiasso, nel Canton Ticino), venne recentemente trovato da M. Lugeon un *Acanthoceras*, ravvicinato da CAGNERIN (3) all'*A. rotomagense* (DEFR.).

La serie cenomaniana del torrente Sommaschio, a nord di Cascina Roncaletti, riaffiora un chilometro a mezzo a SO, al Ponte della Terra rossa, nell'incisione del basso torrente Sonna (fig. 7): qui, la serie costituisce piccola anticlinale, alla base della successione turoniano-senoniana del Monte dei Frati-M. Canto basso.

Il livello « *Scisti neri a Pesci* » – « *Scaglia marnosa e scistosa rossa* » del Cenomaniano, costituisce *lirello indicatore* in tutto il Bergamasco occidentale. Nei profili II-VII, indico in nero gli « *Scisti neri a Pesci* » ed i sottostanti 20 metri calcareo-marnosi a *Mantelliceras* del Cenomaniano inferiore (« *Mantelliceratano* »); mentre contraddistinguo con tratteggio il Cenomaniano superiore (« *Acanthoceratano* »).

Sul *Foglio*, dovetti riunire il Cenomaniano col Turoniano, a consimile facies flyschioide; ben distinta dal sottostante « *Sass della luna* » albiano e dalle soprastanti arenarie senoniane.

Bergamaseo centrale. – La facies degli « *Scisti neri a Pesci* » è presente anche in Val Brembana, nell'incisione del torrente Tornago, subito

(1) GANDOLFI R., *Ricerche micropaleontologiche* [36]; Tabella p. 108.

(2) Adotto il termine « *Flysch scistoso* » seguendo TERCIER [77]; p. 174.

(3) LUGEON M. e GAGNEBIN E., *Une ammonite cénomanienne dans le Flysch de la Breggia* [40], pp. 203-206.

sotto il ponte per Almenno S. Salvatore; sempre al tetto del «Sass della luna»). Più ad oriente si sviluppa, in consimile posizione stratigrafica ed alla base del «Flysch scistoso-argilloso turoniano»: alle propaggini meridionali della catena collinosa albiana M. Giacoma-Giubilini-Pissöll-Lüvrda-Solino (Profili VIII-XI); in corrispondenza delle piccole sinclinali, costipate tra il «Sass della luna», della catena stessa; nonché nei piccoli lembi residui al nucleo delle ampie pieghe del motivo anticlinorio di Ponteranica-La Maresana-Ranica (profilo XI). A sud dei M. Giubilini, lungo la carreggiabile per Foresto II, gli «Scisti cenomaniani», a strati rovesciati di 70° sotto il «Sass della luna», sono talmente neri, che nel 1941 indussero i locali a ricerche di carbone, mediante galleria di parecchi metri. Gli stessi «Scisti neri» – debolmente bituminosi e con rare placchette di *Pesci* – sono tuttora sfruttati, più ad est, nella zona di Sorisole; nella cava per polvere da asfalto, sulla carreggiabile per i Boschi Algisi, sotto Pian l'Asino. Gli strati della Cava, inclinati sui 70° a nord e rovesciati sotto il «Sass della luna» albiano, mi servirono a dettigliare il profilo X. La zona scistoso-argillosa, a basse collinette, sviluppata tra Sorisole-Azzonica ed il Petosino è costituita dalla serie cenomaniana-turoniana ripiegata; come illustro nei profili VIII-X.

Bergamasco orientale. – Gli Scisti neri e la Scaglia argillosa rossa del Cenomaniano mancano, perché sostituiti dalla facies del «Sass della luna».

Ricordo che MARIANI (1) ebbe a dare notizia di faunetta a *Foraminiferi* nei calcari grigiastri alternati a calcari rossastri del Costone di Gavarno: precedentemente ritenuto liassico per la presenza di *Cave* di pietre coti (false però). Datazione questa seguita anche da DE ALESSANDRI (2). MARIANI non specificò l'esatto punto di provenienza dei suoi campioni, il ché sarebbe stato di grande interesse, date le condizioni tettoniche del Costone (profilo XII). La faunetta determinata da MARIANI, a forme per la massima parte presenti nel Cenomaniano della Breggia (Canton Ticino), è la seguente:

- Ammodiscus incertus* D'ORR. (Breggia)
- Textularia conulus* REUSS (Breggia)
- " *obsoleta* REUSS
- Lagena* (Fissurina) *globosa* BORNEMANN (Breggia)
- " *apiculata* REUSS (Breggia)

(1) MARIANI E., *Foraminiferi del calcare cretaceo del Costone di Gavarno* [45]; pp. 3-12; tav. 10.

(2) DE ALESSANDRI G., [13]; *Carta 100.000* 1899, e tav. IV.

- Nodosaria hispida* D'ORB. (Breggia)
 » *radicula* L. (Breggia)
 » *ambigua* NEUG. var. *cretacea* (Breggia)
 » *simplex* TERQ. e BERTH.
Cristellaria (*Marginulina*) *lata* CORNUEL
 » *rotulata* LAMK.
 » *cultrata* MONTF.
 » (*Planularia*) *crepidula* (FICHTEL e MOLL) (Breggia)
Polymorphina compressa D'ORB.
Globigerina bulloides D'ORB.
 » *bulloides* var. *triloba* REUSS
 » *cretacea* D'ORB. (Breggia)

Il MARIANI (p. 9) aggiunge: « Oltre a questi foraminiferi, accenno ad alcune altre forme che si avvicinano alla *Rosalina marginata* REUSS ed alla *R. canaliculata* REUSS, specie comuni nel Cretaceo e dal BRADY messe nel genere *Globigerina* (*G. marginata*, *G. linneana* D'ORB.); che sono *Globotruncana*! Il MARIANI non dice, se le sue forme avvicinabili a *Globotruncana* erano unicarinata o bicarinata. Il più antico rappresentante del genere *Globotruncana* CUSHMAN 1927 sarebbe la *Gl. ticinaensis* GAND (colla sua var. *alpha*) - forma unicarinata con 8-9 camere - presente nell'Albiano superiore e nel Cenomaniano inferiore. GANDOLFI la cita nell'Albiano superiore della Breggia e CITA nel Cenomaniano inferiore di Tignale sul Garda (1948): ricordo, però, che nel Bergamasco occidentale, la var. *alpha* compare già nell'Albiano inferiore, come dimostra la posizione stratigrafica e la correlazione coi livelli ad *Ammoniti*. GANDOLFI (1942, p. 147) avverte che, secondo parallelismi con forme americane, stabiliti da SENN, WHITE fa comparire la *Globigerina cretacea* dopo l'apparizione del genere *Globotruncana*: egli la rinvenne nel liv. 39 della « Scaglia bianca », cenomaniana, della Breggia, assieme alla *Glob. apenninica*.

Pertanto, tale faunetta, seppur in gran prevalenza banale, può indicare il Cenomaniano; in accordo colla posizione stratigrafica e colla mancanza al di sopra della facies cenomaniana a « Scisti neri a Pesci ». Infatti, al Costone di Gavarno, il « Sass della luna » giunge a 350 metri di potenza - invece dei 300 del Bergamasco occidentale: anche qui, del resto, i 20 metri superiori - sempre a facies di « Sass della luna » - contengono *Mantelliceras* e *Pesci*, entrando nel Cenomaniano inferiore.

Al Costone, il « Sass della luna » si presenta superiormente rosato invece che grigio, e con banchi duri e compatti, tantoché esso viene sfrut-

tato come marmo (Cava 1 km in linea d'aria a NNO di Gavarno). Non è possibile — se non si rinvengono altri foraminiferi — stabilire se tale facies rosata può corrispondere alla « Scaglia marnosa rossa » del Cenomaniano superiore del Bergamasco occidentale (Sommashio di Caprino); nel qual caso, tutta la serie cenomaniana flyschioida sarebbe sostituita dalla facies del « Sass della luna ».

Sul terreno è evidente la distinzione « Sass della luna » — « Flysch scistoso-argilloso », con alternanze a banconi marnosi, come nel Turoniano del Bergamasco occidentale; differenze litologiche che mi permisero individuare le condizioni tettoniche illustrate nei profili XII-XVII. In questi è a tener presente, che la parte superiore del « Sass della luna » sale nel Cenomaniano. Nell'estremo angolo SE del Foglio, tale facies si sviluppa ulteriormente verso l'alto, sino a sottostare alle arenarie del Turoniano o ai sincroni calcari, inferiormente selciosi (profili XX-XXII e serie comprensiva).

I profili XIII-XVIII illustrano le condizioni tettoniche della serie ora esaminata. Ad est di Gavarno, il « Sass della luna » è disposto ad ampio sinclinorio rovesciato a sud, ed interessato da 4-5 pieghe sinclinali secondarie, con nucleo a « Flysch scistoso » selettivo.

Ad est della Val Cavallina, la facies a « Scisti neri cenomaniani » riappare sopra il « Sass della luna » in basso alle vallette Penacino e Macchia (ovest del M. Segà), alla confluenza in Val del Corno: ciò è chiarito nel profilo trasversale XX e nel profilo assiale della fig. 23. Più ad est, tale facies passa ancora al « Sass della luna ». Al Colle La Guina, il « Sass della luna » si sviluppa in alto sino ai calcari selciosi, bianchi, del Turoniano; in Valle Adrara ed in corrispondenza dell'anticlinale S. Giovanni delle Formiche-M. Dratto, esso si sviluppa sino alle arenarie turoniane (profili XXI-XXII).

TURONIANO

Nel Bergamasco occidentale, s'inizia col « Flysch scistoso-argilloso grigio »; lastre arenacee e marnose a *Fucoidi*, con alternanze a scisti argillosi, della Serie di Roncaletti (tipico « Flysch orogeno »). Questa serie, evidente nell'incisione del torrente Sommaschio di Caprino, è continua sul bancone marnoso a *Gl. apenninica* del Cenomaniano superiore (fig. 2, liv. 8, fig. 3 e fig. 4). Le lastre marnoso-arenacee alla base della frana di Cascina Roncaletti (fig. 3, liv. 1) sono ricche di *Zoophycos ineignis* SQUINABOL e contengono qualche *Condrites intricatus* STERNB.; dal liv. 3-4 proviene la mia ricca flora a:

Chondrites intricatus STERNB.

- * *acqualis* STERNB.
- * *arbuscula* FISCH.-OOST.
- * *targonii* STERNB.
- * *affinis* BRONGN.
- * *affinis* var. *latrix* FISCH.-OOST.
- * *filiformis* FISCH.-OOST.
- * cfr. *expansus* FISCH.-OOST.
- * *furcatus* STERNB. var. *flexuosus* FISCH.-OOST.
- * " var. *recurvus* F. O.
- * " var. *elongatus* F. O.
- * *diformis* STERNB.

I *Chondrites* non hanno alcun valore stratigrafico, tuttavia indicano che il deposito avvenne tra i 30 ed i 90 metri di profondità (1).

Sopra il livello 4 della fig. 3, la serie contiene rari *Microforaminiferi*, tra i quali esemplari di *Globotruncana* appiattita e bicarinata, che può identificarsi colla *Gl. linnei* D'ORB., comune nel Flysch turoniano della Breggia (Canton Ticino) (2). Questa forma, considerata da BOLLI e CITA (3) in sinonimia della *Globotruncana lapparenti lapparenti* BROTZEN è comune nel Turoniano di Tignale (Garda) e sale poi sino al Maestrichtiano. L'attribuzione al Turoniano è confortata dalla presenza del *Gaudryceras mite* v. HAUER, nel Flysch - appena superiore - di Pontida: tale ammonite è caratteristica del Turoniano di Gosau e Corbières (ROMAN (4)).

Le condizioni stratigrafiche e tettoniche della « Serie di Roncaletti » (Turoniano inferiore), rispetto alle sottostanti formazioni cenomaniano-barremiane, sono chiarite dalle figg. 4-6.

Sopra la « Serie di Roncaletti », la successione turoniana (complessivamente sui 500 metri di potenza), affiora sul versante occidentale del Col Scarlasc: la facies scistoso-arenacea, presenta 5 principali alternanze a banconi di « *Sass della luna* » (potenza 3-8 metri), come illustrato nel profilo VII. L'asse della debole sinclinale è inclinato di una decina di gradi ad est, verso la Val Brembana. Alla base dei banconi calcareomarnosi, si trovano generalmente brecce, spesso oolitiche, con ciottoli

(1) VENZO S., *Ammoniti e vegetali albiano-cenomaniani*; pp. 227-29, fig. 8.

(2) GANDOLFI R., *Ricerche micropaleontologiche*; pp. 125-126.

(3) CITA M. B., *Ricerche stratigrafiche e micropaleontologiche sul Cretacico di Tignale*; p. 13, tav. IV, fig. 2.

(4) ROMAN F., *Amm. Jurass.*; p. 45.

di calcari giallognoli del Retico, calcari grigi del Lias e Maiolica. La stessa serie cenomaniano-turoniana del Sommaschio di Caprino, riaffiora alla base settentrionale del Monte dei Frati, dove è incisa dal basso torrente Sonna, al Ponte della Terra rossa (fig. 7).

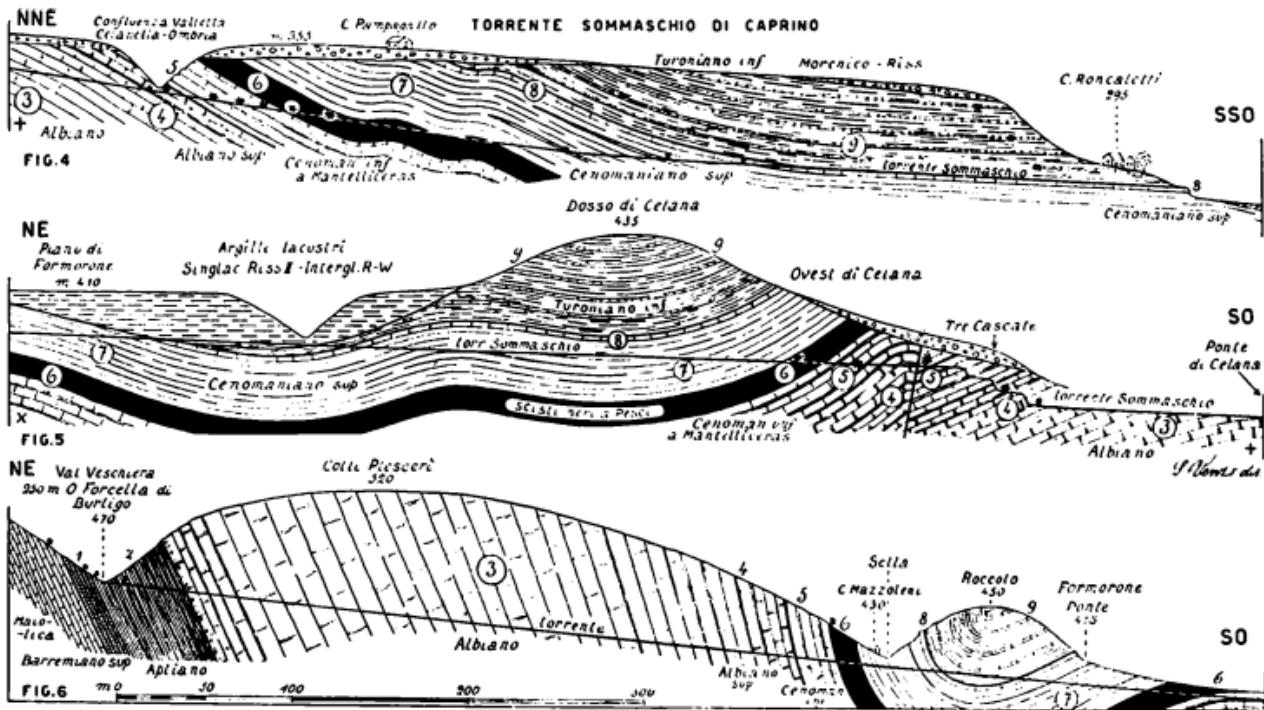


Fig. 3. - «Serie a flysch scistoso grigio di Cna Roncaletti» (Turoniano inf.), nel torrente Sommaschio di Caprino: il letto del torrente segue il bancone marnoso selettivo del Cenomaniano superiore.

Il liv. 1 contiene *Zoophycos insignis*; i liv. 3-4 sono ricchi di *Chondrites*; sopra il liv. 4, si trova *Gl. lapparenti lapparenti*.

A sinistra della figura 7, s'innalza il M. dei Frati; il Flysch turoniano inferiore del liv. 6, si sviluppa in alto a costituire quasi tutto il versante settentrionale, che è scistoso-argilloso. La serie, analoga a quella del Col Scarlasc (profili V-VII), è ripiegata e debolmente disturbata da piegafaglia: essa risulta evidente nella profonda incisione del Vallone, che da Drizzago (circa 1 km ad est, ed in allineamento col Ponte della Terra rossa) sale a Faida. Questa successione turoniana e le sue condizioni di giacitura, sono illustrate dalle figure 8, 9 e 10.

Più ad est del Vallone, sul versante settentrionale del M. Canto basso, la serie turoniana è incisa da varie vallecole: a sud dell'abitato



Figg. 4-6. - Serie Turoniano-barremiana del Torrente Sommaschio-Val Veschiera (propaggini meridionali del M. Albenza-Bergamasco occidentale): notare i rapporti tra CENOMANIANO INF. e BARREMIANO SUP., ammonitiferi. Con * sono indicate le località fossilifere (VENZO 1951).

di Pontida, nel torrentello sopra Palazzo De Ponti, gli strati – inclinati d'una decina di gradi a sud, contromonte – formano varie cascate selettive, in corrispondenza dei banconi calcareo-marnosi, più compatti: verso l'alto, riscontrai debole faglia, in allineamento con quella del Vallone (profilo VII). Come appare dal *Foglio* e dai profili V-VII, la serie fliocioide turoniana sottostà alle arenarie del Senoniano inferiore (Coniaciano): il passaggio tra Flysch ed arenarie, inferiormente argillose, è graduale ed il limite talora incerto.

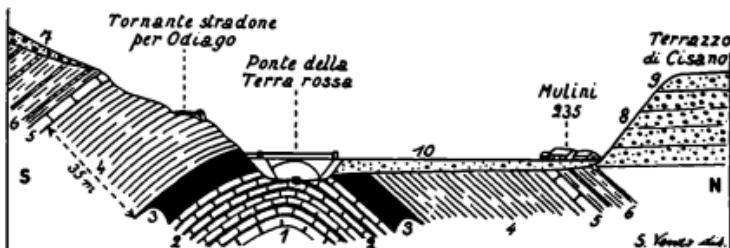


Fig. 7. – Basso torrente Sonna, al Ponte della Terra rossa (Cisano).

1, calcoli marnosi dell'ALBIANO SUP.; 2, marne a *Mantelliceras* e *Hamites* (« *Mantelliceratano* » o CENOMANIANO INF.); 3, « Scisti neri » (« *Mantelliceratano* sup. » a Pesci); 4, Scisti rossi (« *Acanthiceratano* » o Cenomaniano sup.); 5, Sass della luna; 6, Flysch scistoso grigio della « Serie di Roncaletti » (Turoniano Inf.); 7, Morene del Würm; 8, Ceppo del *Flurioglaciale Würm II*; 9, Terrazzo *Fluriogl. W. II*; 10, Alluvioni di fondovalle.

Bergamasco centrale. Il Flysch grigio turoniano – ora esaminato – passa lateralmente a scisti argillosi più o meno arenacei, di color rosso mattone. Già ad est di Pontida, sul versante occidentale della Val Brembana, essi costituiscono le collinette, a dolce morfologia, di Gromfaleggio–Brughiera: ad est della Val Brembana, i deboli rilievi del M. Taddeo e M. Bianco (profilo VIII), del Petosino e dei Macassoli; nonché i piccoli affioramenti sul versante settentrionale della Valtesse (N di Bergamo). Le condizioni tettoniche sono chiarite dagli spaccati VIII, IX e XI.

Il « Flysch scistoso-argilloso grigio », in serie continua sul Cenomaniano, forma la zona collinosa a nord del Petosino sino ad Azzonica e Sorisole; la maggior parte di quest'ultimo abitato si trova sul sottostante « Sass della luna » (Albiano sup.). Sul *Foglio*, per semplicità, il « Flysch argilloso turoniano » è riunito con quello cenomaniano.

Il versante orientale della collinetta M. Bianco (interessato dal profilo VIII), lungo la provinciale per la Val Brembana, è costituito da *Scisti*

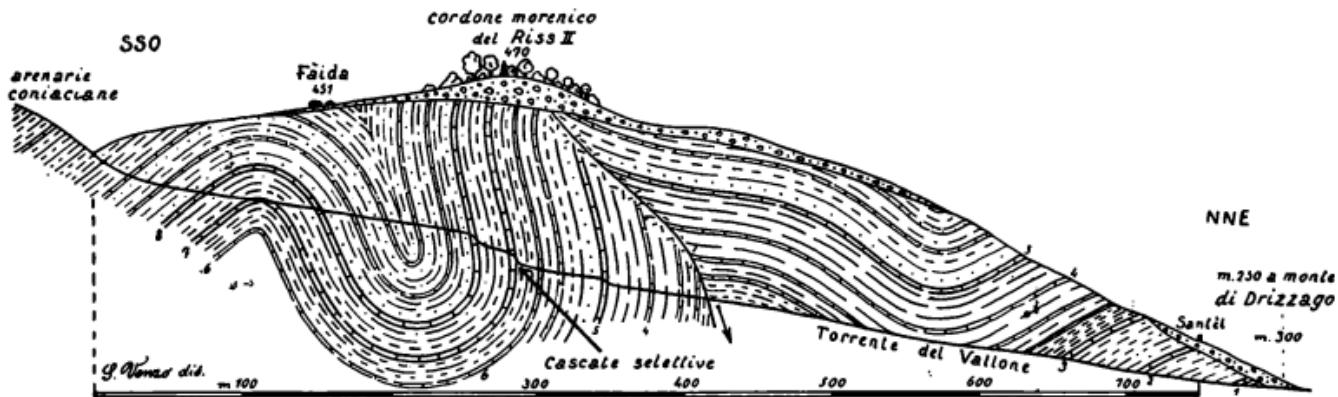


Fig. 8. — Schizzo lungo il fianco occidentale del « Vallone » Drizzago-Faida (Pontida). Pieghi nel « Flysch turoniano », con le 8 principali alternanze di banconi a « Sass della luna », che determinano cascate selettive. Il bancone 1 viene a trovarsi una cinquantina di metri sopra il liv. 6 della fig. 7. Al nucleo dell'anticlinale, debole faglia (dettaglio alla fig. 9). Alla base del bancone 7 (colla freccia), la breccia di cui alla fig. 10.

argillosi rossi, interessati da nuova cava di Fornace laterizi; gli scisti contengono talora foglie, mentre mancano i *Microforaminiferi*. Sulla strada provinciale, in trincea tra il M. Taddeo ed il M. Bianco, affiora un bancone calcareo-marnoso, intercalato tra gli scisti rossi e piegato a piccola anticlinale costipata (profilo VIII).

Risultato negativo diedero le ricerche di *Foraminiferi* (su numerosi campioni) anche nei colli Petosino-Macassoli. Pertanto, si potrebbe pensare che la facies a *Scisti rossi* con foglie sia deposito lagunare.

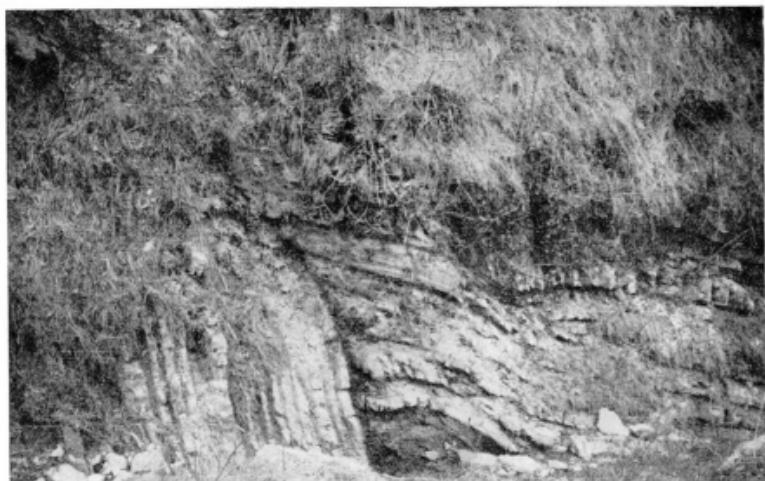


Fig. 9. - « Vallone » sopra Drizzago (Pontida); dettaglio della piccola piega-faglia, nella serie fiscioide turoniana, al nucleo dell'anticlinale (cfr. fig. 8).

Lo « Stabilimento del Grès ing. Sala », nella piana eluviale del Petosino, sfrutta i depositi di dilavamento delle argille debolmente sabbiose rosse, che coprono le argille azzurre lacustri a *Elephas primigenius* (Singolare Riss); ciò è illustrato nel profilo VIII, che interessa la zona più occidentale della piana.

Bergamasco orientale. — Ad oriente della Val Seriana, gli *Scisti argillosi rossi* riaffiorano in corrispondenza della sinclinale di Gavarno-Bocche di Gavarno-Valpredina; nonché al nucleo delle pieghette sinclinali costipate del versante meridionale del Costone di Gavarno (profili XII e XIII). Più ad oriente delle Bocche di Gavarno, ricompare la facies a

Scisti argillosi prevalentemente grigi, consimile a quella del Bergamasco occidentale. Tale formazione, ben distinguibile dal sottostante «Sass della luna», costituisce il nucleo delle pieghe in corrispondenza del grande sinclinorio, che si sviluppa sino alla brachisinclinale di Foresto (profili XIV-XX).

Gli affioramenti lentiformi di *Flysch scistoso-argilloso*, che indico sul *Foglio*, al versante meridionale dei Monti d'Argon, sono costituiti



Fig. 10. — Successione turoniana nel «Vallone» sopra Drizzago; banconi di «Sass della luna» nel «Flysch grigio». In corrispondenza del bancone colla persona, verso destra, la breccia basale con ooliti, ciottoli di calcarei retici, calcari grigi del Lias, marne rosse toarciane, ciottoli di Maiolica, ciottoli silicei, frammenti di *Ippuriti*, *Radiolites* e *Crinoidi*.

da Flysch nerastro al nucleo di pieghette sinclinali pizzicate tra il «Sass della luna» (profili XIII-XIV): tanto la facies quanto la posizione stratigrafica, indicano trattarsi di Cenomaniano.

A NO della brachisinclinale di Foresto, il «Flysch turoniano» passa lateralmente a calcari bianchi, talora a noduli selciosi, di facies consimile alla Maiolica (potenza massima 200 metri). In corrispondenza del versante occidentale del M. Segà (profilo XX), sotto ad essi si trova ancora il Flysch nerastro del Cenomaniano, profondamente inciso dalle vallette Penacino e Macla; esso risulta in posizione stratigrafica normale sul «Sass della luna», che affiora in Val del Corno, nonché in tutto il

versante orientale della Val Cavallina. Poco più ad est, anche il Flysch cenomaniano passa lateralmente alla facies dei calcari bianchi, che in basso passano al «Sass della luna» (Albiano-Cenomaniano); ciò è chiaro nello spaccato XX, zona del Colle La Guina, e nello spaccato XXI, cresta selettiva di Zocco.

Al limite meridionale del *Foglio*, il «Flysch scistoso-argilloso turo-niano» costituisce le pendici settentrionali del M. Tomenone (profilo XIII), dove mostra le due alternanze superiori a banconi calcareo-marnosi; serie, inclinata di circa 70° sud, verso la Pianura, che sottostà alle arenarie del Coniaciano. I conglomerati del Santoniano inferiore si trovano infatti 400 metri più in alto, nella serie, sul versante meridionale del Tomenone.

Ad est della Val Cavallina, il «Flysch scistoso-argilloso grigio» si insinua – in allineamento tettonico – tra le arenarie ed il «Sass della luna», sul versante meridionale della Val Malmèra (profili XIX e XX). Al M. Ingannolo, in corrispondenza della sella, la facies scistosa scompare e le arenarie vengono a trovarsi in serie, sopra al «Sass della luna»: questo avviene in tutta la zona sud-orientale del *Foglio*, sino a Sarnico. In basso, la serie arenacea presenta breccioline di regressione: sul versante sud-occidentale del M. Sega (sotto Cascina Manfreda), esse contengono: *Globotruncana lapparenti lapparenti* BROTZEN, *Gl. apenninica* RENZ, *Anomalina* e *Radiolari*. Consimili faunette sono attribuite nel Canton Ticino (1) e nell'Appennino (2) al Turoniano.

Le arenarie si sviluppano in basso sino al «Sass della luna», che nella parte superiore comprende calcari marnosi, con interstrati nerastri, equivalenti al «Mantelliceratano» del torrente Sommaschio. Perciò esse rappresentano – nelle assise inferiori – il Turoniano: in alto, le arenarie si sviluppano nel Coniaciano; e poi – coll'intercalazione conglomeratica in basso – salgono nel Santoniano. Quest'ultimo, al Colle di S. Vigilio ed al M. dei Frati, contiene *Pachydiscus isculensis* e *Inoceramus crippsi*.

Sul versante SO del M. Sega, sopra i Sommi, il «Sass della luna» – sottostante alle arenarie – risulta ridotto a soli 100 metri di potenza, invece di 400. Ciò è conseguenza di disturbo tettonico (profilo XX); faglia diretta conforme, con elisione delle assise superiori del «Sass della luna». Questo disturbo risulta subparallelo a quello sottostante di Cascina Capogn – Sciupi.

Alla base della serie arenacea del Colle di Sarnico, si trovano – appena sopra il «Sass della luna» – ridotte lenti a minute puddinghe poli-

(1) GANDOLFI R., *Ricerche micropaleontologiche* [36]: pp. 13, 14.

(2) RENZ O., *Ricerche stratigrafiche e micropaleontologiche* [65]: pp. 32, 33.

geniche, prevalentemente silicee: esse testimoniano che qui la regressione fu più marcata. Rilevo che tali lenti vengono a trovarsi stratigraficamente circa 500 metri sotto i conglomerati poligenici del Santoniano inferiore di Cressa - Varinelli - Gandozzo.

CONIACIANO

Il Senonian inferiore o Coniaciano è rappresentato da 400-480 metri di arenarie grigio-verdi talora a *Nemertilites*, inferiormente argillose; queste sottostanno al livello conglomeratico ad *Acteonelle* ed *Ippuriti*, corrispondente a quello di Sirona, che venne attribuito da DE ALESSANDRI (1898) al Santoniano. Le faunette a *Eupachydiscus isculensis* (REDT.) (Tav. I, fig. 1 e 2; Tav. II, fig. 3), nelle arenarie poco sopra i conglomerati, mi permettono attribuire questi ultimi al Santoniano inferiore.

Nel Bergamasco, le arenarie coniaciane risultarono sinora sterili di fossili; ma più ad ovest, nella Brianza orientale, verso la cima del Monte S. Genesio, si rinvenne recentemente l'*Anisoceras* n. f. aff. *pseudoarmatum-paderbornense* SCHLÜTER, che figura a Tav. II, fig. 1 a-c. Questo esemplare, che è unico e di straordinaria rarità, viene da me descritto in nota a parte (1). La mia attribuzione al Coniaciano è anche dovuta al fatto che tale *Ammonite* svolta proviene dalla zona basale delle arenarie; molto al di sotto dei conglomerati. Sulla mia *Carta dell'Adda*, i conglomerati - seppur ridotti - sono indicati alle pendici meridionali del Monte S. Genesio, lungo la strada per Tremonte (angolo NO).

Brianza orientale e Bergamasco occidentale. - Le arenarie coniaciane, sempre sottostanti ai conglomerati ed in allineamento ONO-ESE, per la loro compattezza e resistenza all'erosione, costituiscono la cresta delle colline: Monte S. Genesio (Brianza orientale), Monte dei Frati-Canto basso (Bergamasco occ.). Sulla *Carta dell'Adda* e sul *Foglio*, indico le arenarie del Coniaciano e del Santoniano con unico colore; ma esse sono separate dal livello conglomeratico del Santoniano inferiore, che risulta pressoché continuo, seppur di potenza variabile.

Bergamasco centrale. - Le arenarie coniaciane costituiscono il versante settentrionale della collina di Bergamo (profili VIII, IX e XI). Più ad est, esse formano le creste del M. Tomenone (profilo XIII), tra la

(1) VENZO S., *Nuova forma di Anisoceras del Sopracretacico del Monte S. Genesio* [104].

Val Seriana e la Val Cavallina; per svilupparsi poi – in allineamento – nelle colline a sud-est del *Foglio Bergamo*, sino a Cressa, Varinelli, Villongo e Sarnico (Bergamasco orientale).

Nella cava ad ovest di Sarnico, le arenarie grigio-verdi con strati a franapoggio (65–70° a sud), contengono frustoli vegetali carbonificati. Esse costituiscono inoltre l'ampio nucleo della brachisinclinale di Foresto; stratigraficamente al di sotto dei conglomerati del Santoniano inferiore (profilo XXI). In queste ultime zone, all'estremo angolo SE del *Foglio*, le arenarie si sviluppano in basso sino al «Sass della luna», risultando facies laterale del Flysch turoniano. Il passaggio laterale dalla facies scistoso-argillosa a quella arenacea si osserva alle pendici settentrionali delle colline Carrobbio degli Angeli-Monti di Chiuduno (profili XIX e XX). Al M. Ingannolo, gli scisti turoniani – sempre più assottigliati – sono ormai sostituiti dalla facies arenacea, che sovrasta direttamente il «Sass della luna».

SANTONIANO («PIANO DI SIRONE» Auct.)

Conglomerati poligenici – con *Ippuriti* e *Acteonelle* – di spessore variabile da 20 sino oltre 100 metri (circa 300 m a Sirone); arenarie (circa 380 m), inferiormente a *Eupachydiscus isculensis* (Santoniano inferiore), *Inoceramus crippsi* e *Foladomie* (Tavole I–III).

Nella Brianza orientale, la formazione arenaceo-conglomeratica del Coniaciano–Santoniano, è delimitata sulla *Carta dell'Adda*. Essa costituisce il versante meridionale del Montevecchia e del Monte S. Genesio (Mondonico e Monastirolo), con livello conglomeratico in basso, lungo la carreggiabile Monticello–Bosco. Questi conglomerati, seppur ridotti a meno di 20 metri, risultano continuazione orientale dei conglomerati di Sirone, che si trovano a 6 km in linea d'aria.

A SE del Monte S. Genesio appaiono piccoli affioramenti di arenarie del Santoniano superiore, a nord di Olgiate ed a nord delle grandi cerchie moreniche würmiane di Calco; le arenarie sono indicate nel profilo I, ad ovest dell'Adda.

Nel Bergamasco occidentale, ad est dell'Adda, si trovano in allineamento le arenarie, con livello conglomeratico intercalato, del versante meridionale di M. dei Frati–M. Canto basso: qui, la serie è monoclinale, con inclinazione generale di 50–45° a SSO, che tende ad attenuarsi verso la pianura (profili V, VI e VII). I conglomerati, uguali

a quelli della grande cava di Sirone, con ciottolini prevalentemente silicei e seuri, a cemento arenaceo-calcareo, costituiscono un livello pressoché continuo, ma di potenza molto variabile: sul versante SO del Monte dei Frati, sopra Villa d'Adda esso è sui 20 metri. Sul versante meridionale del M. Canto basso, salendo per la mulattiera sopra Corna (Sotto il Monte), nella valletta, appena sopra la chiesetta della Madonna delle Canne, comincia ad affiorare tra le arenarie un'intercalazione pudingoidi di alcuni metri (inclinazione a frana poggio 50° SSO); qui siamo verso l'alto della serie conglomeratica. Seguono circa 30 metri di arenarie con frustoli vegetali carbonificati, e poi conglomerati in banchi massicci, potenti complessivamente un centinaio di metri; essi presentano però qualche alternanza a strati arenacei. Il conglomerato, una volta usato per macine da mulino, è essenzialmente siliceo; i ciottoli, prevalentemente sui 2-3 cm., possono talora raggiungere gli 8-10 cm. Essi dai più comuni ai più rari, sono costituiti da: selci nere, selci violacee, selci grigie, quarzo bianco latteo, calcari grigi, Maiolica, Dolomia principale, calcari giallognoli, radiolariti rosso-brune, calcari oolitici bianchi, e qualche ciottolo (anche di 5-8 cm.) di arenaria violacea, molto compatta, del Trias inferiore (Servino); mancano i ciottoli di anagenite del Permico, comuni invece nei conglomerati di Bergamo.

I conglomerati di Corna risultano i più potenti del Bergamasco occidentale: essi sono testimoni di intensa fase erosiva, connessa con diastrofismo iniziale dell'orogenesi alpina, che interessava la serie sedimentaria prealpina sino al Trias inferiore.

Più ad est di Corna, la potenza del livello conglomeratico diminuisce fortemente; sopra Bercio non giunge alla cinquantina di metri, sopra Piana è sui 20, e nel torrentello sotto Cà rossa risulta ancora inferiore.

Sul versante occidentale del Monte dei Frati, sopra Villa d'Adda, i conglomerati contengono rari fossili: *Acteonella obtusa* ZEKELI (Tav. I, fig. 3), *A. sanctae crucis* FUTT., *Hippurites* sp., che si trovano nei vigneti sottostanti, fra i detriti di disfacimento. Queste forme sono comuni nella grande cava di Sirone (poco a nord dell'abitato), che è tuttora in funzione: qui i conglomerati, potenti 300 metri e più, contengono la fauna illustrata da DE ALESSANDRI nel 1898 (1). Al Monte dei Frati

(1) DE ALESSANDRI G., *Fossili cretacei della Lombardia* [12], illustrò: *Acteonella gigantea* Sow., *A. lamarckii* Sow., *obtusa* ZEK., *sanctae crucis* FUTT., *A. (Volvulina) laevis* Sow., *Nerinea marianii* DE ALESS., *Glauconia renauziana* d'ORB. e *kefersteini* MUNST.; *Hippurites inaequicostatus* MUNST., oppeli DOUV., *taburnii*

(zona di Valle), dalle arenarie poco sopra i conglomerati ad *Acteonelle*, provengono:

Eupachydiscus cfr. *isculensis* (REDT.) - Tav. II, fig. 3.

Pholadomya sp. aff. *margaritacea* Sow. (in MOESCH) - Tav. II, fig. 5.

* cfr. *granulosa* ZITTEL (gr. *nodulifera* MÜNST) (1).

L'*isculensis*, da me raccolto circa 20 metri sopra i conglomerati, è caratteristico del Santoniano inferiore: si tratta della stessa forma rinvenuta, in analoga posizione stratigrafica, nella cava Chisoli (Colle di S. Vigilio-Bergamo), ora figurata a Tav. I, figg. 1 e 2. Le *Foladomie* hanno valore cronologico assai scarso. DE ALESSANDRI (1898, pp. 191-193) descrive, purtroppo senza figurarle, 4 forme dei calcari marnosi campaniani di Brenno: *Ph. granulosa* ZITT., *Ph. elisabettae* MOESCH, *Ph. briantea* VILLA e *Pholadomya* sp.

Le arenarie santoniane, talora con livelli a *Nemertilites* (sabbie della zona di spiaggia), si sviluppano, con potenza sui 380 metri, sino alle propaggini meridionali del M. Canto basso; qui, alle cave abbandonate di Predazzi-Roncarro (foto a fig. 11), le arenarie sottostanno ai calcari del Campaniano inferiore (profilo VII).

Bergamasco centrale. - Il bancone conglomeratico, che costituisce un livello indicatore in tutto il Cretacico superiore bergamasco (e più ad ovest, sino a Sirona e nel Varesotto), è continuo sulla collina di Bergamo (potenza 20-30 metri). Per la sua maggior compattezza, forma la cresta dalla Madonna della Castagna (profilo VIII) - S. Rocco (profilo IX) - M. Bastia: più ad est, il conglomerato si trova sul versante settentrionale della collina, sviluppandosi sino sui bastioni di Bergamo, 300 metri ad ovest della Porta S. Agostino (profilo XI). Qui, i conglomerati sporgono dal Bastione per alcuni metri, con strati inclinati di 65° a SSO. I ciottoli, fortemente rotolati e con cemento marnoso, sono più grossolani di quelli del

GUISC., *sulcatus* DEF.R., *douvillei* DE ALESS., *Radiolites sironensis* DE ALESS., *Ostrea* sp.

Nel luglio 1951, guidando nella Cava di Sirona il prof. Joos CADISCH, dell'Università di Berna, potei avere dai cavatori e raccogliere io stesso una decina di *Ippuriti*, due nuove forme di *Radiolites* ed una quindicina di *Acteonelle* di varie specie.

(1) VAN DER WEIJDEN W. J., *Die Macrofauna der hercynischen Kreide* [79] tav. VI, fig. 4.

Canto basso; benché la media vari da 3-5 cm essi possono superare i 10 cm. Sono comuni i ciottoli di Maiolica, calcari grigi, calcari retici. Dolomia principale e ladinica, ed anche le Anageniti rosso-violacee del Permico superiore. Essi testimoniano che, nel Santoniano inferiore, tutta la serie sedimentaria prealpina era emersa ed ormai soggetta ad intensa erosione fluviale.

Le arenarie, stratigraficamente 30-50 metri sopra il bancone conglomeratico della zona di Castagneta, risultano fossilifere nella vecchia cava Chisoli: questa si trovava subito sotto il Castello (Colle di S. Vigilio), ed ora è coltivata a vigneto. Dal 1895 al 1909 vi si raccolsero numerose forme, conservate al Museo di Bergamo. Nel 1940, io ebbi in istudio una collezione inclassificata per gentile concessione del prof. don ENRICO CAFFI (1). Anche gli esemplari con indicazione Castagneta, provenivano dalla vecchia cava Chisoli. Tra gli *Inocerami*, qualcuno venne in seguito raccolto altrove, sul Colle di S. Vigilio; durante gli scavi per la costruzione di strade o fondamenta di ville.

La fauna, conservata in sottili lastre arenaceo-marnose, che risultano intercalate tra gli strati arenacei, consta di:

- Eupachydiscus isculensis* (REDT.) - es. - Tav. I, figg. 1 e 2.
Parapachydiscus sp. (gr. *subrobustus* SEUNES-*neubergicus* HAUER - Tav. II, fig. 2).
Desmoceras n. f. DE ALESS. (2).
Inoceramus crippsi MANT. - comune - Tav. III, fig. 3.
 " " var. *typica* ZITT. - comune - Tav. III, fig. 1.
 " " var. *regularis* ZITT. - 3 es. - Tav. III, fig. 2.
 " cfr. *lamarckii* PARK. - 4 es. - Tav. III, fig. 4.
Fucus (*Chondrites* !) *pusianensis* MASSAL. - 1 es.
Chondrites furcatus STERNB. - alcuni es.
 " *arbuscula* F. O. - alcuni es.
Nemertilites.

CONSIDERAZIONI CRONOLOGICHE. - Questa fauna ha grande valore stratigrafico: il tipo dell'*Eupachydiscus isculensis* è del Santoniano inferiore di Gosau (FELIX (3); HAUG, *Traité*, p. 1320); la specie è illustrata da

(1) Ricordo con gratitudine il prof. don ENRICO CAFFI, già direttore del Museo di Bergamo, scomparso a 83 anni nel 1948: ciò non solo per il prestito dei fossili, ma anche per le indicazioni su vecchie località fossilifere della mia zona di rilievo.

(2) DE ALESSANDRI G., *Nuovi fossili del Sononiano lombardo*, p. 8.

(3) FELIX J., *Die Kreideschichten bei Gosau* [33].

DE GROSSOUVRE (1) nel Santoniano inferiore dell'Aude. Ricordo che il suo piccolo tipo del Campaniano inferiore della Charente (Tav. XXII, fig. 2) spetta ad altra specie, come osservato anche da MARIANI (2); lo stesso dicesi per il piccolo e crasso esemplare del Santoniano superiore a *Placenticeras syrtale* di Sougraignes (Aude), figurato da DE GROSSOUVRE a Tav. XXXVII, fig. 1 (3). Perciò *l'isculensis* è generalmente considerato caratteristico del Santoniano inferiore.

Il *Parapachydiscus* sp. della mia Tav. II, fig. 2, caratterizzato da una decina di forti coste umbilicali diritte e distanziate, mentre fianchi e zona ventrale risultano lisci, e ricorda il *subrobustus* SEUNES (4), nonché il *neubergicus* HAUER (5). Trattasi probabilmente di forma nuova del Santoniano inferiore, che non posso stabilire per l'insufficiente conservazione.

Gli *Inocerami* hanno valore cronologico molto minore: il *cripsi* e var. sono presenti nel Santoniano, ma risultano più comuni nel Campaniano e nel Maestrichtiano (« *Mucronaten-Kreide* »). DE ALESSANDRI (6) li cita in Brianza nel « *Piano di Sirona* » (Santoniano), come rari; nel « *Piano di Brenno* » (Campaniano DE ALESS.), come comuni. AIRAGHI (7) illustrò gli *Inocerami* in questione nella « *Scaglia senoniana* » del Veneto.

Le arenarie a *isculensis* di S. Vigilio possono venir parallelizzate colla « *pietraforte* » a *Mortoniceras michelii* (= *quinquenodosum*; gr. *texanum* ROEMER) del bacino di Firenze; la cui fauna venne riccamente illustrata da DESIO (8). Infatti, essa stà sopra alle arenarie a *Peroniceras tridorsatum*, *dravidicum* (9), *etruscum* (gr. *subtricarinatum* d'ORB.), del Coniaciano. Inferiormente, la serie del bacino di Firenze non è continua, ma tettonicamente disturbata (MERLA, MIGLIORINI).

(1) DE GROSSOUVRE A., *Recherches sur la Craie* [28]; p. 185, tav. XXVI, fig. 1 (non altre).

(2) MARIANI E., *Ammoniti del Senoniano lombardo* [47]; pp. 55 e 56.

(3) ROMAN F., *Amm. juraes. et crét.* [68]; p. 414.

(4) DE GROSSOUVRE A., *Amm. de la Craie* [28]; p. 200, tav. XXXVI, fig. 2.

(5) DE GROSSOUVRE A., *ibid.*; p. 207, tav. XXVI, fig. 3; tav. XXX, fig. 4; tav. XXXVIII, fig. 3.

(6) DE ALESSANDRI G., *Foss. cret. della Lombardia* [12]; p. 174.

(7) AIRAGHI C., *Inocerami del Veneto* [1]; p. 194.

(8) DESIO A., *La Creta del bacino di Firenze* [18]; p. 203.

(9) VENZO S., *Cefalopodi del Cretaceo medio-superiore dello Zululand* [82]; pp. 99 e 129, tav. X, fig. 1; tav. XI, fig. 9.

CONCLUSIONI STRATIGRAFICHE. — Sul Colle di S. Vigilio, le « arenarie a *isculensis* » del Santoniano inferiore, si trovano una trentina di metri sopra al bancone conglomeratico (località fossilifera sul *Foglio* e nel profilo XI); esso potrebbe perciò far pensare al Coniaciano. Però il livello conglomeratico del Bergamasco, con *Acteonelle* e *Ippuriti* al M. dei Frati e nella cava di Cressa Varinelli, prosegue nella Brianza orientale; sino a trovarsi in continuazione del conglomerato di Sirona, che contiene la fauna consimile, già da DE ALESSANDRI attribuita al Santoniano. I conglomerati possono perciò venir inclusi nel Santoniano inferiore. Ne consegue, che i 400 metri di arenarie sottostanti vengono a rappresentare il Coniaciano (profilo XI, arenarie di Valverde).

Le arenarie santoniane si sviluppano sopra i conglomerati per circa 380 metri, a costituire la collina di Bergamo alta: alle pendici sud-orientali, esse sottostanno ai calcari marnosi del Campaniano. Questi corrispondono, e sono tettonicamente allineati, ai calcari da cemento dei Predazzi (M. dei Frati), a quelli della vecchia cava di Arlate (Brianza orientale, ai calcari marnosi di Olgiate, nonché alle assise inferiori del « Piano di Brenno » (*Carta Adda*)). Le condizioni di giacitura nella zona di Bergamo, sono chiarite dal profilo XI.

Bergamasco orientale. — Qui, i conglomerati e le arenarie santoniane si sviluppano sino al limite orientale del *Foglio*: a sud del M. Tomenone (tra il Serio ed il Chario), i conglomerati sono sdoppiati in due banchi poco potenti, a strati inclinati di una settantina di gradi verso la pianura (profilo XIII). Le soprastanti arenarie si sviluppano a sud, con due propaggini, sin a Rocca del Colle—Costa dei Monticelli, che si trovano nel *Foglio geologico Treviglio* (1); ma, in quest'ultimo, le due collinette santoniane non sono distinte dal verde (a) della pianura !

Ad est della Val Cavallina, i conglomerati, pressoché continui, si sviluppano da Carrobio degli Angeli sino alla gran cava di « molère », ora abbandonata, di Gandosso—Cressa Varinelli: qui la potenza dei conglomerati è fortemente aumentata (parecchie decine di metri); l'affioramento risulta notevole anche perché gli strati sono piegati a debole anticlinale. In passato, quando la cava era in attività, si rinvennero nei conglomerati *Acteonelle* e *Ippuriti*, come a Sirona. Le arenarie si sviluppano in alto per circa 380 metri, sino ai calcari marnosi stratificati, a *Modiola* aff. *typica* FORB. (Tav. II, fig. 4) e *Inocerami*, di Credaro (Campaniano). Queste ultime formazioni si trovano a sud del *Foglio*

(1) SACCO F., *Foglio Treviglio* [70].

Bergamo, nell'angolo NE del *Foglio Treviglio*: ma il SACCO (1893), indicò i calcaro campaniani e le arenarie santoniane con solo tono del verde.

CAMPANIANO (« PIANO DI BRENNO » Auct.-parte inferiore).

Inferiormente, 50 metri di calcaro marnoso da cemento, con arenarie molto micacee, gialle, al tetto (m. 50-60); poi circa 700 metri di « Flysch orogeno », talora arenaceo, e superiormente con *Microforaminiferi*.

Bergamasco occidentale. — Il passaggio dalle arenarie del Santoniano superiore ai calcaro è evidente alle pendici sud-occidentali del

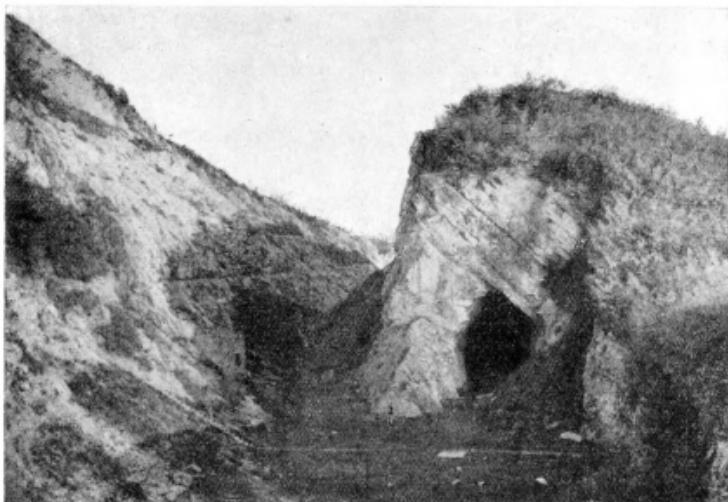


Fig. 11. — Cave abbandonate di Lechetto, alle propaggini sud-occidentali del Monte Canto basso (Bergamasco sud-occidentale). Esse sfruttavano i calcaro marnoso da cemento del Campaniano inferiore, sovrastanti alle arenarie santoniane. Al tetto della galleria, strati arenacei alla base del « Flysch campaniano » (profilo VII).

Monte Canto basso. Nella cava Lechetto (Predazzi di Carvico), già sfruttata dall'Italcementi ed ora abbandonata (fig. 11), le arenarie, sottostanti ai calcaro, vengono a trovarsi circa 380 metri sopra il banco conglomeratico del Santoniano inferiore; e circa 350 sopra il *livello a ischidensis* (profilo VII).

Verso la base, in concordanza sulle arenarie, i calcari presentano noduli seleiosi; poi diventano debolmente marnosi, in grossi banchi inclinati di 45° a SSO, verso la Pianura. Al tetto del livello calcareo si trovano strati, ad arenarie micacee giallognole, che verso il piano s'immergono sotto il *Ferretto* del Mindel, le alluvioni del Fluvio glaciale Riss, e rispettivamente sotto le morene più esterne del Riss (*Riss I*); oltreché dal *Foglio*, ciò appare dalla *Carta dell'Adda* e dai profili V, VI, e VII.

La parte superiore della serie campaniana affiora sul versante nord-orientale del Monte Giglio (ad ovest di Carvico), come risulta dalla fig. 12 (liv. 17). Qui, presenta facies di tipico *Flysch orogeno*; alternanze di straterelli arenacei, arenaceo-marnosi, scistoso argillosi, e con intercalazioni di livelli calcareo-marnosi, pure a strati sottili. Nel torrentello esterno al cordone morenico del *Riss I*, il campione n. 17 contiene microfauna scarsa e mal conservata; le uniche forme determinabili sono:

Globotruncana lapparenti lapparenti BROTZEN
 " *lapparenti* n. var.
 " *stuarti* (LAPP.)
 " *calcarata* CUSHMAN

SELLI conclude: *È ormai provato che quest'ultima specie caratterizza il Campaniano superiore (Bartenstein); il limite Campaniano-Maestrichtiano va pertanto al tetto del Flysch*. Quest'ultimo si trova una ventina di metri sopra il liv. 17: verso l'alto del Flysch, compare alternanza di 1 metro a conglomerato marnoso, con ciottoletti silicei e calcarei.

Brianza orientale. — La serie campaniana del Bergamasco sud-occidentale è ridotta alla zona basale ed a quella superiore; mentre il resto è coperto dalle potenti morene rissiane di Carvico-Predazzi (profilo VI). Però essa affiora al completo, ad ovest dell'Adda (Brianza orientale), da Madonna del Bosco all'abitato di Arlate (*Carta Adda*). La serie, a strati subverticali od appena rovesciati (80° NNE), come appare dal profilo I, misura circa 700 metri di spessore. Trattasi di Flysch, colle solite alternanze e prevalenza di arenarie nella zona mediana ed inferiore (fig. 17).

Ad Arlate ritroviamo il grosso bancone calcareo basale, con profonda cava da cemento, ora abbandonata e piena d'acqua. Si tratta di vero livello indicatore, orientato secondo gli assi tetttonici, ONO-ESE, ed allineato col livello a calcaro dei Predazzi.

Poco più di 300 metri a SO di Arlate, nella « Cava di arenaria » (profilo I e fig. 17), affiora un centinaio di metri d'arenarie grigio-chiaro, micacee, a strati inclinati di 80° a NNE; le superfici di strato presentano numerose *Nemertilites* (« sabbie della zona di spiaggia ») e frustoli carbonificati. Tali lastroni arenacei (usati per gradini, stipiti, architravi ecc.) vengono a trovarsi quasi 300 metri al di sopra del bancone calcareo basale del Campaniano. Seguono altri 300 e più metri di Flysch, ad alternanze marnoso-arenacee, scistoso-argillose, e calcareo-marnose con *Inocerami* (« *Piano di Brenno* » tipico): formazione che risulta sottostare, stratigraficamente, alla « *Scaglia grigia* » a *Belemnitella mucronata* (Maastrichtiano inf.) di Madonha del Bosco.

La successione campaniana esaminata, sul *Foglio Geologico Como*, forse per il notevole sviluppo delle arenarie, è indicata come « *Piano di Sirone* », ed a sud appare in contatto coll'Eocene.

Come indico sulla *Carta dell'Adda*, più ad occidente ed in allineamento tettonico, il « Flysch campaniano » riappare ad ovest della Pilata (zona di Monte), a nord della sinclinale luteziana di Beolco. Al fianco settentrionale di essa, nella zona di Olgiate, 300 metri a nord della stazione ferroviaria, riappare il solito bancone calcareo, stratificato, del Campaniano inferiore: subito ad ovest, esso è sfruttato con gallerie in lungobanco dallo *Stabilimento Cementi Briantei* (ora in abbandono). Il livello calcareo si sviluppa ulteriormente ad ONO, nella zona Monticelli-Ravagnate, sino ad allinearsi colle formazioni calcareo-marnose basali della « Serie di Brenno ».

Al fianco meridionale della sinclinale di Beolco, il Campaniano costituisce il versante nord del Montevecchia; mentre la cresta selettiva di quest'ultimo è costituita dal grosso bancone di calcari stratificati e duri del Campaniano inferiore, con cave abbandonate (Montané): esso, con strati inclinati di circa 80° a NNE, si trova in posizione stratigrafica normale, al tetto delle arenarie santoniane. Queste ultime, con debole intercalazione conglomeratica, costituiscono il versante meridionale del Montevecchia; le cui pendici sono coperte dalle morene intensamente ferrettizzate del *Mindel I*.

Il più esterno e più meridionale lembo campaniano della Brianza orientale, è quello del debole dosso di Ganzana, appena a NO di Paderno d'Adda: qui, gli strati inclinati di circa 50° a NE, fanno parte dell'ultima piega, anticlinale, verso la pianura. Le marne arenacee grigie, a stratielli, nel cortile della fattoria di Ganzana, sono pressoché affogate dalle

circostanti morene ferrettizzate del *Mindel II*. L'anticlinale campaniana di Ganzana viene a trovarsi poco a sud della mia fig. 15, verso la Pianura.

Bergamasco centrale. — I calcaro marnosi del Campaniano inferiore, al tetto delle arenarie santoniane, costituiscono le due propaggini meridionali della Collina di Bergamo. Come indicò DE ALESSANDRI sul suo 100.000 (1899), essi sono conservati sullo sperone a sud di Bergamo alta (mio profilo XI): il passaggio dalle arenarie del Santoniano superiore ai calcaro marnosi, leggermente arenacei, con strati inclinati di 40° SSO, si osserva poco ad ovest dello sbocco della galleria per la nuova conduttrice dell'acqua potabile; questa si trova alquanto a sud delle mura, sopra S. Lucia. Al bivio della mulattiera che scende a S. Lucia, presso la casa, affiorano infatti calcaro grigi, con strati a franapoggio. Ridotti affioramenti calcarei si osservano tra le case, sotto il Fortino, presso la Torre di S. Benedetto e la Chiesa di S. Pancrazio.

La parte inferiore della serie campaniana, a ridotti strati di calcaro marnoso grigio-verdastri, con interstrati arenaceo-argillosi, affiora ad ovest di Bergamo bassa sulla collinetta di Villa Benaglia; gli strati inclinano di appena 10° a SSE. Poco più a sud, si osserva piccolo affioramento presso Cna Polaresco, nella trincea della ferrovia.

I calcaro, con interstrati marnoso-arenacei verso il basso (zona del Fortino) furono esaminati in sezione sottile da MARIANI (1), che vi identificò: grande prevalenza di *Globigerine* (sono *Globotruncana*), scarsità di *Textulariae*, robuste *Nodosarine*. MARIANI ritenne trattarsi di piano appena più antico di quello di Brenno (Campaniano di MARIANI). Effettivamente, qui ci troviamo proprio alla base del Campaniano; mentre a Brenno, la serie sale anche nel Maestrichtiano.

Bergamasco orientale. — I calcaro marnosi campaniani, al tetto delle arenarie santoniane, affiorano per notevole tratto nella zona di Chiuduno-Gandosso-Credaro, che si trova fuori ed a sud del *Foglio Bergamo*, nel *Foglio Treviglio*. Essi risultano delimitati nel 100.000 DE ALESSANDRI (1899), mentre nel *Foglio Treviglio* 1931, essi non sono distinti dalle sottostanti arenarie del Santoniano.

Da vecchia cava di lastre calcaree, 1 km ovest di Credaro, proviene la *Modiola* aff. *typica* FORBES, forma campaniana, che riproduco a Tav. II, fig. 4.

(1) MARIANI E., *Ricerche micropaleontologiche su alcune rocce della Creta lombarda*, 1899, pp. 6-7.

Sono invece albiani e non campaniani i calcarì alle pendici settentrionali del M. S. Stefano degli Angeli (Cna La Torre, presso Montecchio; profilo XIX); essi sono rovesciati e stanno sotto e non sopra alle arenarie santoniane. Inoltre tra essi e le arenarie, come indico sul *Foglio*, è intercalato il « Flysch turoniano ». I miei profili allineati XX-XXII, dimostrano che i calcarì in questione, debolmente rovesciati, fanno parte del fianco meridionale inverso dell'anticlinale Trescore-Selva, versante meridionale M. Dratto.

Discussione sull'età del « Piano di Brenno » Auct.

Il « Piano di Brenno » venne sinora considerato campaniano in base alle Ammoniti illustrate da MARIANI (1):

- Mortoniceras texanum* (che è il *zeilleri* DE GROSS (2)).
Pachydiscus colligatus VON BINKHÖRST
 » *negrii* MARIANI
 » *galicianus* FAVRE
Pachydiscus sp.
Hauericeras pseudo-gardeni SCHLÜTER
Hamites cfr. *cylindraceus* DEFR.

MARIANI avvertì inoltre, che le marne micacee di Tregolo ed i calcarì marnosi di Merone contengono *Belemnitella mucronata* SCHLOTH., da lui ritenuta campaniana: STOPPANI ricorda che essa venne raccolta anche in altre località della Brianza.

Tra le Ammoniti di MARIANI, il *Parapachydiscus colligatus* (rappresentato da ottimo esemplare, figurato a Tav. VIII, fig. 2), non è Campaniano, bensì Maestrichtiano. Risulta difatti citato nel Maestrichtiano d'Aquitania (3), del Cotentin, dei Pirenei, del Delfinato e della Savoia, di Gosau, delle Alpi austriache (Neue Welt, Neuberg), della Polonia, della Transilvania, del Madagascar, dello Zululand (4) e dell'India. Può per-

(1) MARIANI E., *Ammoniti del Senoniano lombardo* [47].

(2) DESIO A., *La Creta del bacino di Firenze* [18]; p. 203.

(3) HAUG E., *Traité* [39]; pp. 1309-1325.

(4) VENZO S., *Cefalopodi del Cretaceo medio-superiore dello Zululand* [82]; p. 76, tav. XII, fig. 1.

tanto venir considerato come una delle ammoniti più caratteristiche del Maestrichtiano.

La *Belemnitella mucronata* del « Piano di Brenno » presente, nel Maestrichtiano inferiore di Monte Giglio, è caratteristica della « *Mucronaten Kreide* » dell'Europa settentrionale. Come avverte HAUG, nonché numerosi autori successivi, la base della Creta a *Belemnitella mucronata* si fa coincidere coll'inizio del Maestrichtiano. Essa è infatti la forma più diffusa e caratteristica del Maestrichtiano europeo (1). La serie superiore di Brenno, a *Parapachydiscus isculensis* e *Belemnitella mucronata*, deve pertanto attribuirsi al Maestrichtiano: soltanto le assise inferiori, ricche inoltre di *Inoceramus cripsi* MANT. e var. (2), sono campaniane.

Nella zona di Brenno (Brianza occidentale), la serie sopracretacea è continua sino all'Eocene, che si trova al nucleo delle pieghe sinclinali. Perciò, tra il Maestrichtiano e l'Eocene può essere incluso il Daniano; similmente a quanto metto in evidenza per il M. Orobio (fig. 13). Adatto ai geologi lombardi l'importanza di uno studio stratigrafico di dettaglio della serie di Brenno, sino all'Eocene: e ricordo che le facies contengono microfaune. MARIANI (3) sin dal 1899 figurò sezioni sottili di calceari marnosi di Pettana, Bulciaghetto e Biandronno, ricche di *Microforaminiferi*: essi non furono classificati, ma nella sua Tav. II fig. 1, GANDOLFI [36, p. 148] poté identificare *Globotruncana linnei* var. *caliciformis*; e nella fig. 2, riconobbe molti esemplari di *Globotruncana linnei* (d'ORB.). Questa forma, ben illustrata da GANDOLFI (4) per il Flysch superiore di Scabriana, Coldrerio, Mezzana (Canton Ticino), si considera ora in sinonimia della *Gl. lapparenti lapparenti* BROTZEN (BOLLI, CITA, SELLI).

Del tutto recentemente, GERANZANI (5) poté individuare il Maestrichtiano, in base a ricca fauna a *Microforaminiferi*, nella zona di Merone (un paio di chilometri a NNO di Brenno); come metto in evidenza nel successivo capitolo sul Maestrichtiano. Ciò costituisce altra importante conferma della presenza del Maestrichtiano, nella serie del « Piano di Brenno ».

(1) HAUG E., *Traité*, pp. 1302-1319.

(2) DE ALESSANDRI G., *Fossili cretacei della Lombardia* [12]; p. 195.

(3) MARIANI E., *Ricerche micropaleontologiche su alcune rocce della Creta lombarda* [48]; p. 12, tav. I; tav. II, figg. 1 e 2.

(4) GANDOLFI R., *Ricerche micropaleontologiche* [36]; p. 22 e pp. 125-130.

(5) GERANZANI C. S., *Osservazioni stratigrafiche sul Cretaceo superiore dei dintorni di Merone* [37]; p. 81.

MAESTRICHIANO E DANIANO

Queste formazioni del *Sopracretacico* sono conservate soltanto nell'estremo lembo sud-occidentale del *Foglio Geologico Bergamo*, a Monte Giglio e all'Adda (presso Paderno). FLORIDIA (1) ha il merito di avere nel 1935 identificato il Maestrichtiano a M. Giglio. Nei calcari marnosi (2) sottostanti alle marne rosse sul versante di Carvico (nella serie della « Scaglia grigia »), egli rinvenne straterello ad *Orbitoidi*, non rimaneggiate, che descrisse ed in parte figurò:

Calcarina sp.

Orbitoides media (D'ARCHIAC). Tav. XIV, figg. 2, 3.

Orbitoides cfr. *gensatica* LEYM.

Lepidorbitoides socialis (LEYM.)

Lepidorbitoides sp.

FLORIDIA concluse « trattarsi di Maestrichtiano, livello ancora non identificato in Lombardia »: egli descrisse inoltre una serie dell'Adda di Paderno.

Serie di Monte Giglio (fig. 12). — Sul versante di Carvico, sopra il Flysch del Campaniano superiore (con *Microforaminiferi* al n. 17), si trovano: circa 70 metri di « Scaglia grigia », calcari marnosi grigio-cenere, in strati sottili; e sopra, una cinquantina di metri a « Scaglia marnosa rossa ». Verso la cima, al nucleo della sinclinale, che risulta debolmente obliqua verso la pianura, si trovano calcari e marne, glauconiosi, ricchi di *Foraminiferi* dell'Eocene (Spilecciano e Luteziano).

La « Scaglia grigia » contiene *Belemnitella mucronata* SCHLOTH., non rimaneggiata, e piccoli *Inocerami* inclassificabili. Al n. 14 e mezzo (imboocco di galleria 1941, ora asportata col proseguire degli scavi Ital cementi), si trovava livello a *Orbitoides media* (D'ARCH.) e *Simplorbites gensaticus* LEYM.: forme illustrate da MARCHESINI per il Maestrichtiano del Sannio (3) e di M. Conero (4).

(1) FLORIDIA G. B., *Sul rinvenimento di Orbitoidi non rimaneggiate nel flysch lombardo*, 1935.

(2) Non si tratta di arenarie, come indicato al n. 5 del profilo FLORIDIA, ma di calcari marnosi (« Scaglia grigia »), ora scavati dall'Italcementi.

(3) MARCHESINI E., *Strati a Orbitoidi maestrichtiane nel flysch del Sannio*, pp. 8 e 12.

(4) MARCHESINI E., *Orbitoidi cretacei del monte Conero*, p. 197, tav. XVIII, figg. 5 a, b, 8; p. 201.



Fig. 12. – Serie luteziano-campaniana del Monte Giglio (Bergamasco sud-occidentale), in corrispondenza della Cava Italeamenti (1941). I numeri con * indicano i punti fossiliferi; gli altri sono quelli dei campioni a *Foraminiferi* raccolti all'Adda di Paderno, nella medesima posizione stratigrafica (Fig. 13).

1, calciari fossiliferi del LUTEZIANO; 2-3, calciari brecciatati e marne, fossiliferi, del LUTEZIANO-SPILECCIANO; 3-1, «Scaglia marnosa rossa» con *Microforaminiferi* (DANIANO); 5-11, «Scaglia rossa» con vari livelli a *Microforaminiferi* (MAESTRICHIANO SUP.); 13-16, «Scaglia grigia» a *Belmenitella mucronata*, piccoli *Inocerami*, *Orbitoidi* e *Microforaminiferi* (MAESTRICHIANO INF.); 17, Flysch a *Globotruncana lapparenti*, *stuarti*, calcarata (CAMPANIANO).

Le condizioni tectoniche generali sono illustrate nel profilo VI.

I campioni 13-16 vennero raccolti con R. SELLI per lo studio delle microfaune; più precisamente, quelli dei numeri 13 e 14 li raccolgremmo in posizione stratigrafica corrispondente nella vicina serie dell'Adda (fig. 13). Nel campione 16 della cava Ital cementi, verso la zona basale della « Scaglia grigia », SELLI classificò: « *Microfauna ricca per numero di individui, ma in mediocre stato di conservazione* », con:

- Globotruncana lapparenti lapparenti* BROTZEN
 » *aff. leupoldi* BOLLI
 » *caliciformis* (LAPP.)
 » *stuarti* (LAPP.)

Questa faunetta, che si trova circa 30 metri al di sopra del campione 17 (Campaniano), testimonia il Maestrichtiano.

Il campione 15 è privo di microfauna; quello n. 14, pure attribuibile al Maestrichtiano, contiene *Microforaminiferi* rari e per lo più mal conservati:

- Arenobulimina puschi* (REUSS)
Clavulina aff. *parisiensis* D'ORB.
Globotruncana leupoldi BOLLI
 » *stuarti* (LAPP.)
 » *conica* WHITE

Il campione 13, contiene esemplari mal conservati e non rari di:

- Globotruncana leupoldi* BOLLI
 » *stuarti* (LAPP.)
 » *conica* WHITE

che testimoniano il Maestrichtiano.

Le nuove faunette a *Foraminiferi* della « Scaglia grigia », assieme a *Belemnite mucronata*, diffusa nel Maestrichtiano europeo, confermano l'attribuzione di FLORIDIA. Quest'ultimo autore pensò trattarsi di livello forse molto elevato del Maestrichtiano (p. 259): ma, come risulta dalla fig. 12, al di sopra troviamo ancora 50 metri di « Scaglia marnosa rossa », ricca di microfaune maestrichtiane per una quarantina di metri; e poi daniane. La serie della « Scaglia rossa » e dell'Eocene si rileva più agevolmente e con maggior dettaglio nell'incisione dell'Adda di Paderno (fig. 13).

Serie maestrichtiano-daniana di Monte Orobio (Paderno d'Adda; fig. 13). — Il versante orientale è profondamente inciso dall'Adda, che scorre incassata di 82 metri rispetto al « livello fondamentale della Pianura » (1-4).

La serie appare in spaccato naturale, sulla sponda destra, scendendo dalla carreggiabile Albergo Belvedere-Centrale Edison.

A nord della Centrale, affiora l'Eocene (fig. 14) con strati rovesciati; e poi, in continuità, la serie daniano-maestrichtiana. Il nucleo dell'anticlinale, debolmente obliqua verso la pianura, è costituito dalla « Scaglia grigia », che affiora a nord del ponte della Centrale. Ricordo che all'Adda, la serie appare un po' più potente che al Monte Giglio; ma ciò è conseguenza del fatto che gli strati non sono tagliati perpendicolarmente.

I campioni raccolti nel 1947 con SELLI, sono numerati dal più recente al più antico; perché così si trovano percorrendo la carreggiabile lungo la sponda dell'Adda (fig. 13). Ma ora descrivo la serie dall'antico al recente: i campioni 14 e 13 provengono dalla « Scaglia grigia ». Il primo di essi contiene microfauna con:

Arenobulimina puschi (REUSS)
Clavulina aff. *parisiensis* d' ORB.
Globotruncana leupoldi BOLLI
 " *stuarti* (LAPP.)
 " *conica* WHITE

Il campione 13, verso la parte alta della « Scaglia grigia » (5 m sotto il contatto colla « Scaglia rossa »), contiene:

Globotruncana leupoldi (BOLLI)
 " *stuarti* (LAPP.)
 " *conica* WHITE

Queste due faunette, a numerosi esemplari, vengono attribuite da SELLI al Maestrichtiano; data la posizione stratigrafica, la « Scaglia grigia » deve attribuirsi alla zona inferiore di esso.

(1) VENZO S., *Rilevamento geomorfologico dell'Adda*, pp. 101-103.

(2) VENZO S., *Risposta al commento Riva*; figg. 1 e 2.

(3) VENZO S., *Rinvenimento di « Anancus arvenensis » nel Villafranchiano dell'Adda di Paderno*; p. 61.

(4) VENZO S., *Geomorphologische Aufnahme des Pleistozäns*, pp. 110 e 121.

Seguono in alto, circa 60 metri di « Scaglia rossa marnosa », che ricorda molto la facies marnosa del Senoniano veneto-trentino. Dal basso in alto raccogliemmo i seguenti campioni: il n. 12, verso la base del rosso, risulta sterile; il n. 11 contiene *Microforaminiferi* molto frequenti e ben conservati, tra i quali:

Globotruncana ventricosa WHITE
 " *stuarti* (LAPP.)
 " *contusa* WHITE

che indicano il Maestrichtiano. SELLi mi avverte essere interessante la comparsa della *Gl. contusa* coll'inizio della « Scaglia rossa ».

Campioni 10 e 9 non trattati; campione 8, a *Foraminiferi* abbondanti, vari e ben conservati:

Pseudogaudryna pyramidata CUSHMAN
Clavulina cfr. *parisiensis* D'ORB.
Marssonella oxycona (REUSS)
Dorothia bulletta (CARSEY)
Globotruncana leupoldi BOLLI
 " *stuarti* (LAPP.)
 " *contusa* WHITE

Età sempre maestrichtiana.

Il campione 7 contiene microfauna meno ricca della precedente, ma analoga, con *Globotruncana stuarti* e *Gl. contusa* (sempre Maestrichtiano).

Il campione 6 non venne trattato, mentre il 5 contiene:

Clavulina cfr. *parisiensis* D'ORB.
Dorotia bulletta (CARSEY)
Globotruncana stuarti (LAPP.)
 " *contusa* WHITE

faunetta, che caratterizza ancora il Maestrichtiano. Questa datazione è del massimo interesse, poiché il campione 5 si trova a quasi 50 metri dalla base della « Scaglia marnosa rossa », ed a ben 120 dalla base del Maestrichtiano; mentre i due campioni superiori possono già testimoniare il Daniano. La posizione stratigrafica induce così ad un'attribuzione al Maestrichtiano superiore. Ricordo che la facies e la serie sono le stesse del M. Giglio, situato appena 2 km a NE (fig. 12).

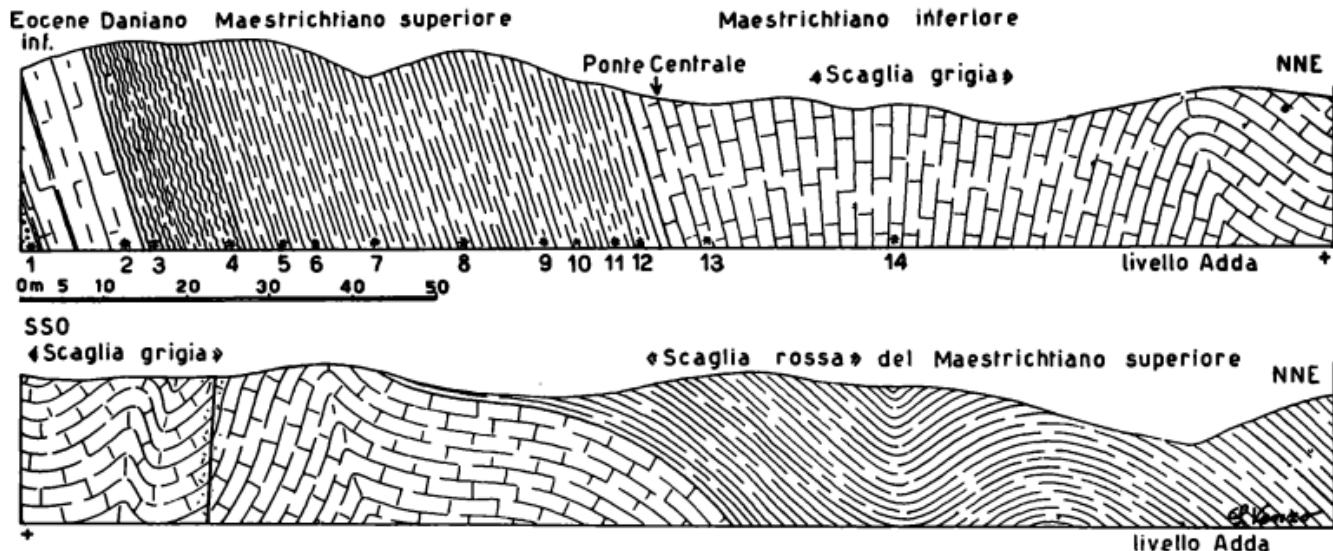


Fig. 13. – Serie maestrichtiano-daniana del Monte Orobio (Brianza orientale), nell'incisione dell'Adda di Paderno (sponda destra).

1-2, calci del EOCENE INFERIORE; 3-4, «Scaglia marnosa rossa» a *Globigerina* aff. *bulloides*, e senza *Globotruncana*, del DANIANO (m. 12); 5-12, «Scaglia marnosa rossa» a *Glob. stuarti*, *contusa*, *teupoldi*, *ventricosa*, del MAESTRICHIANO SUP. (m. 50); 13-14, «Scaglia grigia» a *Glob. teupoldi*, *stuarti*, *conica* del MAESTRICHIANO INF. L'anticinale, obliqua verso la pianura e con nucleo fagiato, presenta calci eocenici ai fianchi (serie eocenica a fig. 15).

Gli ultimi 10-12 metri di « Scaglia marnosa rossa » contengono i campioni 4 e 3, a *Foraminiferi*, non molto numerosi e poco vari, discretamente conservati.

SELLI avverte che « la microfauna è assai interessante e completamente diversa da quelle dei campioni sottostanti; mancano completamente le *Globotruncana*, i *Foraminiferi* più abbondanti sono costituiti da *Globigerina* di tipo terziario (aff. *bulloides*), vi sono poi poche altre forme fra cui forse *Pseudovigerina*; mancano anche le *Globorotalia* ». SELLi aggiunge: « Certamente si tratta di orizzonte posteriore al Maestrichtiano, sono però necessarie due parole per addivenire a qualche conclusione più precisa. Secondo la maggioranza degli Autori le *Globotruncana* si estinguono col Maestrichtiano, per cui nel Daniano sono già assenti (GLAESSNER, MARIE, TSCHACHTLI, ecc.); per altri invece le microfaune planctoniche daniane sono identiche a quelle maestrichtiane, per cui non sarebbe possibile una separazione tra i due livelli (RENZ). Credo però che la prima ipotesi, essendo meglio documentata, sia quella accettabile per il nostro caso. Qualora si accettasse la seconda ipotesi, la nostra fauna sarebbe paleogenica; a rendere però più dubbia una tale attribuzione sta anche l'assenza di *Globorotalia* nella microfauna in esame. Età perciò daniana ».

La « Scaglia marnosa rossa » daniana, a strati costantemente rovesciati, passa in alto a calcari glauconiosi (liv. 1-2), già attribuiti da VIALLI (1) allo Spilecciano (fig. 15): essi si trovano infatti una ventina di metri al di sotto del Luteziano inferiore, ricchissimo di *Foraminiferi*. La posizione stratigrafica del Daniano, al tetto del Maestrichtiano (potenza sui 120 metri), e sotto lo Spilecciano, in serie continua, stà a confortare l'attribuzione di SELLi.

PARALLELISMI. — La successione maestrichtiano-daniana dell'Adda e di M. Giglio, presenta grande analogia con quella di Tignale (Garda), recentemente studiata da M. B. CITA (2). Nella « Scaglia rossa calcarea » essa distinse il Maestrichtiano ed il Daniano a *Microforaminiferi*. Il Maestrichtiano è ivi caratterizzato da:

Pseudotextularia varians RZEHAK
Globotruncana contusa WHITE
 » *lapparenti tricarinata* (QUEREAU)

(1) VIALLI V., *I foraminiferi luteziano-priaboniani del M. Orobio* [109].

(2) CITA M. B., *Ricerche stratigrafiche e micropaleontologiche sul Cretacico e sull'Eocene di Tignale* [9]; pp. 63, 64.

- Globotruncana conica* WHITE
 " *caliciformis* (LAPP.)
 " *arca* (CUSHMAN)
 " *cretacea* (CUSHMAN)
 " *fornicata* PLUMMER
 " *lapparenti lapparenti* BOLLI
 " *rosetta* (CARSEY)
Gümbelina globulosa (EHRENBURG)
 " *globifera* (REUSS)

Sino in alto alla serie (campione 25) permangono *Gümbelina elegans* e *Globotruncana stuarti*.

CITA conclude: *Il limite superiore del Maestrichtiano, alquanto incerto, è caratterizzato dalla completa scomparsa di tutte le forme cretaciche e dall'apparizione di Globigerine e Globorotalie di tipo eocenico. Nei livelli più elevati dovrebbe essere compreso anche il Daniano.*

La « Scaglia grigia » e la « Scaglia rossa » costituiscono il nucleo dell'anticlinale, debolmente obliqua verso la pianura, di M. Orobio (profilo I). In corrispondenza del versante occidentale del monte, a Robbiate, esse vengono interessate dalla cava della « Cementifera Lombarda » (1): qui appare la faglia illustrata dalla fig. 14, che determina contatto tettonico tra le due formazioni del Maestrichtiano. Sul versante orientale del M. Orobio, nell'incisione dell'Adda (fig. 13), riappare la faglia entro la « Scaglia grigia », sempre in allineamento e subverticale.

Brianza orientale. — Il motivo sinclinale di M. Giglio si sviluppa in allineamento tettonico ad ONO, nella Brianza orientale: tra Madonna del Bosco e Porto d'Imbersago (profilo I); e nella sinclinale di Beoleo, a nord del Montevecchia (*Carta Adda*). Quivi distinsi il Campaniano, il Maestrichtiano inferiore, il superiore, e l'Eocene, che si trova al nucleo della piega.

Sul *Foglio Como*, a nord della sinclinale eocenica Porto-Madonna del Bosco, sono indicate in verde (C_a^2) le arenarie santoniane del « *Piano di Sirone* »; sembrando così mancante la serie Campaniano-Maestrichtiano-Daniano. Invece, più ad ovest ed in allineamento tettonico, nella zona

(1) Ringrazio sentitamente il signor PIETRO MÜLLER, proprietario della *Cementifera lombarda* di Robbiate (Como), per aver favorito in tutti i modi le mie osservazioni nella sua cava.

Pilata-Galbusera, l'Eocene è segnato in serie sul « *Piano di Brenno* » (C_4^2). Dalla mia *Carta Adda* e dal profilo I, risulta che anche alla Madonna del Bosco la serie è continua dal Luteziano al Campaniano.

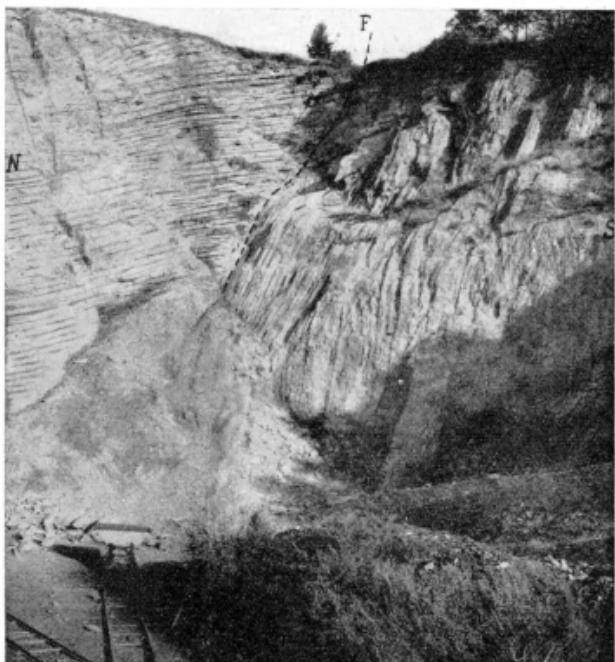


Fig. 14. – Versante occidentale del M. Orobio, presso Robbiate (Brianza orientale): Cava della « *Cementifera Lombarda* », interessante la « *Scaglia rossa* » del *Maestrichtiano superiore* – a strati subverticali – verso destra; e la « *Scaglia grigia* », a strati inclinati sui 15° NNE. sulla sinistra. Con F è indicata la faglia (Quadro I, profilo I).

Brianza occidentale. – La « *Scaglia maestrichtiana* » è presente anche nella Brianza occidentale. Nella zona di Merone presso Brenno, essa venne individuata da GERANZANI (1), che vi classificò ricca fauna a *Microforaminiferi*:

(1) GERANZANI C. S., *Osservazioni stratigrafiche sul Cretacico superiore dei dintorni di Merone (Como)*, 1949, pp. 80-81.

- Globotruncana stuarti* (LAPP.)
 » *caliciformis* (LAPP.)
 » *area* (CUSHMAN)
 » *rosetta* (CARSEY)
 » *cretacea* (CUSHMAN)
Pseudotextularia varians RZEHAK
Gumbelina globifera (REUSS)
Marssonella oxycona (REUSS)

mentre, in precedenza (DE ALESSANDRI, *Foglio Como*), tutta la serie era riferita al Campaniano.

Riscontro che sul *Foglio Como*, la zona di Brenno della Torre, prossima a nucleo eocenico, è indicata col verde del « *Piano di Sirone* » (C_a^2), invece che col (C_s^2) del « *Piano di Brenno* »; e che in analogo errore è incorso il rilevatore a M. Orobio (mia fig. 13).

Ricordo, infine, che *Parapachydiscus colligatus* e *Belemnitella mucronata* citati da MARIANI (1) nella zona di Brenno, non sono caratteristici del Campaniano, bensì del Maestrichtiano. Il « *Piano di Brenno* » dei geologi lombardi risulta così comprensivo del Campaniano, del Maestrichtiano, e probabilmente anche del Daniano. Come a M. Giglio ed a M. Orobio, la serie è del tutto continua dal Maestrichtiano sino all'Eocene.

EOCENE

L'Eocene, a facies prevalentemente calcarea e ricco di *Macroforaminiferi*, costituisce il nucleo della sinclinale di Monte Giglio (fig. 12) ed il fianco meridionale, debolmente inverso, dell'anticlinale di Monte Orobio (fig. 15). Questi due piccoli rilievi al margine della pianura, si trovano all'estremo angolo SO del *Foglio Bergamo*: anzi, il secondo entra già nella parte più orientale del contiguo *Foglio Geologico Como*. Qui, il rilievo risulta inesatto, poichè sotto l'Eocene compare il « *Piano di Sirone* » ad arenarie, invece del *Piano di Brenno*; ed inoltre non v'è cenno ad anticlinale. I vari affioramenti di: « *Scaglia grigia* » (Maestrichtiano inf.) al nucleo; « *Scaglia marnosa rossa* » (Maestrichtiano sup.-Daniano); Eocene, sono invece delimitati in dettaglio sulla mia *Carta Adda*.

(1) MARIANI E., *Ammoniti del Senoniano lombardo*, 1898; p. 53, tav. VIII, fig. 2.

Più ad est, nel Bergamasco centro-orientale, l'Eocene, in origine probabilmente continuo, non affiora più dalle alluvioni della pianura: assume, invece, uno sviluppo sempre maggiore ad ovest, al nucleo delle sinclinali della Brianza (*Foglio Como*). Le condizioni tettoniche generali dell'Eocene a M. Orobio ed a M. Giglio, sono chiarite dai profili I e VI.

La serie eocenica di M. Orobio, continua sul Maestrichtiano-Daniiano, è agevolmente rilevabile sulla destra dell'Adda, nella profonda incisione di Paderno, a nord del Ponte, lungo le opere della Centrale Idroelettrica Edison. Sin dal 1939, essa fu oggetto di miei rilievi di dettaglio assieme al dott. VITTORIO VIALLI; che poi la illustrò (109), descrivendo e figurando una fauna di 78 forme. Il lavoro di VIALLI fu oltremodo fruttuoso, poichè permise identificare i livelli dell'Eocene, sino al Priaboniano inferiore: quest'ultimo riconosciuto, con sicurezza, per la prima volta, in Lombardia. La serie dell'Adda costituisce effettivamente una «serie tipo», che potrà venir usata come riferimento nell'esame delle coeve serie lombarde.

La successione eocenica di M. Orobio è illustrata da VIALLI (109) a fig. 1: essa, potente 170 metri, presenta strati rovesciati ed inclinati di 70-75° a NNE. Riproduco a fig. 15 tale serie, che si trova in continuazione meridionale della mia fig. 13:

1. - m 10-12 di «Scaglia marnosa rossa» del DANIANO (fig. 13, nn. 3-4).

2. - m 13 di calcaro glauconiosi, con minute breccioline a *Foraminiferi* e piccoli *Litotamni*, ricchi di ciottolini silicei (SPILECCIANO).

3. - m 4 di calcaro marnoso, con alternanze calcareo - arenacee, poveri di fossili, brecciati, e ricchi di ciottoli poligenici prevalentemente silicei.

4. - m 16 di marne glauconiose, con ciottolini silicei (SPILEGIANO)

5. - m 4 di marna sabbiosa grigia, con breccia a grossi ciottoli abbastanza rotolati (anche di 25-30 cm di diametro) di: dolomia ladinica, dolomia principale, calcari nerastri, selci, quarziti, malolica, radiolariti brune e rossastre, scaglia grigia e scaglia rossa (rara). Questo livello - illustrato a fig. 19 - contiene 49 forme di *Foraminiferi* del Lutetiano inferiore; tra le quali la coppia *Numm. elegans-planulata*, la coppia *N. irregularis-subirregularis*, oltre a *N. sub-atacica*, *N. exilis*, *N. beaumonti* ecc.

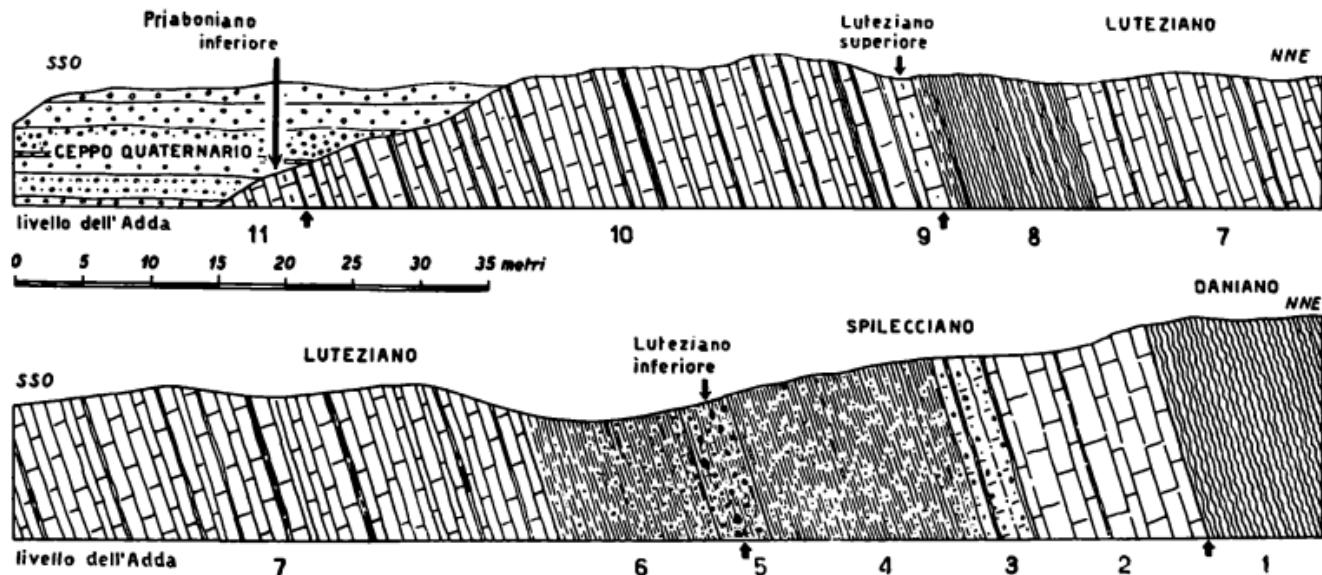


Fig. 15. - La serie eocenica del Monte Orobio, lungo la sponda destra dell'Adda di Paderno, in corrispondenza delle opere « Centrale Idroelettrica Edison » (dettagli a figg. 16 e 19): essa è rovesciata e costituisce il fianco sud dell'anticlinali di M. Orobio, ultimo rilievo verso la pianura. Il Priaboniano inferiore risulta il più recente livello di tutta la successione, soprastante alla Maiolica e potente quasi 3.000 metri. Le condizioni tettoniche generali sono illustrate nei profili I e VI (clichés da VIALI 1951).

Esso contiene, inoltre vari fossili rimaneggiati, specialmente dalla « Scaglia grigia » del Maestrichtiano inferiore:

- Orbitoides media* (D'ARCH.)
Discocyclina vinassai PREVER
Alveolina sp.
Belemnitella mucronata SCHLOTH (5 es. incompleti)
Inocerami di piccole dimensioni (3 es.)
Radioli di grossi *Cidaris* (4 es.)
Acrosalenia sp. (unico)
Actinacis sp. (unico)

6. - m 12 di marne glauconiose con ciottolini pisolari, sempre meno frequenti verso l'alto.

7. - m 58 di calcari glauconiosi con interstrati a marne scistoso-argillose.

8. - m 10 di scisti marnosi rossastri, connessi a rimaneggiamento della « Scaglia rossa », maestrichtiano-daniana.

9. - m 2.70 di banchi calcarei a *Numm. bronniarti*, *guettardi* e numerosi altri Foraminiferi (LUTEZIANO SUPERIORE).

10. - m 47 di calcari stratificati giallastri, talora brecciati, con piccole *Nullipore*, piccoli *Coralli*, e contenenti qualche ciottolino siliceo; spesso con interstrati a scisti marnoso-argillosi, varicolori (LUTEZIANO SUP. = Auversiano di VILLI).

11. - m 3 a calcari di analoga facies, con fauna a *Numm. fabiani*, *chavannesi*, *variolaria*, *budensis*, *perforata* ecc.; testimonianti il PRIABONIANO INFERIORE.

Come risulta dalla fig. 15, la serie eocenica, superiormente erosa, è coperta dai potenti ceppi del Pleistocene antico (ceppo prealpino calcareo del Villafranchiano; ceppo valtellinese, poligenico, dell'Interglaciale Günz-Mindel: VENZO (1-3).

(1) VENZO S., *Rilevamento geologico dell'apparato morenico dell'Adda*, pp. 83-86.

(2) VENZO S., *Rinvenimento di "Anancus arvernensis" nel Villafranchiano dell'Adda*, spaccato a fig. 3 (p. 61).

(3) VENZO S., *Geomorphologische Aufnahme des Pleistozäns im Bergamasker Gebiet*, Abb. 1, p. 110.

CONCLUSIONI SULLA SUCCESSIONE CRETACICO-EOCENICA DEL BERGAMASCO OCCIDENTALE (Fig. 17).

La successione del Bergamasco occidentale risulta continua dalla Maiolica infracretacea al Priaboniano inferiore; mentre nel Bergamasco centro-orientale essa è conservata soltanto sino al Campaniano. La potenza complessiva giunge quasi a 3000 metri. La serie è tectonicamente tranquilla, piegata e pochissimo dislocata, dimodoché la nuova stratigrafia risulta delle più sicure. Pur prevalendo la facies fliscioide, notoriamente povera di fossili, fu possibile rinvenire vari livelli fossiliferi. Fondamentali per le distinzioni stratigrafiche sono le 7 zone ad ammoniti: BARREMIANO SUPERIORE a *Silesites seranonis* e *Costidiscus recticostatus*; APTIANO INFERIORE ad *Aconeoceras nisum*; ALBIANO SUPERIORE a grandi *Desmoceras latidorsatum*; CENOMANIANO INFERIORE a *Mantelliceras mantelli, martim-preyi*, *Eucalyoceras newboldi*; TURONIANO a *Gaudryceras mite*; CONIACIANO ad *Anisoceras*; SANTONIANO INFERIORE a *Eupachydiscus isculensis*; ed inoltre, il MAESTRICHIANO INFERIORE a *Belemnitella mucronata*.

Il Cenomaniano inferiore contiene anche *Pesci*, *Emys*, piccoli *Inoceramus striatus*, foglie e ramoscelli fluitati; sempre estremamente rari. Il Santonianino inferiore conglomeratico è caratterizzato dalla presenza di *Acteonelle* e *Ippuriti* (come a Sirona); le soprastanti arenarie, da *Inoceramus cripsi* e *Foladomie*.

Oltreché sui macrofossili, la nuova cronologia è basata su una ventina di faune a *Microforaminiferi*, prevalentemente *Globotruncana* (studiate da R. SELLII): queste si trovano nell'Albiano inferiore, nel Cenomaniano, nel Turoniano inferiore, nel Campaniano superiore, nelle varie zone del Maestrichtiano, nonché nel Daniano. Ricordo che in quest'ultimo livello mancano ormai le *Globotruncana*, mentre sono presenti *Globigerine* (aff. *bulloides*) di tipo terziario; mancano inoltre le *Globorotalia*.

Macroforaminiferi (*Orbitoidi*) si trovano nel Maestrichtiano inferiore e sono poi comuni nei livelli eocenici, dal Luteziano inferiore al Priaboniano (*Nummuliti*, *Operculine*, *Discocicline*, *Assilina* ecc.; studiate da VIALLI).

La successione stratigrafica presenta facies fliscioide nell'Aptiano-Albiano inferiore (*Scisti neri*), nel Cenomaniano-Turoniano (*Flysch scistoso argilloso*; tipico *Flysch orogeno*) e nel Campaniano (*Flysch orogeno*); mentre l'Albiano è costituito da 300 e più metri di calcaro marnoso («Sass della luna»); il Coniaciano-Santoniano da circa 800 metri di arenarie con alter-

nanza conglomeratica, di potenza variabile, circa a metà; ed il Maestrichiano-Daniano da 120-130 metri di calcaro marnoso a facies di « Scaglia ». L'Eocene, costituito da serie nummulitica di 170 metri, è essenzialmente calcareo; soltanto la serie marnoso-arenaceo-ciottolosa dello Spilecciano superiore - Luteziano più basso, può ancora includersi nel Flysch, che è sempre detritico (1).

SERIE COMPRENSIVA (CRETACICO-EOCENE) DEL BERGAMASCO OCCIDENTALE E CONFRONTI

La stratigrafia di dettaglio, gli schizzi e le fotografie delle figg. 1-15, nonché i profili dei Quadri tettonici, permettono la ricostruzione delle serie comprensive, coi passaggi laterali di facies: questi sono notevoli nel Bergamasco orientale.

La fig. 16, riassume la serie delle propaggini meridionali del Monte Albenza, dal Barremiano superiore al Turoniano inferiore. Essa dettaglia la mia fig. 7, 1951 (p. 196): infatti ora tengo conto del rinvenimento delle faunette a *Globotruncana tictinensis* var. *alpha*, nella parte alta degli *Scisti neri* (Albiano inferiore).

Nella fig. 17 illustro tutta la successione stratigrafica del Bergamasco occidentale, dal Barremiano all'Eocene superiore. La serie, sviluppata per quasi 3.000 metri, risulta la più completa del Bergamasco, poiché più ad est l'Eocene manca (Quadro fig. 18). Tutti i livelli del Cretacico e dell'Eocene sono distinti paleontologicamente, nonostante la grande rarità dei macrofossili nella facies di Flysch. La presenza di *Ammoniti*, benché assai rare, è connessa con facies diverse dal *Flysch detritico*. Le faune del Barremiano superiore e dell'Aptiano inferiore sono batiali; mentre la facies detritica comincia più sopra, col «Sass della luna» albiano. La presenza dei *Mantelliceras-Eucalycceras* nel Cenomaniano inferiore, è connessa colla «trasgressione cenomaniana»; difatti questo sedimento risulta semibatiale.

La serie turoniana, a facies di tipico *Flysch orogeno*, è molto povera di macrofossili (*Gaudryceras mite*; frammenti di *Ippuriti*, *Radiolites*, *Crinoidi*, placchette di *Echini*, tutti rimaneggiati).

Il Coniaciano contiene rarissime *Ammoniti* (*Anisoceras* n. sp.), ma esso presenta facies arenacea e non di Flysch. Similmente avviene per le *Ippuriti* e le *Acteonelle* dei conglomerati del Santoniano inferiore; e più

(1) TERCIER J., *Le Flysch dans la sédimentation alpine* [77]; pp. 165-168; 188, 198.

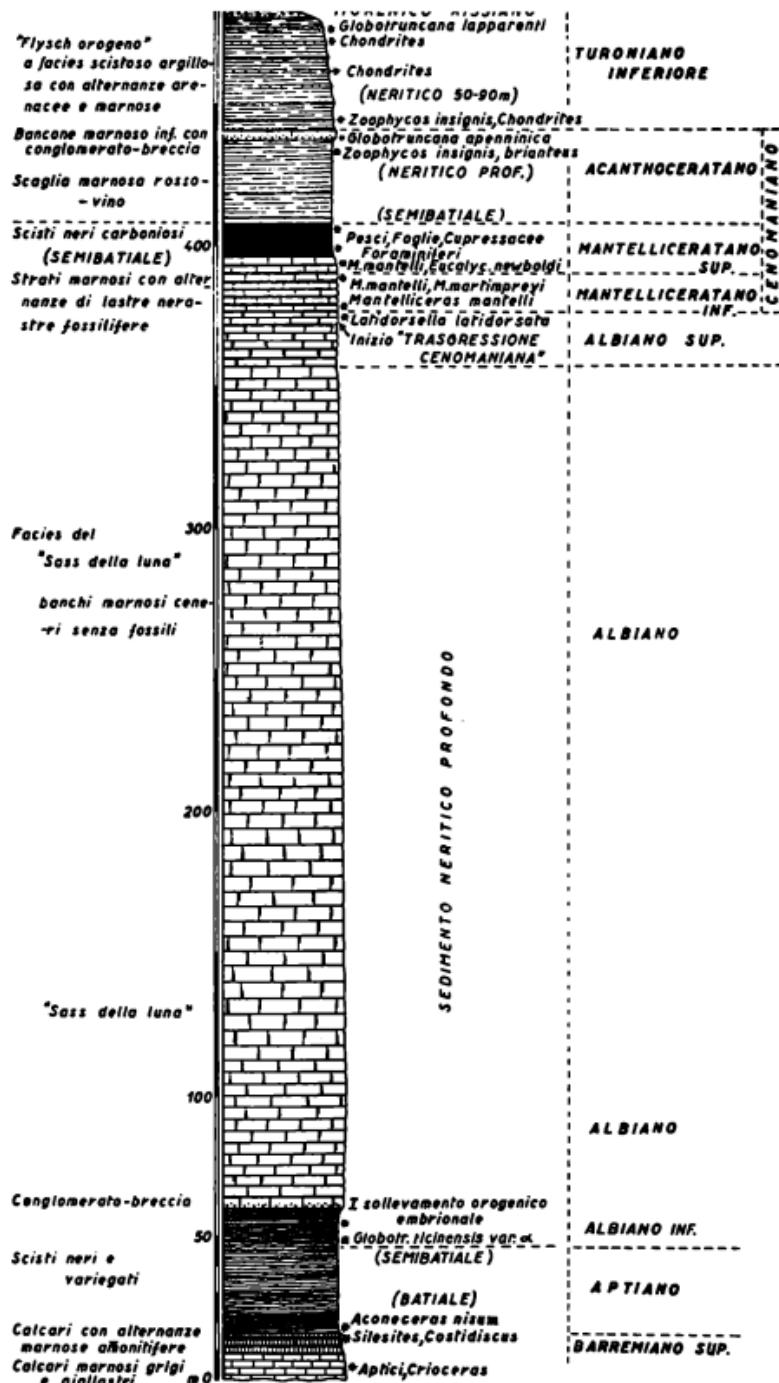


Fig. 16. - Serie comprensiva delle propaggini meridionali del Monte Albenza, dal Barremiano superiore al Turionario inferiore.

particolarmente per le faune a *Pachydiscus isculensis* e *Inocerami* delle soprastanti arenarie.

La facies di *Flysch orogeno*, che assume nuovamente grande sviluppo nel Campaniano, risulta poverissima di fossili, ad eccezione dei *Microforaminiferi*. Le soprastanti facies calcareo-marnose della « Scaglia grigia » e della « Scaglia rossa » sono ricche di *Microforaminiferi*, e contengono inoltre *Orbitoidi*, *Belemnitella mucronata*, piccoli *Inocerami*: anche in questo caso i sedimenti non sono neritici e fliscioidi, ma semi-batiali. Nemmeno la serie eocenica, prevalentemente calcarea o marnosa, presenta facies di Flysch: questo può spiegare la ricchezza delle faune a *Macroforaminiferi*.

CONFRONTI. — *La successione della Breggia* (Canton Ticino), studiata da VONDERSCHMITT [110, 111] e GANDOLFI [36], contiene una sola Ammonite, comparata coll'*Acanthoceras rotomagense* DEFRE. [40]: essa, caratteristica del Cenomaniano superiore (*Acanthoceratano*), si trova nella parte alta della serie, verso la base del Flysch. Comuni sono invece i *Microforaminiferi*, riccamente illustrati da GANDOLFI.

La successione della Breggia, riassunta da GANDOLFI a Tav. I, senza distinzione di livelli, è ridotta a 370 metri, e sviluppata dal « Biancone » (sincrono alla « Maiolica ») sino al Cenomaniano superiore. La facies di Flysch con *Microforaminiferi*, è ristretta a 25 metri in alto alla serie; mentre al di sotto prevale la « Scaglia ». Dal basso, troviamo: « Scaglia variegata » (m. 180); « Scaglia bianca » con *Microforaminiferi* (m. 90); « Scaglia rossa » con *Microforaminiferi* (m. 37), con al tetto il Flysch (m. 25).

La « Scaglia variegata », mancante di *Globotruncane*, può corrispondere agli *Scisti neri* ed al « Sass della luna », albiano, del Bergamasco occidentale. La « Scaglia bianca » con *Globotruncana tictinensis*, in basso, e *Gl. tictinensis* e *apenninica* al liv. 34, è attribuita da GANDOLFI al Cenomaniano. Questo si sviluppa in alto colla « Scaglia rossa » a *Gl. apenninica* e *Gl. stefani*, includendo inoltre la base del *Flysch grigio* con *Orbitolina aff. conoidea*, *Gl. apenninica*.

Il posteriore rinvenimento nella zona basale del Flysch, di *Acanthoceras rotomagense* (LUGEON e GAGNEBIN, [40]), conforta l'attribuzione al Cenomaniano superiore. Col liv. 62 del Flysch, a *Gl. renzi* GAND., forma intermedia tra *Gl. apenninica* e *linnei*, s'inizierebbe il Turoniano; che, alla Breggia, risulta così ridotto ad una quindicina di metri. Questi strati, soprastanti all'*Acanthoceratano*, vengono a corrispondere cronologicamente al *Flysch grigio* della « Serie di Roncaletti » (Turoniano inf.).

Quivi, nelle assise superiori, si trova difatti la *Gl. lapparenti lapparenti*, forma turoniana e più recente (mie figg. 3 e 16).

La *successione di Tignale* (Lago di Garda), recentemente illustrata da CITA [9] contiene soltanto *Microforaminiferi*: essa, costituita da 120 metri di sedimenti a facies veneta di « Scaglia », è sviluppata dal Cenomaniano all'Eocene medio. Come riassunto nel Quadro, dal basso in alto, troviamo: « Scaglia variegata marnosa » a *Gl. ticinaensis* e *apenninica*, sui 10 metri di potenza (Cenomaniano); « Scaglia rossa » (quasi 100 metri), ricca di *Microforaminiferi* e sviluppata dal Turoniano sino all'Eocene inferiore. L'Eocene medio, costituito da « Scaglia cinerea » a *Globorotalia*, è ridotto ad una decina di metri.

La serie complessiva di Tignale, ridotta a 120 metri, testimonia trattarsi di sedimenti più profondi di quelli detritici e prevalentemente flisciodi del Bergamasco, che dal Cenomaniano all'Eocene medio si sviluppano per 2.300 metri.

Descrivendo gli « Scisti neri a Pesci », del Cenomaniano, ebbi già ad accennare ai confronti colle sincrone facies delle Venezie: di Mollaro (Valle di Non), di Alsano di Piave, Crespano (Feltrino), delle Valli del Torre e del Cornappo (Bellunese), di Coméno (Carso Goriziano), come pure dell'isola di Lesina (Dalmazia). La ricca fauna ittiologica degli *Scisti neri bituminosi* di Coméno analoga a quella del Bergamasco occidentale, tuttora allo studio (prof. A. BONI, Pavia) venne recentemente illustrata da D'ERASMO in magnifica Memoria (1).

La facies di Flysch assume grande sviluppo nell'*Appennino settentrionale*; particolarmente, riscontro la grande analogia della facies a *Fucoidi* della mia « Serie di Roncaletti » (Turoniano inferiore) con quella dell'Appennino emiliano. Tuttavia le serie appenniniche risultano quasi sempre tettonicamente disturbate, dimodoché è ben difficile la ricostruzione di successioni sicure. Il Flysch appenninico, come ben noto, risulta poverissimo di macrofossili e le datazioni, basate sui *Microforaminiferi*, spesso ancora discusse.

Nell'*Appennino centrale*, la « Scaglia » del Cretacico superiore-Terziario fu oggetto di importante Memoria stratigrafica e micropaleontologica di OTTO RENZ (2). Si tratta però di facies un po' diverse da quelle del

(1) D'ERASMO G., *L'ittiofauna cretacea dei dintorni di Comeno* [17].

(2) RENZ O., *Ricerche stratigrafiche e micropaleontologiche sulla Scaglia dell'Appennino centrale* [65].

SERIE CRETACICO-EOCENICA DEL BERGAMASCO OCCIDENTALE

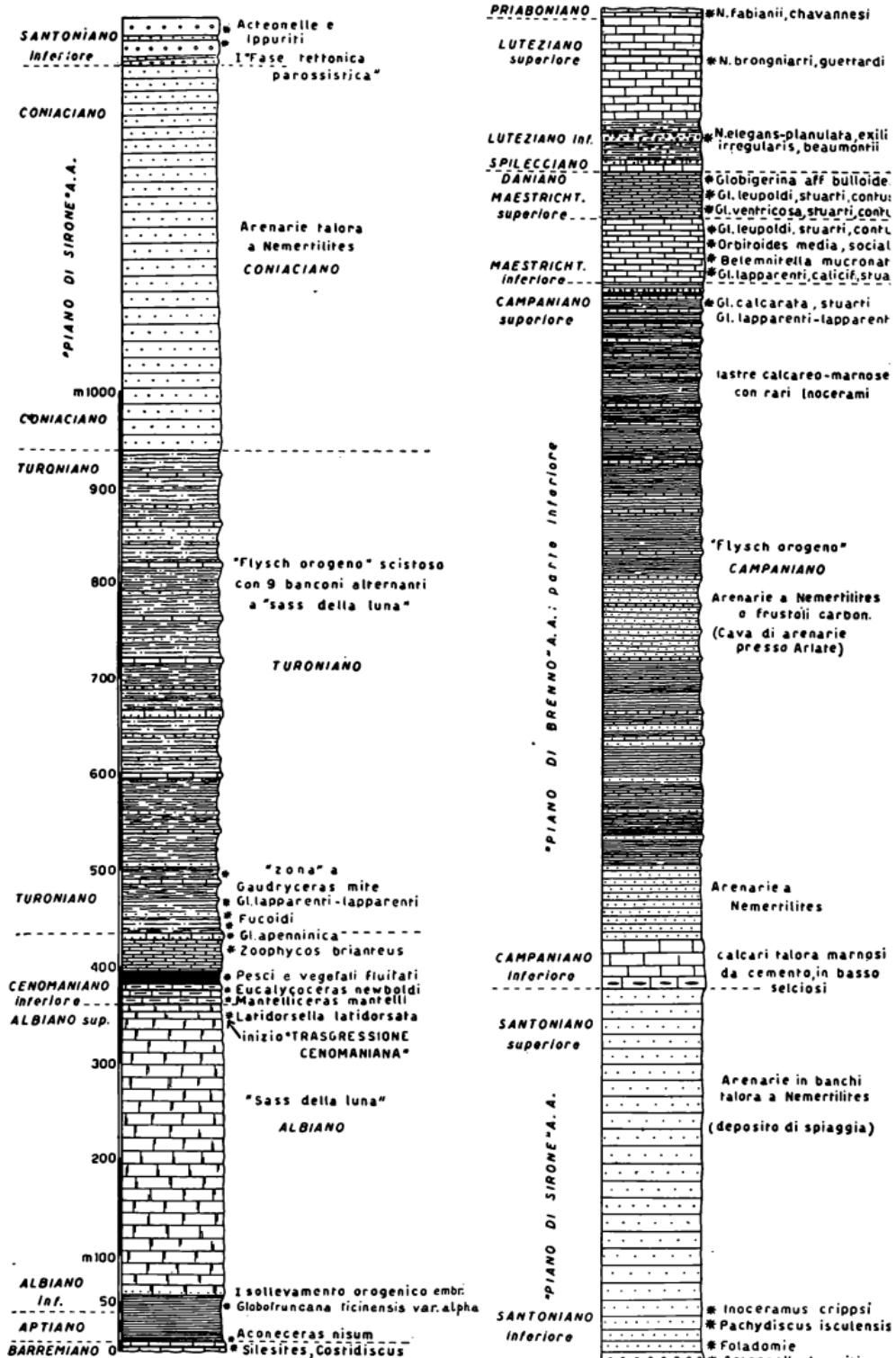


FIG. 17

Bergamasco, e sviluppate dal Cenomaniano - soprastante agli *Scisti Fucoidi* - sino al Miocene.

Dal Quadro di RENZ (p. 14), la *Scaglia a Globotruncane* (con selci e senza selci) appare distinta dal basso in alto: *Sc. con G. appenninica* (Cenomaniano-Turoniano), *Sc. con G. linnei* (Campaniano, sin sopra al Turoniano), *Sc. con G. stuarti e linnei* (Maestrichtiano inf.), *Sc. con G. stuarti* (Maestrichtiano sup.). La *Scaglia senza Globotruncane* s'inizia inferiormente con *Scaglia a Globorotalie + Globigerine* (Paleogene). Seguono calcari a *Globigerine* con selci rosse dell'Eocene inferiore e medio (pp. 152-3). Essi contengono *Macroforaminiferi* (*Nummuliti*, *Orbitoline*, *Discocycline*) del Luteziano, come all'Adda di Paderno - M. Orobio.

Seguono marne, in parte calcaree, rosse e grigie, a *Nummuliti* (*N. tchihatcheffi*, *N. striatus*), *Discocycline* ed *Alveoline*, del Priaboniano inferiore. I superiori calcari bruni a *N. fabianii*, *N. incrassata*, *Discocycline*, *Baculogipsine*, *Chapmanine*, *Halkyardia* ecc. sono attribuiti da RENZ al Priaboniano superiore: ma quest'ultimo sottopiano non compare all'Adda-M. Orobio.

Gosau. - Le arenarie coniaciano-santoniane del Bergamasco (« Piano di Sirona »), con *Ippuriti*-*Acteonelle* nei conglomerati basali del Santoniano, e *Pachydiscus isculensis*-*Inocerami* nelle arenarie soprastanti, presentano notevole analogia cogli « Strati di Gosau ». Questi sono sviluppati a nord delle Alpi, nella vallata dell'Inn, (Salzkammergut): giacimento di Gosau, sinclinale di St. Wolfgang, Neue Welt, presso Wiener Neustadt (HAUG, *Traité*, p. 1320). Il Campaniano - Maestrichtiano, con *Inocerami*, *Mortoniceras zeilleri* e *Pachydiscus colligatus* (forma caratteristica del Maestrichtiano) a Brenno, e con *Belemnitella mucronata* anche nel Bergamasco occidentale (M. Giglio), può parallelizzarsi cogli strati a consimile facies, di Neuberg (Alpi Austriache, Valle della Mürz), che fanno parte della *Formazione di Gosau*.

Gli *Strati di Gosau*, con *Ammoniti*, *Coralli*, *Rudiste*, *Ippuriti*, di tipo francamente mediterraneo (1), sono sviluppati dal Turoniano al Maestrichtiano; presentano due livelli a *Ippuriti* e tre ad *Ammoniti* e *Inocerami*, con facies conglomeratiche, marnose ed arenacee, alternanti. Essi fanno parte della *Falda della Baviera*, con radici nelle Alpi meridionali (HAUG 3, p. 1322).

(1) GIGNOUX M., *Géologie stratigraphique*, 1950; pp. 482-483.

Secondo WEIGEL, 1937 (1), la *Serie di Gosau*, discordante sul Triass-Giura già piegato (*Movimenti orogenici pregosauiti*), si troverebbe in *Graben* invece che in *Finestra* (HAUG, p. 1320). Essa viene da lui suddivisa in *Gosau inferiore*, medio e superiore, che distingue anche sulla sua Carta geologica e spaccati al 25.000. Le arenarie ed i conglomerati coniaciano-santoniani del Bergamasco sembrano parallelizzabili colle assise superiori del « *Gosau inferiore* »; infatti la zona inferiore del « *Gosau medio* » sarebbe da lui attribuita al Santoniano più alto-Campaniano inferiore.

SERIE COMPRENSIVE DEL BERGAMASCO COI PASSAGGI LATERALI DI FACIES

Nel Quadro della fig. 18, illustro le 4 serie più caratteristiche: la prima è quella del Bergamasco occidentale, testè esaminata in dettaglio (fig. 17). Essa corrisponde al profilo tettonico VI.

Gli *Scisti neri* (Barremiano sup.-Albiano inf.) sono potenti una cinquantina di metri, nel Bergamasco occidentale e centrale: ma aumentano di spessore più ad oriente (profili XX e XXII del Quadro 18), sino a superare i 100 metri. Talora la serie è ripiegata, come risulta per esempio dal profilo tettonico XXII (Cascina Grappa), dove essi raggiungono complessivamente i 225 metri di spessore.

Gli *Scisti neri* costituiscono un livello continuo ed indicatore; sempre selettivo per la maggior erodibilità rispetto alla Maiolica ed al soprastante « *Sass della luna* ». L'uniformità e la potenza ridotta sono in rapporto colla facies batiale.

Il « *Sass della luna* », nel Bergamasco occidentale e centrale, raggiunge i 320 metri di potenza: 300 metri spettano all'Albiano; mentre i 20 metri superiori, a *Mantelliceras*, entrano nel Cenomaniano inferiore.

Sul Costone di Gavarno (Bergamasco orientale), la facies del « *Sass della luna* » si sviluppa ulteriormente nel Cenomaniano, come dimostra la microfauna a *Globotruncane* e *Globigerina cretacea*; raggiungendo i 380 metri di potenza, sino a sottostare direttamente al « *Flysch scistoso-argilloso rosso* », con alternanze a banconi di « *Sass della luna* ». Questa formazione scistosa corrisponde al *Flysch grigio* di Roncaletti (Turoniano inferiore). La cinquantina di metri superiore del « *Sass della luna* » viene perciò a sostituire la facies degli « *Scisti neri a Pesci* » e della « *Sc-*

(1) WEIGEL O., *Stratigraphie und Tektonik des Beckens von Gosau* [112]; pp. 16-20 e Geologische Karte 25.000.

BERGAMASCO OCCIDENTALE

(PROFILO VI)

* EOCENE
 • DANIANO
 • MAESTRICHIANO *sup.* } "Scaglia rossa" marnosa
 • MAESTRICHIANO *inf.* } "Scaglia grigia"
 * CAMPANIANO
 superiore

SERIE COMPRENSIVE DEL CRETACICO

BERGAMASCO COI PASSAGGI LATERALI DI FACIES

Flysch
orogenoBERGAMASCO CENTRALE
(PROFILO IX: PER
BERGAMO)

BERGAMASCO ORIENTALE

(PROFILO XXII
SINO A CREDARO)CAMPANIANO *inf.*

SANTONIANO

CONIACIANO

1000

900

800

700

600

500

400

300

200

100

50

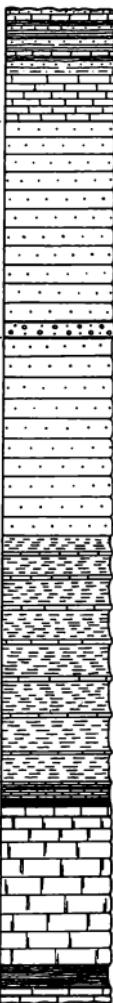
m 0

Flysch scistoso
argilloso grigio
orogeno

TURONIANO

"sass della
luna"

ALBIANO

APTIANO
BARREMIANO *super.*

QUADRO FIG.18

scisti neri

ALBIANO

APTIANO

BARREMIANO *sup.*

CENOMANIANO

TURONIANO

CENOMANIANO

ALBIANO

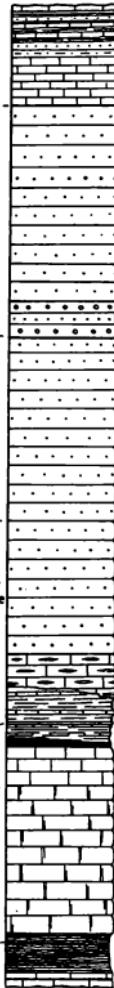
CONIACIANO

SANTONIANO

CAMPANIANO *inf.*

PROFILO XX

(SINO A GANDOSSO)

CAMPANIANO *inf.*

SANTONIANO

CONIACIANO

TURONIANO

calcari bianchi

Flysch scistoso gr.

CENOMANIANO

"sass della
luna"

ALBIANO

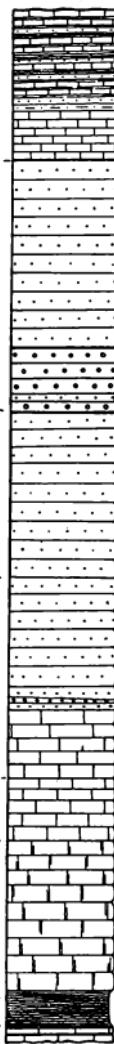
APTIANO

BARREMIANO *sup.*

APTIANO

BARREMIANO *sup.*

G. Vento



glia scistosa e marnosa rossa » del torrente Sommaschio (Cenomaniano superiore). Le condizioni stratigrafiche e tettoniche sono illustrate anche nei profili XII e XIII.

Ad est della Val Cavallina, la potenza del « *Sass della luna* » aumenta ancora: ad ovest del M. Sega (profilo tettonico XX), riappaiono sopra ad esso gli *Scisti neri* cenomaniani. Ma, appena a NE essi passano lateralmente al « *Sass della luna* ». Il soprastante « *Flysch scistoso grigio* » del Turoniano inferiore passa lateralmente ed in alto ai calcari bianchi, selciosi, che affiorano al Colle La Guina ed a nord della brachisinclinale, ad arenarie, di Foresto (profilo tettonico XX e Quadro 18, serie comprensiva XX e XXII). Ad est di Zocco, verso la Valle Adrara, i calcari bianchi selciosi si assottigliano e diventano gradualmente più marnosi; passando lateralmente al « *Sass della luna* » (Turoniano inf.), che sottostà alle arenarie (zona di Gazzenda in Valle Adrara, M. Dratto, Colle Cedrina). Queste condizioni vengono illustrate nel Quadro 18 (profilo XXII), come pure nei profili tettonici trasversali XXI e XXII, ed in quello assiale a fig. 23.

Dal profilo XXII del Quadro, appare che il « *Sass della luna* » si sviluppa in alto sino alle arenarie, superando i 500 metri di potenza.

Gli « *Scisti neri a Pesci* » del Cenomaniano inferiore (parte alta), potenti 13 metri, sviluppati nel Bergamasco occidentale e centrale, mancano dal Costone di Gavarno alla Val Cavallina, dove sono sostituiti dal « *Sass della luna* ». Riappaiono per poco sul versante occidentale del M. Sega, nelle vallette Penacino e Macla (profilo assiale fig. 23). La presenza del Cenomaniano con Ammoniti, di facies semibatiale, indica debole trasgressione marina. Dove tale facies manca, la trasgressione fu più debole e la variazione di profondità minima; epperciò poté continuare la sedimentazione neritica del « *Sass della luna* ».

Il Turoniano, nel Bergamasco occidentale (Quadro 18, profilo VI) è rappresentato da 500 metri di « *Flysch scistoso-argilloso grigio* », con 8-9 principali alternanze a banconi di « *Sass della luna* ». In Val Brembana, al Petosino (Quadro 18, profilo IX), nella Valle di Gavarno sino oltre le Bocche di Gavarno, come pure nella vallata a nord del M. Tomenone (profilo tettonico XIII), il Turoniano presenta facies di « *Flysch scistoso-argilloso rosso mattone* ». Permangono in esso le solite alternanze di « *Sass della luna* ».

Nel Bergamasco orientale, ricompare il « *Flysch scistoso grigio* », che è ridotto in potenza. Esso affiora sul versante occidentale del M. Sega-Colle La Guina (profilo tettonico XX): ma passa in alto e lateralmente ai calcari selciosi ed al « *Sass della luna* » (Quadro 18, profili XX e XXII).

Nel Bergamasco occidentale e centrale (Quadro 18, profili VI e IX), la serie arenacea, coll'alternanza conglomeratica, del Coniaciano e Santoniano (« Piano di Sirone » Auct.), raggiunge complessivamente gli 850 metri: varia soltanto la potenza dei conglomerati, quasi continui, che nella zona di Bergamo sono ridotti alla ventina di metri (Quadro 18, profilo IX). Nel Bergamasco orientale, le arenarie si sviluppano anche sotto il Coniaciano, interessando il Turoniano superiore. Infatti esse finiscono col sovrastare direttamente il «Sass della luna», senza l'intercalazione della serie fisiocida turoniana (serie comprensiva XXII). Evidentemente, la regressione marina qui precedette: fu la diminuzione di profondità che permise la sedimentazione delle arenarie litorali, al posto del «Sass della luna» neritico profondo. Il passaggio dal «Sass della luna» alle arenarie, oltreché dal *Foglio geologico*, risulta evidente dai profili tettonici XXI e XXII. Dalla serie XXII del Quadro, appare inoltre che i conglomerati del Santoniano inferiore assumono nuovamente grande potenza, raggiungendo i 130 metri. La maggior potenza dei conglomerati, Sirone m. 300, Corna a sud del Canto basso m. 100, zona di Gandozzo m. 130, testimonia la posizione degli antichi delta. La facies conglomeratica indica inoltre intensa erosione; conseguenza di sollevamento interno, dovuto a diastrofismo iniziale dell'ogenesi alpina.

Il Campaniano inferiore presenta facies calcarea o calcareo-marnosa: essa, sviluppata anche nella Brianza orientale, testimonia approfondimento marino e deposito notevolmente uniforme (potenza m. 50-120). Nel Bergamasco occidentale, i calcari passano in alto ad alternanza arenacea, nuovamente litorale, e poi a 750 metri di *Flysch orogeno*, colle consuete alternanze. I calcari marnosi prevalgono nella zona orientale, come appare dalle serie XX e XXII del Quadro.

Nel Bergamasco centrale ed orientale, la serie cretacea s'interrompe col Campaniano inferiore: ma essa continua in alto, nel Bergamasco occidentale, al M. Giglio e all'Adda; nonché nella Brianza orientale. Ciò appare dalla serie comprensiva VI e dal profilo tettonico I. Il passaggio dal Flysch campaniano alla «Scaglia grigia» del Maestrichtiano inferiore, è evidente a Monte Giglio: lo illustrai nella fig. 12 e nella fig. 17.

Nel Bergamasco occidentale, la serie risulta continua dal Maestrichtiano sino al Priaboniano inferiore: essa è riassunta nella fig. 17. Dalla *Carta Adda*, appare che, nella Brianza orientale, la successione è continua dal «Sass della luna» albiano (sperone a nord di Brivio) al Priaboniano; le condizioni di giacitura vengono chiarite dal profilo tettonico I.

CONSIDERAZIONI SULLE FACIES
DELLA SERIE CRETACICO-EOCENICA
LE FASI INIZIALI DELL'OROGENESI ALPINA

Non essendo sinora conosciuta la successione del Flysch lombardo, ben poco si sapeva sulle fasi iniziali dell'orogenesi sudalpina. Valenti autori avevano recentemente studiato in dettaglio le facies svizzere e franco-tedesche, il problema della batimetria del Flysch (TERCIER (1), BRÜCKNER W. (2), CAROZZI (3), KRAUS (4)) nonché i connessi fenomeni orogenetici (5).

Nella mia Memoria sull'Albiano-Cenomaniano del Bergamasco occidentale, portai un capitolo sull'argomento. In esso esaminai particolarmente le facies dal Barremiano al Turoniano; mentre mi limitai a breve cenno sulle formazioni superiori, soltanto ora completamente illustrate. La parte inferiore della successione, venne allora riassunta nella *Serie comprensiva barremiano-turoniana* colle rispettive facies (p. 196): tavola che riproduco a fig. 16, con ulteriori dettagli (limite inferiore dell'Albiano a *Foraminiferi*). La serie continua e le nuove distinzioni stratigrafiche del Cretacico-Eocene in tutta la zona prealpina del Bergamasco e della Brianza orientale, m'inducono a completare e generalizzare l'esame delle facies; nonché a tentare la ricostruzione delle probabili condizioni batimetriche. Esse costituiscono la più sensibile e sicura testimonianza delle fasi iniziali dell'orogenesi sudalpina.

Movimenti precursori ante-senoniani si cominciano a riscontrare un po' dappertutto nelle Alpi (MORET (6)). Ricordo per esempio la *Faee pre-gosauica* (= Pre-Turoniano) di Gosau e delle Alpi austriache (WEIGEL [112]), che corrisponde ai piegamenti antesenoniani segnalati da GIGNOUX (7) tra Grenoble e Gap. Il WEIGEL, a Gosau, mette inoltre in

(1) TERCIER J., *Le Flysch dans la sédimentation alpine*, 1947 (bibl. [77]).

(2) BRÜCKNER W., *Lithologische studien und zyklische sedimentation in der helvetischen zone der Schweizeralpen*, 1951 (bibl. [4]).

(3) CAROZZI A., *Rythmes de sédimentation dans le Crétacé helvétique*, 1951 (bibl. [8]).

(4) KRAUS E., *Ueber den Schweizer Flysch*. « Ecl. geol. Helv. », vol. 25, 1932.

(5) ARGAND E., *Plissements précurseurs et plissements tardifs des chaînes de montagnes* [2].

(6) MORET L., *Précis de Géologie*, 1947 (bibl. [56]); p. 420.

(7) GIGNOUX M., *Traité de Géologie* 1950; pp. 483 e 474.

evidenza due fasi senoniane: la *Venigeröder Phase* e la *Ressenphase*, che indica nella serie comprensiva della sua Carta al 25.000.

Le facies batiali del Barremiano e dell'Aptiano. — Le alternanze calcareo-marnose del Barremiano superiore, ridotte a soli 10 metri e con ricca fauna ad ammoniti, indicano deposito batiale (fig. 16). Come mise in evidenza VIALLI (1949, p. 38), i generi *Lytoceras*, *Phylloceras*, *Silesites*, *Costidiscus* e *Hamulina* testimoniano profondità attorno ai 1000 metri: tuttavia la presenza di qualche forma eteroterna, come *Belemnites pistilliformis* BLAINV. e *Holcodiscus van den hecke* d'ORB., denota profondità un po' minore. I soprastanti 45 metri di « Scisti marnosi neri » dell'Aptiano, con *Aconeoceras nisum* alla base, e superiormente talora fiscoidi, risultano deposito di minore profondità: verso l'alto (Albiano inferiore a *Gl. ticinensis* var. *alpha*), per la presenza poco sopra di lente conglomeratica, sono più verosimilmente attribuibili a deposito semibatiale (tra i 500 ed i 200 metri di profondità).

Debole sollevamento nell'Albiano inferiore (« 1° sollevamento orogenico embrionale ai margini della geosinclinale alpina »); sedimento neritico del « Sass della luna ». — Verso la base del « Sass della luna » albiano, appare lunga lente conglomeratico-brecciata, potente mezzo metro (zona della Sella di Burligo). Essa è marnosa e contiene elementi tondeggianti, di ridotte dimensioni, di calcare giallo e grigio (consimile alle sottostanti assise superiori della Maiolica). Potrebbe dapprima sembrare deposito sublitorale; ma ora si ammette che i ciottoli possano venir fluitati al largo da correnti fangose sottomarine in corrispondenza dello sbocco di corsi d'acqua. Fenomeno questo, che si verifica anche attualmente (FABIANI (1)).

I ciottoli rotondeggianti testimoniano rotolamento torrentizio e non possono attribuirsi a rimaneggiamento marino. Il livello conglomeratico esaminato, che è il più antico della successione cretacica, può perciò testimoniare debole sollevamento interno, con emersione e ridotta erosione

(1) FABIANI R., *Trattato di Geologia*, 1952; pp. 249 e 250: *L'esplorazione dei fondi marini ha dimostrato che materiali elastici anche assai grossolani (ciottoli), non solo vengono portati dalle correnti fino all'estremità della piattaforma continentale, ma franano lungo la scarpata e vanno ad accumularsi al fondo della regione batiale. Il trasporto avviene ad opera di correnti molto turbide (dense), che scorrono presso il fondo. Le caratteristiche di tali correnti, messe in evidenza da vari autori (es. BELL e KNAPP) furono sperimentate da KUENEN e MIGLIORINI (1950).*

torrentizia delle assise superiori della Maiolica. Consimili livelli marnosi, conglomeratico-brecciati, sono comuni e si ripetono nella soprastante serie del « Flysch orogeno turoniano » nonché in quella eocenica; ambedue neritiche ed abbastanza profonde.

Il conglomerato forma ridotta lente locale, mentre più ad est il passaggio *Scisti neri* - « Sass della luna » risulta graduale, talvolta con alternanze. Comunque, nell'Albiano inferiore un sollevamento, per quanto attenuato, sembra generale; si passa infatti da facies semibatiale a facies detritica fliscioide, ormai neritica. Il fenomeno si osserva in tutta la zona prealpina bergamasca ed anche più ad est (Bresciano occidentale): costituendo indubbia prova di *primo attenuato sollevamento embrionale ai margini della geosinclinale alpina*.

Il « Sass della luna » albiano è costituito da calcaro marnosi grigi e marne, in banchi, talora con deboli alternanze argilloso-micacee di tipo fliscioide. Spesso le superfici di strato mostrano frustoli vegetali carbonificati o limonitizzati, fluitati al largo da terre emerse. Verso l'alto della serie, gli strati diventano, in genere, più sottili e più ricchi di alternanze a lastre grigie: queste contengono *Pesci* e *Desmoceras latidorsatum*, in grandi esemplari (Albiano superiore).

La grande potenza dell'Albiano, rispetto alle facies semibatiali a *Scisti neri* dell'Aptiano e del Cenomaniano, prova pure trattarsi di facies neritica. L'assenza nel « Sass della luna » dei *Fucoidi-Rodoficee* comuni più in alto nella « Serie di Roncaletti », anche in alternanze di consimile facies, induce a pensare che la profondità fosse superiore ai 100 metri (VENZO, 1951; p. 227): epperciò, probabilmente compresa tra i 100 ed i 200.

Nella zona mediana del « Sass della luna » del Bergamasco centrale, sono pure presenti livelli marnosi conglomeratico-brecciati; comprovando che il sedimento è sempre neritico, e probabilmente connesso con correnti fangose sottomarine allo sbocco di piccoli corsi d'acqua. Il ripetersi dei livelletti conglomeratici e marnosi nell'Albiano, indica che i sollevamenti embrionali, per quanto attenuati, dovevano continuare; determinando all'interno deboli ma estese emersioni. Conseguenza della distruzione di questi primi tenui rilievi, è il sedimento detritico del « Sass della luna ».

Debole trasgressione del Cenomaniano inferiore nel Bergamasco occidentale e centrale: i sedimenti semibatiali ad Ammoniti e Pesci. - Col Cenomaniano inferiore a *Mantelliceras* (torrente Sommaschio di Caprino), la facies appare più profonda e di nuovo semibatiale. La trasgressione marina poteva essersi iniziata un po' prima, coll'Albiano

superiore a *Desmoceras*. Nelle lastre nere, carboniose ed a struttura finissima del « *Mantelliceratano* », intercalate fra gli strati marnosi grigi, si trovano *Pesci*, *Mantelliceras*, *Eucalycceras*, *Phylloceras*, *Desmoceratidi*, e vegetali di terraferma fluitati. Fauna variata, ma rappresentata da rari esemplari; consimile, oltretutto contemporanea, a quella di S. Croix (Vaud) ed a quella della « *Craie* » di Rouen, considerate batiali (HAUG, *Traité*, p. 1253). Questa facies manca di *Ostreidi*, *Lamellibranchi* e *Gasteropodi* sublitorali, caratteristici invece della formazione neritica di Le Mans (*Cenomanum*), che d'ORBIGNY prese per tipo del suo Cenomaniano.

La facies ad *Ammoniti* passa in alto, gradualmente e con alternanze, agli « *Scisti neri a Pesci* », che sono carboniosi (m. 13): essi contengono inoltre vegetali terrestri fluitati (*Cupressacee*, *Taxodiacee*). Pur mancando le *Ammoniti*, la facies risulta consimile alla sottostante: alquanto più profonda perciò della facies cenomaniana a *Pesci* di Coméno (Goriziano), con *ripple-marks* a fianchi simmetrici, e con avanzi di *Crostatei*, di *Bivalvi* dal guscio spesso (*Chamidi*, *Inocerami*), di *Nerinee* e di *Echini*. Questo deposito si ritiene neritico, e formato in golfo marino non molto profondo e non molto distante dall'antica linea di spiaggia (d'ERASMO (1)).

La facies degli « *Scisti neri a Pesci* » del Cenomaniano bergamasco ricorda notevolmente quella degli *Scisti neri* aptiani, che sono semi-batiali. La facies degli « *Scisti bituminosi neri a Pesci* » e brutte *Ammoniti* di Mollaro (Val di Non (2, 3)), trasgressiva sulla Dolomia principale e considerata lagunare di scarsa profondità, è dissimile dalla nostra, perché bituminosa invece che carboniosa.

Una trasgressione all'incirca coeva a quella del Bergamasco, seppure più marcata, viene ora messa in evidenza da SELL (4) nelle Alpi Giulie: qui, infatti, l'Albiano-Cenomaniano a *Foraminiferi* poggia direttamente sul Titoniano.

Graduale regressione del Cenomaniano superiore. – Nel Bergamasco occidentale, il passaggio tra « *Scisti neri a Pesci* » e « *Scaglia marnosa rossa* » risulta graduale e con alternanze. La « *Scaglia* », più in alto (fig. 2), contiene livelli a detriti di *Lamellibranchi*, *Echini*, *Crinoidi*,

(1) D'ERASMO G., *L'ittiofauna cretacea dei dintorni di Coméno* (1946), p. 128.

(2) FABIANI R., *Giacitura ed età degli scisti bituminosi di Mollaro*, 1923.

(3) PATRICIU e TEICHMÜLLER., *Die kretazischen Oelschiefer und Globigerinenkalke des Nonsherges*, 1930; pp. 242-245.

(4) SELL R., *La geologia dell'alto bacino dell'Isonzo (Stratigrafia e tectonica)*. « *Giornale di Geologia* », Bologna 1953 pp. 61-63.

Briozoi, attribuibili a rimaneggiamento sottomarino. Il colore rosso testimonia dilavamento ed erosione di terre emerse da tempo, in avanzato processo di decalcificazione e ferrettizzazione.

La « Scaglia rossa » potente una trentina di metri rappresenta il Cenomaniano superiore. Inferiormente, per la continuità del deposito e l'assenza di formazioni detritiche, essa può ancora considerarsi semibatiale: come ritenuto per la « Scaglia marnosa rossa » dell'Appennino (SACCO), e del Veneto-Trentino. Ma più in alto, compaiono i livelletti detritici organogeni, ed infine livelli micacei coi primi *Zoophycos*: il sedimento è nuovamente neritico. Le *Rodoficee* vivono sino ad una profondità massima sui 100 metri (VENZO, 1951; p. 227 e sg.); tuttavia gli *Zoophycos*, essendo anche planctonici oppure strappati dal fondo (come i *Sargassi*), possono trovarsi in depositi più profondi.

Al torrente Sommaschio, il soprastante bancone calcareo-marnoso, del Cenomaniano più alto, presenta la stessa facies neritica del « Sass della luna » albiano; il bancone (m. 4), brecciatoconglomeratico alla base, contiene: piccoli ooliti, *Tintinnidi* rimaneggiati, *Globotruncane*, tritume di piccoli *Lamellibranchi*, *Echini*, radioli, articoli di *Crinoidi* e dentini di Pesci. Questo livello a conglomerationi marnosi poligenici, potrebbe indurre a pensare a deposito sublitorale: ma il cemento è costituito da marne finissime; inoltre mancano nel bancone i *Chondrites*, tanto comuni subito sopra. Sembra pertanto più probabile un'attribuzione a zona neritica un po' più profonda dei 100 metri; limite massimo dell'ambiente di vita delle *Rodoficee*. Correnti fangose sottomarine, in corrispondenza di piccoli corsi d'acqua, potevano anche qui fluitare al largo i ciottoli, poco rotolati, di *Maiolica*, *Radiolariti*, calcari.

Nel Bergamasco occidentale, il debole e graduale approfondimento marino iniziato coll'Albiano superiore, prova che la « Trasgressione cenomaniana » fu poco marcata. Nel Bergamasco centrale, fra la Val Brembana e la Val Seriana, le condizioni furono analoghe.

Nel Bergamasco orientale, manca generalmente la facies ad Ammoniti-Pesci del Cenomaniano inferiore, che passa lateralmente alla facies, meno profonda, del « Sass della luna »; sedimento uniforme dall'Albiano inferiore a tutto il Cenomaniano, che nell'estremo orientale si sviluppa, anche nel Turoniano inferiore. La facies a « Scisti neri con placchette di Pesci », compare soltanto sul versante occidentale del M. Segà, testimoniando debole trasgressione locale.

Nel Bergamasco occidentale e centrale, durante il Cenomaniano superiore, si verifica nuova regressione marina, pur essa graduale. Il livello

conglomeratico-brecciato di tetto testimonia debole sollevamento interno, con ringiovanimento dei corsi d'acqua. I sollevamenti orogenici embriognali, sempre molto attenuati, continuano: essi furono tali da determinare all'interno emersioni notevoli. Conseguenza dello smantellamento e della distruzione di questi dolci rilievi, è la sedimentazione, nella zona neritica poco profonda, del « Flysch orogeno turoniano ». Quest'ultimo, tipicamente detritico, è potente ed uniforme in tutta la zona prealpina bergamasca.

La successione cenomaniana, per la prevalente facies semibatiale, risulta di scarsa potenza. Raggiunge infatti a malapena i 70 metri; mentre la serie neritica albiana è di 300, e quella turoniana, a sedimenti detritici di profondità ancor minore, raggiunge i 500.

Movimenti precursori della fase parossistica e sedimentazione del Flysch orogeno turoniano. — Col Turoniano inferiore s'inizia il deposito del tipico *Flysch orogeno* (1). La « Serie di Roncaletti » (fig. 3), è costituita da scisti argillosi grigi, con fitte alternanze di lastre marnose od arenaceo-marnose e micacee; deposito neritico di scarsa profondità, conseguenza di sedimentazione detritica, e ritmica per continue, seppur deboli, oscillazioni del fondo marino (2, 3). Tale facies testimonia il perdurare dei sollevamenti interni, nonché la marcata subsidenza del fondo marino per progressivo accumulo di potenti depositi. La grande ricchezza di *Chondrites*, indica che la sedimentazione avveniva a profondità generalmente minore dei 100 metri. Infatti i *Chondrites* sono alghe rosse, fisse sul fondo, che per necessità di luce dovevano trovare un optimum di vita nella zona compresa tra i 50 ed i 90 metri; a malapena essi potevano raggiungere i 100 metri di profondità (VENZO, 1951; p. 227).

(1) Il « Flysch a facies orogenica » è in genere connesso con movimenti precursori di fase parossistica: quest'ultima può anche non dar luogo ad emersione di catena montuosa (TERCIER, p. 167). Nel nostro caso la serie marina continua anche sopra ai conglomerati del Santoniano inferiore: ma essi contengono ciottoli dal Permico alla Maiolica, testimoniando forti sollevamenti ed emersione della regione prealpina.

Certi geologi, invece di usare il termine *Flysch orogeno*, preferiscono seguire LUGEON e ARGAND ([2]; p. 8), e parlare ancora di « formazione di geosinclinale in via di colmamento ». Nella regione prealpina lombarda, il colmamento è dovuto alle arenarie ed ai conglomerati (Coniaciano-Santoniano) e non al Flysch turoniano.

(2) TERCIER J., *Le Flysch dans la sedimentation alpine*, 1947; pp. 168, 179.

(3) CAROZZI A., *Rythmes de sédimentation dans le crétacé helvétique*, 1951.

Alcuni autori pensano che i *Chondrites*, invece del tallo di un'alga, testimonino piccole gallerie dicotomiche di vermi limnivori; gallerie ricoperte di sostanze carboniose (muco o escrementi). È molto interessante sull'argomento la recentissima nota di B. MELENDEZ (1). Nel nostro caso i *Chondrites*, mescolati anche agli *Zoophycos* (VENZO, 1951; figg. pp. 229 e 232), sono ramificati dicotomicamente sullo stesso piano, alla superficie degli strati marnosi, e sembrano presentare struttura vegetale.

La sedimentazione orogena del Flysch continuò dopo il Turoniano inferiore, dando luogo a ben 500 metri di depositi con 8-9 principali alternanze di grossi banchi a «Sass della luna» sempre brecciato-conglomeratici in basso, e con breccioline detritiche di *Crinidi*, placchette di *Echini*, *Lamellibranchi*, frammenti di grosse *Ippuriti*, *Radiolites* e talora con ooliti (figg. 8 e 10); denotanti rimaneggiamento sottomarino. La presenza di rarissime *Ammoniti* (*Gaudryceras mite* di Pontida) stà pure a dimostrare che il deposito, nel Bergamasco occidentale, fu sempre marino.

Nel Bergamasco centrale, tra la Val Brembana e la Val Seriana, come pure nella più orientale Valle di Gavarno, il Turoniano è costituito da «Flysch scistoso-argilloso rosso-mattone», con foglie e ramoscelli fluitati. Esso manca di *Foraminiferi* o di qualsiasi altro fossile marino: fatto, che induce a pensare a deposito lagunare, dove venivano fluitati resti vegetali della vicina spiaggia. Sono sempre presenti le alternanze a banconi calcareo-marnosi, che potrebbero forse connettersi con deboli ingressioni marine nella laguna, durante attenuate oscillazioni del fondo.

Nel Turoniano inferiore del Bergamasco orientale, le oscillazioni del fondo marino furono meno marcate: per questo poté perdurare il deposito del «Sass della luna»; facies neritica uniforme, un po' più profonda di quella del *Flysch orogeno*. Quest'ultimo, nel Turoniano superiore, passa lateralmente ed in alto ai calcari bianchi siliciferi, rispettivamente al «Sass della luna» e poi alle arenarie (Quadro 18, serie XX e XXII). Le arenarie, qui compaiono prima del Coniaciano, provando anticipo della regressione marina, rispetto al Bergamasco centro-occidentale.

Colmamento della geosinclinale: «Prima fase parossistica dell'orogenesi sudalpina» nel Santoniano inferiore. - Al «Flysch turoniano» succedono: 480 metri di arenarie sublitorali del Coniaciano; alternanza conglomeratica ad *Acteonelle* e *Ippuriti* del Santoniano inferiore (potenza

(1) MELENDEZ B., *El problema paleobiológico de los Chondrites* [53].

dai 20 ai 300 metri); e sopra, altri 380 metri di arenarie, con *Pachydiscus isculensis* ed *Inocerami* nella zona basale.

Le arenarie testimoniano il colmamento della geosinclinale, per smantellamento e distruzione di imponenti masse granitiche emerse da tempo. Il deposito fu costantemente di minima profondità, come indica la presenza dei *Nemertilites*, che sono caratteristici della zona di spiaggia. La potenza di 800 e più metri delle arenarie, testimonia progressiva subsidenza del fondo marino; fenomeno, che poté equilibrare il deposito, impedendo il colmamento definitivo durante il Coniaciano. I soprastanti conglomerati poligenici, a cemento calcareo arenaceo, provano l'avvenuto colmamento. Nel Santoniano inferiore, i movimenti di subsidenza erano ormai superati da forte sollevamento, per fase di parossismo tettonico (1). I conglomerati, deposito deltizio di spiaggia, testimoniano marcato ringiovanimento dell'idrografia, per forte sollevamento interno. Le zone di maggior potenza dei conglomerati (Sirona, sud del Canto basso, zona di Gandosso), indicano la posizione dei principali corsi d'acqua. La zona emersa doveva ormai essere molto estesa ed a dolce pendenza; i corsi d'acqua di notevole percorso, poiché i ciottoletti, prevalentemente silicei e di piccole dimensioni, indicano intenso e lungo rotolamento. I ciottoli testimoniano, che nel Santoniano inferiore, l'emersione del retroterra era ormai stata tale da permettere l'incisione della serie sedimentaria dal Permico all'Infracretacico. Questa prima fase di parossismo tettonico fu regionale: infatti i conglomerati si sviluppano nella fascia prealpina del Bergamasco, della Brianza e del Varesotto (2), per oltre un centinaio di chilometri.

Coi conglomerati è finito il *Ciclo di sedimentazione del Cretacico*, però senza totale emersione; e s'inizia il *Ciclo Santoniano-Luteziano*. Ai conglomerati marini (con *Acteonelle*, *Ippuriti*), succedono le arenarie sublitorali a *Pachydiscus* e *Inocerami*, talora con livelli di spiaggia (*Nemertilites*): esse si sviluppano in alto per quasi 400 metri, provando nuovo sopravvento della subsidenza.

Debole trasgressione del Campaniano inferiore. — Le arenarie santoniane indicano che il ciclo d'erosione era sempre giovanile; epperciò i depositi marini, presso la costa o sulla linea di spiaggia, ancor grosso-

(1) Un interessante cenno al significato orogenico dei conglomerati di Sirona si trova in CADISCH J., *Geologie der Schweizeralpen*, Zürich 1934: *Die Konglomerate mit fremden Gerölle (auch Quarzporphyre vom Laganertypus kommen vor) sind orogenen Entstehung. Sie lassen auf kretazische Verstellungen des Südalpenkörpers schliessen.*

(2) NANGERONI L. G., *Carta geognostico-geologica* [57] p. 96.

lani. Il cessare dei sollevamenti interni doveva consentire il deprimersi della fascia costiera con conseguente trasgressione marina (similmente a quanto avvenne ai margini della Catena alpina nel Langhiano e nel Piacenziano, ambedue trasgressivi (1)). Infatti i calcaro, talora marnosi, del Campaniano inferiore, al tetto delle arenarie, sono di deposito notevolmente più profondo. Il succedere di depositi neritici piuttosto profondi nel Campaniano inferiore, è fenomeno generale nella zona prealpina del Bergamasco e della Brianza.

Deposito del Flysch orogeno campaniano. — Ai calcaro marnosi di base, seguono circa 80 metri di arenarie (fig. 17) e poi oltre 600 metri di *Flysch orogeno*, colle consuete alternanze e medialmente arenaceo. Esso ripete le condizioni di deposito del «Flysch turoniano». La sedimentazione era nuovamente ritmica per continue deboli oscillazioni del fondo marino; connesse, probabilmente, con attenuati movimenti delle zone emerse. Al tetto, subito sotto la «Scaglia», esso è ancora di deposito neritico poco profondo; lo testimonia il livello conglomeratico-brecciatato, marnoso, di circa un metro (M. Giglio, fig. 12).

Trasgressione marina del Maestrichtiano inferiore e sedimentazione della «Scaglia». — Dopo il Campaniano, dové succedere un periodo di generale calma orogenetica, con progressivo abbassamento del fondo e depositi semibatiali: infatti al «Flysch detritico campaniano» seguono: la «Scaglia grigia» del Maestrichtiano inferiore (m 70-80), la «Scaglia marnosa rossa» del Maestrichtiano superiore (m 40) e quella a consimile facies del Daniano (sui 12 metri). Ricordo che la «Scaglia rossa» dell'Appennino e del Veneto-Trentino è generalmente considerata batiale, o meglio semibatiale.

Continuità dei depositi eocenici su quelli sopracretacici: «Seconda fase parossistica dell'ogenesi prealpina» nel Luteziano inferiore. — Il ciclo di sedimentazione marina, iniziato col deposito dei conglomerati e delle arenarie santoniane, termina nell'Eocene inferiore. Il passaggio dalla «Scaglia marnosa rossa», daniana, ai calcaro glauconiosi dell'Eocene inferiore è del tutto graduale; il che appare anche dalla fig. 15.

I livelli marnosi e ciottolosi 3-6 della serie dell'Adda di Paderno, potenti complessivamente una trentina di metri, indicano deposito

(1) VENZO S., *Studio geomorfologico sull'Altipiano di Lararone* [88]: pp. 221, 224 e tav. IV, fig. 1.

deltizio un po' lunghi dalla costa e di una certa profondità. La presenza di ciottoletti silicei fortemente rotolati, testimonia lungo percorso torrentizio. Il livello marnoso grigio 5 (fig. 19), a grossi elementi poligenici ciottolosi (sino a m. 0,30 di diametro), e ricco di *Macroforaminiferi* del Luteziano inferiore, mescolati con fossili maestrichtiani rimaneggiati



Fig. 19. - Dettaglio della serie eocenica dell'Adda di Paderno, a strati rovesciati (cfr. fig. 15): livello marnoso 5, a grossi ciottoli poligenici, con ricca fauna a *Macroforaminiferi* del LUTEZIANO INFERIORE e fossili rimaneggiati del Maestrichtiano; le marne laterali contengono ciottoletti silicei (foto 1940).

(*Belemnitella mucronata*, *radioli*, piccoli *Inocerami*, *Orbitoidi*), stà ad indicare potente sollevamento interno con forte ringiovanimento idrografico; conseguente ad importante «Fase di parossismo dell'orogenesi pre-alpina». Corrente fangosa sottomarina, in corrispondenza dello sbocco di corso d'acqua, poteva trasportare un po' al largo i grossi ciottoli; similmente a quanto avvenuto più volte nella successione cretacica.

Per la mancanza di grossi elementi spigolosi, non si può pensare a scendimento di costa alta erosa dal mare, come nel caso del « Wildflysch » centro-svizzero (1). Nei livelli 3-6, i depositi calcarei o marnosi a ciottolletti e con stratigrafia regolare, ad interstrati più argillosi, indicano sedimento tranquillo, piuttosto al largo di costa bassa. Gli elementi poco rotondati di « Scaglia grigia » del liv. 5, il cemento marnoso grigio e specialmente i fossili, testimoniano che la costa doveva esser costituita essenzialmente dalla « Scaglia grigia » del Maestrichtiano inferiore. Essa era soggetta ad erosione e rimaneggiamento: questi interessavano a malapena la più recente « Scaglia marnosa rossa », della quale si trovano rari elementi.

Ciclo di sedimentazione Luteziano inferiore-Oligocene inferiore: deposito deltoide del conglomerato di Como e « Diastrofismo insubrico principale dell'Oligocene medio ». — Col Luteziano inferiore s'inizia nuovo ciclo di sedimentazione, a depositi più o meno conglomeratici. Seguono calcari, con *Macroforaminiferi*, ad alternanze marnose. La decina di metri a scisti marnosi rossastri del liv. 8 (fig. 15), può testimoniare che l'erosione fluviale interessava la « Scaglia marnosa rossa » del Maestrichtiano sup.-Daniano. I calcari nummulitici soprastanti (liv. 9 e 10), con microfauna del Luteziano superiore, contengono ancora qualche ciottolino siliceo, piccole *Nullipore* e *Coralli* isolati. La zona delle *Nullipore* (*Rodoficee calcaree*) si sviluppa dai 27 ai 92 metri di profondità: la presenza dei ciottolini e la scarsezza delle *Nullipore* sembrano indicare che il deposito si formò alla profondità minore; ancor scarsa per l'optimum di vita delle Alge rosse.

Nel Priaboniano inferiore, i calcari a *Numm. fabianii*, con rari ciottolini silicei, testimoniano profondità analoga. Con essi finisce l'affioramento eocenico dell'Adda di Paderno. Però la sedimentazione marina poteva continuare in tutto il Priaboniano e nell'Oligocene inferiore; probabilmente presenti nella Brianza centro-occidentale. Il ciclo di sedimentazione s'interrompe col deposito deltoide del « Conglomerato di Como ». Questo si può ritenere medio-oligocenico, poiché la « molassa di Varano » (Varesotto), immediatamente sottostante ai conglomerati ed in concordanza, venne attribuita all'Oligocene inferiore (2). Ciò in base a ricca

(1) TERCIER J., *Le Flysch dans la sedimentation alpine*, p. 174 e sgg.

(2) MARTINOTTI A., *Foraminiferi della molassa di Varano* [52].

fauna di *Foraminiferi*, tra i quali *Clavulina szaboi* HANTK. (vedi inoltre REPOSSI (1)). SILVESTRI (2), che sollevò dubbi su tale attribuzione, non sapeva del rinvenimento nel « Conglomerato di Como » di ungulati. A Maccio (5 km SO di Como), in arenarie alternanti ai conglomerati, furono rinvenuti in passato resti attribuiti da PORTIS a *Prodremotherium*. Nel 1929, STEHLIN e DAL PIAZ GB. [117] poterono giungere alla conclusione trattarsi piuttosto di un *Bachitherium*: comunque, come noto, ambedue i generi sono caratteristici dello Stampiano medio e inferiore (Rupeliano).

Il « Conglomerato di Como », che è grossolano e potentemente sviluppato anche nel Varesotto (*Foglio Geologico Varese*), testimonia intensissimo ringiovanimento dell'idrografia. Il corrispondente sollevamento interno è connesso col « *Diastrofismo insubrico principale* » (ARGAND, STAUB, CADISCH, DAL PIAZ GB.), che determinò generale emersione della regione prealpina. Tuttavia, lateralmente al deposito ghiaioso dellitzio, la facies di mare franco poteva perdurare ancora: lo provano le marne azzurre a *Miogypsine*, *Uvigerine*, *Planuline*, *Globigerine (dissimilis)*, recentemente studiate da CONSONNI (3), e raccolte presso Arosio e Romanò (Brianza centrale). Ad esse, attribuite all'Oligocene superiore base del Miocene, succedono ancora potenti sedimenti arenacei.

(1) REPOSSI E., *Il conglomerato di Como* [66].

(2) SILVESTRI A., *Sulle Ellissonodosarine della Molassa di Varano in Lombardia* (« Atti Soc. It. Sc. Nat. », 1925, pp. 58-60), discusse le classificazioni della MARTINOTTI. Osservando che la *Clavulina szaboi* HANTKEN si può confondere colla *Cl. triquetra* REUSS, miocenica; e che l'*Ellips. ellipsoides* può considerarsi medio e sopramiocenica, Egli pensò che la molassa a *Bathysiphon* di Varano potesse attribuirsi al Miocene medio (Elveziano).

Tuttavia, se il Conglomerato di Como fosse connesso con diastrofismo pontico invece che medio-oligocenico, io non vedo come si spiegherebbe l'estrema scarsezza dei sedimenti marini miocenici in Lombardia. Nuovi studi sull'argomento sono in corso tra le allieve del prof. A. DESIO, all'Istituto di Geologia dell'Università di Milano. Sull'argomento vedi ora CITA [115], DESIO [118], SEGRE [119].

(3) La dott. ELIANA CONSONNI, nostra laureata presso l'Istituto di Geologia dell'Università di Milano, ha compiuto tale studio sulla Brianza, quale Tesi di laurea, affidatale dal prof. A. DESIO [116].

T E T T O N I C A

Le precedenti conoscenze tettoniche. — Il primo tentativo di rilevamento tettonico del Flysch è dovuto, come già vedemmo nel capitolo introduttivo, al DE ALESSANDRI, 1899. Nelle sue «*Osservazioni geologiche sulla Creta e sull'Eocene della Lombardia*», assieme a Carta geologica al 100.000, porta 9 profili 1:50.000, a colori, 4 dei quali interessano la regione considerata: Arlate—Orobie (G. H.), Burligo—M. Giglio, Redona—Castello di Bergamo (N. O.), Gavarno—Albano (P. Q.). In essi, le distinzioni del Cretacico sono ridotte a 4: Precretacico (in bianco), Cenomaniano—Turoniano (in verde cupo), Santoniano (in verde chiaro), Campaniano (in verde—giallo). Tali profili trovano scarsa rispondenza sul terreno e non mi furono di alcuna utilità: le pieghe sono soltanto rappresentative e spesso immaginarie.

Il lettore può confrontare il profilo G. H. DE ALESSANDRI col mio profilo I; il suo profilo Burligo—M. Giglio coi miei VI e VII; il suo profilo N. O. col mio XI; il suo profilo P. Q. (con faglie a Gavarno, in corrispondenza di inesistente Precretacico), coi miei XII e XIII.

Nel 1903 DE ALESSANDRI pubblicò il suo *Studio Geo—Paleontologico sul Gruppo del M. Misma*, con Carta geologica a colori 1:25.000: essa, nel tratto meridionale, interessa la zona Gavarno—Trescore—Foresto (SE del *Foglio geologico Bergamo*). Egli la illustra con tre profili tettonici al 50.000 nei quali figura un unico colore per la *Creta inferiore e media*, ridotta a breve tratto, con pieghe irreali.

Nel 1904, DE ALESSANDRI per meglio chiarire l'intricata tectonica del Gruppo del M. Misma e per riparare ad alcune stistiche occorse nel disegnare i profili, porta 5 nuove sezioni geologiche. Esse sono molto migliorate rispetto alle precedenti, e trovano maggior rispondenza sul terreno: ma il Cretacico è sempre distinto con unico segno. Egli mantenne inoltre la faglia del Costone di Gavarno, che sviluppò ad est benché non indicata sulla sua Carta 1903; ciò in conseguenza dell'errata interpretazione stratigrafica del *Flysch scistoso—argilloso turoniano*. Quest'ultimo è conservato nelle pieghe sinclinali multiple, con vergenza a sud, ai nuclei del gran sinclinorio rovesciato di «*Sass della luna*». Il lettore potrà fare i rispettivi confronti con i miei profili XII—XIX.

Nel 1929 DESIO pubblicò importante Memoria geotettonica sull'Albenza [20], con Carta a colori 1: 25.000 e vari spaccati tettonici (sua p. 73),

illustrati anche in dettaglio con numerose figure. Ma essi interessano la serie Carnico-Maiolica, entrando minimamente nel Cretacico al limite meridionale.

Nel 1930 CACCIAMALI pubblicò la *Morfogenesi delle Prealpi lombarde*, che interessa anche le formazioni cretaciche del Bergamasco sud-orientale: lavoro basato sui precedenti rilievi, specialmente del DE ALESSANDEI, cosieché non aggiunse quasi nulla di nuovo alle nostre conoscenze. Rimando particolarmente al suo schizzo cartografico 1: 68.000 della fig. 77, che include l'anticlinale di Trescore e la sinclinale di Foresto; mancano profili tettonici. Nel suo grande *Schema tettonico delle Prealpi lombarde* 1: 250.000, gli «*Asse di anticlinale*» V, VI e VII interessano il Cretacico del Bergamasco orientale. Benché, data la scala, essi risultino di posizione approssimata, mi obbligano ad osservazioni e discussioni.

L'*Anticlinale V* di CACCIAMALI passa per Gavarno, proprio dove si trova ampia sinclinale a *Flysch scistoso-argilloso rosso*, del Turoniano, compresa tra il «*Sass della luna*» (miei profili XII e XIII). La sua *Anticlinale VI* passa per Torre dei Roveri - sud di Trescore, risultando alquanto spostata rispetto all'asse dell'anticlinale di Trescore (miei profili XIII-XXII), che passa circa 1 km a nord dell'abitato. La sua *Anticlinale VII*, passante per Bergamo, dedotta probabilmente dal profilo N. O. DE ALESSANDRI 1899, è arbitraria. Come risulta dal mio profilo XI (nonché dai concordanti profili VIII-IX), a nord di Bergamo, la collina arenacea del Castello (Santoniano inferiore ad *isculensis*) è costituita da serie monoclinale verso la pianura.

Ad est di Bergamo l'*Anticlinale VII* di CACCIAMALI passa per Albano S. Alessandro; qui si trova piana diluviale, che copre il *Flysch scistoso-argilloso grigio* del Turoniano, in sinclinale debolmente rovesciata verso la pianura (mio profilo XIII, all'altezza del torr. Zerra). Appena a nord, non una, bensì tre pieghe anticinali rovesciate a «*Sass della luna*», interessano le colline M. S. Giorgio (mio profilo a fig. 21 nel testo) - Monti d'Argon (miei profili XIII-XIV).

Concludendo, i lavori sinora citati furono di trascurabile utilità per la presente interpretazione tettonica. Nella zona dell'anticlinale precretacica di Trescore, mi servì invece di base l'interessante nota di DESIO [24] con schizzo geologico al 50.000 (p. 39) e tre schizzi tettonici: essi mettono in evidenza che la serie cretacica in contatto tettonico con Lias medio-superiore sembra costituire «*zolla debolmente accavallata*», con alla base la *Maiolica* e rispettivamente gli *Scisti neri* del Barremiano. Fatto che era sfuggito a DE ALESSANDRI. Questa zona è ora interessata dai

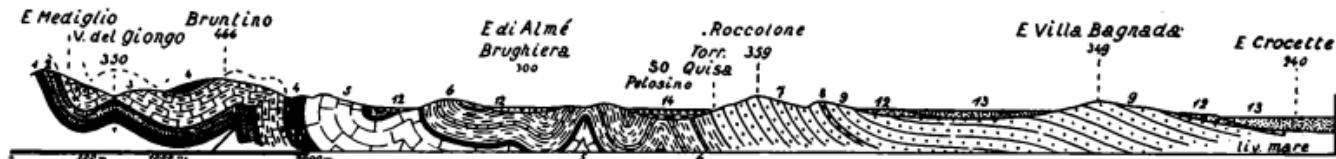


FIG.20.-Profilo tectonico lungo il versante orientale della bassa valle Brembana(Bergamasco centrale)

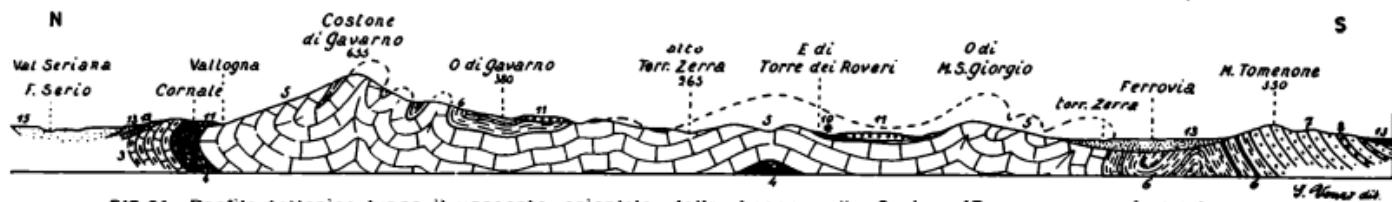


FIG.21.-Profilo tectonico lungo il versante orientale della bassa valle Seriana (Bergamasco orientale)

1, Toarciano; 2, Radiolariti e «Rosso Aptici»; 3, Maiolica; 4, Scisti neri; 5, «Sass della luna» (Albiano-Oenaniano Inf.); in nero, Scisti neri a Pecci (Cenom.); 6, «Flysch scistoso-argilloso rosso» (Turoniano); 7, Arenarie del Coniaciano; 8, Conglomerati del Santoniano Inf.; 9, Arenarie del Santoniano; 10, Argille fossilifere del Pliocene; 11, Terrazzi a «Ferretto» (Fluviogl. Mindel I-II); 12, Terrazzo ad argille gialle del Fluviogl. Riss I; 13, Pianura ghiaciosa del Fluviogl. Riss II; 14, Argille lacustri del Petosino, con *Elephas primigenius* in basso (singl. Riss.); 15, Terrazzo del Fluvioglaciale Würm I.

S.Venzo - Profili assiali ONO-ESE 1:34.000 del Flysch bergamasco

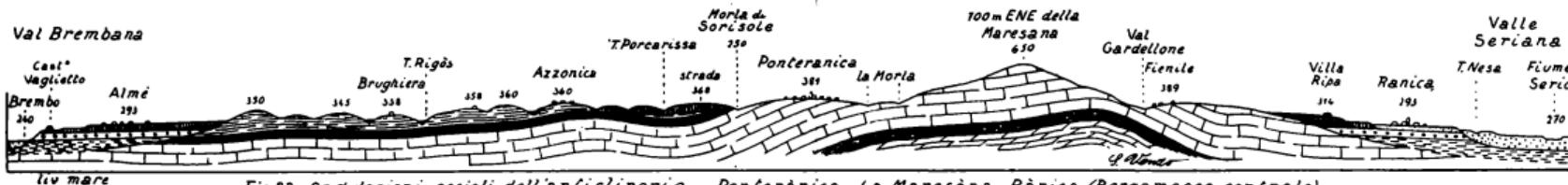


Fig.22 - Ondulazioni assiali dell'anticlinorio Ponteranica - La Maresana - Ranica (Bergamasco centrale).

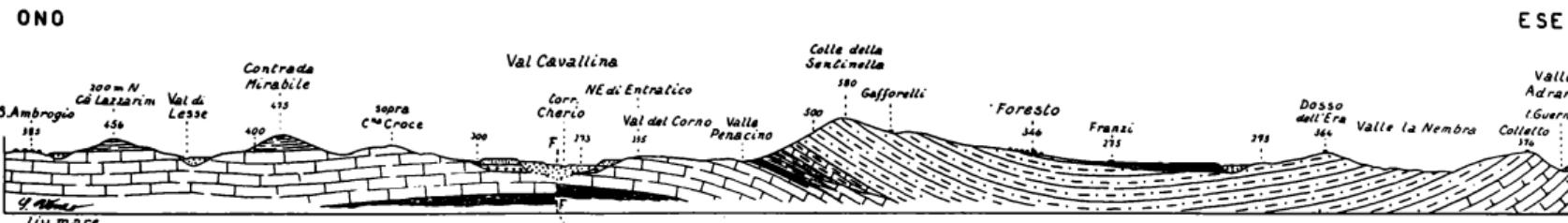


Fig.23 - Anticlinale della bassa Val Cavallina e brachisynclinale di Foresto, lungo l'asse tellonico (Bergamasco orientale).

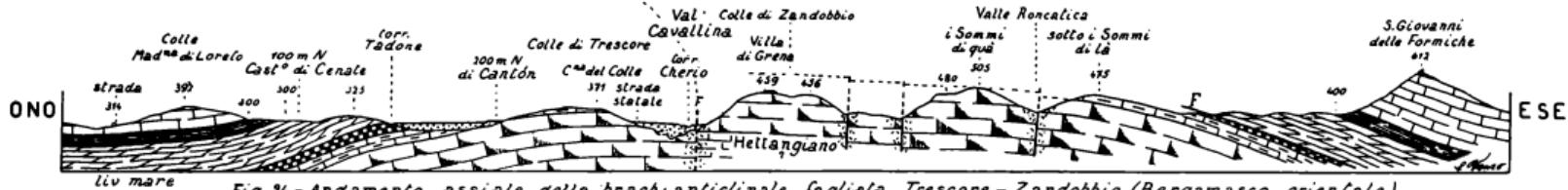
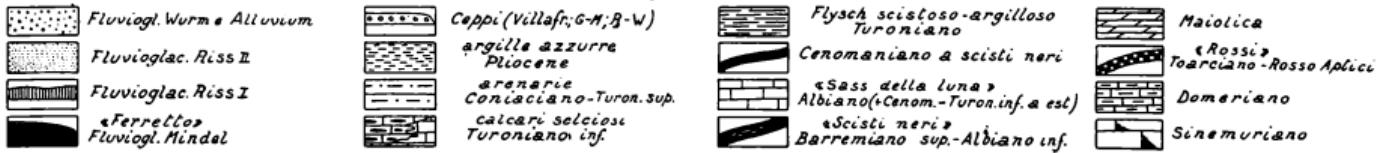


Fig.24 - Andamento assiale della brachisynclinale faglia Trescore - Zandobbio (Bergamasco orientale).



miei profili XVII-XXI, nei quali sono illustrate le condizioni generali di giacitura della grande anticlinale, a nucleo sinemuriano: da me rilevata sul terreno al 12.500.

L'estrema zona nord-orientale del mio rilevamento, si trova al limite dello schizzo tettonico della Valle Adrara (circa al 100.000), portato da DESIO nei suoi *Appunti sulla tettonica della Valle Adrara* [25]. I chiari profili esplicativi illustrano la struttura tettonica della zona precretacica ad est del Lago d'Endine, sino al Lago d'Iseo; essa è dominata dallo scorrimento verso sud di un'anticlinale a nucleo retico.

Nel 1945 uscì il mio *Rilevamento geomorfologico della Val Cavallina*, risultato di rilievi iniziati sin dal 1939; alcuni dei quali compiuti nel 1941 e 1942 in compagnia del prof. A. DESIO. Questo, collo scopo di concordare ed unire il rilevamento del Cretacico con quello del Precretacico sino al Trias. A pp. 81-87 di tale mio lavoro, portai un cenno tettonico, con due profili al 30.000, che interessano il fianco orientale e rispettivamente l'occidentale della bassa Val Cavallina. Essi tagliano le formazioni cretaciche a sud della Maiolica, dalla stretta del M. Fossana-Pranzà sino al motivo anticlinale di Trescore. A sud del profilo orientale (fig. 3) segno anche il debole accavallamento osservato nel contempo da DESIO, con contatti Toarciano rosso-Maiolica, Domeriano-Maiolica. Dalla mia *Carta geologica 25.000 della bassa Val Cavallina*, risultava già come il motivo tettonico si sviluppasso più ad ovest del profilo, lungo la selettiva Val della Colta (presso Entratico); con contatto tettonico Toarciano - « Rosso ad Aptici » - « Scisti neri barremiani » (l'attuale rinvenimento dell'*Aconeoceras nisum* verso la base prova che questi ultimi si sviluppano specialmente nell'Aptiano, salendo inoltre nell'Albiano inferiore).

La scoperta di nuove faune dell'Albiano superiore e Cenomaniano, e l'attribuzione del *Flysch scistoso-argilloso* (a *Globotruncana lapparenti-lapparenti* e *Gaudryceras*) al Turoniano, mi permette ora dettagliare ancor più tali profili.

Nel lavoro sulla Val Cavallina, portai inoltre una cartina geologica al 25.000 nel testo (p. 87); essa illustra l'immersione ad ovest del motivo anticlinale di Trescore e la posizione dell'asse tettonico, diversa da quanto in precedenza ritenuto. Questo tratto, riportato anche nel *Foglio geologico Bergamo*, risulta ora interessato dai profili XV-XX.

Nel 1949 comparve la Memoria geotettonica dei DE SITTER [29] sulle Alpi Bergamasche, riccamente illustrata da Carte geologiche a colori 1 : 50.000, da numerosi profili, pure a colori ed alla medesima scala, nonché da mappe tettoniche. Però essa interessa la regione centro-settentrionale del *Foglio geologico Bergamo*, e non tocca il Cretacico.

Nel contempo, L. U. DE SITTER [30] portava breve notizia sullo stile strutturale nord-pirenaico delle Alpi Bergamasche. Il suo profilo schematico N-S della p. 619, illustra la tettonica delle Alpi Bergamasche centrali (a nord della fascia cretacica): essa è caratterizzata da gradini successivi, delimitanti quattro zone da nord a sud; la zona dei « *massicci satelliti* » la zona delle « *Nappes d'écoulement* », la zona dei « *Plateau* » (con accavallamento), e la zona d'« *affondamento della Pianura del Po* ». Le formazioni della fascia cretacica in esame, vengono a trovarsi a sud della grande piega a ginocchio (sud di Endine, al versante meridionale del M. Balle-rino; zona del Molino Acqua Sparsa), primo gradino dell'« *affondamento peripadano* ».

Le condizioni di giacitura della serie cretacico-eocenica

La serie fliscioide, del tutto continua, per la sua plasticità è piegata in modo tranquillo, senza forti dislocazioni; come appare dai vari profili (22 nei *Quadri tettonici* e 5 nel testo; figg. 20-24). Tali condizioni tettoniche ricordano quelle della regione pedemontana del Veneto (DAL PIAZ, FABIANI, VENZO [83-85, 90]).

La tettonica è caratterizzata da pieghe subparallele, con assi d'andamento ONO-ESE; le sinclinali sono al massimo 7 (Bergamasco occidentale-Brianza orientale: profili della zona dell'Adda, VI e I). Le pieghe risultano prevalentemente oblique o rovesciate, con vergenza a sud verso la pianura, ed in genere asimmetriche. Le dislocazioni sono ridotte a deboli faglie inverse, prevalentemente riportabili a pieghe-faglie.

La « *spinta sudalpina* », che corrugò anche la serie Cretacico-Eocene del Bergamasco (compreso il Priaboniano), denuncia provenienza da SSO; essa fu posteriore all'affondamento periadriatico. Per la funzione d'ostacolo delle più massiccie formazioni del Lias-Trias, situate a nord, essa poté causare rovesciamento a sud delle pieghe del Flysch (deboli « *pieghe di ritorno* »); talora con stiramenti (Olèra), con formazione di faglie inverse o di scollamenti ai fianchi, con elisioni di tratti della serie. Quest'ultimo è il caso dei disturbi tettonici, che interessano i fianchi della brachianti-clinale sinemuriana di Trescore-Zandobbio (profili XIX, XX). Essi sono conseguenza della relativa rigidità del nucleo sinemuriano, costipato e sottospinto a sud, e parzialmente incuneato tra i plasti « *Rossi* » ed il Cretacico marnoso-arenaceo. Tale rigidità è evidente nel mio profilo assiale a fig. 24. Quivi, le condizioni tettoniche del Sinemuriano differiscono da quelle del Flysch, ed appaiono 4 fratture trasversali con minute

breccie, quasi miloniti (ma senza laminazioni o forti specchi di faglia): tali dislocazioni sono da me indicate sul *Foglio*.

Nella fascia più settentrionale, le formazioni plastiche del Cretacico medio-inferiore, presentano pieghe più sensibilmente rovesciate; infatti gli strati risultano subverticali od inclinati a nord, contromonte, sotto alla serie Maiolica-Lias. In questa zona si riscontrano talora faglie inverse, con debole rigetto e ridotta elisione della serie « *Sass della luna* » – Scisti neri – Maiolica. Questi ridotti disturbi tettonici preludono a quelli più marcati, che appaiono poco a nord, in corrispondenza del gradino liassico-triassico (talora piega a ginocchio), più massiccio e rigido: M. Albenza, M. Canto alto, M. Misma, M. Pranzà, Monte di Grone. Le condizioni tettoniche della serie pre-cretacea del *Foglio Geologico Bergamo*, vengono illustrate da DESIO.

La differenza di plasticità del Cretacico medio-inferiore (« *Sass della luna* », Scisti neri, Maiolica) rispetto alle sottostanti formazioni più massicce del Lias, fa sentire la sua influenza anche in una stessa dislocazione. Questo risulta evidente, a nord del *profilo VIII*, che interessa il versante orientale della Val Brembana sino alla confluenza della Val del Giongo. Nella zona più alta, Bruntino-Cà dell'Orto, la serie plastica Scisti neri-Maiolica è piegata a ginocchio, seppur costipato (200 m. ovest di S. Mauro di Bruntino): invece, le sottostanti e più occidentali radiolariti risultano fagliate e milonitizzate (a monte di Ventulosa, sopra alle prese dell'acqua potabile); scendendo il versante occidentale del M. Bastia, anche il Lias risulta dislocato e fratturato, con rigetto sensibile già nel Toarciano rosso. Il rigetto aumenta più in basso, nella Val Brembana, dove i calcari del Lias inferiore (Hettangiano), interessati in allineamento da due vicine faglie inverse, appaiono in discordanza e milonitizzati (lungo la provinciale della Val Brembana, 250 metri a nord di Cà dell'Ora, circa sopra la Segheria; vedi anche mia fig. 20 nel testo).

Nel presente capitolo sulla tettonica, illustro dapprima i profili trasversali al corrugamento, di prevalente direzione NNE-SSO: in seguito, passo a descrivere le principali ondulazioni assiali, longitudinali.

PROFILI TRASVERSALI

I profili trasversali vennero rilevati e disegnati al 12.500 e poi ridotti al 20.000, come appare dai due *Quadri tettonici*. Il profilo I interessa la Brianza orientale, lungo la riva destra dell'Adda, da Arlate a M. Orobio (Robbiate, a nord di Paderno). La zona, già ad occidente del *Foglio Bergamo*, si trova al limite orientale del *Foglio Como*: essa è compresa nella mia *Carta Adda al 30.000*.

I più orientali profili a quinte II-VII interessano il Bergamasco occidentale, che è compreso tra l'Adda ed il Brembo: i profili VIII-XI, compresi tra la Val Brembana e la Val Seriana, illustrano il Bergamasco centrale, con Bergamo. I profili I-XI sono inclusi nel *Quadro tettonico I*.

I profili XII-XVIII, illustrano il Bergamasco orientale, compreso tra la bassa Val Seriana e la bassa Val Cavallina: mentre i profili XIX-XXII interessano la zona più orientale del *Foglio*, tra la bassa Val Cavallina e la Valle Adrara.

Brianza orientale

PROFILO I. — Nel *Quadro tettonico*, esso è visto da ovest, in modo da concordare con tutti gli altri profili del Bergamasco; ma esso è speculare rispetto all'effettivo rilievo, lungo la sponda occidentale dell'Adda. È inoltre l'unico non allineato secondo gli assi tettonici: infatti la sinclinale eocenica di Mombello dovrebbe essere allineata con quella di M. Giglio del profilo VI, per mostrare che le pieghe del M. Orobio sono più meridionali e più esterne. Ma in tal modo il profilo I veniva a trovarsi — per oltre la metà — fuori del *Quadro*, verso sud.

Il *profilo I* interessa la serie, dalle arenarie del Santoniano ai calcari del Priaboniano. A nord, verso Arlate, gli strati sono debolmente rovesciati: i calcari campaniani, appena ad est del profilo, affiorano nell'abitato di Arlate, dove esistono ancora le profonde cave abbandonate, con banchi inclinati sugli 80° a NNE. La stessa formazione, basale del Campaniano, si ritrova in allineamento più ad est (profili V, VI, VII); come pure più ad ONO, presso Olgiate (*Carta Adda*), dove i calcari venivano sfruttati dallo stabilimento Cementi Briantei, ora in abbandono.

Alla Madonna del Bosco, che è basata sulla «Scaglia grigia» del Maestrichtiano inferiore, gli strati sono subverticali. Poco a sud, nella zona Mombello-Imbersago, indico la sinclinale eocenica, che affiora anche poco ad est lungo l'Adda (a nord di Porto): essa appare assai più ampia della realtà, perché i calcari luteziani sono tagliati obliquamente. A sud, la serie Maestrichtiano inferiore-Luteziano presenta due pieghe anticinali con debole vergenza a sud: la più meridionale e più marcata, quella di M. Orobio, è sezionata ad est dalla profonda incisione dell'Adda; e ad ovest dalla grande cava della *Cementifera lombarda* (fig. 14 nel testo). Quivi è evidente una faglia subverticale, appena inversa, con contatto discordante «Scaglia rossa» — «Scaglia grigia»: gli strati rossi, a sud, sono subverticali; gli strati grigi inclinano invece di soli 15° a NNE. Il profilo però non passa per la cava, ma per la cima del M. Orobio,

cosicché tra gli strati rossi subverticali e la faglia sono interposti sottostanti strati di « Scaglia grigia ». Infatti, al prolungamento orientale, nel cañon dell'Adda, la faglia subverticale interessa il nucleo della « Scaglia grigia » (fig. 13). A sud dell'Orobio, la serie eocenica, debolmente rovesciata, si sviluppa sino al Priaboniano inferiore: già la vedemmo illustrata in dettaglio nella fig. 15.

Bergamasco occidentale. — I profili II-VII, allineati tettonicamente sulla sinistra del *Quadro*, interessano le propaggini sud-occidentali del M. Albenza; grande piega a ginocchio, precretacica, illustrata da DESIO [20].

Il profilo II taglia Torre dei Busi, il M. S. Margherita e le Corne di Bisone, strapiombanti sulla ferrovia Cisano-Lecco. Nel tratto settentrionale, la serie, a strati raddrizzati, è facilmente rilevabile a Torre dei Busi. Gli « Scisti neri », affioranti nel torrente (Val Bratta), formano debole selletta appena a nord dell'abitato: questo si trova sul « Sass della luna », in banconi subverticali. Al limite tra « Sass della luna », colta Torre dei Caduti, e gli « Scisti cenomaniani » è presente cascata selettiva.

La dominante chiesa di S. Michele è basata su potente bancone marnoso, intercalato verso la base del « Flysch turoniano ». La valle Beretta è selettiva ed incide il tenero « Flysch scistoso-argilloso, grigio » sino al più resistente « Sass della luna »; ben evidente appare la sinclinale obliqua e sud, e con piano assiale inclinato di 65° a NNE.

Il Monte S. Margherita è costituito dal « Flysch turoniano », con due banconi alternanti di « Sass della luna », a franapoggio verso nord. Più a sud, riaffiora il « Sass della luna albiano », ondulato ed in anticlinale obliqua sul ripido versante meridionale delle Corne di Bisone. Le potenti argille lacustri del fondovalle dell'Adda, sono sbarrate a Brivio da cerchietta morenica di ritiro tardo-würmiana perciò possono attribuirsi all'*Alluvium* antico.

Il profilo III si trova circa 800 metri più ad est, ma diverge nel tratto meridionale sino a 1250 metri. Gli « Scisti neri » sono ripiegati; la Casa Bruciata si trova sulla selletta degli « Scisti cenomaniani », mentre il Maso Campolungo è in parte basato su bancone marnoso alternante nel Flysch del Turoniano inferiore. L'incisione dell'alto torrente Sonna è selettiva; qui, è interessato il Flysch sino agli « Scisti neri del Mantellceratano » che affiorano nel torrente; mentre sul versante NE, si trovano gli « Scisti marnosi rossi dell'Acanthoceratano », che sono a reggipoggio.

Sulla cima a quota 507 delle Corne albiane di Bisone, affiora, in debole ondulazione, il Cenomaniano inferiore. Da tale quota eseguì la foto della parète riprodotta a fig. 1: essa viene a trovarsi circa 200' metri ad ovest del profilo III, cosicché il motivo tettonico è consimile; seppur a strati superiormente un po' più inclinati a nord.

PROFILO IV. — Si trova altri 800 metri ad est, cosicché ripete all'incirca le condizioni tettoniche del precedente. A monte del Crocione, gli *Scisti neri* sono ripiegati con minuscola sinclinaletta di «Sass della luna», dislocata a nord da faglia inversa con piccolo rigetto: è evidente sottospinta a sud, e debole sovrascorrimento a nord (freccie del profilo). Questo motivo si ripete nel Bergamasco orientale, a sud del M. Misma (profili XIV e XV). A sud del Crocione, le sinclinali di Flysch, con alla base il Cenomaniano inferiore, sono due: gli strati scistosi rossi (Cenomaniano sup.), all'ultima casa di Casale S. Antonio, inclinano a nord; salendo la carraeccia verso il Crocione—Opreno, si rilevano facilmente le due pieghe. Nella più settentrionale, il bancone marnoso, quasi al nucleo, alternato in basso al «Flysch scistoso», è ben evidente ed attraversa la strada. Il bancone si distingue, per la sua selettività anche nelle collinette più occidentali, dove si segue tutta la piega.

Il torrente Sonna, circa 500 metri a sud del ponte coi Mulini, incide la serie del «Sass della luna», a strati inclinati di appena 15° a NNE. Seguendo la carreggiabile per Caprino, lungo il versante orientale della valletta, sono visibili nel «Sass della luna», sulla sponda opposta, tutte le ondulazioni da me indicate sotto il morenico.

Sul versante meridionale del colle di Tronchèra, la cava mette in evidenza i banchi calcareo-marnosi albiani, piegati in alto ad anticlinale; e sul fianco meridionale di essa, inclinati di 40° a sud, a franapoggio. Le antistanti cave abbandonate di Volpana, a nord del Ceregallo, presentano banchi di «Sass della luna», inclinati a sud di una decina di gradi. Il versante orientale del Ceregallo, benché in parte coperto, mostra che l'Albiano è piegato in attenuata sinclinale asimmetrica: difatti, a sud del colle, sulla strada di Mura, un piccolo affioramento mostra inclinazione di 40° a NNE.

L'abitato di Mura è allineato sul cordone morenico del *Würm II* (1): a sud, il Cretacico è coperto, oltreché dalla cerchia morenica, anche

(1) Sulla mia *Carta Adda* 1948, dove numerai le cerchie dalle più esterne alle più interne, lo indicai *Würm III*. Però la seconda cerchia würmiana — non raccordata con grande terrazzo fluvio glaciale — è secondaria; non corrisponde

da ceppo e dalle ghiaie alluvionali del terrazzo *Fluvioglaciale Würm II* (Cisano). Il Flysch riaffiora lungo il basso torrente Sonna al Ponte della Terra rossa, che si trova spostato di 600 metri ad est rispetto all'allineamento del profilo IV. Coll'anticlinaletta cenomaniana illustrata in dettaglio nella fig. 7, inizio il:

PROFILO V. — Gli « Scisti marnosi rossi » del Cenomaniano superiore, danno il nome al ponte: tra Mura ed il torrente Sonna, che si trova più a SE, intercorre circa un chilometro.

Il soprastante « Flysch scistoso-argilloso grigio » del Turoniano, colle solite alternanze di banconi selettivi a « Sass della luna », appare ripiegato ed interessato da faglia inversa, con debole rigetto. La serie si trova in spaccato naturale nel profondo « Vallone » Faida-Drizzago, che illustrai alle figg. 8-10: esse risultano speculari rispetto al profilo, poiché rilevate lungo il fianco occidentale. Potrebbe dapprima sembrare che, a nord della faglia inversa, il Flysch sia leggermente sovrascorso; mentre a sud la sinclinale, obliqua verso la pianura, farebbe pensare a sottospinta: motivo questo, dominante nella zona prealpina bergamasca. Però gli strati plastici del Flysch, a nord, lungo il disturbo tettonico, risultano un po' piegati verso l'alto (figg. 8 e 9 nel testo); perciò sembrano testimoniare abbassamento a nord.

Il « Flysch scistoso-argilloso grigio » è inoltre interessato da pieghe assiali, visibili anche lungo il « Vallone ». Il ridotto disturbo tettonico si sviluppa ad est, sul versante settentrionale del M. dei Frati-M. Canto basso; come indico nei più orientali profili VI e VII, e sul *Foglio*.

Più in alto, il « Flysch turoniano » sottostà regolarmente alle arenarie argillose del Coniaciano, con generale inclinazione sui 50° a sud. Sopra diventano più compatte, perché meno argillose, e costituiscono la cresta selettiva M. dei Frati Canto basso; sul versante meridionale affiorano il bancone conglomeratico e le arenarie del Santoniano. L'inclinazione degli strati, a franapoggio, tende ad attenuarsi leggermente verso la pianura (sui 45° a SSO).

Nel tratto più meridionale, il profilo V interessa l'anfiteatro morenico rissiano di Villa d'Adda, già da me illustrato in dettaglio [95]. Al tetto

pertanto a grande punta glaciale, ma a ridotto stadio di ritiro locale. Se vogliamo indicare soltanto le fasi importanti del Würm — testimoniate oltreché da potenti cerchie, dai grandi terrazzi fluvioglaciali raccordati — è la terza cerchia, assai marcata e continua, che deve indicarsi *W. II*; come pure il suo corrispondente terrazzo (Cisano).

delle arenarie santoniane, indico il Campaniano inferiore calcareo, che affiora più ad est, in allineamento, nelle cave da cemento della zona dei Predazzi (profilo VII): la Cava Lechetto è interessata inoltre dalla fig. 11. Al tetto dei calcari si trovano le arenarie e poi il « Flysch campaniano »: quest'ultimo affiora al completo ad ovest dell'Adda, come osservammo nel profilo I.

Le assise superiori del « Flysch campaniano » affiorano sul versante NE di M. Giglio (profilo VI). La sinclinale obliqua di M. Giglio, vergente verso la pianura, venne illustrata dalla fig. 12; essa risulta allineata con quella della zona di Mombello del profilo I.

Il profilo, nel tratto settentrionale, è dettagliato dalle figg. 4-6 nel testo. Esse vennero rilevate, rissalendo il torrente Sommaschio da Caprino sino in Val Veschiera. La zona di Cascina Pampagallo, ad est di Caprino, colla serie fossilifera albiano-cenomaniana, venne illustrata nella fig. 2; mentre per il Turoniano inferiore di Cascina Roncaletti (poco a sud di Pampagallo), rimando alla fig. 3. A sud di Drizzago, si ripete il motivo tettonico del più occidentale profilo V, sino alla sinclinale eocenica del M. Giglio. Il profilo VI dista 900-600 metri dal V. Questo ultimo diverge a SO, per tagliare l'anfiteatro rissiano di Villa d'Adda; che degrada verso l'esteso terrazzo del *Fluvioglaciale Würm II* (S. Andrea).

PROFILO VII. — S'inizia verso nord, alla Sella di Burligo, in corrispondenza degli *Scisti neri*; essi sono, come di consueto, selettivi rispetto alla Maiolica ed al « *Sass della luna* ». Quest'ultimo appare ripiegato tra gli *Scisti neri*, a costituire il nucleo di sinclinale profonda 100 metri, che rimane in aria tanto ad ovest, quanto ad est. A sud di essa, in corrispondenza della seconda selletta riaffiorano gli *Scisti neri*, in anticlinale costipata, sotto la serie del « *Sass della luna* ».

A sud del maso La Tisa, appare altra selletta in corrispondenza degli *Scisti neri* e *rossi* del Cenomaniano, a loro volta ondulati in tre sinclinali con nucleo a « *Flysch scistoso grigio* ».

A sud di Bleggio, il piano di campagna è costituito da argille lacustri, sbarrate ad ovest dalla morena di S. Antonio-Casale (*Riss II*): quest'ultima si trova 7-800 metri all'esterno ed a quota di quasi 100 metri superiore alla cerchia di Cisano-Tronchère (*Würm I*). La piccola anticlinale a « *Sass della luna* », coperta dalle argille e con cerniera appena a nord del ponte di Celana vecchia, viene a trovarsi un chilometro ad est del motivo anticlinale con faglia inversa di Celana, del profilo VI: qui, tale anticlinale, sezionata dal torrente Sommaschio, mostra cerniera in corrispondenza del grande ponte di Celana (fig. 5 nel testo).

Il Col Scarlasc è costituito da ampia sinclinale asimmetrica di « Flysch scistoso-argilloso grigio », colla « Serie di Roncaletti » in basso (fig. 3). Da ovest, e particolarmente dal Cimitero di Caprino, dove eseguì lo schizzo tettonico, sono evidenti i 5 banconi selettivi di « Sass della luna »; di essi, il quarto risulta più potente, superando gli 8 metri. Il piano di fondovalle, a Pontida, è formato dalle argille lacustri del *Sin-glaciale Würm* (DESIO [19]), sbarrate ad ovest dalla cerchia morenica di Cisano (*Würm I*). Il versante settentrionale a castagni del M. Canto basso, presenta la stessa serie del Col Scarlasc; il rilievo venne eseguito, risalendo la valletta sopra Palazzo de Ponti. I banconi alternanti di « Sass della luna » sono disposti a reggipoggio, ed inclinati di appena una quindicina di gradi a sud; in rapporto alla loro selettività rispetto al « Flysch scistoso-argilloso », essi danno luogo a cascate. A quota 520 circa, si osserva la faglia in allineamento col disturbo osservato più ad ovest. Sopra, il « Flysch turoniano » forma anticlinale costipata, che a sud sottostà regolarmente alle arenarie argillose del Coniaciano. Il passaggio dalle arenarie santoniane, soprastanti ai conglomerati, al Campaniano inferiore calcareo è evidente alla Cava Lechetto (fig. 11). Alla Fornace (m. 286), è presente un lembo di terrazzo a « ferretto » del Mindel II.

Bergamasco centrale. — Questo tratto del rilievo, colla zona di Bergamo, è compreso tra la Val Brembana e la Val Seriana: le condizioni tettoniche sono chiarite dai profili VIII-XI. Il profilo a fig. 20 nel testo (di direzione N-S e riprodotto sul *Foglio geologico*), nel tratto settentrionale, si trova di 500 metri più ad ovest dell'VIII. In questi due profili, è interessata la sinclinaletta situata sul versante nord della Val del Giongo; essa è inclinata a sud, con al nucleo gli *Scisti neri*. Questi rimangono in aria più ad ovest nel profilo 20, dove il nucleo è costituito da Maiolica.

Ridotta anticlinale appare, in corrispondenza della valletta del torrente Giongo; quest'ultimo, nel tratto inferiore (fig. 20), interessa la Maiolica, i « Rossi » ed i calcari liassici. Nel profilo VIII, a sud della Val del Giongo, appare l'ampia sinclinale di M. Giacoma, con nucleo a « Sass della luna ». A sud di Bruntino (Bruntino alto e S. Mauro, che si trovano sulla Maiolica), come pure sul versante meridionale del M. Giacoma, la serie « Maiolica-Sass della luna » dà luogo ad anticlinale doppiamente ripiegata. Motivo quest'ultimo che si ripete più ad est (profili IX-XI).

Nella fig. 20, la cerniera a Maiolica dell'anticlinale risulta regolarmente piegata: mentre il sottostante nucleo massiccio « Rosso Aptici »-Lias è interessato da faglia inversa con breccie. Queste sono evidenti lungo la provinciale della Val Brembana, circa 900 metri a nord di Ventulosa.

La grande chiesa di Villa d'Almé è basata sul resistente «Sass della luna», a strati raddrizzati e debolmente rovesciati; e così pure il debole rilievo selettivo, che sale ad est, colla strada per Bruntino-Foresto in cresta (profilo VIII). A sud, si riscontra sinclinale rovesciata, con nucleo Cenomaniano-Turoniano inferiore; al Deposito esplosivi, gli *Scisti rossi* del Cenomaniano superiore, rispettivamente quelli argillosi arancione del Turoniano inferiore, risultano subverticali. I due banconi di «Sass della luna», alternanti, sono effettivi; il superiore, inclinato di 15° a sud, poco ad est di Brughiera, è interessato dalla mulattiera, in lungo strato, per Valli. In corrispondenza della nuova provinciale, tra i dossi di M. Taddeo e M. Bianco, a scisti argillosi rosso-mattone (Turoniano), appare un bancone marnoso, che forma la cerniera di piccola anticlinale costipata. Ad est del M. Bianco, la grande cava di scisti argillosi rossi per laterizi, mostra strati inclinati di 75° a sud; ma talora con ripiegamenti ed arricciamenti locali.

A SO della piana eluviale del Petosino (al di sotto con argille lacustri ad *El. primigenius* del Singl. *Riss*), il torrente Quisa interessa le arenarie coniaciane, in banchi inclinati di 80° a SSO; l'inclinazione delle arenarie si attenua verso sud. I conglomerati e le soprastanti arenarie santoniane della zona Madonna della Castagna, sono subverticali od inclinati a sud.

Il profilo VIII, a SO, interessa il terrazzo ad argille gialle del *Fluvioglaciale Riss I* e la piana ghiaiosa del *Fluvioglaciale Riss II*; quest'ultima continua a sud col «livello fondamentale della Pianura» (*Foglio*).

PROFILO IX. — S'inizia nell'alta valle selettiva del Giongo, che interessa gli *Scisti neri*: a sud, il colle di quota 670, è costituito da «Sass della luna» a strati rovesciati, con generale inclinazione di 50° NNE.

In corrispondenza del M. Pissöl, è presente sinclinale rovesciata e costipata di scisti argillosi grigi del Cenomaniano-Turoniano. Il versante meridionale, a «Sass della luna», presenta aspetto carsico e brullo sino a Pian l'Asino. Il motivo anticlinale, rovesciato a sud, è però complicato da due pieghette a calcari marnosi grigi; corrispondenti a quelli coi più bassi *Mantelliceras* del torrente Sommaschio. Il ripiegamento indicato nel profilo IX si ripete più ad ovest; sul versante sud dei M. Giubilini, come pure più ad est, in Val Badèren (profilo IX).

A sud di Pian l'Asino, è interessata la sinclinale rovesciata a *Scisti neri e grigi* della Tribulina del Ronco. Il contatto «Sass della luna» — *Scisti neri* a scagliette di Pesci (Cenomaniano) è particolarmente visibile nella grande cava di *Scisti neri* sulla strada dei Boschi Algisi, dove la serie appare rovesciata di 70° a NNE, contromonte.

Più a sud, gli *Scisti neri* del Cenomaniano e gli «*Scisti argillosi grigi del Turoniano inferiore*» («*Serie di Roncaletti*»), risultano ampiamente ondulati.

A sud di Azzonica, sulla scarpata, riaffiora per poco il bancone di «*Sass della luna*», di base al Turoniano. L'alto torrente Quisa incide le argille rossastre del terrazzo *Fluvioglaciale Riss I*, rispettivamente il sottostante «*Flysch argilloso turoniano*», che passa dal color grigio al rosso-mattone. La strada provinciale della Val Brembana, 400 metri ad est dello «*Stabilimento Grès Ing. Sala*», passa in trincea, incidendo gli scisti variegati rossi e nerastri, del Cenomaniano; essi sono inclinati di 75-80° a sud. Stratigraficamente poco sotto ad essi, nell'incisione del torrente Morla che scorre 150 metri ad est, affiora il «*Sass della luna*».

La collina dei Macassòli, interessa gli scisti argillosi rosso-mattone, con 5-6 alternanze di banconi a «*Sass della luna*». Per la dolce morfologia-argillosa, a campi e ceduo, le condizioni tettoniche non sono ben evidenti: tuttavia, il rilievo lungo la carreggiabile Ramèra-Macassòli-La Costa, e rispettivamente lungo la Val Marina che scende ad est, mi permisero individuare la presenza di due sinclinali principali con due anticlinali costipate. A sud, verso la Costa, gli scisti argillosi, con ultimo bancone alternante di «*Sass della luna*», sottostanno regolarmente alle arenarie coniaciane, in banchi inclinati di 75-80° a SSO. I conglomerati di S. Rocco e le arenarie presentano minor inclinazione, sinché nella zona del Castello-Presati essa è di una quindicina di gradi.

Il profilo X, M. Lümbrio-Sorisole, venne rilevato lungo il fianco occidentale della Val Badèren, e poi rovesciato specularmente in modo da trovarsi allineato col profilo IX, che dista 600 metri: ne ripete perciò le condizioni tettoniche. La sella colla casetta a quota 730, è come il solito selettiva, interessando gli *Scisti neri*; la cima del Lümbrie presenta ridotta lente di Cenomaniano inferiore, strizzata al nucleo della sinclinale Pissòl-Solino, qui con debole culminazione assiale. Sul versante meridionale, sono evidenti le due pieghe sinclinali costipate e rovesciate, al proseguimento orientale di quelle del versante Pissòl-Pian l'Asino. La Tribulina di Pisgiù è ancora sul «*Sass della luna*», a banchi rovesciati di 70° a nord: scendendo la mulattiera per Sorisole, si segue l'andamento degli *Scisti neri e rossi*, col bancone di «*Sass della luna*» al tetto, come pure quello del «*Flysch grigio*» a rari Fucoidi del Turoniano inferiore. L'abitato di Sorisole è fondato sul «*Sass della luna*», con prevalente inclinazione di 30° a SO. Esso si trova al fianco occidentale dell'anticlinale albiana Ponteranica-La Maresana-Ranica: motivo tettonico illustrato dal profilo successivo, nonché dal profilo assiale 22.

Il profilo XI è sviluppato dal Vago di Olèra-M. Solino, sino a Bergamo. Al limite settentrionale, gli *Scisti neri* rovesciati di 80° contro-monte, risultano strizzati ed in parte elisi per stiramento, sotto alla Maiolica (mulattiera Olèra-Forcella del Sorriso): 600 metri ad ovest del profilo, alla Forcella del Sorriso, gli scisti mancano, cosicché Albiano e Neocomiano si trovano a contatto per piega-faglia inversa.

Il profilo meridionale del Solino ripete le condizioni tettoniche dei più occidentali profili X e XI, colla differenza che il «Sass della luna» in anticlinale obliqua, presenta una sola ripiegatura. La sinclinalletta pedemontana, sempre obliqua, a «Flysch scistoso-argilloso» è meno profonda, tanto che 500 metri ad est rimane in aria (Val Rossa).

A sud, è interessata l'ampia anticlinale a «Sass della luna» della Maresana, con ondulazioni ben visibili sul terreno. Nella zona Castello della Moretta, a sud della Maresana, nonché a Tramplina, sono conservati per poco gli *Scisti neri* del Cenomaniano inferiore: la valletta della Morla di Ponterànica risulta incisa nel «Sass della luna», lungo l'asse dell'anticlinale; quest'ultimo immerge di quasi 20° ad ovest, verso Ponterànica e Sorisole.

A sud di Tramplina, l'Albiano-Cenomaniano forma anticlinale a ginocchio, con fianco meridionale inverso, inclinato di 80° a NNE. Il soprastante «Flysch scistoso-argilloso rosso», risulta per la massima parte coperto da terrazzi del *Fluvioglaciale Mindel*, *Fl. Riss I*, e rispettivamente dalla piana alluvionale della Valtesse (*Fl. Riss II*), che si racorda colla pianura. Dato che qui siamo appena 2 km ad est della zona dei Macassòli (profilo IX), è verosimile che il Turoniano sia ripiegato in modo analogo. Infatti, il colle del Castello di Valverde risulta costituito dalle arenarie argillose del Coniaciano, a banchi inclinati di 65° a SSO. I Bastioni di Porta Garibaldi, a nord di Bergamo, sono basati sul bancone conglomeratico del Santoniano inferiore. Le soprastanti arenarie, a *Pachydiscus isculensis* e *Inocerami*, sono fossilifere sul Colle di S. Vigilio a nord del Castello; 1 km ad ovest del profilo XI (vedi *, *Foglio* e Tavole I-III). L'inclinazione degli strati tende ad attenuarsi verso la pianura, tanto che il soprastante Campaniano, calcareo-marnoso e poi fliscioide, inclina appena di 40° a SSO, costituendo la propaggine sud-orientale della Collina di Bergamo (*Foglio*).

Due chilometri più ad ovest, alla Villa Benaglia, il «Flysch campaniano» inelina di 5° a SSE.

Bergamo bassa non è tutta sul medesimo piano: come illustro nel profilo XI, la parte più a monte è basata su terrazzo argilloso giallo del *Fluvioglaciale Riss I*, che appare sospeso di una decina di metri sul livello ghiaioso della Pianura (*Fl. Riss. II*).

Bergamasco orientale. — Compreso tra la Val Seriana e la Valle Adrara, è illustrato dal *Quadro II*, profili XII-XXII. Le condizioni tettoniche del Cretacico sono complicate dall'anticlinale liassica di Trescore.

Cominciamo ad esaminare i profili compresi tra la bassa Val Seriana e la bassa Val Cavallina. Il più occidentale di essi è il XII, di direzione NNE-SSO. Tuttavia lo spaccato della fig. 21 nel testo (con tracciato N-S, riportato nel *Foglio*), nell'estremo nord risulta più occidentale, interessando la Val Seriana ad est di Nembro. Nella zona di Cornale, la Maiolica e gli *Scisti neri* rovesciati sui 45° a NNE, risultano in parte coperti da depositi quaternari terrazzati: a Cornale e Castellana, dal «ferretto» (*Fluviogl. Mindel I-II*); sotto, dal terrazzo colla grande chiesa di S. Lucia, ad argille arancione e ciottoli anche calcarei (*Fl. Riss. I*); con 13 indica il terrazzo ghiaioso del *Fluvioglaciale Riss II*, che si raccorda a sud col livello della Pianura.

Il versante settentrionale del Costone di Gavarno (profilo XII e fig. 21), è costituito dal «Sass della luna» rovesciato, con sinclinalletta strizzata di scisti argillosi turoniani, attorno alla quota 600. La cresta selettiva del Costone appare formata da «Sass della luna», in anticlinale obliqua e costipata: sul versante di Gavarno, sono presenti due sinclinallette oblique a «Flysch scistoso-argilloso, grigio e rossastro»; l'inferiore, che è la più forte, col solito bancone alternante di «Sass della luna». Non vi è qui alcuna traccia della faglia, già indicata da DE ALESSANDRI nei suoi lavori del 1899 e 1904; e neppure essa si trova più ad est.

Il terrazzo di Gavarno è costituito da ampia sinclinale a «Flysch scistoso-argilloso rosso», con due banconi alternanti: sul superiore è basata la chiesa. Le condizioni tettoniche appaiono evidenti sul fianco orientale della valletta di S. Antonio, che si trova 500 metri ad ovest del profilo XII. Il più basso terrazzo a «ferretto» di Cascina Melon, fa parte del «Sistema fluvioglaciale mindeliano», che riappare a SO al Negrone ed alla Cascina Figarola; esso è contraddistinto sul *Foglio*.

La metà meridionale dello spaccato a fig. 21, segue un tracciato più orientale, interessando il Pliocene superiore fossilifero di Torre dei Roveri (1), che è trasgressivo sul «Sass della luna».

Il Monte S. Giorgio è costituito da motivo anticlinale a «Sass della luna», complicato da due pieghe sinclinali rovesciate a sud: i nuclei a «Flysch scistoso-argilloso», qui, si trovano in aria; ma sono conservati più ad est, sul versante meridionale dei Monti d'Argon (profili XIII e XIV).

(1) VENZO S. e GUAITANI F., *Nuovo giacimento del Pliocene superiore a Torre dei Roveri* [86]; pp. 1-13 e tav. I.

PROFILO XIII. — Il tratto più settentrionale presenta la serie Maiolica — «Sass della luna» rovesciata e con generale inclinazione sui 55° nord, come nel profilo precedente. A nord del Pradale, si riscontra sinclinaletta strizzata di «Scisti neri cenomaniani»; mentre sul versante sud, le due sinclinalette scistose si riuniscono. Seguendo il crinale scistoso, colle alternanze a banchi marnosi, da Cornolto alle Bocche di Gavarno, si può rilevare il ripiegamento con altre 4 sinclinalette oblique; esse trovano rispondenza nei più orientali profili XIV-XVI, dove i nuclei scistosi selettivi sono isolati, sui crinali, tra il «Sass della luna»; mentre le vallette inter poste sono tutte incise nel «Sass della luna».

A sud delle Bocche di Gavarno, gli strati risultano inclinati di circa 15° a nord e costituiscono il Dosso a quota 464. A sud di esso, la carreggiabile si trova alla base degli scisti, e poi sul più resistente «Sass della luna». Questo costituisce tutta la collina S. Cristoforo-Monti d'Argon.

Sul versante meridionale dei Monti d'Argon, il «Sass della luna» appare ripiegato con due sinclinalette rovesciate e costipate, a nucleo scistoso. Casa Orzeti si trova sul «Sass della luna» rovesciato di 45° contromonte. Poco sopra alla casa, sulla mulattiera, affiora lente scistoso-argillosa vari-colore; più in alto, l'altro nucleo scistoso, più potente, determinò la formazione della vallecola selettiva. Alla Cascina di Ranzucchello inferiore, il «Sass della luna» inclina ancora di 70° NNE. Il soprastante «Flysch scistoso-argilloso rosso», coperto per la massima parte dal conoide e dalle alluvioni della piana, affiora alla base del M. Tomenone, con strati inclinati di 70° SSO: al ponticello della mulattiera affiora un bancone marnoso alternante; un altro appare 50 metri più in alto. Poi, il Flysch sotostà regolarmente alle arenarie del Coniaciano. Inferiormente, esse sono ancora un po' argillose, ma la cresta del Tomenone risulta costituita dalle arenarie più compatte, selettive. Sul versante meridionale, verso Bagnatica (fuori del *Foglio*), affiorano i due ridotti banconi conglomeratici, inclinati di 70°-75° a sud.

Il «Flysch turoniano», argilloso e più tenero rispetto al «Sass della luna» ed alle arenarie, permise la formazione della vallata selettiva del torrente Zerra. L'andamento tetttonico, a sinclinale ed anticlinale oblique e costipate, è dedotto dal profilo IX; tengo inoltre conto della potenza del Turoniano, che si aggira sui 500 metri.

PROFILO XIV. — Si sviluppa dall'alta Vallogna di Spersiglio basso — M. Bästia, sino a S. Paolo d'Argon, col solito andamento NNE-SSO, perpendicolare agli assi tetttonici.

In corrispondenza del versante settentrionale dell'alta Vallogna, gli *Scisti neri* a dolce morfologia, presentano potenza superiore al normale in conseguenza di ripiegamento con faglia inversa, più evidente ad est (profilo XV).

Il M. Bastia è costituito dal «Sass della luna», con strati rovesciati di 50° N. Alla Stalla Prato Tommaso è tagliata la sinclinaletta rovesciata e strizzata, che continua più ad occidente, a nord del Pradale e del Costone di Gavarno: essa si sviluppa anche ad est, sino alla Corna Clina, per rimanere poi in aria.

Le sinclinalette di «Flysch scistoso-argilloso» ai nuclei dell'ampio sinclinorio obliquo, sono selettive: esse si possono individuare anche da lontano, tanto per l'andamento del «Sass della luna» o dei banconi alternanti nel «Flysch scistoso», quanto per la dolce morfologia a selle e ripiani selettivi.

Nel profilo XIV, le sinclinalette di Flysch sono 5: Prato Tommaso, Rocco-C. Pessina, quella sopra Valpredina, nonché le due di Valpredina; di queste, la più alta ha il nucleo scistoso in aria. A sud della valletta del Tadone, il versante settentrionale della Costa dei Brugaletti, è scistoso; mentre la cresta, a «Sass della luna», è selettiva. Sulla strada dei Cattòli, come in tutto il versante meridionale, i banchi risultano inclinati di 50° NNE. A sud della valletta del Rio Seniga, le propaggini orientali dei Monti d'Argon ripetono il motivo tettonico più occidentale; colla differenza che la superiore sinclinale a Flysch, è rimasta in aria; e quella sulla carreggiabile sopra S. Paolo è ridotta ad esigua lente di scisti neri e rossi (*Foglio*).

Poco a nord del Rio Seniga, viene a trovarsi la cerniera dell'ampia anticlinale con nucleo a *Scisti neri*, in allineamento coll'anticinale di Trescore.

Il profilo XV è sviluppato dalla Costa di Misma sino ad ovest di Cenate di sotto. La Costa di Misma è costituita dalla Maiolica, rovesciata ed inclinata di 60°-65°, a NNE. In corrispondenza dell'insellatura ad est di S. Maria, affiorano gli *Scisti neri*, selettivi e coltivati a prato: a sud del piccolo rilievo di Maiolica, a strati concordanti, del Rocco, con pendio meridionale roccioso, si osserva contatto tettonico Maiolica-*Scisti neri*, ambedue ridotti. La faglia inversa, con elisione parziale della serie, è attribuibile a sottospinta da sud, con conseguente debole sovrascorrimento ed accavallamento a nord. Motivo tettonico che si ripete a nord, in modo ben più imponente, in corrispondenza del versante meridionale precretacico del M. Misma.

L'ampio sinclinorio a «Sass della luna» Falde-Casco, presenta 4 piccoli nuclei scistosi, che si osservano sul sentiero in cresta. A sud, nella zona di Cenate, è presente la serie Scisti neri-Maiolica, con ondulazioni.

Il profilo XVI dista 1 km dal precedente, e si sviluppa dalla Vallogna-Corna Clina, sino a Cenate di sotto. L'ampio sinclinorio presenta 5 sinclinallette scistose in corrispondenza della cresta, tra la Valle di S. Ambrogio e la Val di Lesse. Tali sinclinallette, in continuazione di quelle più occidentali ed all'incirca alla medesima quota, mostrano che gli assi tettonici sono suborizzontali o con deboli ondulazioni assiali. La quarta da nord, presenta passaggio da Scisti grigi a «Sass della luna» alla Cascina Lazzarini (m 444); la cantina a sud della casa, è scavata nell'asciutto «Sass della luna», mentre il lato nord è basato sugli Scisti argillosi grigi.

Sul versante sud, alla Cà Bianca, affiorano gli Scisti neri. Il dosso a Maiolica, con ondulazioni, di Cenate (m 320), è coperto da argille rosse eluviali, con elementi spigolosi di selci e radiolariti: questo *Eluvium*, presente anche più ad est, risulta sospeso di 50-70 metri sul livello ghiaioso della Pianura (*Fl. Riss. II*); testimoniando trattarsi di deposito antico, del Mindel ed anche precedente.

Cenno alla serie precretacea della brachianticlinale di Trescore

(cfr. *Serie comprensiva del Quadro tettonico II*).

I profili XVII-XX interessano l'anticlinale liassica di Trescore Balneario, la massima culminazione assiale della zona prealpina bergamasca (*Foglio geologico* e fig. 24). Risultando l'anticlinale costituita da formazioni più antiche della *Maiolica*, ritengo necessario un cenno alla serie del Giuralias, che affiora al nucleo, sino al Sinemuriano. Ricordo che essa fu già oggetto di precedenti osservazioni e rilievi (1-3), che ora sono ulteriormente dettagliati.

(1) DE ALESSANDRI G., *Il gruppo del M. Misma* (1903); con *Carta geologica 25.000*.

(2) DESIO A., *Sulla costituzione geologica dei dintorni di Trescore* (1944).

(3) VENZO S., *Rilevamento geomorfologico della Val Cavallina* (1945); pp. 85-87, *Carta 25.000* e profili.

Sotto alla Maiolica, compare il « Rosso ad Aptici » del Malm (appena 20 metri): calcari silicosi e marnosi, superiormente fossiliferi in Val della Colta presso Entratico (profilo XIX con *). In tale valletta 400 metri a SE dell'abitato, il « Rosso ad Aptici » è ora interessato da nuova cava, dove raccolsi la seguente fauna:

Lamellaptychus (Costaptychus) sp.

»	»	<i>profundus</i> (VOLTZ)
»	»	<i>meneghinii</i> (DE ZIGNO)
»	»	<i>meneghinii</i> var. <i>elongata</i> VENZO
»	»	<i>punctatus</i> (VOLTZ)
»	»	<i>undulatus</i> (STOPP.)
»		<i>zonatus</i> (STOPP.)

Laevaptychus longus (MEY.)

»	»	var. <i>pernoides</i> MGH.
»		<i>latus</i> (PARCK.)
»	»	var <i>taxopora</i> TRAUTH
»		<i>sublaevis</i> (D'ORB.)
»		n. f. aff. <i>longobliquus</i> TRAUTH

Rostri di *Belemniti*

Aspidoceras mal conservati (gruppo *acanthicum*): 3 es.

Perisphinctidi mal conservati: 2 es.

Pygope triangulus (LAMK.): comune.

Pygope gr. *diphya* (COLONNA): 2 es.

Questa nuova fauna testimonia il Titoniano.

* * *

Sotto al « Rosso ad Aptici », si trovano le « Radiolariti » del Dogger, rosso-brunastre e di potenza non superiore alla ventina di metri. Spesso esse mancano: ma ciò è conseguenza di disturbi ed elisioni tettoniche. La facies è infatti abissale ed uniforme, e si considera la più profonda di tutta la serie lombarda.

Scendendo nella serie, troviamo l'« Ammonitico rosso », a calcari assai marnosi, talora mandorlati. Similmente a quanto dimostrai per l'Alpe Turati (1), esso non rappresenta soltanto il Toarciano. Sul versante

(1) VENZO S., *Nuove faune ad ammoniti del Domeriano-Aleniano dell'Alpe Turati* [103], p. 99.

settentrionale della collinetta di Aminella, presso Trescore (profilo XVII, a sud, con *), gli strati superiori (appena un metro) contengono *Dumortieria meneghinii* ZITT. in HAUG: forma già figurata da MENEGHINI (1) (probabilmente di Aminella non Muella, che non esiste, nei dintorni di Trescore). Essa venne da me ritrovata sull'Alpe Turati (2), assieme alla *Dumortieria levesquei* (d'ORB.). Ciò testimonia la presenza dell'Aleniano inferiore *Zona a levesquei*. Al di sotto, circa 20 metri di Rosso, colle due zone abbastanza fossilifere del Toarciano: la superiore a *Brodiceras* e *Denckmannia*, l'inferiore a *bifrons-semipolitum* e *Mercaticeras*.

La più ricca fauna del Tarciano la raccolsi in Val della Colta (Entratio), un centinaio di metri a monte del « Rosso Aptici » fossilifero, in corrispondenza della cava superiore: indico nel profilo XIX il punto coi fossili. Ricordo che il Toarciano venne qui individuato da DE ALESSANDRI (3): esso si limitò a elencare una ventina di forme.

I calcari marnosi rosso-scuri, oltreché nella cava, risultano riccamente fossiliferi nei mucchi accatastati a lato del torrentello. Io vi raccolsi numerose *Ammoniti*, ottimamente conservate:

- Phylloceras nilssoni* (HÉB.): comune
 » » var. *beatricis* BONAR.: raro
 » *doederleinianum* (CAT.): comune
 » *capitanioi* (CAT.): comune
 » *spadæ* (MGH.): comune
 » sp. (diametro mm. 250): unico
- Hildoceras sublevisorum* FUC.: comune
 » » var. *raricostata* MITZOP.: comune
 » » var. *sulcosa* MITZOP.: 2 es.
 » *semipolitum* BUCKM.: comune
 » *bifrons* var. *acarnanica* MITZ.: 3 es.
 » » var. *lombardica* MITZ.: 2 es.
 » » var. *crassa* MITZ.: 2 es.
 » *caterinii* MERLA: unico
 » *cfr. saemannii* DUMORTIER: unico
- Mercaticeras mercati* (HAUER): comune
 » *rurasicostatum* MERLA: unico

(1) MENEGHINI G., *Monographie des fossiles du calcaire rouge ammonitique de Lombardie et de l'Apennin central*. Milan 1867-81; tav. X, fig. 5.

(2) VENZO S., *Alpe Turati*, p. 122 e fig. 4.

(3) DE ALESSANDRI G., *M. Misma* [15], pp. 27 e 28.

- Mercaticeras skuphoi* MITZ.: unico
Pseudomercaticeras rotaries MERLA: comune
Pseudogrammoceras fallaciosum (BAYLE): comune
Hildaites serpentinum (REIN.): unico
Harpoceras subexaratum BONAR.: 2 es.
 " *gr. falciferum* (Sow.): 2 es. (ma con coste grosse e rade,
 in numero di 20 sul semigiro invece di 30).
Frechiella subcarinata (Y. e B.): 2 es.
Coeloceras crassum Y. e B.: comune
 " " var. *mutable-costata* PRINZ: 2 es.
Dactylioceras annulatiforme BONAR.: comune
Porpoceras vortex (SIMPSON): unico
Polyplectus discoides (ZIETEN) var. *pluricostata* HAAS: 4 es.
Lytoceras francisci OPPH.: 5 es.
 " *ktenasi* MITZ.: 2 es.
Nutilus sp.: 3 es.
Atractites indunensis STOPP.: 6 es.
Inoceramus sp.: 1 es.

Questa nuova fauna caratterizza il Toarciano inferiore (potente una decina di metri): *Zona a falciferi* e *Zona a bifrons-mercatti* (1). Manca o è ridottissimo in Val della Colta, il Toarciano superiore a *Denkmannia* e *Brodiceras*: ciò in conseguenza di elisione tettonica (*profilo XIX*).

Il Domeriano è costituito da calcari grigi o caffè-latte, con rari *Protagrammoceras* (gr. *celebratum* FUC.), e lenti selciose. Inferiormente, esso passa a calcari rossi, compatti e marmorei (marmo rosso della Cava Remuzzi ad est della Selva di Zandobbio; poco ad est del profilo XX): in essi, talora rosati, raccolsi *Atractites* e specialmente *Crinoidi*, che costituiscono lumachella (calcare rosa ad *Entrochi*); ed inoltre *Phylloceras* (*Geyeroceras*) *cylindricum* (Sow.). Verso il basso, il marmo rosso passa al rosa pallido, talora con lumachella di: *Phylloceras* (*Geyeroceras*) *cylindricum*, *Becheiceras bechei* (Sow.), *Fimbrilytoceras* cfr. *fimbriatum* (Sow.). Alcuni blocchi con tale lumachella, a fossili di difficile estrazione perché silicizzati si trovano sotto Casa Capogn (profilo XX con *).

Ricordo infine che, presentemente, nella Cava del *Rosso* di Selva, si trovano soltanto i *Crinoidi*; il livello ad *Ammoniti*, più alto nella serie e prima della guerra ben fossilifero, è ora asportato. Ambedue le faune,

(1) VENZO S., *Alpe Turati* [103]; p. 114.

come pure la facies, permettono stabilire sincronismo colla formazione della Bicicola di Suello, notoriamente del Pliensbachiano (MARIANI, DE ALESSANDRI, BONARELLI, PARONA): Il Pliensbachiano superiore *Zona a Bechei* venne recentemente da me individuato anche all'Alpe Turati (1).

Il Lias inferiore è rappresentato da potente serie di calcari debolmente dolomitici bianchi, subsaccaroidi, in grossi banchi, talora appena incarnati (*marmo di Zandobbio*). Essi mostrano morfologia carsica, con doline (Grena, sul Colle di Zandobbio), e varie piccole grotte. Il Buco del Corno interessa invece il Domeriano. Varie cave sono in attività a Zandobbio; una nuova è stata recentemente aperta alla base del Colle di Trescore, lungo la statale per la Val Cavallina (Tav. IV), appena 200 metri ad est del profilo XVIII. Già DE ALESSANDRI (2) attribuì i calcari dolomitici di Trescore - Zandobbio al Sinemuriano, per la presenza, in alto alla serie, dove i banchi non sono più saccaroidi, di *Brachiopodi* tipo Saltrio. Sulla sua *Carta al 25.000*, egli indicò due località fossilifere: sotto Case Grummi (3), dove i *Brachiopodi*, i *Pettinidi* e le *Lime* costituiscono lumache, che si rinvengono tuttora; e lungo la statale della bassa Val Cavallina, presso le Fornaci.

La zona mediana ed inferiore del Sinemuriano risulta finemente subsaccaroidi; il ché potrebbe far pensare a dinamo-metamorfismo. Non riscontrai però alcun disturbo tangenziale alla base del nucleo sinemuriano. I banconi massicci sono invece interessati da 4 faglie trasversali (profilo assiale a fig. 24), con minute cataclasi, e da piega-faglia a sud (profilo XX). Tali minute e potenti breccioline tetttoniche (quasi miloniti) sono sfruttate da tre grandi Cave, con stabilimenti (ad est di Zandobbio, fino a Selva).

Zona della brachianticlinale liassica Trescore-Zandobbio (Tav. IV)

PROFILO XVII. - Decorre dalle pendici sud-occidentali del M. Pranzà Pizzo Casgnola, sino alla collinetta di Aminella ad ovest di Trescore. Le pendici del Pranzà mostrano la serie Maiolica - «Sass della luna» rovesciata di 60-65° contromonte. La valle del torrente Bragazzo, che sbocca

(1) VENZO S., *Alpe Turati* [103]; pp. 104-105 e fig. 1, ammoniti 2 e 3; spaccato a p. 99.

(2) DE ALESSANDRI G., *M. Misma* [15]; pp. 17 e 18).

(3) VENZO S., *Val Cavallina* [89]; Carta geologica 25.000 e profili tetttonici a fig. 3, in alto (p. 83).

in Val Cavallina a Luzzana, è incisa in sinclinale obliqua di «Sass della luna»: continuazione orientale del primo motivo sinclinale a sud della Corna Clina, del Falòc e di Prato Tommaso. Il Pizzo Casgnola (m. 782) è costituito da banconi di «Sass della luna», rovesciati ed inclinati di 75° a nord. Sul versante meridionale è sezionata la sinclinale a «Scisti argillosi grigi» di Zappella. Più a sud, appare la sinclinale turoniana di Madonna del Mirabile, sempre obliqua a sud, e dovuta alla confluenza delle tre sinclinalette più occidentali. I due banconi alternanti sono realmente presenti; sul più meridionale è basata la chiesetta.

Il M. Sasser risulta costituito da banconi di «Sass della luna», inclinati di 40°-45° a NNE e sezionati ad oriente dalla mulattiera, che sale da Prato Bergamo. Qui, l'insellatura interessa gli «Scisti neri». Appena a sud, comincia ad affiorare la Maiolica: nella zona di Cascina Sassina e più ad est, essa risulta coperta da potenti argille rosse dell'«Eluvium antico». Questo si trova più in alto del «Sistema fluvioglaciale mindeliano» della Val Cavallina, e non contiene i caratteristici ciottoli silicei dell'alta Val Camonica.

Sotto alla Maiolica, in corrispondenza del fianco nordico dell'anticlinale di Trescore, affiorano: il «Rosso ad *Aptici*», le «Radiolariti» ed il «Toarciano rosso». Il versante meridionale, di aspetto carsico, del Colle di Trescore, è costituito dal Domeriano a selci e dalle assise superiori del Sinemuriano. La contrada Canton, frazione di Trescore, si trova all'incirca in corrispondenza della cerniera dell'anticlinale.

Le testate di strato del Domeriano-Sinemuriano, sul versante meridionale del Colle, risultano inoltre inclinate di una decina di gradi ad ovest, indicando l'immersione assiale (fig. 24). A sud della vallata del Tadone, il fianco sud dell'anticlinale, inclinato di 15° SSO, costituisce la collinetta di Aminella (Tav. IV). Qui, la serie è continua dal Domeriano alla Maiolica, che costituisce la collina sino a Cenate; dove i precedenti rilievi indicavano «Sass della luna». Come indico sul *Foglio*, la Maiolica appare coperta, sulla cresta collinosa, da argille eluviali rosse.

PROFILO XVIII. — Si sviluppa ad occidente della Val Cavallina, da Vigàno a Trescore. A nord, l'ampio sinclinario a «Sass della luna» presenta di nuovo 5 pieghe sinclinali, vergenti a sud. La più settentrionale risulta quella, a «Sass della luna», di Vigàno: in corrispondenza della profonda incisione del torrente Closale, affiora anticlinale costipata di «Scisti neri», a strati raddrizzati e debolmente rovesciati. A sud di Cascina in Aria, si trova il nucleo della seconda sinclinale. La cresta del Colle presenta strati marnosi inclinati sui 70°-75° a nord: sul versante sud,

la terza sinclinale obliqua non presenta nucleo scistoso. Due sinclinali, delle quali la più settentrionale con nucleo scistoso quasi in aria, interessano il versante sud di Costa del Colle. La Cascina Desdòt, si trova al limite del «Sass della luna»; mentre subito a nord, la collinetta è sugli scisti argillosi grigi e variegati, con bancone marnoso al nucleo.

Tutta la serie sino al Colle di Trescore, che dista meno di un chilometro dal profilo più occidentale, ne ripete le condizioni tettoniche. Il maggior spessore delle formazioni è solo apparente, poiché esse risultano sezionate obliquamente. Sul versante sud del Colle di Trescore (m. 371), i banconi bianchi saccaroidi del Sinemuriano, a reggipoggio, presentano testate quasi orizzontali; ma inclinano di una quindicina di gradi a NNE, come appare lungo la statale, che seziona il Colle sino oltre le Fornaci (Tav. IV). Alla base sud del Colle, lungo la statale, i banconi subsaccaroidi sono interessati dalle due cave di marmo bianco, che appaiono nella foto della Tav. IV. Il fianco sud dell'anticlinale è costituito dalla collinetta del Santuario di Trescore (Tav. IV): a Novale, i banconi calcarei inclinano di appena 30° a sud. Il convento e la chiesetta, in cima, si trovano ancora sul Sinemuriano non più saccaroidi; mentre il versante meridionale del piccolo rilievo è costituito dai calcari selciosi grigiastri del Domeriano. Questi, verso il Chero, alla più settentrionale casa di Trescore est sono incisi dalla carreggiabile.

Sul declivio meridionale della collinetta si trova placca di *ferretto* con ciottoli silicei: il piccolo terrazzo ad argille rosse, sospeso di una decina di metri sul piano ghiaioso, venne ora interessato (subito ad est della grande chiesa) da scavi per fondamenta di due villette e da soprastante nuova strada. Questo terrazzo, raccordato con quello più settentrionale e consimile, che è conservato a sud del Colle di Trescore (profilo XVIII e *Foglio*), fa parte del *Sistema fluvio glaciale mindeliano* allo sbocco della Val Cavallina nella Pianura. Altro lembo a *ferretto* corrispondente anche come quota, è conservato ad est del Chero, alle pendici meridionali del Colle tra Zandobbio e Selva.

La copertura a *ferretto*, con coltivati, del versante meridionale del Colle del Santuario, maschera per la massima parte i calcari siliciferi del Domeriano; per questo essi non erano indicati sulle precedenti *Carte*. Le soprastanti formazioni dei *Rossi*, corrispondenti a quelle, tettonicamente allineate e distanti appena 1 km, di Aminella, risultano coperte dal terrazzo ghiaioso ed inferiormente cepposo, di Trescore (*Fl. Riss II*), che continua a sud colla Pianura. Dal profilo XVIII risulta che l'asse dell'anticlinale di Trescore, si trova all'incirca in corrispondenza della strada statale, a nord di Novale: ciò appare evidente anche dalla foto della Tav. IV.

PROFILO TRA LA VAL CAVALLINA E LA VALLE ADRARA. — Il profilo XIX interessa il versante orientale della Val Cavallina, da Cantone di Borgounito sino al Col Croce (est di Carrobbio degli Angeli), che si trova al limite sud del *Foglio*. Il terrazzo di Cantone, inferiormente cepposo, 500 metri a nord si raccorda colla cerchia morenica di Grone, il *Riss II*; spettando perciò al *Fluvioglaciale Riss II* (VENZO 1-3). Allo stesso *Sistema rissiano*, che appare sospeso di 40-30 metri sul fondovalle della bassa Val Cavallina, spetta l'esteso terrazzo di Zandobbio; quest'ultimo, raccordato coll'antistante terrazzo di Trescore, continua a sud col livello ghiaioso fondamentale della Pianura.

A nord del terrazzo di Cantone, la Maiolica presenta inclinazione di 75° a sud; la valletta, appena a sud della collinetta morenica del *Riss I* colla chiesa di S. Fermo, incide il «Sass della luna»: quest'ultimo costituisce il Pizzo di Quaglia, con sinclinale obliqua sul versante meridionale.

La Valle di Quaglia risulta in anticlinale obliqua e costipata. La Costa della Guina (q. 555), poco a sud della cresta a «Sass della luna», a strati rovesciati di 42°-45° a NNE, presenta sinclinale a «Scisti neri e grigi», strizzati e pure rovesciati: essa viene a trovarsi al proseguimento orientale di quella di Costa del Colle. Il declivio meridionale di Costa della Guina, è costituito da «Sass della luna» con strati inclinati di 30° a SE (Cornelli), in modo da degradare sotto la sinclinale arenacea di Foresto. La sezione li taglia coll'inclinazione di 25° sud. L'ampia sinclinale di val del Corno, al nucleo, mostra Scisti neri cenomaniani; mentre le cascine Oberti e Piazzi si trovano sul «Sass della luna». Come illustro nel profilo assiale 23, l'inclinazione prevalente è di una ventina di gradi ad est, verso la sinclinale di Foresto; il ché prova l'inclinazione dell'asse tettonico. A sud, il colle a monte di Entratico, è costituito da «Sass della luna», a strati inclinati di 45° NNE; al di sotto, verso Val della Colta, affiorano gli «Scisti neri». Nella valletta selettiva, 400 metri a SE di Entratico, essi si trovano in contatto tettonico colle assise superiori (titoniane) del «Rosso ad Aptici», riccamente fossilifero. Stratigraficamente subito sotto, si trova il «Rosso ammonitico» ricco di forme del Toarciano inferiore. Gli strati più alti, sempre inclinati di 45° a NNE, presentano specchi di faglia con rare *Denkmannia cornucopia*, schiacciate e deformate (Zona più bassa

(1) VENZO S., *Val Cavallina* [97]; fig. 2 a p. 94, fig. 3 a p. 103; Cartina geologica 30.000 a p. 86.

(2) VENZO S., *Rieposta al commento Riva* [98]; fig. 3.

(3) VENZO S., *Geomorphologische Aufnahme des Pleistozäns* [102]; p. 121, Abb. 9.

del Toarciano superiore); essi appaiono in contatto tettonico col Titoniano ad *Aptici*, pure inferiormente stirato e con specchi di faglia. Lo stiramento e l'elisione della serie Toarciano superiore-Aleniano inferiore - « Rosso *Aptici* inferiore », è dovuta a faglia diretta e conforme (F^2) subparallela a quella Titoniano-Aptiano (F^1). Anche in rapporto a quanto si osserva più ad oriente (profilo XX), è probabile che le faglie, molto vicine, siano conseguenza del forte sollevamento del nucleo rigido sinemuriano, parzialmente incuneato nelle formazioni plastiche soprastanti, stirate, scollate ed elise, dei *Rossi* e del Cretacico inferiore (Maiolica e « Scisti neri »).

Poco ad est, alle pendici occidentali del M. Sega, i *Rossi* scompaiono e si nota contatto Domeriano-Scisti neri: nella zona di Cascina Grumma, tale contatto, con interposizione di ridotta lente a Maiolica, venne da me illustrato nel 1945 con spaccato (Val Cavallina, p. 83, fig. 1).

Il Domeriano, sottostante al Toarciano inferiore di Val della Colta, è inciso dalla più meridionale Val dei Brugali; esso costituisce tutto il versante nord sin oltre la cresta, verso Valle Roveto, in corrispondenza del fianco settentrionale dell'anticlinale di Zandobbio. Le valli Roveto e Calvarola interessano i calcari bianchi saccaroidi del Sinemuriano.

Il Colle di Zandobbio è costituito di banconi sinemuriani massicci, inclinati di 35°-40° a SSO, in corrispondenza del fianco sud dell'anticlinale. Alla base del Colle, presso l'abitato di Zandobbio, il Sinemuriano superiore, non tettonizzato, è sfruttato da varie cave di marmo.

Al torrente Malmèra ed alla collina di Montecchio, il « Sass della luna » albiano risulta rovesciato di 65°-70° a nord. L'insellatura alle Cascine La Torre è selettiva, e costituita dagli « Scisti argillosi grigi » del Turoniano (potenza sui 130 metri), con due banconi marnosi alternanti: la facies scistosa sottostà stratigraficamente alle arenarie rovesciate del Turoniano superiore-Coniaciano; a loro volta passanti in alto ai conglomerati del Santoniano inferiore di Col Croce. Più a sud, è presente tutta la serie, sempre rovesciata, delle arenarie santoniane, corrispondenti ed in allineamento tettonico con quelle a *Pachydiscus isculensis* ed *Inocerami* di Bergamo di Sopra (profilo XI).

In corrispondenza della piana alluvionale Zandobbio-S. Giorgio, tutta la serie Sinemuriano-Albiano è coperta. Sotto al « Sass della luna » del torrente Malmèra, dovrebbero trovarsi gli « Scisti neri » e la Maiolica, che affiorano più ad est. Fra la Maiolica ed il Domeriano può passare la piega - faglia di Selva (che tratteggio sul Foglio); ma ciò è ipotetico, cosicché nel profilo XIX lascio in bianco e con !

Il profilo XX è tracciato dalle pendici meridionali del M. Fossana-Pugna, sino ai Monti di Chiuduno. Ricordo che la zona precretacea a NE (M. Fossana, sopra Bescàsolo), è interessata da due profili geologici di DESIO (1). Al limite settentrionale del presente profilo, la Maiolica risulta inclinata di almeno 80° a SSO. L'abitato di Pugna si trova sul *ferretto* con elementi selciosi della Maiolica, Radiolariti e ciottolini silicei central-pini (Mindel). Esso venne da me indicato nella *Cartina 30.000 della Val Cavallina*, 1949.

Poco sotto, si trova appoggiata la morena a grossi ciottoli del Riss (2). Le vallecole più meridionali Bescasolo, Romasone, Guina, risultano incise nel «Sass della luna», ripiegato in due sinclinali, con debole vergenza a sud. Il versante settentrionale del Colle la Guina, è pure costituito da «Sass della luna». Poco sotto quota 500, osservai la cerniera dell'anticlinale, obliqua a nord e costipata; più a monte, gli strati pendono di circa 60° a SSE, finendo col sottopersi ai calcari bianchi con selci, del Turoniano. Questi, per la loro compattezza costituiscono la cresta della Guina. I calcari turoniani si sviluppano a nord della brachisinclinale arenacea di Foresto, dove formano le cime allineate: Colle la Guina. (651) – Cima del Gobetto (q. 612) – M. Costa dei Gionghi (q. 726) – Colle Guasti (q. 663) – Zocco (q. 593; profilo XXII). Più ad est i calcari bianchi passano lateralmente e gradualmente ai calcari marnosi cenere. Infatti i calcari bianchi del Turoniano sembrano dovuti ad impoverimento di argilla del «Sass della luna». Quest'ultimo sale ad est anche nel Turoniano inferiore, sino a sottostare alle arenarie. I calcari puri turoniani, con selci sul versante occidentale del Monte Campo Alto, passano lateralmente ed in basso agli «Scisti argillosi grigi e variegati» del Turoniano: questi ultimi vengono a trovarsi sopra ai «Scisti neri cenomaniani» di Val Macla–Val Penacino, presso la confluenza in Val del Corno (Serie comprensiva del *Quadro tetttonico, profilo XIX; profilo assiale* a fig. 23).

A sud del Colle la Guina (*Profilo XX*), la selletta colla mulattiera interessa ridotta lente di scisti argillosi variegati grigi e rossi, probabilmente turoniani. La Punta Campo Alto è costituita da arenarie turoniano-coniaciane (sottostanti ai conglomerati, che affiorano in serie 4 km più a sud, sui Monti di Chiuduno); si sviluppano, in ampia sinclinale, sino al M. Sega ed a Cascina Manfreda. Poco sotto, le arenarie (incline sui 30° NNE), inferiormente con breccioline di regressione (Turoniano

(1) DESIO A., *Appunti sulla tetttonica della Valle Adrara*, 1944; figg. 6 e 7.

(2) VENZO S., *Revisione del Glaciale nella bassa Val Cavallina*, 1949; Cartina geologica 30.000 a p. 87.

con *Glob. linnei* e *apenninica*), comuni nel Bergamasco orientale, vengono a trovarsi in contatto anomalo, benché in apparente concordanza, col sottostante «Sass della luna»: quest'ultimo è ridotto in potenza a soli 70 metri invece di 400 e più. Più a sud, verso Casèl Lui, la vallecola incide gli «Scisti neri», con passaggio graduale ed in concordanza. Ne consegue che, sopra mancano per elisione tettonica più di 300 metri di «Sass della luna»; presenti invece in serie normale poco ad est (profilo XXI) e poco ad ovest (profilo XIX). Sono così indotto a segnare una faglia (F'), subparallela a quella, pure diretta e conforme, che sta sotto ed interessa la serie Maiolica-Domeriano (F'').

Come indico nel profilo XX, l'attenuata ed ampia insellatura di Casèl Lui interessa gli «Scisti neri», inclinati di una ventina di gradi a NNE. Il piccolo dosso dei «Sommi di là», colle cascine Siupi e Capògn, risulta costituito da Maiolica, con strati via via meno inclinati sino a diventare sub-orizzontali. Invece, poco sotto Capògn, la Maiolica, ridotta ed elisa — si trova in contatto tettonico col Pliensbachiano inferiore rosa e fossilifero: quest'ultimo affiora in basso al vigneto, appena sopra alla mulattiera. Il contatto tettonico Maiolica-Lias medio venne già individuato da DESIO, che lo illustrò nel suo *schizzo geologico al 50.000* (1944); e da me, che lo delimitai sulla *Carta geologica al 25.000 della Val Cavallina*. Nel mio attuale rilevamento al 12.500, osservai che la Maiolica gira tutta attorno al Colle dei «Sommi di là», come indico sul *Foglio*.

Ad est e più in basso, ad oriente della grande cava di marmo rosso Remuzzi (Pliensbachiano a *Crinoidi*, *Belemniti*, *Atractites*, *Ammoniti*), il disturbo tettonico si attenua: già DE ALESSANDRI e DESIO segnarono qui, tra Maiolica e Lias medio, un lembo di «Rossi». Ivi sono distinguibili due ridotte lenti, strizzate e laminate, di *Toarciano ammonitifero* e di «Rosso ad Aptici»: nella valletta ad est di Casa Ruppi, anche i fossili sono in genere deformati e schiacciati. I «Rossi» si trovano, ad est, in contatto colla Maiolica (*Foglio* e profilo assiale a fig. 24). Risulta così, che agli estremi il disturbo principale del M. Segà si attenua, tanto ad est (Casa Ruppi) quanto ad ovest (Bassa Val della Colta, presso Entratico). Anche la soprastante faglia secondaria del M. Segà (F' del profilo XX), si attenua agli estremi, sino a scomparire; ed infatti il «Sass della luna» ricompare in tutta la sua potenza.

Lungo il profilo XX, scendendo la mulattiera per Selva, si tagliano i banconi sinemuriani, inclinati a franappoggio di 25°-30°, in corrispondenza del fianco sud dell'antielinale. Alla base del Colle, la chiesetta di Selva e le nuove cave di ghiaino (per piastrelle di graniglia) dello Stabilimento Barcella, si trovano sui calcar bianchi saccaroidi: nelle due cave,

i banconi calcarei nonostante la fratturazione comminuta (quasi milonite), mostrano cenno a stratificazione con pendenza in aumento, sui 45°-50° sud. Alla chiesetta di Selva, poco più all'esterno, essi, seppur intensamente cataclasati, mostrano strati più fortemente curvati in basso (55°-60° sud), come indico nel *profilo*. L'abitato di Selva si trova su conoide alluvionale, ma poco ad ovest, in corrispondenza del minuscolo torrentello, 100 metri a SO della chiesa, affiorano ancora banconi del Sinemuriano; essi non più brecciati, risultano rovesciati di 80° a nord, contromonte.

La camionabile che dallo Stabilimento Barcella scende ad ovest, verso Villa il Luogo, costeggia per 500 metri i calcari saccaroidi, sempre a frattura comminuta ed interessati da piccole cave abbandonate. Più ad ovest, verso Madonna della Neve, i calcari diventano massicci.

La fratturazione comminuta dei banchi calcarei, con stratificazione abbastanza visibile anche in corrispondenza della piega a ginocchio alla chiesa di Selva (*profilo XX*), può attribuirsi alla rigidità del Sinemuriano: non potendo piegarsi, esso andò soggetto ad intensa fratturazione, pur senza laminazioni o specchi di faglia, testimonianti forti dislocazioni.

Il Sinemuriano, in corrispondenza delle case meridionali di Selva, dovrebbe trovarsi in contatto colla serie Maiolica-« Rossi », che affiorano in condizioni consimili poco ad est. Il disturbo tettonico, che indico nel *profilo* e sul *Foglio*, non era sinora noto. Esso potrebbe continuare alla base del monte, più ad est di Selva, sin verso Cascina il Vago: infatti, qui, la Maiolica, a strati raddrizzati (inclinazione 75°-80° sud), si trova in faglia coi « Rossi »; e sottostà regolarmente agli « Scisti neri » selettivi ed incisi dal Vago. Essi sottostanno, a loro volta, al « *Sass della luna* ». Questa serie, che si trova poco più d'un chilometro ad est del *profilo XX*, in allineamento tettonico, mi permette di completare la successione sotto alle alluvioni del Malmèra e del conoide di Selva: la piega-faglia può determinare anche qui contatto Sinemuriano-Maiolica: tuttavia, forse, con lembo stirato e scollato di *Rossi*, similmente a quanto avviene a Casa Ruppi.

Le faglie del *profilo XX*, sembrano conseguenza di scollamento ed elisione della serie ai fianchi dell'anticlinale; questa appare debolmente obliqua verso sud. Il nucleo sinemuriano, relativamente rigido, appare costipato e sottospinto a sud; e talmente sollevato da incunearsi parzialmente tra le plastiche formazioni del Cretacico. Le condizioni assiali dell'anticlinale liassica sono illustrate dal *Profilo longitudinale 24*. Le 4 faglie trasversali con breccie tettoniche comminate, in corrispondenza di valli selettive, testimoniano pure la rigidità dei calcarri sinemuriani; stile tettonico ben diverso da quello delle formazioni plastiche fliscoidi.

A sud della Vallata del Malmèra, la Cascina Zucchinello si trova sul «Sass della luna», appena rovesciato di 80°-75° a nord; più a sud la valletta interessa il Turoniano a «Scisti argillosi grigi», selettivi rispetto al «Sass della luna» ed alle soprastanti arenarie del Dosso del Roccolo (Turoniano-Coniaciano.). Salendo al Roccolo dei Danés, si interessano i conglomerati del Santoniano inferiore.

Il breve profilo XXI interessa l'anticlinale a «Sass della luna» di S. Giovanni delle Formiche (612), al proseguimento orientale del motivo antieclinale di Trecore. Esso viene a trovarsi 2 km più ad est del profilo XX. Per l'immersione dell'asse tettonico (*profilo assiale* a fig. 24), l'anticlinale presenta nucleo a «Scisti neri»; questi affiorano sul versante ovest, in posizione normale sulla Maiolica.

Sopra agli Scisti, si trova la serie completa del «Sass della luna» (Albiano-Turoniano inferiore), potente quasi 450 metri; le soprastanti arenarie del Turoniano superiore-Coniaciano formano i fianchi dell'anticlinale, che risulta obliqua a sud. Già vedemmo, che nel Bergamasco orientale la regressione marina, col deposito delle arenarie a breccioline, dové iniziarsi prima del Coniaciano, già nel Turoniano superiore (*Serie comprensiva del Quadro tettonico II*).

PROFILO XXII. — Viene tracciato lungo la Val Grappa-Zocco-M. Dratto-S. Filastro, sul versante occidentale della Valle Adrara. Esso si trova 4 km ad est del profilo XX e 2 km più ad est del profilo XXI).

Il ripiegamento del tratto settentrionale si può rilevare, risalendo la Val Grappa dal torrente di Val Pratellino. Qui, in fondovalle, è presente anticlinale costipata a «Sass della luna»: la grande frana a sud, mostra strati marnosi a reggipoggio, inclinati sui 75° a SSO.

Risalendo la Val Grappa lungo il torrente, la serie del «Sass della luna» risulta ripiegata a costituire due sinclinali oblique a sud. La Cascina Grappa si trova sui soprastanti «Scisti neri» pure rovesciati: la loro potenza appare più che raddoppiata, per il ripiegamento evidente nella profonda incisione del torrente, colla grande frana. In alto alla frana, gli «Scisti neri», rovesciati, sottostanno alla Maiolica.

Lungo la Val Grappa, la serie Albiano-Maiolica non risulta dislocata; ma, poco a monte, si trovano i disturbi tettonici già illustrati da DESIO (1).

Egli conclude trattarsi di fronte di falda, tagliata dalle tre faglie trasversali in zolle spostate progressivamente verso sud, partendo da

(1) DESIO A., *Appunti sulla tettonica della Valle Adrara* [25] pp. 2-5.

ovest (sua p. 5). La più occidentale delle tre faglie (indicate sul *Foglio geologico*) disloca, al suo limite meridionale, anche la Maiolica e gli « Scisti neri » (Valle Bescasolo). Nel profilo 2 di DESIO (p. 4), che interessa il Monte di Grone (poco a NO del mio profilo *XXII*), appare chiaro il sovrascorrimento del « Retico medio a coralli » sul « Rosso ad Aptici » – Maiolica (1).

Il versante sud della Val Pratellino (profilo *XXII*), a monte della frana, è costituito da « *Sass della luna* » a reggipoggio (75° SSO): sopra, sulla cresta di Zocco, si trovano i calcari puri bianchi, ormai quasi senza noduli di selce. Infatti, poco ad est essi fanno passaggio laterale ai calcari marnosi; ad ovest invece, i calcari bianchi selciosi si sviluppano sino alla Guina e sul versante occidentale di Punta Campo alto. Da Zocco al M. Dratto, è interessata la parte orientale della sinclinale arenacea di Foresto. Al Dratto, le arenarie inclinano di 42° NNE; sul suo versante meridionale, sino all'insellatura di Cedrina, affiora anticlinale obliqua di « *Sass della luna* », al proseguimento orientale dell'anticlinale Zandobbio-Trescore. Come appare in Valle Adrara, che incide l'anticlinale per circa 200 metri, gli strati del fianco meridionale sono raddrizzati e talora debolmente inversi. A sud, le arenarie, con banchi inclinati di 85°–80° verso la pianura, formano il Colle di Cedrina sino a S. Filastro (Villongo), che si trova sul terrazzo argilloso-ghiaioso giallo del *Fluvioglaciale Riss I*. Appena a sud, sotto alle alluvioni del piano, col ceppo basale, che affiora nel torrente Guerna, (*Fluvioglaciale Riss II*), indico i conglomerati ad *Acteonelle* del Santoniano inferiore. Questi affiorano, in allineamento tettonico, poco ad ovest (Cressa–Varinelli). La posizione del livello conglomeratico prova che tutte le arenarie della sinclinale di Foresto sono sottostanti; spettando perciò al Coniaciano, rispettivamente al Turoniano superiore. Soltanto le arenarie soprastanti ai conglomerati, che indico all'estremo sud del profilo *XXII*, sono del Santoniano.

LE ONDULAZIONI ASSIALI

L'andamento assiale, nel Bergamasco centrale ed orientale, è illustrato dai profili delle figg. 22–24; essi vennero rilevati al 25.000, e poi ridotti. Le ondulazioni longitudinali sono molto più deboli delle pieghe trasversali (profili I–XXII). Questi ultimi sono vicini tra loro (da un minimo di 600 m ad un massimo di 3 km; eccettuando l'intercalazione delle

(1) Nel 1942, ricordo di aver avuto il piacere di accompagnare ivi il chiar. prof. ARDITO DESIO, per attaccare i nostri due rilevamenti: Cretacico a sud, e Precretacico a nord.

valli, che allo sbocco nella pianura si allargano sino a 5-6 km): perciò si può dedurne anche l'andamento degli assi tettonici.

Bergamasco occidentale. — Gli assi, ad andamento ONO-ESE, mostrano ampie ondulazioni; e degradano sensibilmente ad est, verso la Val Brembana. Ciò risulta evidente nel torrente Sommaschio di Caprino, dove il Cenomaniano, di base al « Flysch turoniano » del Col Scarlasc, presenta generale inclinazione sui 25° a SE: nella vallata di Pontida, i banconi di « *Sass della luna* », con testate selettive, alternanti al « Flysch scistoso-argilloso grigio », mostrano inclinazione sulla decina di gradi ad est, verso la Val Brembana. Qui, nella zona di Brughiera, il « Flysch argilloso rosso » (Turoniano) inclina di 20° SSO; dimodoché l'asse tettonico risulta suborizzontale.

Bergamasco centrale. — Tra la Val Brembana e la Val Seriana, le pieghe assiali risultano più marcate: per la presenza, a nord, della brachisinclinale M. Giubilini-M. Pissol, a « Flysch scistoso grigio » (Cenomaniano-Turoniano); e più a sud-est, dell'anticlinorio albano Ponteranica-La Maresana-Ranica (*Foglio geologico*).

La sinclinale Giubilini-Pissol appare costipata e strizzata tra il « *Sass della luna* » e rovesciata verso sud, come illustrato nel profilo trasversale IX. L'asse tettonico longitudinale, come risulta anche dal profilo X, s'innalza al Lümbri, per riabbassarsi al M. Solino (profilo XI).

PROFILO ASSIALE DELL'ANTICLINORIO PONTERANICA-LA MARESANA-RANICA. — Viene illustrato dalla fig. 22, che interessa il profilo trasversale XI alla cerniera, in corrispondenza della Morla di Ponteranica. Ad ovest della Morla di Sorisole, il « Flysch scistoso-argilloso » presenta attenuate ondulazioni e degrada debolmente verso la Val Brembana. Almé si trova su ampio terrazzo ad argille gialle del *Fluvioglaciale Riss I*, mentre più ad ovest il terrazzo ghiaioso del *Fl. Riss II* che continua a sud colla Pianura, risulta ridotto. La scarpata sul Brembo, sotto Castello Vaglietto, è costituita da circa 40 metri di « *Ceppo* ». Sotto ad esso, si trovano 2-3 metri di arenarie gialle astiane e poi le argille azzurre del Piacenzano: queste affiorano sotto il « *Ceppo* » appena un chilometro a sud, all'Officina Elettrica di Paladina. Ricordo che nella zona, sotto la copertura cepposa, affiorano altri 6 lembi di Pliocene; da me indicati sul *Foglio*, e rilevati sin dal 1940. Le condizioni di giacitura nella zona del torrente Tornago, sul versante occidentale della Val Brembana (in continuazione del profilo 22), vennero illustrate in dettaglio in mio prece-

dente spaccato (1). L'affioramento pliocenico di Villa d'Almè (recentemente illustrato da GAFFURINI-FENAROLI (2)), trasgressivo sul «Sass della luna» (Albiano superiore) e sottostante al ceppo, si trova 700 metri a nord del mio profilo 22.

Ad ovest del motivo anticlinale Ponteranica-La Maresana, nella Morla di Sorisole e sino a Ponteranica, i banchi di «Sass della luna» immergono di 25°-30° a SO; nell'incisione della Morla di Ponteranica, l'inclinazione si attenua, e sulla cima del colle, tra La Maresana ed il Colle di Ranica, il «Sass della luna» pende ancora sui 15° ad ovest. Sul versante orientale, nella zona Gardellone-Fienile, si osservano pendenze prevalenti sui 30° est; poco sotto la Birondina ed a sud, riscontro l'ondulazione con contropendenza, indicata ad est del Fienile. A nord di Villa Ripa, situata sul *Ferretto*, i banchi di «Sass della luna» mostrano inclinazione generale verso est, sui 10°.

Sotto il terrazzo mindeliano di Villa Ripa, si trova il terrazzo ad argille gialle, con ciottoli anche calcarei, del *Fluvioglaciale Riss I*. L'abitato di Ranica, di alcuni metri più basso giace sul terrazzo ghiaioso del *Fluvioglaciale Riss II*, in continuazione a sud col «livello fondamentale della Pianura». Alla base della scarpata, appare il «Ceppo» che affiora spesso lungo il Serio (*Foglio*). Sotto al «Ceppo» giacciono le argille azzurre fossilifere del Pliocene: Piacenziano alla Nesa, circa 700 metri a nord del profilo 22; Astiano, 4 km più a SE, presso Torre dei Roveri (VENZO (3)).

Bergamasco orientale. — Ad est della Val Seriana, l'anticlinorio a «Sass della luna», con asse quasi orizzontale, interessa il M. Bastia, il Monte del Roccolo ed i colli ad est di Torre dei Roveri: qui, è sezionato dal profilo trasversale della fig. 21. Il profilo *XIII*, pure trasversale, interessa l'anticlinorio nella Valle di Albano-Monti d'Argon; il profilo *XIV* nella zona Cattoli-Rio Seniga. A sud, esso risulta ripiegato a ginocchio, con due successive pieghe oblique, vergenti a sud e degradanti verso la Pianura.

ANDAMENTO ASSIALE DELLA BRACHIANTICLINALE TRESCORE-ZANDOBBIO (Profilo a fig. 24). — Nella zona di Cenate di sotto, l'asse tettonico s'innalza notevolmente, per culminare ad est in corrispondenza della brachianticlinale liassica di Trescore-Zandobbio: è questa la massima

(1) VENZO S., *Rinvenimento di «Anancus arvernensis» nel Villafranchiano dell'Adda di Paderno*, 1950, p. 69, figg. 4 (Val Brembana).

(2) GAFFURINI FENAROLI P., *L'affioramento pliocenico di Villa d'Almè* [35]; p. 49-52.

(3) VENZO e GUAITANI, *Nuovo giacimento del Pliocene superiore a Torre dei Roveri* [86].

culminazione assiale di tutta la fascia cretacica del Bergamasco. La fig. 24 e la foto a Tav. IV, illustrano l'andamento tettonico; l'asse longitudinale passa a nord del colle di Aminella ed è tratteggiato a Tav. IV. Come risulta anche osservando tale foto, il profilo assiale, nella zona di Trescore, è un po' spostato a nord dell'asse tettonico: questo passa sul piano, all'incirca in corrispondenza della statale (vedi profilo trasversale XVIII). Tale spostamento fu necessario per interessare le formazioni sinemuriano-domeriane, esposte sul versante meridionale del Colle di Trescore. Il nucleo, a calcari sinemuriani, della brachianticlinale risulta sezionato trasversalmente dalla Val Cavallina, che lo incide per circa 200 metri.

Ad ovest della Val Cavallina (zona di Cascina del Colle di Trescore; foto Tav. IV), i banconi con testate sub-orizzontali del Sinemuriano superiore, col Domeriano al tetto, si trovano sulla quota 360: mentre ad est, sul Colle di Zandobbio (Villa di Grena), i calcari sinemuriani, superiormente erosi per almeno un centinaio di metri, si trovano a quota 460; ed inoltre con inclinazione molto debole verso est. Il raccordo tra essi non è in alcun modo possibile, cosicché sono indotto a pensare alla presenza di faglia, con rigetto superiore ai 200 metri.

Gli stiramenti ed elisioni di tratti della serie, riscontrati nella zona orientale dell'anticlinale, ai fianchi del nucleo rigido sinemuriano, più sollevato e costipato, mancano ad ovest della Val Cavallina; qui, infatti, la serie è completa e continua (profili XVII e XVIII). La diversità di stile tra le due porzioni dell'anticlinale, a ovest ed a est della Valle, convalida la supposizione di faglia trasversale lungo la stessa. Ciò potrebbe spiegare il regolare andamento NNE-SSO della bassa Val Cavallina; questa sarebbe selettiva, avendo eroso la zona fratturata della brachianticlinale, quasi perpendicolarmente all'asse. Il più forte sollevamento ad est, spiega inoltre la maggior larghezza dell'anticlinale da Entratico a Zandobbio (profilo XIX); e di conseguenza lo spostamento a nord, di circa mezzo chilometro, della serie Domeriano-Aptiano di Val della Colta, rispetto a quella antistante del versante nord del Colle di Trescore (*Foglio* e profilo trasversale XVIII).

Ad est di Zandobbio, il Sinemuriano subsaccaroide risulta interessato da altre due vallette selettive, che seguono faglie subparallele alla Val Cavallina, con fratturazione comminuta dei calcari. Nella prima di esse, le faglie sono almeno due con breccie di frizione (1) molto potenti.

(1) Per aggiornamento della nomenclatura vedi: MALARODA R., *Revisione ed aggiornamento della sistematica delle tettoniti a deformazione post-cristallina* (Miloniti I. s. Auct.). [42]; pp. 3-24.

Sul versante orientale della valletta, i calcari bianchi, minutamente fratturati e con stratificazione indistinta, sono interessati da due grandi cave di ghiaino, in attività (Cava e Stabilimento Brignoli, a sud; Mecca, 300 metri a nord). Il ghiaino naturale viene macinato e messo in commercio per la fabbicazione di piastrelle in graniglia bianca (*marmette* della edilizia). Risalendo la valletta lungo la carraeccia orientale, i calcari risultano sempre minutamente fratturati: 700-800 metri a NE della Cava Mecca, essi sono interessati da altra grande cava abbandonata ed allineata colle due inferiori. Al versante occidentale della valletta, il sentiero che sale a Grena, interessa pure i calcari sinemuriani frizionati, sino in cresta. Perciò nel profilo assiale 24 indico due faglie: il rigetto, benché non evidente, sembra ridotto. Verso nord le breccie tettoniche del nucleo sinemuriano si attenuano sino a scomparire, come indico sul *Foglio*.

La più orientale Valle Roncatica (subito ad ovest di Selva), mostra la stessa origine, risultando pure selettiva. I calcari sinemuriani, verso il fondovalle, sono intensamente tettonizzati e si seguono anche lungo il corso superiore del torrente, sino quasi sotto i « Sommi di là ». Le faglie, all'incirca perpendicolari all'asse tettonico e più marcate in basso del nucleo sinemuriano, risultano subparallele alla Val Cavallina: costituendo altra importante riprova sulla presenza di faglia in corrispondenza di essa.

Sotto ai « Sommi di là », i calcari sinemuriani ed il Domeriano cominciano ad immergersi verso est. I « Rossi » a NE di Cascina Ruppi, risultano strizzati e fagliati: le « Radiolariti » ed il « Rosso Aptici » sono qui elisi, ma un lembo strizzato di « Rosso con Aptici » affiora più in basso, nel torrentello. Il Toarciano ammonitifero, laminato (e con *Ammoniti* compresse e deformate), si trova in contatto per faglia colla Maiolica: più a nord, ai « Sommi di là », il disturbo si accentua, con contatto Pliensbachiano rosa (fossilifero)-Maiolica (profilo trasversale XX).

Più ad est, come appare dalla fig. 24, la serie Maiolica-« Scisti neri » immurge sotto al « Sass della luna » di S. Giovanni delle Formiche: qui, l'anticinale, con asse vieppiù abbassato, risulta racchiusa tra le arenarie (profilo trasversale XXI).

PROFILO ASSIALE DELLA FIG. 23. — Seziona longitudinalmente la serie, un paio di chilometri a nord del profilo 24, del quale è subparallelo. Esso decorre da S. Ambrogio alla Valle Adrara (nord di Gazzenda); interessando la debole anticinale albiana, fagliata, della bassa Val Cavallina (300 metri a NE di Entratico) e la brachisinclinale ad arenarie di Foresto. Questa risulta la massima depressione assiale della fascia cretacea bergamasca.

Ad ovest della Val Cavallina, il profilo assiale è tagliato dai profili trasversali XVI–XVIII. S. Ambrogio, al limite occidentale della fig. 23, si trova mezzo chilometro ad ovest di Cà Lazzarini (profilo trasversale XVI): sino alla Val Cavallina, l'asse risulta appena ondulato, con cenno ad ampia ma debole anticlinale di «Sass della luna», in corrispondenza della Valle stessa: è molto verosimile che la faglia riscontrata 2 km a sud, nel profilo assiale 24, interessi anche il «Sass della luna». Ciò sembra convalidato dal calcolo della potenza del «Sass della luna» sotto il «Flysch scistoso turoniano», nonché dall'andamento degli strati. Infatti, ad est, la medesima serie risulta più sollevata; in analogia col maggior sollevamento della zona orientale dell'anticlinale Zandobbio–Trescore, rispetto a quella più occidentale (profilo assiale fig. 24).

In Val Cavallina, il «Sass della luna» è coperto dal terrazzo ghiaioso del *Fluvioglaciale Riss II*; raccordato, a nord colla morena frontale di Grone (*Riss II*), ed a sud colla Pianura (VENZO, *Val Cavallina* 1949; p. 94, fig. 2). Esso appare ceppo, alla base delle scarpate. I sottostanti terrazzi ghiaiosi si raccordano colle cerchie del Würm. Il fondo-valle della Val Cavallina risulta raccordato a nord colla morena würmiana del Castello (*Würm II*), che sbarra il Lago di Endine: perciò esso deve attribuirsi al tardo *Fluvioglaciale Würm* e non all'*Alluvium*. Un paio di chilometri a sud, allo sbocco della valle nella Pianura, risultano evidenti (Tav. IV): il terrazzo del Mindel, quello del Riss II («livello della Pianura»), nonché i sottostanti delle tre fasi fluvioglaciali del Würm.

Ad est della Val Cavallina, il profilo assiale è intersecato dai profili trasversali XIX, XX e XXII: il primo di essi interessa l'alta Val del Corno, presso la confluenza della Val Penacino. Qui, il «Sass della luna» immerge, sui 20°–25° ad est, sotto agli *Scisti neri* del Cenomaniano. Sul versante occidentale del Colle della Sentinella (tra il M. Sega ed il Campo alto), sopra ad essi, affiora il «Flysch scistoso grigio», con alteranza di bancone marnoso (Turoniano inferiore). Tale facies, ad oriente, passa lateralmente al «Sass della luna», che si sviluppa in alto sin sotto alle arenarie (profili trasversali XXI e XXII).

Il «Flysch scistoso» passa in alto ai calcari bianchi, con selci (Turoniano inf.), sottostanti alle arenarie. Queste, regolarmente inclinate ad est, costituiscono il fianco occidentale della brachisinclinale di Foresto. Nella zona più depressa della conca (Franzi), le arenarie sono coperte dal *ferretto* del Mindel.

GEOMORFOLOGIA

Selettività della serie cretacica. — La successione fliscioide costituisce le colline a dolce morfologia, caratteristiche della fascia prealpina esterna del Bergamasco. Nel descrivere i profili trasversali, ebbi già ad accennare alle formazioni selettive: le condizioni generali di selettività sono illustrate dai *Quadri* delle figg. 17 e 18.

Dal basso, troviamo gli *Scisti neri* del Barremiano sup.–Albiano inf.; per la facies argillosa, essi risultano molto erodibili, rispetto alla sottostante Maiolica ed al «Sass della luna» di tetto. In corrispondenza di essi troviamo perciò «*valli selettive susseguenti*» o insellature.

Nel Bergamasco occidentale, alle propaggini meridionali dell'Albenza, riscontro: la valle Fosca e la valletta orientale antistante, appena a nord di Torre dei Busi; la Val Veschiera e la Sella di Burligo (fig. 6 nel testo; profili trasversali VI e VII); la valle di Palazzago, a nord del Monte Brocchione.

Nel Bergamasco centrale, sono selettive la Val del Giongo (profili VIII e IX) e l'insellatura a nord del Lümbrie (profilo X); nel Bergamasco orientale, l'ampia Vallogna di Cornale (profili XII, XIII), l'insellatura a nord del M. Bästia (profilo XIV) e del Falòe (profilo XV). Più ad oriente, troviamo: le vallecole dell'alto Vallotello, ad est del M. Misma; il valloncello del torrente Closale di Borgo di Terzo (profilo XVIII); e più ad est della Val Cavallina, la bassa Val Bescasolo, la Val dei Ronchi e l'insellatura a nord del Col Croce. Similmente a nord della brachianticlinale di Trescore, la fascia di *Scisti neri* determina insellature selettive; come quella di Prato Bergamo, tra il Colle di Trescore ed il Monte Sasser (profilo XVII).

Il «Sass della luna» coi suoi banchi massicci, seppur marnosi, è più resistente all'erosione. Costituisce perciò la fascia mediana, a morfologia meno molle e spesso diruta, delle colline cretaciche: esse presentano aspetto carsico, piuttosto brullo, in genere con bosco ceduo. Il «Sass della luna» se con strati a reggipoggio, può formare pareti: come nel caso delle Corne di Bisone, nel Bergamasco occidentale (fig. 1; profili II e III).

Come risulta dal Quadro a fig. 18, il soprastante Cenomaniano, a *Scisti neri*, grigi e rossi, è pure facilmente erodibile e può dar luogo a val-

lecole selettive. Le condizioni di erodibilità del Turoniano a « Flysch scistoso-argilloso », caratterizzato da dolce morfologia, sono illustrate nello spaccato VI, nei *Quadri* 17 e 18, nonché nella foto a fig. 3. Le alternanze a banconi marnosi, massicci, con testate più difficilmente erodibili, danno luogo a caratteristica morfologia selettiva, evidente, per esempio, nel profilo VI: anche le cascate dei torrentelli, sul versante meridionale della vallata di Pontida, sono selettive. Esse si trovano sempre in corrispondenza dell'alternanza calcareo-marnosa massiccia, entro il « Flysch scistoso argilloso ». La medesima facies è interessata, poco ad ovest, dalle figg. 8-10 nel testo.

Nel Bergamasco orientale, tra le Bocche di Gavarno e la Val Cavallina, il « Flysch scistoso-argilloso » forma le pieghe al nucleo dell'ampio sinclinorio a « *Sass della luna* » (profili XIII-XVII): esse costituiscono ripiani o deboli insellature selettive, con prati, campi, vigneti o castani; in singolare contrasto morfologico col roccioso e brullo « *Sass della luna* », a bosco ceduo.

Nel « Flysch scistoso-argilloso » sono incise le ampie valli longitudinali di Pontida (profili V-VII) e del Petosino-Valtesse (profili VIII e IX). Ad est della Val Seriana, risulta tettonicamente allineata l'ampia « *vallata selettiva susseguente* » di Albano S. Alessandro, nord del Monte Tomenone (profilo XVII). Invece, ad oriente della Val Cavallina, l'allineata Val Malmèra interessa gli *Scisti neri* inferiori, nonché la zona tettonizzata a sud del nucleo sinemuriano dell'anticlinale di Zandobbio.

A sud della Val Malmèra (angolo SE del *Foglio*), il Flysch scistoso-argilloso appare molto ridotto in potenza, per passaggio laterale alla facies marnosa: per la maggior erodibilità rispetto al sottostante « *Sass della luna* » (Albiano-Cenomaniano) e le soprastanti arenarie, esso costituisce le insellature ad est di Montecchio (Cascina La Torre ecc.).

La più esterna catena collinosa verso la Pianura, ad arenarie e conglomerati (Coniaciano-Santoniano), è pure selettiva (*Foglio*). Inferiormente alla serie, alle pendici settentrionali delle colline, dove affiora il Flysch scistoso-argilloso, — le arenarie sono un po' argillose: perciò facilmente erodibili ed a dolce morfologia (spesso con castagneto). Col Coniaciano medio, esse, non più argillose, passano a banchi compatti. Sono queste le arenarie che formano la cresta delle colline allineate da ONO a ESE: nella Brianza orientale, il Monte S. Genesio (*Carta Adda e Foglio Geologico Como*); nel Bergamasco occidentale, il M. dei Frati-M. Canto basso (profili V-VII). Nel Bergamasco centrale, la collina di S. Vigilio (Bergamo), presenta in cresta i conglomerati o le arenarie del Santoniano inferiore (profili VIII-XI). Nel Bergamasco orientale, la

cresta collinosa, culminante col M. Tomenone, risulta pure costituita dalle arenarie coniaciane. Ad est della Val Cavallina, è costituita da arenarie talora coll'intercalazione conglomeratica, la catena collinosa sviluppata da Carrobbio degli Angeli-Col Croce-Monti di Chiuduno - Colle Cedrina, sino a Sarnico (profili XIX-XXII).

Osservazioni sulla posizione delle valli bergamasche, allo sbocco verso la pianura. - Le valli, a generale orientamento NNE-SSO, che nel tratto inferiore attraversano la serie fliscioide del Bergamasco, sono: la vallata dell'Adda di Calolzio-Brivio-Paderno, la Val Brembana, la Val Seriana, la Val Cavallina e la valle Adrara.

La valle dell'Adda, al limite occidentale del *Foglio Bergamo*, è di origine glaciale: conseguenza cioè dell'esarazione delle varie lingue glaciali, che giungevano a sud, sino alle rispettive fronti moreniche della zona Paderno (*Mindel II*) - Brivio (*Würm IV*). Ciò è chiarito nella mia *Carta dell'Adda*. Nel Quaternario più antico, la valle dell'Adda di Brivio-Paderno doveva essere esigua, e ridotta a breve tratto della zona prealpina: lo dimostrano i conglomerati, escusivamente calcarei, che stanno sopra alle argille lacustri plioceniche a *Mastodon arvernensis* (Villafranchiano caldo). Soltanto la glaciazione Günziana aprì il varco all'Adda valtellinese, come provano le ghiaie e sabbie valtellinesi del *Fluvioglaciale Günz*, sottostanti al ceppo poligenico. Quest'argomento fu oggetto di mie apposite pubblicazioni [95, 98, 99, 102].

Le altre vallate del Bergamasco sono « *valli consequenti* » al sollevamento di emersione, d'incisione già miocenea.

Allo sbocco della Val Brembana nella piana di Almè, il Brembo incide gli strati subverticali dei « Rossi » - Maiolica - Scisti neri: essi si corrispondono esattamente sulle due rive, senza alcun cenno a disturbi tettonici. Più a sud, la valle coincide con ampia ma attenuata depressione assiale della serie « *Sass della luna* » - Flysch scistoso argilloso.

Notevole spostamento assiale si riscontra invece nelle colline arenacee (Coniaciano-Santoniano), sui due versanti: ad ovest la collina M. Canto basso-Mapello; ad est, la collina Sombreno-Bergamo, con asse spostato di almeno 3 km a NE. Questo fatto, piuttosto che connesso con originaria rientranza della costa allo sbocco di valle (con deposito anche dei conglomerati litorali ad *Acteonelle* e *Ippuriti*), mi sembra dovuto a causa tettonica: maggior spinta da SO, in corrispondenza della zona orientale (*Foglio*). La valle del Brembo avrebbe seguito, nel tratto inferiore del suo corso, tale disturbo tettonico.

La depressione della bassa Val Brembana, come pure quella della bassa Val Seriana, esistevano a mo' di estuari, già nel Piacenziano: per la trasgressione del Pliocene inferiore (Postponitica), il mare invase la bassa Val Brembana sino a Clanezzo (1, 2), come dimostrano i vari lembi di argille fossilifere marine (*profilo assiale* a fig. 22; VENZO (3, 4); GAFFURINI (5)). In Val Seriana, il mare si addentrava sino ad Albino (MARTINIS (6)): più al largo, il Pliocene è testimoniato dai lembi affioranti a Nese ed a Torre dei Roveri (VENZO (7)), che risultano trasgressivi sul «Sass della luna».

La presenza di profondi estuari nel Pliocene inferiore, prova che le valli bergamasche furono soggette a lungo ciclo d'erosione, già nel Miocene.

Allo sbocco della Val Seriana, il «Sass della luna» si trova in ampia sinclinale, come appare anche dal *profilo assiale* 22: ma non si osservano disturbi tettonici. Questo è invece il caso della bassa Val Cavallina, con decorso regolare NE-SO, perpendicolare agli assi tettonici. Essa, nel tratto inferiore, s'impostò in corrispondenza della faglia trasversale illustrata sul *Foglio* e nel *profilo assiale* 24. L'antico Cheroio dovè interessare il nucleo tettonizzato, più erodibile, dell'anticlinale liassica Trescore-Zandobbio. Nè si può escludere, che anche nel tratto più a nord sino a Grone, la Val Cavallina sia selettiva e segua la medesima frattura, ora mascherata dalle formazioni diluviali. Tra Borgounito e Grone, la valle, assai ristretta, incide la serie Lias medio-Maiolica; ma questa non è corrispondente sui due versanti.

Infatti la serie occidentale risulta più spinta a nord: più ad est, le stesse formazioni, in allineamento, sono interessate da altri 3 disturbi tettonici, indicati sul *Foglio* e già illustrati da DESIO (8).

(1) DESIO A., *Studi geologici sulla regione dell'Albenza*, p. 54 e Carta geologica 25.000.

(2) CHIESA C., *Notizie sulla fauna pliocenica di Clanezzo in Valle Imagna* [10].

(3) VENZO S., *Rinvenimento di Anancus* [99]; p. 69, fig. 4.

(4) VENZO S., *Geomorphologische Aufnahme des Pleistozäns* [102]; p. 122, fig. 10.

(5) GAFFURINI FENAROLI, *L'affioramento pliocenico di Villa d'Almè* [35].

(6) MARTINIS B., *Nuovo contributo alla conoscenza del Pliocene del sottocuolo di Albino* [50].

(7) VENZO e GUAITANI, *Nuovo giacimento del Pliocene superiore a Torre dei Roveri* [86].

(8) DESIO A., *Appunti sulla tettonica della valle Adrara* [25]; p. 2, fig. 1.

Ad est di Zandobbio, sono selettive le due vallette che incidono il nucleo sinemuriano della brachianticlinale, seguendo i calcari tettonezzati, lungo faglie subparallele a quella della Val Cavallina (*profilo assiale 24*).

La più orientale *valle conseguente* del Bergamasco è la valle Adrara, che nel corso inferiore incide la serie dalla Maiolica alle arenarie, perpendicolarmente agli assi tettonici.

Le condizioni geomorfologiche dei depositi quaternari, sezionati dai vari spaccati, esorbitano dal presente studio sul Flysch: ma di esse trattai in precedenti lavori, elencati nell'indice bibliografico.

ELENCO DELLE OPERE CITATE

- [1] AIRAGHI C., *Inocerami del Veneto*. « Boll. Soc. Geol. It. », vol. 23, Roma, 1904.
- [2] ARGAND E., *Plissements précurseur et plissements tardifs des chaînes de montagnes*. « Actes Soc. Hel. Sc. Nat. », 101ème session. Neuchâtel, 1921.
- [3] BORGHETTI P., *Nuovo giacimento pliocenico presso Martinengo (Bergamo)*. « Boll. Soc. Geol. It. », vol. LX, fasc. 5. Roma, 1941.
- [4] BRÜCKNER W., *Lithologische studien und zyklische Sedimentation in der Helvetischen Zone der Schweizeralpen (Kreide-Eozän Serie)*. « Geologische Rundschau, Internationale Zeitschrift für Geologie ». Ferdinand Enke Verlag. Stuttgart, Bd. 29, Heft 1, 1951; pp. 196-211.
- [5] CACCIAMALI G. B., *Morfogenesi delle Prealpi Lombarde ed in particolare di quelle della provincia di Brescia*. Brescia, Tip.-Litograf. F.lli Geroldi 1930.
- [6] CADISCH J., *Geologie der Schweizer Alpen*. Basel, 1953.
- [7] CAFFI E., *Sul deposito di argille del Petosino (Sorisole, Provincia di Bergamo)*. 1938.
- [8] CAROZZI A., *Rythmes de sédimentation dans le Crétacé helvétique*. « Geologische Rundschau », Stuttgart, Bd. 39, Heft 1, 1951; pp. 177-195.
- [9] CITA M. B., *Ricerche stratigrafiche e micropaleontologiche sul Cretacico e sull'Eocene di Tignale (Lago di Garda)*. « Riv. It. Paleont. », Anno LIV, n. 2. Milano, 1948.
- [10] CHIESA C., *Notizie sulla fauna pliocenica di Clanezzo in Valle Imagna*. « Natura », vol. XIX. Milano, 1928.
- [11] COZZAGLIO A., *Foglio geologico Brescia*. R. Ufficio Geologico, 1939.
- [12] DE ALESSANDRI G., *Fossili cretacei della Lombardia*. « Palaeont. Ital. », IV, Pisa, 1898.
- [13] DE ALESSANDRI G., *Osservazioni geologiche sulla Cretz e sull'Eocene della Lombardia*. « Atti Soc. It. Scienze Nat. », vol. 38, Milano, 1899.
- [14] DE ALESSANDRI G., *Nuovi fossili del Senoniano lombardo*. « Rend. R. Ist. Lombardo di Sc. e Lett. », serie II, vol. XXXIV, Milano, 1901.
- [15] DE ALESSANDRI G., *Il gruppo del Monte Misma (Prealpi bergamasche)*. Con Carta geologica 1 : 25.000. « Atti Soc. It. Scienze Nat. », vol. 42. Milano, 1903.
- [16] DE ALESSANDRI G., *Sezioni geologiche attraverso il gruppo del Monte Misma*. Ibid., vol. 43. Milano, 1904.
- [17] D'ERASMO G., *L'ittiofauna cretacea dei dintorni di Coméno nel Carso Triestino*. « Atti R. Acc. Scienze fisiche e matematiche della Soc. Reale di Napoli », vol. II, serie 3, n. 8. Napoli, 1946.
- [18] DESIO A., *La Creta nel Bacino di Firenze*. « Palaeont. Ital. », vol. XXVI. Pisa, 1920.

- [19] DESIO A., *Su alcuni depositi lacustri singolari della Lombardia*. « *Natura* Riv. Sc. Nat. », vol. XIX. Milano, 1928.
- [20] DESIO A., *Studi geologici sulla regione dell'Albenza (Prealpi Bergamasche)*. « *Mem. Soc. It. Sc. Nat.* », vol. X, fasc. I. Milano, 1929. Carta geologica 1 : 25.000.
- [21] DESIO A., *Caratteri fisici e geologici della provincia di Milano*. « *Ann. Speriment. Agraria* », vol. XXXII. Carta geologica 1 : 100.000. Roma, 1938.
- [22] DESIO A., *Appunti ed osservazioni sul glaciale della valle Brembana (Bergamo)*. « *Riv. Geogr. It.* », Annata LI, 1944.
- [23] DESIO A., *Appunti sul glaciale della Valle Seriana e della Valle Cavallina*. *Ibid.*, fasc. IV-VI, 1944.
- [24] DESIO A., *Sulla costituzione geologica dei dintorni di Trescore Balneario (Bergamo)*. « *Atti Soc. It. Scienze Nat.* », vol. LXXXIII. Milano, 1944.
- [25] DESIO A., *Appunti sulla tectonica della valle Adrara (Bergamasca)*. « *Ist. Lomb. Scienze e Lett. Rend., Cl. di Scienze* », vol. LXXVII, fasc. I. Milano, 1944.
- [26] DESIO A., *Qualche nuovo dato sul Glaciale della Valle Brembana e della Valle Seriana in Lombardia*. « *Rend. Acc. Lincei* », Classe di Sc. fis., mat. e nat. vol. XII, pp. 20-22, fasc. I, Roma, gennaio 1952.
- [27] DESIO A., *Foglio geologico Bergamo (Precretacico)* « *Servizio Geologico d'Italia* », Roma, 1953.
- [28] DE GROSSOUVRE A., *Ammonites de la Craie supérieure*. « *Mém. pour servir à l'explication de la Carte géol. détaillée de la France* », 1893.
- [29] DE SITTER L. U. e DE SITTER-KOOMANS C. M., *The geology of the Bergamasca Alpe Lombardia, Italy*. « *Leidsche Geologische Mededelingen* », Deel XIV B, 1949; with Maps and Sections (50.000).
- [30] DE SITTER L. U., *Le style structural nord-pyrénéen dans les Alpes bergamasques*. « *Bull. Soc. Géol. France* », XIX, 1949; pp. 617-621.
- [31] FABIANI R., *Giacitura ed età degli scisti bituminosi di Mollaro*. « *Natura* », XIV. Milano, 1923.
- [32] FABIANI R., *Trattato di Geologia*. Roma, Istituto Grafico Tiberino, 1952.
- [33] FELIX J., *Die Kreideschichten bei Gosau*. « *Palaeontographica* », 54, Stuttgart, 1907-8.
- [34] FLORIDIA G. B., *Sul rinvenimento di Orbitoidi non rimaneggiate nel flysch lombardo*. « *Boll. Soc. Geol. It.* », Roma, 1935.
- [35] GAFFURINI FENARELLI P., *L'affioramento pliocenico di Villa d'Almè (Bergamo)*. « *Riv. It. Paleont.* », vol. LVII, num. 2. Milano, 1951.
- [36] GANDOLFI R., *Ricerche micropaleontologiche e stratigrafiche sulla scaglia e sul flysch cretacico dei dintorni di Balerna (Canton Ticino)*. *Ibid.*, XLVIII. Milano, 1942.
- [37] GERANZANI C. S., *Osservazioni stratigrafiche sul Cretacico superiore dei dintorni di Merone (Como)*. « *Riv. Ital. Paleont.* », vol. LV, N. 2. Milano, 1949.
- [38] GUAITANI F., *Revisione della fauna dei lembi pliocenici delle Prealpi lombarde*. *Ibid.*, vol. L, fasc. 2. Milano 1944.

- [39] HAUG E., *Traité de Géologie 3, Période crétacée*. Paris, 1917.
- [40] LUGEON e GAGNEBIN, *Une ammonite cénonmanienne dans le Flysch de la Breggia (Tessin méridional)*. « Ecl. geol. helveticae », vol. 37, n. 2-dicembre 1944.
- [41] MALANCHINI L. e ROSSI C., *Sulla presenza di argille fossilifere del Pliocene nel sottosuolo di Bergamo*. « Riv. It. Paleont. », XLVIII, fasc. 4. Milano, 1942.
- [42] MALARODA R., *Revisione e aggiornamento della sistematica delle tetttonite a deformazione post-cristallina (Miloniti l. s. Auct.)*. « Rend. Soc. Mineral. It. », anno III. Pavia, 1946.
- [43] MARCHEZINI E., *Strati ad orbitoidi maestrichtiane nel Flysch del Sannio*. « Atti Soc. Tosc. Scienze Nat. Memorie », vol. XLIX. Pisa, 1941.
- [44] MARCHEZINI E., *Orbitoidi cretacei del monte Conero presso Ancona*. « Boll. Soc. Geol. It. », vol. LX. Roma, 1942.
- [45] MARIANI E., *Foraminiferi del calcare cretaceo del Costone di Gavarno in Val Seriana*. « Boll. Soc. Geol. It. », vol. VIII, fasc. 3. Roma, 1888, pp. 3-12.
- [46] MARIANI E., *Alcune osservazioni sui terreni cretacei tra il Serio e l'Oglio*. Gargenti, 1889.
- [47] MARIANI E., *Ammoniti del Senoniano lombardo*. « Mem. R. Ist. Lombardo Sc. Lett. », vol. XVIII, fasc. IV. Milano, 1898.
- [48] MARIANI E., *Ricerche micropaleontologiche su alcune rocce della Creta lombarda*. « Atti Soc. It. Scienze Nat. », vol. XXXVIII, fasc. 1-2. Milano, 1899; pp. 195-202.
- [49] MARTINIS B., *Sulla presenza del Pliocene marino nel sottosuolo di Albino (Pre-alpi Bergamasche)*. « Riv. Ital. Paleont. », vol. LIV, fasc. 2. Milano, 1948.
- [50] MARTINIS B., *Nuovo contributo alla conoscenza del Pliocene del sottosuolo di Albino* (Bergamo). Ibid., vol. LVII. Milano, 1951.
- [51] MARTINIS B., *Carta Geologica delle Tre Venezie. Foglio Gorizia*. Ufficio Idrografico del Mag. Acque. Venezia, 1951.
- [52] MARTINOTTI A., *Foraminiferi della molassa di Varano (Varesotto)*. « Atti Soc. It. Scienze Nat. », vol. LXII. Milano, 1923.
- [53] MELENDEZ B., *El problema paleobiológico de los Chondrites*. Publicado en el numero 14 de la « Revista Estudios Geológicos ». Instituto Lucas Mallada de investigaciones geológicas. Madrid, 1951.
- [54] MENEGHINI J., *Monographie des fossiles du calcaire rouge ammonitique (Lias supérieur) de Lombardie et de l'Appennin central*. Milano, 1867-81.
- [55] MOESCH C., *Monographie der Pholadomyen*. « Mem. Soc. Pal. Suisse », 1-2. 1874-5.
- [56] MORET L., *Précis de Géologie*. Masson et C. Editeurs. Libraires de l'Académie de Médecine 120, Boulevard Saint-Germain. Paris, 1947.
- [57] NANGERONI L. G., *Carta geognostico-geologica della Provincia di Varese con uno studio su la Geologia*, ecc. Varese, Ist. Tecnico Daverio, 1932.
- [58] NOVARESE V., STELLA A., REPOSSI E., MERLA G., REDINI R., *Carta geologica d'Italia. Foglio Como*. Roma, 1937.

- [59] NOVARESE V., MATTIROLO E., TARICCO M., PULLÉ G., FOSSA MANCINI E., CATALISANO S., *Carta geologica d'Italia*, Foglio Varese. Roma, 1932.
- [60] ORLINI A., *Notizie geologiche sul Cretacico dei dintorni di Brescia*. « Boll. Soc. Geol. It. », vol. LXVIII. Roma, 1949.
- [61] PARONA C. F., *Considerazioni sulla serie del Giura superiore e dell'Infracretacico in Lombardia a proposito del rinvenimento di fossili del piano barremiano*. « Rend. R. Ist. Lombardo di Sc. e Lett. », II, vol. XXIX, fasc. IV. Milano, 1896.
- [62] PATRICIU V. e TEICHMÜLLER R., *Die kretazischen Oelschiefer und Globigerinenkalke des Nonnberges*. « Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. », Bd. 52. Berlin, 1930.
- [63] RASSMUS H., *Zur Geologie der Vall'Adrara*. « Zeitschr. d. d. geol. Gesell. B. Monatsber. », n. 4, 1912. Brieflieche-Mitteilungen, p. 322.
- [64] REDTENBACHER A., *Cephalopodenfauna der Gosauschichten in den nordöstlichen Alpen*. « Abhandl. k. k. geolog. Reichsanst. », V. Bd., Wien, 1871-1873.
- [65] RENZ O., *Ricerche stratigrafiche e micropaleontologiche sulla Scaglia (Cretaceo superiore-Terziario) dell'Appennino centrale*. « Mem. descr. Carta Geologica d'Italia », vol. XXIX. Roma, 1951.
- [66] REPOSSI E., *Il conglomerato di Como*. « Atti Soc. It. Scienze Nat. », vol. 61. Milano, 1922.
- [67] RODIGHIERO A., *Il sistema Cretaceo del Veneto occidentale compreso fra l'Adige e il Piave, con speciale riguardo al Neocomiano dei Sette Comuni*. « Pal. Ital. », vol. XXV. Pisa, 1919.
- [68] ROMAN FR., *Les ammonites jurassiques et cretacées. Essai de Genera*. Masson et Cie, Editeurs, Boulevard Saint-Germain 120. Paris, 1938.
- [69] SACCO F., *Carta Geologica d'Italia. Foglio Milano*. R. Ufficio Geologico. Roma, 1931.
- [70] SACCO F., *Carta Geologica d'Italia. Foglio Treviglio*. Ibid., Roma, 1931.
- [71] SCHLÜTER C., *Cephalopoden der oberen deutschen Kreide*. « Palaeontographica », XXI, IV, Lief. 1872.
- [72] SCHLÜTER C., *Cephalopoden der oberen deutschen Kreide*. Ibid., XXIV, 1876.
- [73] SELL R., *La geologia dell'alto bacino dell'Isonzo (Stratigrafia e tectonica)*. « Giornale di Geologia », Bologna, 1953.
- [74] SPATH L. F., *Ammonoidea of the Gault (Anisoceras armatum)*. « Palaeont. Society », XCII, Part. XIII, 1938. London, 1939.
- [75] STOLICZKA F., *Cretaceous fauna of southern India*. Vol. III, Nos. 5-8. Ser. VI. The Pelecypoda. Calcutta, 1871.
- [76] TARAMELLI T., *Di un ammonite raccolto nel terreno cretaceo dei colli di Bergamo*. « Rend. R. Ist. Lombardo di Sc. e Lett. », ser. II, vol. XXVI, fasc. IV. Milano, 1893.
- [77] TERCIER J., *Le Flysch dans la sédimentation alpine*. « Ecl. Geol. Helvetiae », vol. 40, n. 1, 1947.
- [78] TEIXEIRA C., *Flora mesozoica portuguesa. I Parte*. Lisboa, 1948; 45 tavole.

- [79] VAN DER WEIJDEN W. J., *Die Macrofauna der hervenschen Kreide mit besonderer Berücksichtigung der Lamellibranchiaten*. « Mededelingen van de Geologische Stichting », Serie C. IV-2-N. 1. Maastricht, 1943.
- [80] VECCHIA O., *Tettonica della Conca Sabina in Lombardia*. « Società Ital. Progr. Scienze », Roma, 1950.
- [81] VENZO S., *Il Neogene del Trentino, del Veronese e del Bresciano*. « Mem. Museo di Storia Naturale della Venezia Tridentina », vol. II, fasc. 2. Trento, 1934.
- [82] VENZO S., *Cefalopodi del Cretaceo medio-superiore dello Zululand*. « Palaeont. Ital. », vol. XXXVI, anno 1936. Pisa, 1936.
- [83] VENZO S., *Studio geotettonico del Trentino meridionale-orientale tra Borgo di Valsugana e M. Coppolo*. Con Carta geologica e profili 1 : 25.000. « Mem. Ist. Geol. R. Univ. Padova », vol. XIV. Padova, 1940.
- [84] VENZO S., *Carta geologica delle Tre Venezie. Foglio Feltre* (Terzo meridionale) Ufficio Idrografico Mag. Acque. Venezia, 1941.
- [85] VENZO S., *Carta geologica delle Tre Venezie. Foglio Belluno* (Terzo meridionale). Ibid., 1941.
- [86] VENZO S., e GUAITANI F., *Nuovo giacimento del Pliocene superiore a Torre dei Roveri, nelle Prealpi Bergamasche*. « Riv. Ital. Paleont. », anno 49, fasc. 1. Milano, 1943.
- [87] VENZO S., *Studi geomorfologici sul Trentino centrale con particolare riguardo alla Val d'Adige nella regione di Trento*. « Atti Soc. It. Scienze Nat. », volume LXXXII. Milano, 1943.
- [88] VENZO S., *Studio geomorfologico sull'Altipiano di Lavarone e sull'alta Valsugana (Trentino). Raffronti colla bassa Valsugana e la Val d'Adige*. Ibid., vol. LXXXIII. Milano, 1944.
- [89] VENZO S., *Rilevamento geomorfologico della Val Cavallina a sud del Lago d'Endine (Bergamasco orientale) con particolare riguardo al Glaciale*. Ibid., vol. LXXXIV (1945). Carta geologica 1 : 25.000.
- [90] VENZO S., *Carta geologica delle Tre Venezie. Foglio Bassano del Grappa (a e b)*. Ufficio Idrografico Mag. Acque. Venezia, 1946.
- [91] VENZO S., *Rilevamento geomorfologico dell'apparato morenico dell'Adda di Lecco. Notizia preliminare*. « Atti della Società Geografica Italiana », XIV Congresso, Bologna, 1947. Bologna, 1948; pp. 384-386.
- [92] VENZO S., *Rilevamento geomorfologico della Brianza orientale e del Bergamasco sud-occidentale, con particolare riguardo al Flysch e all'apparato morenico dell'Adda di Lecco*. « Boll. Soc. Geol. It. », 1948, fasc. 1. Roma, 1947.
- [93] VENZO S., *Stratigrafia del Flysch (Cretaceo-Eocene) del Bergamasco e della Brianza orientale*. Ibid., vol. LXVI, 1947. Roma, 1948.
- [94] VENZO S., *La serie quaternaria dell'apparato morenico dell'Adda di Lecco comparata col diagramma di Milanković*. Ibid., vol. LXVI, 1947, Roma, 1948.
- [95] VENZO S., *Rilevamento geomorfologico dell'apparato morenico dell'Adda di Lecco. Con Carta geologica 1:30.000*. « Atti. Soc. It. Scienze Nat. », volume LXXXVII (1948) Milano, 1948.

- [96] VENZO S., *Relazione sull'escursione della Sezione Lombarda della Società Geologica Italiana all'apparato morenico dell'Adda di Lecco.* « Boll. Soc. Geol. It. », vol. LXVI, 1947. Roma, 1948.
- [97] VENZO S., *Revisione del glaciale nella bassa Val Cavallina (Bergamo). Distinzione del Mindel e dei terrazzi anaglaciali: parallelismi colla Francia, Svizzera Germania-Austria: colla curva di Milanković e coi livelli marini padani.* « Atti Soc. It. Scienze Nat. », vol. LXXXVIII (1949). Milano 1949; Cartina geologica 30.000.
- [98] VENZO S., *Risposta al commento Riva sulla mia Carta geomorfologica dell'apparato morenico dell'Adda. Osservazioni sulla Carta geomorfologica tra il Canturino e la Brianza occidentale 1949 del dott. Arturo Riva.* « Boll. Soc. Geol. It. », vol. LXVIII, 1949. Roma, 1950; pp. 58-65.
- [99] VENZO S., *Rinvenimento di Anancus arvernensis nel Villafranchiano dell'Adda di Paderno, di Archidiskodon meridionalis e Cervus a Leffe. Stratigrafia e clima del Villafranchiano Bergamasco.* « Atti Soc. It. Scienze Nat. », vol. LXXXIX (1950). Milano, 1950.
- [100] VENZO S., *Ammoniti e vegetali albiano-cenomaniani nel Flysch del Bergamasco occidentale. Condizioni stratigrafiche e tattiche della serie barremiano-turoniana.* Ibid., vol. XC (1951). Milano, 1951.
- [101] VENZO S., *Rilievo geologico nella Valle Stura di Demonte (Cuneo) dal Podio al Ponte Olla, con particolare riguardo al Quaternario.* Cartina geologica al 30.000. « Rivista di Ingegneria », N. 10, Milano, ottobre 1951.
- [102] VENZO S., *Geomorphologische Aufnahme des Pleistozäns (Villafranchian-Würm) im Bergamasker Gebiet und in der östlichen Brianza: Stratigraphie, Paläontologie und Klima.* « Geol. Rundschau », Bd. 40, 1952. Bonn, 1952, Heft 1.
- [103] VENZO S., *Nuove faune ad ammoniti del Domeriano-Aleniano dell'Alpe Turati e dintorni (Alta Brianza). La successione stratigrafica.* « Atti Soc. It. Scienze Nat. », vol. XCI (1952). Milano, 1952.
- [104] VENZO S., *Nuova forma di Anisoceras (Ammonite svolta) nelle arenarie senoniane di Monte S. Genesio (Brianza orientale).* Ibid., vol. XCII. Milano, 1953.
- [105] VENZO S., *Stadi della glaciazione del « Donau » sotto al Günz nella serie lacuale di Leffe (Bergamo-Lombardia).* « Geologica Bavaria », herausgegeben vom Bayer. Geologischen Landesamt, Nr. 19. « Zum Quartär der Alpen und des Alpenvorlandes ». München, Dezember 1953; S. 74-93.
- [106] VENZO S., *Carta geologica d'Italia. Foglio Bergamo (quarto meridionale; Cretacico-Eocene).* « Servizio geologico d'Italia ». Roma, 1954.
- [107] VENZO S., *La serie quaternaria ed i terrazzi allo sbocco della Val Brembana e della Val Seriana nella pianura bergamasca.* Con due Cartine geomorfologiche 1:30.000. « Atti Soc. It. Scienze Nat. », Milano, 1954.
- [108] VIALLI V., *Nuova fauna ad ammoniti del Barremiano superiore lombardo.* « Atti Soc. It. Scienze Nat. », vol. LXXXVIII, fasc. I-II. Milano, 1949.

- [109] VIALLI V., *I foraminiferi luteziano-priaboniani del Monte Orobio (Adda di Paderno)*. « Atti Soc. It. Scienze Nat. », vol. XC, II. Milano, 1951.
- [110] VONDERSCHMITT L. - *Ueber das Alter des Flysch im Mondrisiotto*. « Ecl. Geol. Helv. », vol. 31, N. 2, 1938.
- [111] VONDERSCHMITT L., *Bericht über die Excursion der Schweiz. Geol. Gesellschaft in den Süd-Tessin*. « Ecl. Geol. Helv. », vol. 33, N. 2, 1940.
- [112] WEIGEL O., *Stratigrafie und Tektonik des Beckens von Gosau*. « Jahrb. geol. Bundesanst. », 87. Wien, 1937.
- [113] WOODS H., *Cretaceous Lamellibranchia*. Pal. Society 1910. Vol. II, Part. VII, *Inoceramus*. London, gennaio 1911.
- [114] ZEKELEI F., *Die Gastropoden der Gosaugebilde*. « Abhandl. d. k. k. geolog. Reichsanst. », I, 1852.

* * *

- [115] CITA M. B., *Introduzione allo studio del Terziario Lombardo*. « Riv. It. Paleont. e Stratigr. », vol. LIX, n. 4. Milano, 1953, pp. 157-171.
- [116] CONSONNI E., *La formazione gonfoltitica della Brianza tra Romand e Nareso*. Ibid., pp. 173-194, con una Tavola (Foraminiferi).
- [117] DAL PIAZ G., *Nuove osservazioni sull'Oligocene italiano*. « Rend. R. Acc. Lincei », Cl. Sc. fis. mat. e nat., vol. IX, ser. 6^a. Roma, 1929, p. 911.
- [118] DESIO A., *Studi stratigrafici sul Terziario subalpino lombardo. Prefazione*. « Riv. It., Paleont. e Stratigr. », vol LIX, n. 4. Milano, 1953, pp. 155-56.
- [119] SEGRE A. G., *Murex subasperimus d'ORB. rinvenuto nelle alluvioni del Ticino*. « Boll. Serv. Geol. d'It. », vol. LXXIII, 1951-fasc. 1. Roma, 1951.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA I

Fig. 1,2. — *Eupachydiscus isculensis* (REDT.) (1,2) (il tipo della fig. 1 è quello dello schizzo a p. 56 di MARIANI (3)): Colle di S. Vigilio (Bergamo) — vecchia Cava Chisoli — SANTONIANO INF.

Fig. 3. — *Actaeonella obtusa* ZEKELI (4,5): conglomerati del Monte dei Frati, sopra Villa d'Adda — SANTONIANO INFERIORE.

N. B. — I tipi delle figg. 1, 2 — impiccoliti di circa 1/5 — sono conservati al Museo di Bergamo. Il tipo della fig. 3 (dono LUIGI TORRI) è conservato al Museo Civico di Storia Naturale di Milano.

(1) REDTENBACHER A., *Gosauschichten* (64); p. 122, Tav. XXIX, fig. 1.

(2) DE GROSSOUVE A., *Amm. de la Craie* (28); p. 185, Tav. XXVI, fig. 1 (non Tav. XXII, fig. 2; non Tav. XXXVII, fig. 1).

(3) MARIANI F., *Ammoniti del Senonian lombardo* (47); p. 55, fig. 1, p. 56.

(4) ZEKELI F., *Die Gastropoden -der Gosaugebilde* (114); Tav. 7, fig. 7.

(5) DE ALFESSANDRI G., *Foss. cret. Lombardia* (12); p. 176.



SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA II

Fig. 1a-c. — *Anisoceras* n. f. aff. *paderbornense-pseudoarmatum* SCHLÜTER (1). camera d'abitazione: verso la cima del Monte S. Genesio — CONIACIANO.

Fig. 2. — *Parapachydiscus* sp. gr. *subrobustus* SEUNES (2) — *noubergicus* HAUER (3): Cava Chisolli (Collo di S. Vigilio) — SANTONIANO INF.

Fig. 3. — *Eupachydiscus* cfr. *isculensis* (REDT.): Monte dei Frati, nell'arenaria poco sopra i conglomerati (zona di Villa d'Adda) — SANTONIANO INF.

Fig. 4. — *Modiola* aff. *typica* FORBES (4): Cave di Credaro (Bergamasco sud-orientale) — CAMPANIANO.

Fig. 5. — *Pholadomya* aff. *margaritacea* Sow. (5, 6): Monte dei Frati, sopra Villa d'Adda — SANTONIANO INF.

N. B. — I tipi sono leggermente impiccoliti: quello della fig. 1 è conservato al Museo del Seminario di Venegono inferiore; il tipo della fig. 2 è del Museo di Bergamo; gli altri vennero da me raccolti.

(1) VENZO S., *Nuova forma di Anisoceras* [104]; con bibl.

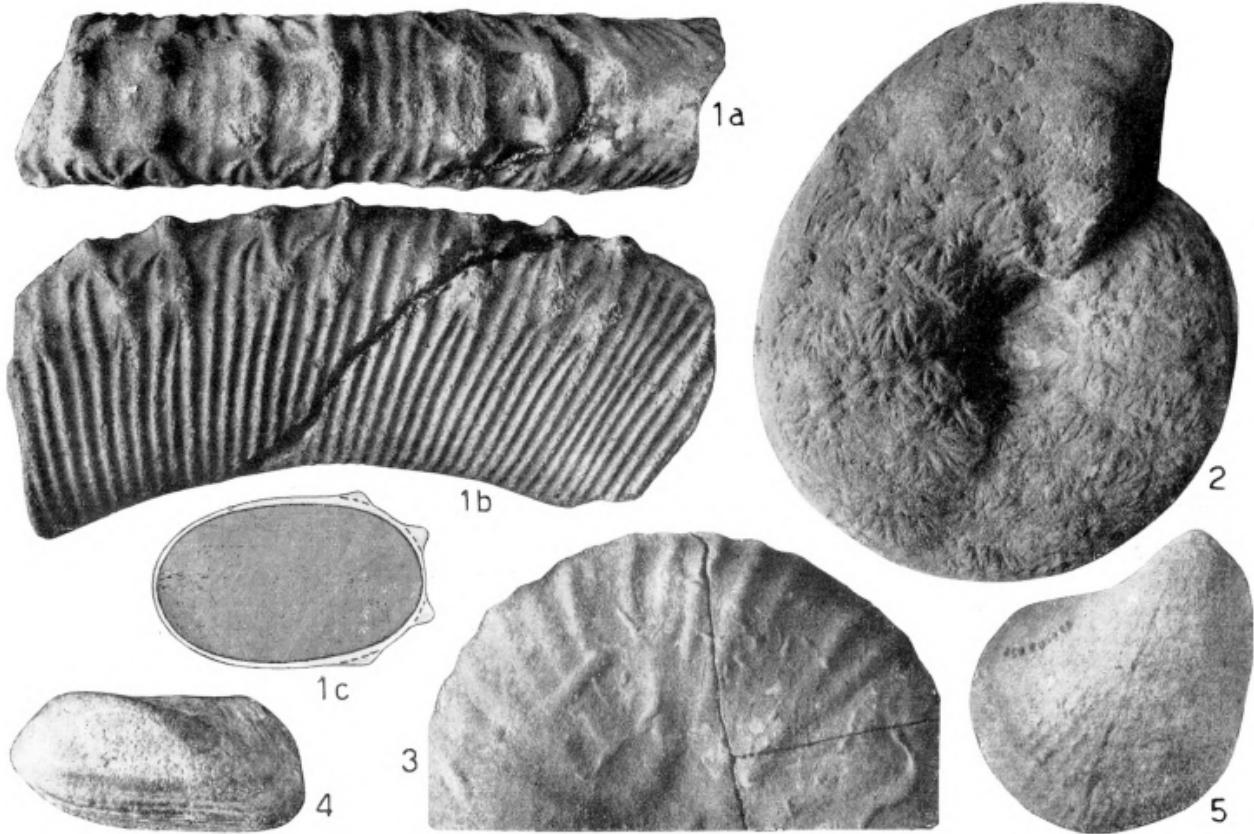
(2) DE ALESSANDRI G., *Nuovi fossili del Senoniano lombardo* [14]; pp. 7, 8 e fig. 1.

(3) DE GHORNOUVRE A., *Amm. de la Craie* [28]; p. 207, Tav. XXVI, fig. 3; Tav. XXX, fig. 4; Tav. XXXVIII, fig. 3.

(4) STOLICZKA F., *Cretaceous fauna of southern India* [75]; Tav. XXIII, figg. 12-15.

(5) MOESCH O., *Monographie der Pholadomyren* [55]; p. 118, Tav. XXXIX, figg. 1 e 4.

(6) DE ALESSANDRI G., *Fossili cret. Lombardia* [12]; pp. 194 e 195.



SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA III

Fig. 1. — *Inoceramus crippei* MANT. var. *typica* ZITTEL (1,2) — a 1/2.

Fig. 2. — *Inoceramus crippei* var. *regularis* ZITTEL (3) — un po' rimpiccolito.

Fig. 3. — *Inoceramus crippei* MANT. (4-6) — rimpiccolito a 4/5.

Fig. 4. — *Inoceramus* cfr. *lamarchi* PARK (7, 8) — ridotto alla metà.

N. B. — I tipi figurati — conservati al Museo di Bergamo — provengono dalla vecchia Cava Chisoli (Colle di S. Vigilio-Bergamo), donde proviene l'*isculensis*: SANTONIANO INFERIORE.

(1) DE ALESSANDRI G., *Foss. cret. Lombardia*, p. 195, Tav. XVI, fig. 9.

(2) AIRAGHI C., *Inocerami del Veneto* (1); Tav. IV, fig. 11.

(3) DE ALESSANDRI G., *Foss. cret.*, p. 196.

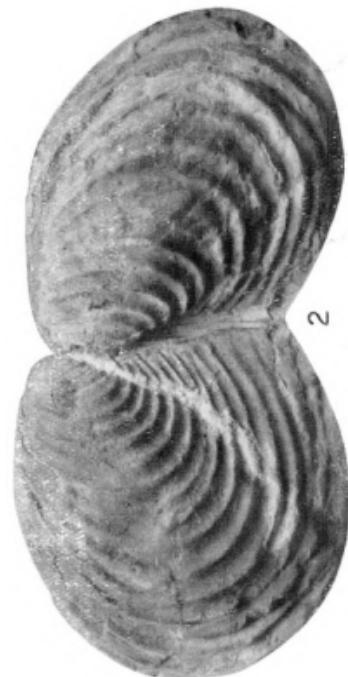
(4) WOODS H., *Cret. Lamell.* (1113); Tav. XLVIII, figg. 2, 3; textfig. 33-35.

(5) DE ALESSANDRI G., *Foss. cret.*, p. 194.

(6) VAN DER WEI DEN W. J., *Herrenschen Kreide* (70); Tav. X, fig. 7.

(7) WOODS H., *Cret. Lamell.*, Pal. Soc. 1912, pp. 307-327.

(8) AIRAGHI C., *Inocerami del Veneto*, p. 192, Tav. IV, fig. 5.

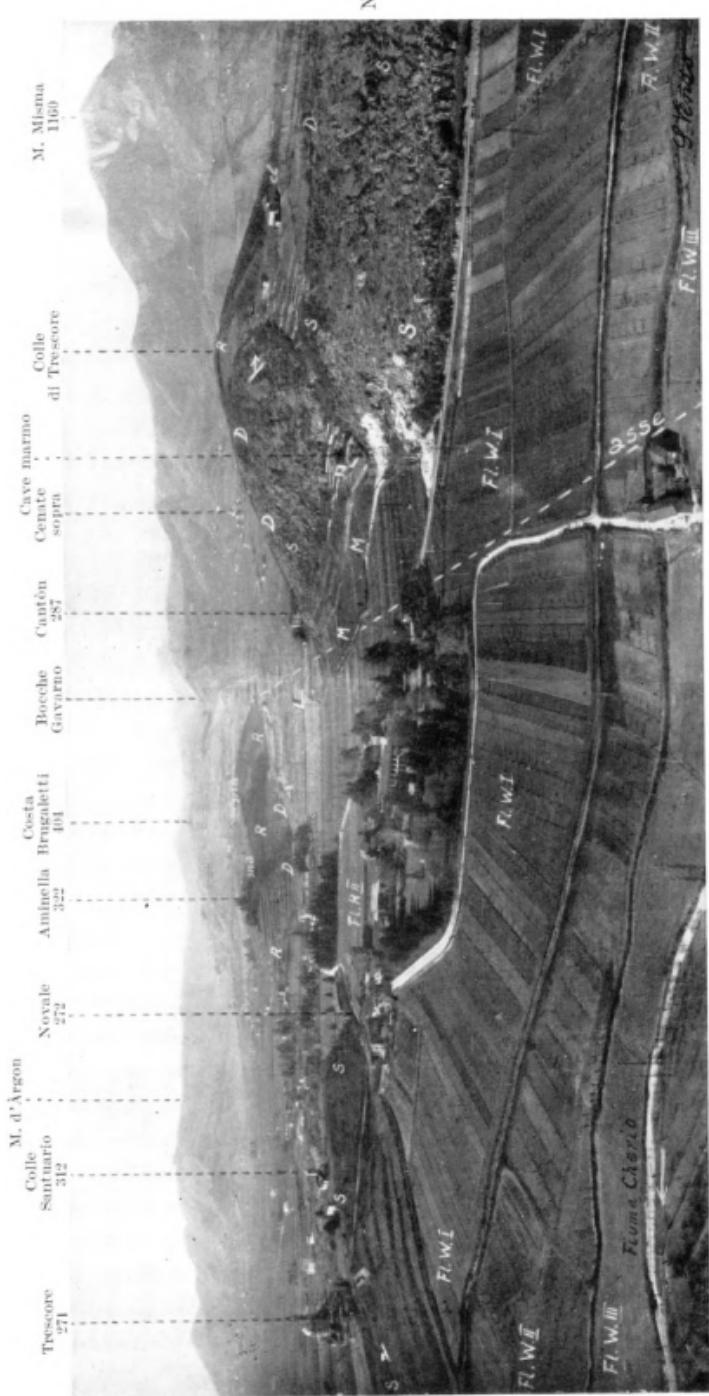


SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA IV

La brachianticlinale liassica di Trescore Balneario (Bergamasco sud-orientale), allo sbocco della Val Cavallina nella Pianura (in primo piano, da nord, col Fiume Cherio). La foto è presa da est - Colle di Zandobbio, Villa di Grena - , circa nel punto di massima culminazione assiale: in tratteggio, l'asse tettonico longitudinale, da est verso ovest. Per orientamento vedi il Foglio ed i profili trasversali XVII-XVIII (roveosciati). Le colline costituiscono i fianchi dell'anticlinale, massima culminazione assiale di tutta la fascia cretacica. Il Colle di Trescore - colla serie Sinemuriano (S), Domeriano (D), « Rossi » (R), Maiolica (ma) - forma il fianco settentrionale, coperto in parte da *Elutium antico* ferrettizzato (el). Il Colle del Santuario, presso Trescore, con Sinemuriano a reggipoggio a nord, e Domeriano a franapoggio a sud (profilo XVIII) testimonia il fianco meridionale. Il colle di Aminella con serie Domeriano-Maiolica, inclinata a sud (profilo XVII), costituisce il fianco sud-occidentale dell'anticlinale, che s'immerge ad ovest sotto il Cretacico (profilo assiale fig. 24. a sinistra).

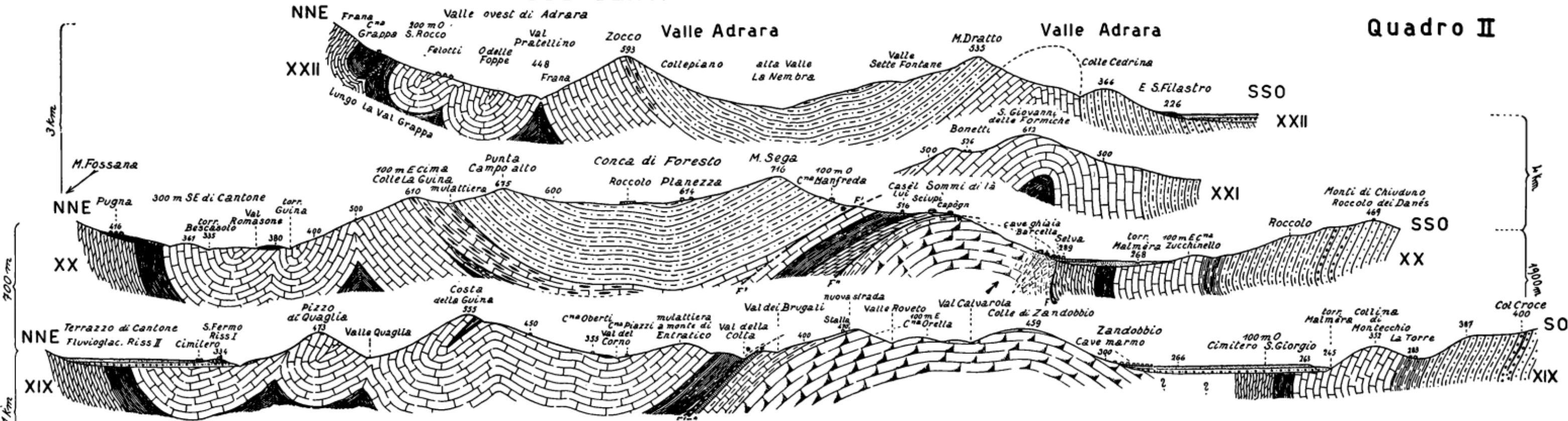
In primo piano, i terrazzi del Fluvioglaciale Würm della Val Cavallina; al centro, Novale e Villa Suardi, che si trovano al limite della piana *Fl. Riss II*. Questa, raccordata a nord colla cerchia morenica di Grone (*Riss II*), continua a sud col livello della Pianura. A ridosso del Colle di Trescore, un lembo di « ferretto » del Mindel. Ad eccezione del M. Misma, le colline del terzo piano sono prevalentemente costituite da « *Sass della luna* ».

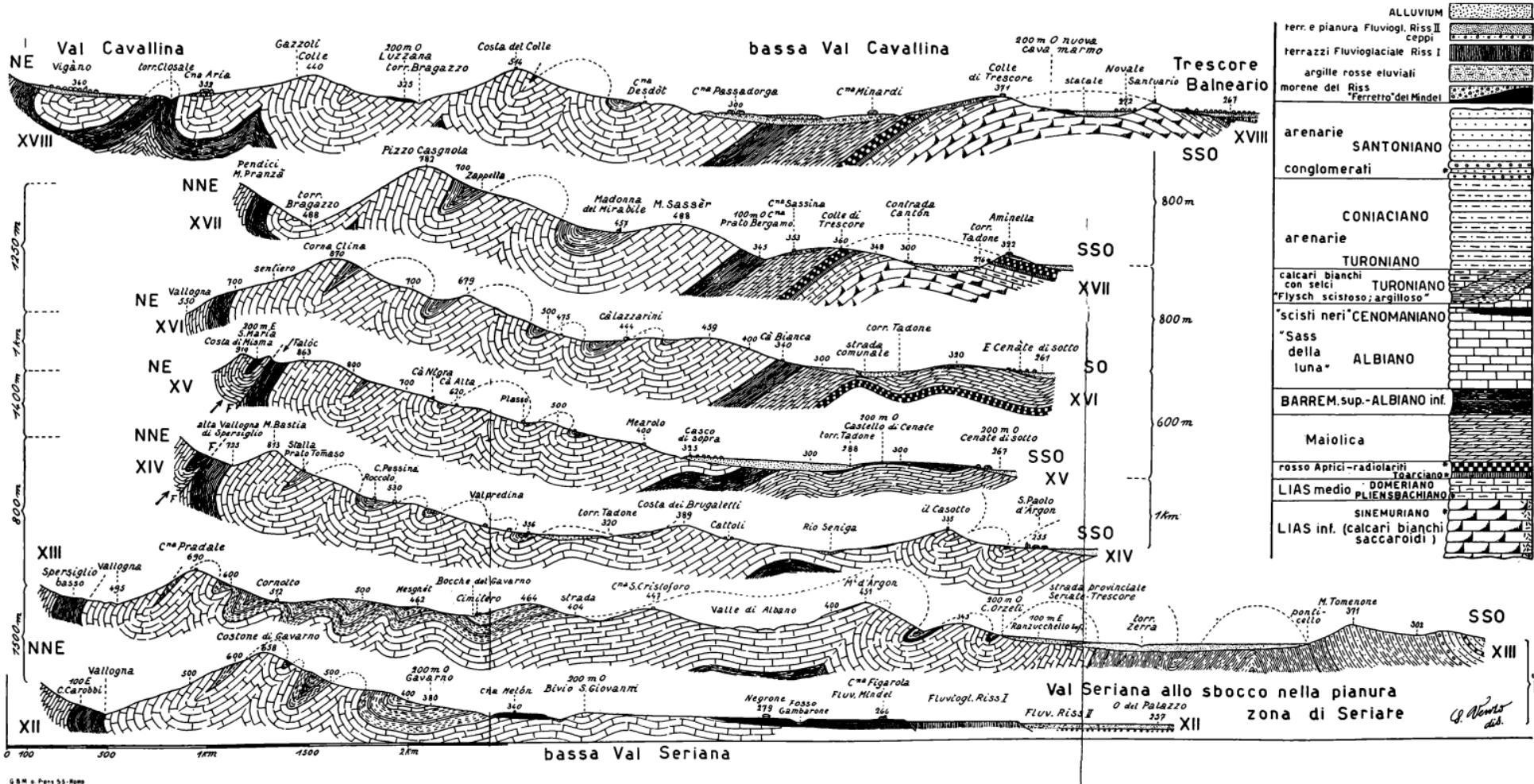
In corrispondenza della Val Cavallina, una faglia disloca di oltre 200 metri l'anticlinale: la valle segue il nucleo tettonizzato, più erodibile (profilo assiale 24).



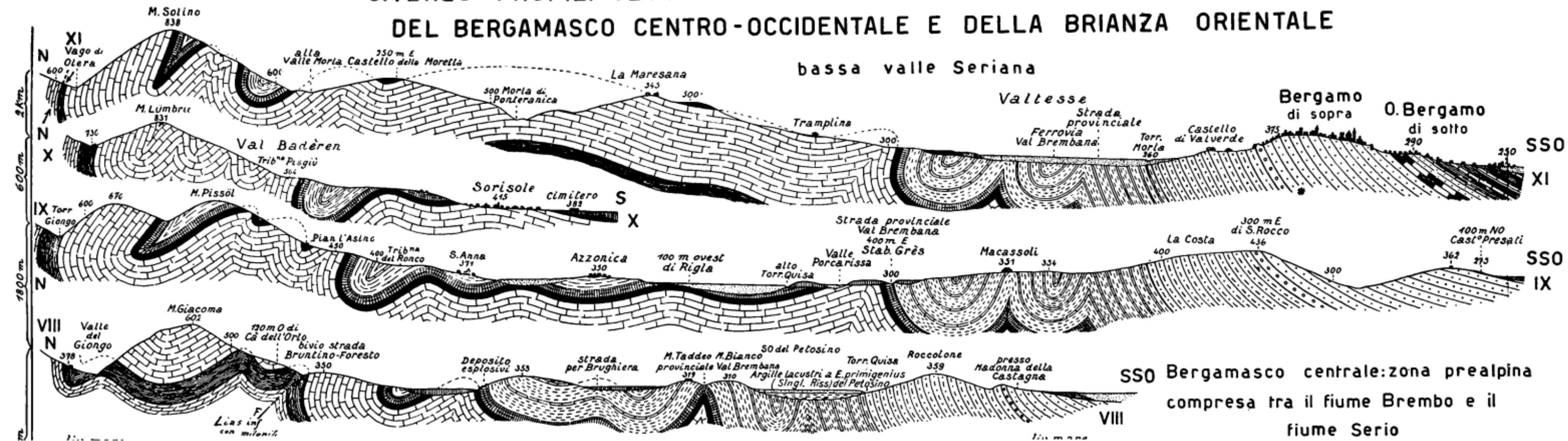
S.VENZO - PROFILI TETTONICI 1:20000 DEL FLYSCH (CRETACICO) DEL BERGAMASCO ORIENTALE

Quadro II



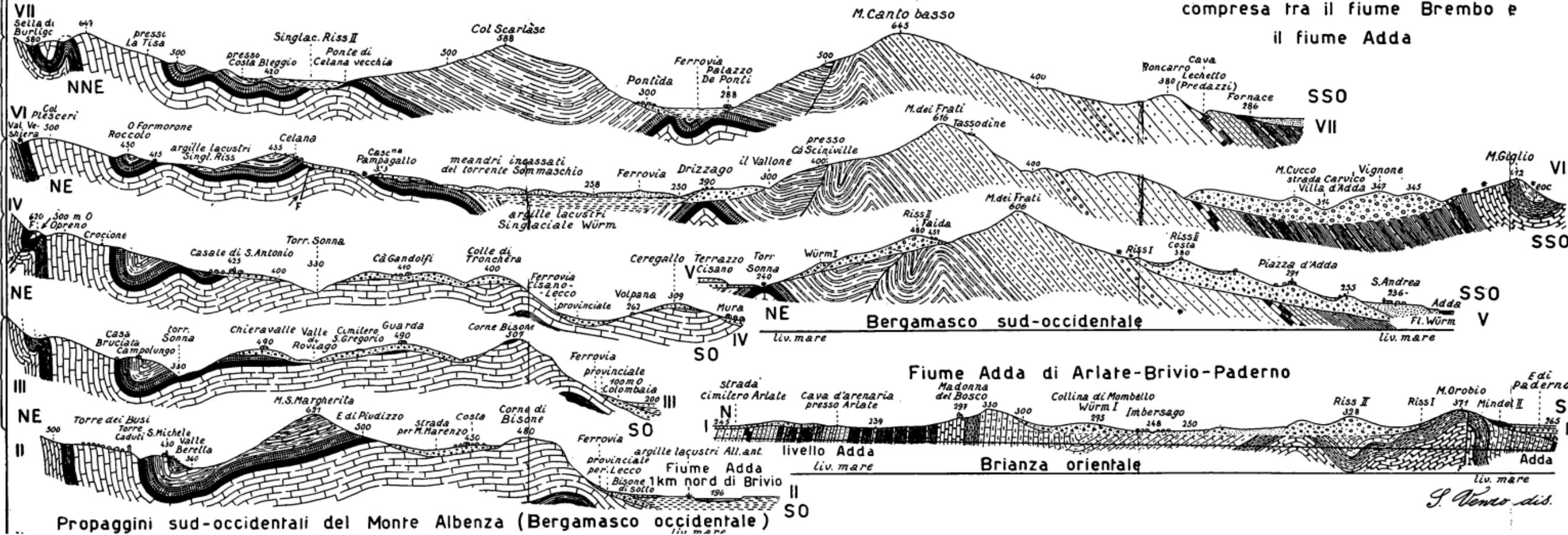


S.VENZO - PROFILI TETTONICI 1:20000 DEL FLYSCH (CRETACICO-EOCENE)
DEL BERGAMASCO CENTRO-OCCIDENTALE E DELLA BRIANZA ORIENTALE



SSO Bergamasco centrale: zona prealpina
compresa tra il fiume Brembo e il
fiume Serio

Valle Brembana allo sbocco nella pianura bergamasca

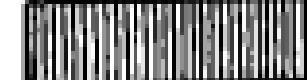


Bergamasco occidentale: zona prealpina compresa tra il fiume Brembo e il fiume Adda

Propaggini sud-occidentali del Monte Albenza (Bergamasco occidentale)

S. Vento dis.

Quadro I

	Terrazzi Fluvio-WÜRM	
	Morene del WÜRM	
	Pianura Fluviogl.RISSII	
	Terr. Fluvioglac. RISS I	
	Argille lacustri Singlac. Intergl. Alluvio	
	Morene del RISS	
	"Ferretto" del MINDEL	
	"Ceppo" dell'Adda EOCENE sup.	
	EOCENE medio e inferiore	
	DANIANO e MAESTRICHT. { Scaglia rossa Scaglia grigia	
CAMPANIANO	Flysch con alternanze cal- caree e marno- se, a Globotrunc- ana calcarata, stuarti e lappa- renti, in alto. arenarie. calcari marnosi.	
SANTONIANO	arenarie con Pa- chydiscus iscu- lensis in basso. conglomerati	
	arenarie argillose. CONIACIANO	
	Flysch scistoso ar- gilloso grigio; argille scistose arancione.	
	TURONIANO	
	CENOMANIANO	
	"Sass della luna" ALBIANO	
	BARREM sup-ALBIANO in Maiolica	