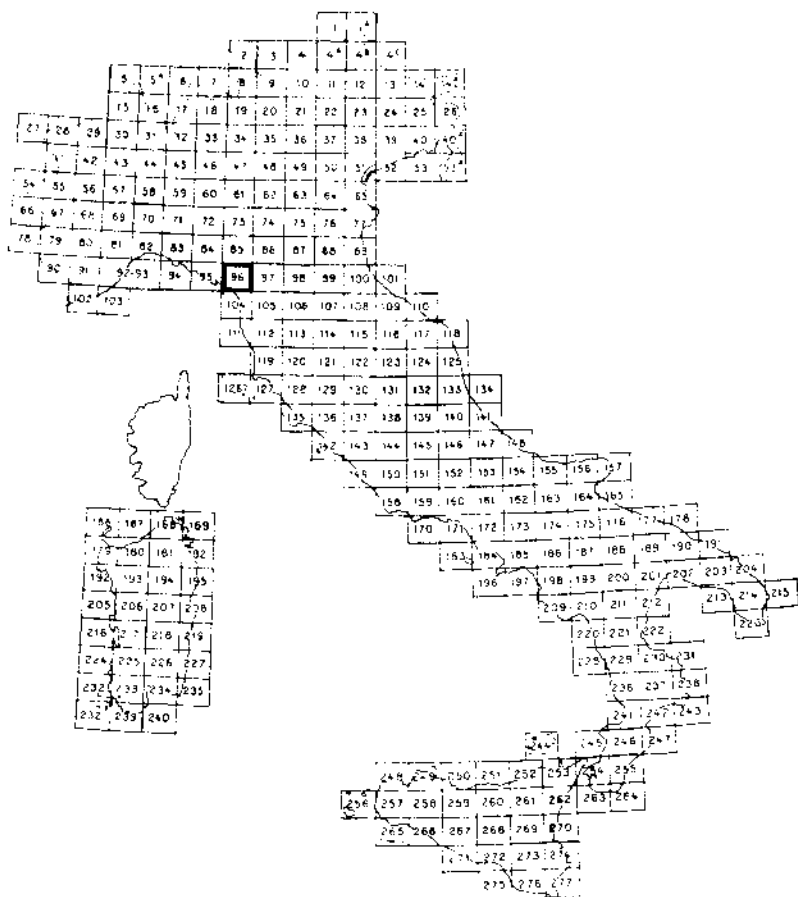


CARTA GEOLOGICA D'ITALIA



QUADRO D'UNIONE DEI FOGLI AL 100.000



MINISTERO DELL'INDUSTRIA, DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO

DIREZIONE GENERALE DELLE MINIERE

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA

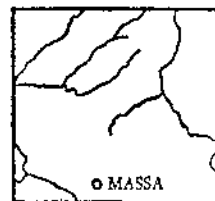
NOTE ILLUSTRATIVE  
della  
CARTA GEOLOGICA D'ITALIA

ALLA SCALA 1 : 100.000

FOGLIO 96

**MASSA**

L. TREVISAN, L. DALLAN, P. R. FEDERICI, G. GIGLIA, R. NARDI, G. RAGGI



o MASSA

ROMA  
NUOVA TECNICA GRAFICA  
1971



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

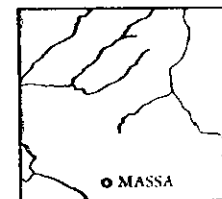
NOTE ILLUSTRATIVE  
della  
CARTA GEOLOGICA D'ITALIA

ALLA SCALA 1 : 100.000

FOGLIO 96

**M A S S A**

L. TREVISAN, L. DALLAN, P. R. FEDERICI, G. GIGLIA, R. NARDI, G. RAGGI



ROMA  
NUOVA TECNICA GRAFICA  
1971

## SOMMARIO

I	— INTRODUZIONE . . . . .	» 7
II	— CENNO STORICO SULLE CONOSCENZE GEOLOGICHE DELLA REGIONE . . . . .	» 8
III	— SGUARDO GEOLOGICO D'INSIEME . . . . .	» 9
IV	— STRATIGRAFIA . . . . .	» 10
	1. FORMAZIONI METAMORFICHE DEL NUCLEO APUANO . . . . .	» 10
	2. COMPLESSO DELLE SCAGLIE TETTONICHE METAMORFICHE (SCAGLIE PARAUTOCTONE) . . . . .	» 16
	3. COMPLESSO DELLA PANIA SECCA - PANIA DELLA GROCE . . . . .	» 19
	4. FORMAZIONI DI TIPO TOSCANO . . . . .	» 21
	5. UNITÀ LIGURIDI . . . . .	» 28
	6. DEPOSITI NEOGENICI E QUATERNARI . . . . .	» 33
V	— TETTONICA . . . . .	» 36
VI	— MORFOLOGIA . . . . .	» 41
VII	— GEOLOGIA APPLICATA . . . . .	» 44

1. MINIERE . . . . .	Pag. 44
2. CAVE . . . . .	» 45
2.1. MARMI E PIETRE ORNAMENTALI . . . . .	» 45
2.2. ALTRI MATERIALI . . . . .	» 47
3. IDROLOGIA . . . . .	» 47
4. SORGENTI TERMOMINERALI . . . . .	» 49
5. FRANE . . . . .	» 51
VIII — BIBLIOGRAFIA . . . . .	» 53
1. CARTE E SEZIONI GEOLOGICHE RIGUARDANTI IN TUTTO O IN PARTE IL FOGLIO MASSA . . . . .	» 53
2. OPERE PRINCIPALI . . . . .	» 54

## I — INTRODUZIONE

L'area del Foglio « Massa » comprende nell'angolo sud-occidentale la costa tirrenica tra Capo Corvo e Marina di Massa, nell'angolo opposto lo spartiacque dell'Appennino col Passo del Cerreto: un paesaggio molto vario, nel quale spiccano le forme caratteristiche delle Alpi Apuane. La fisionomia particolare di questo gruppo montuoso è legata all'affioramento del « nucleo metamorfico », che nella sua parte meridionale rientra nell'area del Foglio 104 « Pisa ».

Come nell'area del Foglio Pisa le condizioni geologiche sono molto complicate, specialmente perché le formazioni affioranti non appartengono a una successione unica, ma a diverse unità, ciascuna delle quali ha una struttura complessa. In quest'area è particolarmente evidente il « raddoppio della successione toscana », osservabile al margine della finestra tettonica che corrisponde all'affioramento del nucleo metamorfico.

A differenza del Foglio contiguo Pisa i depositi neoautoctoni non sono rappresentati da depositi marini trasgressivi, ma soltanto da depositi continentali di ambiente lacustre.

## II — CENNO STORICO SULLE CONOSCENZE GEOLOGICHE DELLA REGIONE

Nella letteratura geologica dell'area dominano gli scritti sulle Apuane, che nella catena appenninica rappresentano un elemento unico nel suo genere.

La prima edizione del Foglio « Massa » è del 1925, ma per il gruppo apuano sono da ricordare le carte al 50.000, corredate da numerose sezioni, di D. ZACCAGNA pubblicate nel 1894 e 1896; dello stesso Autore sono state pubblicate (in gran parte nel 1926) le tavolette al 25.000 riguardanti le Apuane. Il rilevamento geologico era però stato eseguito negli anni dal 1879 al 1896, ed è ammirevole per l'accuratezza e per il dettaglio; dal punto di vista dell'interpretazione è conforme alle idee che alcuni geologi avevano a quel tempo: avversione ad ammettere l'esistenza di faglie e qualsiasi fenomeno di ricoprimento.

Dal 1952 in poi sono state pubblicate carte geologiche a colori a varie scale, sia di parti delle Apuane, sia di altre aree comprese nel Foglio Massa, accompagnate da monografie, a cura del Centro di Studi per la Geologia dell'Appennino del Consiglio Nazionale delle Ricerche. Di queste carte e di altre più antiche è riportato l'elenco all'inizio del capitolo dedicato alla bibliografia.

Per una breve rassegna degli autori che maggiormente influirono sulle interpretazioni che ammettono fenomeni di ricoprimento, a partire dalla prima nota di G. STEINMANN del 1907, si rinvia alle note illustrative del contiguo Foglio Pisa.

## III — SGUARDO GEOLOGICO D'INSIEME

La presenza di successioni sedimentarie diverse, che per movimenti di traslazione da Sud-Ovest verso Nord-Est si sono accavallate ai terreni autoctoni, rende complesso il quadro della stratigrafia e ancor più quello della tettonica.

Considerando la geosinclinale appenninica come costituita da un dominio interno (ligure) e un dominio esterno (toscano), al dominio esterno appartengono le due successioni toscane: quella del nucleo metamorfico apuano, che si considera autoctona e la successione che, nell'area a Nord dell'Arno, può essere chiamata « falda toscana ». Tra il nucleo metamorfico e l'unità toscana sovrascorsa, si trovano due complessi di scaglie tettoniche con caratteri intermedi.

Sovrapposte tettonicamente alla falda toscana, si trovano unità alloctone provenienti dal dominio ligure: quelle denominate dell'« Albese » e del « Flysch cretacico », che secondo le conoscenze acquisite dopo la stampa della carta, possono considerarsi come una sola unità complessa, quella chiamata flysch del Monte Caio e il suo complesso eterogeneo basale. Altra unità alloctona, quella chiamata « serie della Val di Vara » ora si attribuisce alla « serie del Monte Göttero » (Foglio Pontremoli).

Seguono i terreni neoautoctoni, appartenenti al Neogene, con carattere di sedimenti lacustri e fluviali. Non è rappresentato il Pliocene marino, e anche il Quaternario è costituito soltanto da depositi subaerei: alluvioni, dune eoliche, detriti di falda e depositi morenici.

#### IV — STRATIGRAFIA

##### 1. FORMAZIONI METAMORFICHE DEL NUCLEO APUANO

Secondo gli studi compiuti nell'ultimo trentennio, il nucleo metamorfico apuano comprende terreni di età estesa dal Paleozoico al Terziario.

I documenti paleontologici sono scarsi, ma tuttavia sufficienti per accertare la presenza del Trias superiore, del Lias medio (ricca fauna ad Ammoniti) e dell'Eocene (Nummuliti nelle intercalazioni calcaree comprese nella formazione della Scaglia metamorfica *sc*).

La facies metamorfica è quella degli « scisti verdi ». Le paragenesi tipiche sono:

- quarzo-albite-muscovite-clorite;
- quarzo-sericite-cloritoide-epidoto;
- calcite-clorite-muscovite-quarzo-epidoto

a seconda della composizione chimica della roccia originaria.

L'età del metamorfismo, determinata col metodo K/Ar risulta di 11 milioni d'anni circa (GIGLIA G. & RADICATI DI BROZOLO F., 1970). Si ritiene pertanto che il metamorfismo, contemporaneo alla deformazione, si sia prodotto verso la fine del Tortoniano.

*vr<sub>a</sub>* — Verrucano *s.l.*

E' la formazione più antica affiorante, costituita in prevalenza da filladi sericitiche e cloritiche e subordinatamente da lame di gneiss albi-

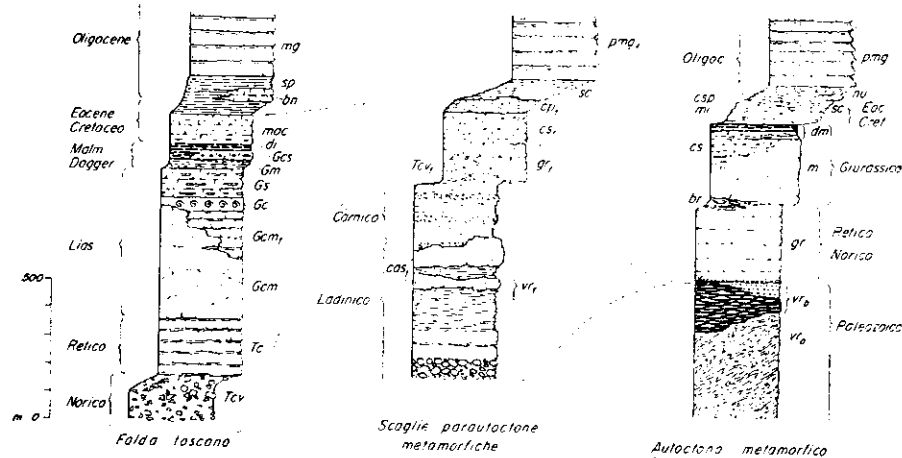


Fig. 1 — Colonne stratigrafiche delle tre unità tettoniche appartenenti al dominio di sedimentazione toscano, per mostrare gli spessori più frequenti delle varie formazioni. I tratti obliqui delle colonne indicano i livelli di rocce plastiche, sedi di scollamenti e avanscortimenti.

tici e quarziti sericitiche ad albite (BARBERI F., GIGLIA G., 1967), costituite da un plagioclasio albitico associato a quantità variabili di quarzo, sericite, clorite. Gneiss e quarziti costituiscono banchi più massicci in contrapposizione con le filladi facilmente fissili.

L'analogia con gli affioramenti dei Monti Pisani, di Iano, dell'Isola d'Elba induce ad attribuire la parte alta della formazione al Carbonifero superiore, mentre i livelli più bassi possono appartenere a livelli inferiori del Carbonifero o ad età più antica.

Corrisponde alla formazione Pf del Foglio 105 (Lucca), dove è indicata anche col nome di « filladi e quarziti di Buti »; non si può escludere che comprenda anche la formazione Psc dello stesso Foglio (Scisti di S. Lorenzo), mascherata da un metamorfismo più accentuato.

Il nome « Verrucano in senso lato » è provvisorio; dovrà essere abbandonato quando gli studi comparativi sul Paleozoico della Toscana

consentiranno di separare dovunque in modo preciso le formazioni costituenti l'ossatura corrugata della catena ercinica da quelle posteriori, provenienti dallo smantellamento della catena stessa, alle quali va riservato il nome di Verrucano (Atti Symp. Verrucano, 1966).

vr<sub>6</sub>-k

Il simbolo vr<sub>6</sub> indica un complesso di rocce nel quale la parte inferiore è costituita da porfiroidi (rocce acide di natura vulcanica o subvulcanica metamorfosate), caratterizzati da relitti di fenocristalli di origine magmatica (quarzo e, subordinatamente, ortose albitizzate) in una matrice quarzatico-sericitico-cloritica (BARBERI F., 1967).

La parte superiore è costituita da « scisti porfirici », che derivano da originari prodotti di disfacimento e di alterazione dei porfidi (arcosi). Il limite non è netto, ma si manifesta per progressiva diminuzione dei relitti di origine magmatica e arricchimento in clastici stabili. Agli scisti porfirici si intercalano lenti di quarziti e quarziti sericitiche comprendenti anche dolomie scistose (k).

Per analogia con altre regioni i porfiroidi possono venire attribuiti al Permiano inferiore; gli scisti della parte superiore possono appartenere a qualche parte dell'intervallo di tempo tra il Permiano superiore e il Carnico incluso.

gr — Dolomie massicce e stratificate; calcari dolomitici.

Formazione nota nella letteratura col nome locale di « grezzone ». Prevalgono dolomie di color grigio scuro; nelle parti più alte sono localmente sostituite da calcari dolomitici e dolomie calcarifere di colore più chiaro, talvolta rosato. Nelle parti basse sono frequenti zone di dolomia massiccia, nelle parti alte la stratificazione è ben distinta. Sono frequenti i livelli di « grezzone » brecciato, con elementi dolomitici angolosi, di varie dimensioni, immersi in un cemento di ugual natura; si interpretano come breccie autoclastiche dovute alla contrazione di fanghi dolomitici durante la diagenesi.

Lo spessore varia da una decina di metri a diverse centinaia.

MERLA G. (1951) attribuì la formazione al Norico, per la presenza di *Worthenia escheri* STOPPANI. L'età triassica superiore (Norico-Retico) è stata successivamente confermata (SGUAZZONI G., 1968) dal ritrovamento di alghe e foraminiferi tra i quali *Glomospirella friedli* KRISTAN, TOLLMAN e *Aulotortus sinuosus* WEYNSCHENK.

br — Breccie di Seravezza.

E' un orizzonte discontinuo di breccie che occupa tasche di erosione nella parte alta dei « grezzoni ». I tipi litologici sono: breccie di elementi marmorei (spesso con pigmento ematitico) e dolomitici con cemento scistoso-sericitico a cloritoide; livelli di scisti sericitici, sericitico-cloritici o quarzoso-sericitici con cloritoide.

All'analisi chimica, il cemento della breccia e i livelli scistosi intercalati, risultano arricchiti in allumina e proporzionalmente impoveriti in silice rispetto alla media delle argille. Sono arricchiti anche in ferro e titanio, cosicché la composizione corrisponde a quella di argille lateritiche. Le breccie si interpretano pertanto come dovute a parziali emersioni avvenute verso la fine della sedimentazione delle dolomie e durante i primi tempi della sedimentazione dei calcari soprastanti (marmi) (GIGLIA G., TREVISAN L., 1966).

m - Calcari saccaroidi (marmi).

E' la formazione che comprende i notissimi marmi bianchi di Carrara e dell'alta Versilia. Sono presenti anche calcari saccaroidi grigi e venati e, nell'alta valle del Frigido e nel versante NE delle Apuane, intercalazioni di dolomie.

I marmi appartengono al Lias inferiore e più precisamente all'Hettangiano (TREVISAN L., 1959).

es — Calcari grigi con liste di selce.

Calcari saccaroidi di colore grigio ora più ora meno scuro con liste

di quarzo bianco, dovuto alla ricristallizzazione delle originarie list di selce. Talvolta sono presenti interstrati filladici.

Nella parte nord-orientale del nucleo apuano, dove il metamorfismo diminuisce sensibilmente, G. SGUAZZONI (1966) ha identificato variazioni di facies (da micritica a detritica a bioermale). I fossili, ammoni limonitizzati, sono stati descritti da D. ZACCAGNA (1932), R. MASIN (1937), G. SGUAZZONI (1963), ed esprimono la presenza del Lias medio e superiore.

dm — *Diaspri, scisti diasprini, calcescisti e cipollini.*

Queste rocce sono state riunite sotto una sigla unica a causa dell' spessore tenue di ciascuna e delle sue variazioni. A Sud della valle di Arnetola predominano calcescisti e cipollini; da questa valle a quella del torr. Lucido (parte nord-orientale) predominano i diaspri e gli scisti diasprini, biancastri, rossi e verdi, talvolta con intercalazioni di calcareniti e calcari selciferi ad entrochi (R. NARDI, 1962a, 1967).

Età: Giurassico medio e superiore.

esp — *Calcari selciferi ad entrochi.*

m<sub>1</sub> — *Marmi del M. Rocchandagia.*

Nella parte nord-orientale del nucleo apuano tra Gorfigliano e la valle del torr. Lucido ai diaspri e scisti diasprini segue una formazione di calcari e calcareniti a entrochi, con spessore massimo sul M. PISANIN (1700 m). Localmente le calcareniti sono gradate e in qualche caso sono presenti conglomerati e brecce intraformazionali. Tra Gorfigliano e la valle di Arnetola questa facies fa passaggio laterale ai marmi del M. Rocchandagia (m<sub>1</sub>) (R. NARDI, 1962a; 1967). I marmi hanno colore grigio chiaro spesso con venature simili al bardiglio e sono ricchi di entrochi. Entro la massa dei marmi (valle di Arnetola) si notano plaghe lenti di calcari selciferi a entrochi e di calcari selciferi grigio chiari rosei.

L'età delle due formazioni eteropiche (esp et m<sub>1</sub>) è desunta dalla posizione stratigrafica, poiché i fossili ritrovati finora sono resti di cri-noidi e qualche rostro di belemnite, specificamente indeterminabili: comprende probabilmente una parte terminale del Giurassico e una parte iniziale del Cretaceo.

sc — *Scisti sericitici grigi, rossi e verdi.*

mu — *Microbreccie calcaree con nummuliti (intercalazioni).*

Questo raggruppamento di tipi litologici corrisponde a quello di analogo aspetto nella successione dei Monti Pisani e della Montagnola Senese e alla « scaglia rossa » della successione toscana non metamorfica. Oltre le maggiori intercalazioni di microbreccie con nummuliti, ne esistono altre di calcareniti a entrochi, di diaspri rossi e di arenarie tipo « pseudomacigno » (pmg).

Negli affioramenti nord-orientali (zona di Vagli e Gramolazzo) gli scisti sericitici, a causa del minore metamorfismo, assumono un aspetto molto simile a quello della scaglia. Quivi sono state trovate e studiate microbreccie con nummuliti e altri foraminiferi (D. ZACCAGNA, 1932; R. NARDI, 1962).

Età: Cretaceo-Eocene.

pmg — *Pseudomacigno.*

L'aspetto e la composizione petrografica di questa formazione turbiditica (S. BONATTI, 1938), dominata da arenarie quarzoso-feldspatiche micacee, induce a correlarla col « macigno » della successione non metamorfica.

Intercalati agli strati più bassi della formazione nella valle del Serchio di Gramolazzo si trovano strati di calcareniti con nummuliti e altri macroforaminiferi (NARDI R., 1963). Tuttavia l'età del limite inferiore e superiore della formazione non è conosciuta con certezza (Eocene-Oligocene?).



## 2. COMPLESSO DELLE SCAGLIE TETTONICHE METAMORFICHE (SCAGLIE PARAUTOCTONE).

Il complesso delle scaglie tettoniche metamorfiche orla con continuità il margine occidentale e meridionale della finestra tettonica. A questo complesso appartengono anche gli affioramenti di arenaria « pseudomacigno » e di « Verrucano s.l. » di Fornovolasco in Garfagnana.

I terreni presenti appartengono a una successione che dal Verrucano prevalentemente triassico va fino allo « pseudomacigno » terziario. I termini intermedi sono gli stessi già descritti per l'Autoctono metamorfico, salvo le differenze seguenti:

a) Il Verrucano triassico contiene anageniti, lenti carbonatiche e prasiniti simili a quelle della zona di Punta Bianca presso Bocca di Magra.

b) Le formazioni carbonatiche del Norico-Retico sono caratterizzate dalla coesistenza di evaporiti, attualmente trasformate in calcare cavernoso ( $Tev_1$ ) con grezzoni dolomitici ( $gr_1$ ). Le prime caratterizzano la serie toscana con metamorfica ed i secondi sono tipici dell'Autoctono metamorfico.

c) La formazione dei marmi del Lias inferiore è assente o rappresentata soltanto da qualche metro di roccia; il grezzone triassico viene per lo più in contatto direttamente con i calcari a liste di selce.

Gli affioramenti delle formazioni di questo complesso sono distribuiti in modo asimmetrico: a Ovest le formazioni più antiche; nello Stazzemese il Verrucano si riduce a poche e sottili lame e prevalgono i termini mesozoici e terziari. Al margine Nord il Verrucano manca del tutto.

L'intensità del metamorfismo varia all'interno del complesso; negli affioramenti sud orientali (Stazzema e Fornovolasco) la facies metamorfica è identica a quella dell'Autoctono sottostante; negli affioramenti del versante occidentale (da Seravezza a Carrara) il metamorfismo è più accentuato.

Nella zona del Monte Brugiana sono state infatti osservate, nei vari litotipi del Verrucano triassico, le seguenti paragenesi:

- albite, clorite, epidoto (quarzo e biotite)
- albite, clorite, epidoto, actinolite (quarzo e biotite)
- quarzo muscovite epidoto (biotite)
- quarzo, muscovite, epidoto, cloritoide (biotite)
- calcite, quarzo, muscovite, epidoto (biotite)
- fengite, sericite, clorite, quarzo

Queste paragenesi indicano un grado di metamorfismo leggermente più elevato di quello dell'Autoctono. Pur restando nell'ambito della facies degli scisti verdi, la presenza di squamette di biotite in formazione indica infatti una condizione metamorfica ai limiti tra la subfacies a quarzo-albite-muscovite e clorite e la subfacies a quarzo-albite-epidoto-biotite.

L'età del metamorfismo, determinata col metodo K/Ar è anch'essa variabile, per la fascia più metamorfica (versante Ovest) si è infatti trovata un'età di 14 M.A. circa; per gli affioramenti dello Stazzemese (Pruno, Cardoso, Volegno) un'età di 11 M.A., corrispondente a quella del sottostante Autoctono.

$vr_1$  — « Verrucano s.l. ».

$cas_1$  — Intercalazioni di marmo.

La signa  $vr_1$  comprende tutti i litotipi del Verrucano triassico detritico. La successione corrisponde a quella di Punta Bianca (angolo SW del Foglio), con differenze soltanto negli spessori e nel grado di metamorfismo. Inizia con un livello di « anageniti scistose » (affioramento tipico al M. Rocca di Seravezza), costituite da clastici di quarzo in matrice quarzoso-micacea. Questo litotipo ha scarsa continuità laterale, dovuta alla sua natura di deposito deltaico; lateralmente e superiormente le anageniti sfumano in microanageniti e scisti quarziticici di vario tipo. A più livelli compaiono intercalazioni a cloritoide. Talvolta negli

scisti quarziticici è riconoscibile una laminazione inclinata da corrente. Agli scisti quarziticici segue, in generale, una zona prevalentemente pelitica, con passaggio graduale per progressivo aumento della componente fillosilicatica. Si passa così a un tipo litologico rappresentato da uno scisto grigio plumbeo o grigio argentato, a seconda che la componente pelitica, ricristallizzando, è rimasta allo stadio di sericite o ha formato lamelle muscovitiche. Questo scisto, quando sono assenti le lenti calcaree, può occupare tutta la parte alta del Verrucano triassico.

Al M. Brugiana, nella parte bassa della sequenza pelitica e talora direttamente a contatto con gli scisti quarziticici, compare una zona calcarea a stratigrafia complessa. Essa è costituita, nella parte inferiore, da due o tre lenti (con spessore ciascuna di 10-15 metri) di calcare nero saccaroide con Diplopore. Segue una potente bancata di calcare saccaroide bianco con articoli di Crinoidi. Come a Punta Bianca il marmo è sormontato o sostituito lateralmente da una breccia con elementi calcarei immersi in una matrice scistosa.

Associate alle rocce clastiche si rinvengono alcune lenti di ortoprasiniti; hanno colore verde e sono costituite da plagioclasio, clorite ed epidoto; è talvolta presente un anfibolo monoclinico e lepidoblasti biotitici.

Sulle rocce basiche intercalate al Verrucano della Toscana i più recenti studi hanno portato a considerare le prasiniti del versante occidentale delle Apuane come testimoni di un vulcanismo basico che avrebbe interessato marginalmente nel Trias l'area di sedimentazione del dominio toscano, provenendo da centri di emissione al di fuori dell'area stessa (ELTER P., GIGLIA G., ecc., 1966; RICCI C. A., 1968).

Sopra la zona calcarea (o in suo luogo dove essa manca) si trovano gli scisti grigio plumbei o grigio argentei, con sporadiche intercalazioni di conglomerati quarzosi a grana minuta e quarziti (ELTER P., GIGLIA G., RAU A., TONGIORGI M., 1967).

Età: enageniti, quarziti basali e calcari: Ladinico. Gli scisti sopra i calcari devono attribuirsi al Carnico.

Infine sono da ricordare i livelli di « roccia porfiroide » di alcune

zone dello Stazzemeso (Fornovolasco). Sono scisti porfirici, che con la loro presenza confermano che la scaglia tettonica dello Stazzemeso appartiene a una zona di transizione fra l'Autoctono, (con porfiroidi e scisti porfirici) e il Parautoctono situato immediatamente più ad Ovest.

Tev<sub>1</sub>. gr<sub>1</sub>, cs<sub>1</sub>, cp<sub>1</sub>, pmg<sub>1</sub>

Le formazioni contraddistinte da queste sigle corrispondono dal punto di vista sia litologico che stratigrafico alle sigle con uguali lettere nell'Autoctono metamorfico, e ad esse si rinvia per la descrizione. Si è già notato che Tev<sub>1</sub> (calcare cavernoso) e grezzone dolomitico gr<sub>1</sub> quivi sono entrambi presenti.

### 3. COMPLESSO DELLA PANIA SECCA-PANIA DELLA CROCE.

Questo complesso di terreni, come i precedenti staccati dal loro substrato in forma paragonabile a una grande lente, sovrasta le scaglie parautoctone ed è ricoperto tettonicamente dai calcari cavernosi della successione toscana alloctona (MAXWELL J. C., 1956; NARDI R., 1961; TREVISAN L., 1962): è una successione di formazioni di età compresa fra il Trias superiore (con associazione di « calcare cavernoso » - « grezzoni ») e il Cretaceo.

TevP — « Calcari cavernosi » e brecce poligeniche.

I « calcari cavernosi » sono associati e mescolati a una breccia poligenica, fortemente cementata, con prevalenti elementi di marmi, calcari selciferi, diaspri ecc., localizzata alla base del complesso. La breccia è di origine tettonica, ma è probabile che la sua struttura sia stata in parte rimaneggiata dalla trasformazione dell'originario deposito evaporitico.

Età: Norico-Retico.

grP — « *Grezzoni* ».

Dolomie grige per lo più massicce, a frattura romboedrica. Nella valle della Turrîte Secca sono bianche e pulverulente, specialmente lungo le zone che hanno subito maggiori sollecitazioni tettoniche.

Nei dintorni di Fornovolasco alla base dei « calcari cavernosi » (TevP), i grezzoni sono presenti come calcari dolomitici grigi, in diversi punti mineralizzati a magnetite (« calcare metallifero » dei vecchi Autori). Età: Norico-Retico.

GcmP — *Calcari massicci bianchi e venati subsaccaroidi.*

Costituiscono buona parte del gruppo montuoso della Pania Secca, della Pania della Croce e del Pizzo delle Saette. Hanno struttura cristallina più minuta dei marmi apuani e del tutto simile a quella dei calcari ceroidi dei Monti Pisani.

Nella parte alta della formazione (per esempio nei dintorni del M. Piglionico) i calcari massicci bianchi assumono progressivamente una grossolana stratificazione e un colore rosato.

Età: Lias inferiore.

GsP — *Calcari grigi stratificati con liste di selce.*

Hanno colore grigio con liste bianche di selce ricristallizzata. Solo nella zona dell'Uomo Morto sono visibili la base e il tetto della formazione, che mostra uno spessore di un centinaio di metri.

Età: Lias medio e superiore.

GmP — *Marne e argilloscisti varicolori con livelli di radiolariti.*

Nella zona dell'Uomo Morto sopra i calcari con liste di selce si estende un livello di scisti argillosi rossi e verdi, alternati con marne giallastre, che si considera corrispondente alla formazione delle « marne a *Posidonia alpina* ». della successione della falda toscana.

Alla base della formazione, per uno spessore di una trentina di

metri, gli argilloscisti rossi e verdi alternano coi calcari selciferi della formazione sottostante.

A Colle Panestra, alla base degli argilloscisti rossi, si intercalano alcuni livelli di radiolariti.

Età: Giurassico medio-superiore.

esP — *Scisti sericitici grigi, rossi e verdi.*

Nei dintorni di Colle Panestra e di S. Antonio (versante nord della Pania Secca) affiorano scisti sericitici grigi, rossi e verdi in posizione stratigrafica mal determinabile (NARDI R., 1961, figg. 23 e 24). Per analogia di facies si può ritenere che corrispondano alla « scaglia rossa » della successione toscana non metamorfica e pertanto rappresenterebbero la formazione più alta (Cretaceo-Eocene?) del complesso della Pania Secca-Pania della Croce.

#### 4. FORMAZIONI DI TIPO TOSCANO.

Sopra le formazioni metamorfiche dell'Autoctono e sopra le scaglie parautoctone, dove queste sono presenti, si estende la successione di formazioni di tipo toscano, nota anche come « falda toscana ».

Sul versante occidentale delle Apuane e nel Promontorio di Punta Bianca (angolo SW del Foglio) la successione inizia col gruppo di formazioni che si indicavano col termine generico di « Verrucano in senso lato », mentre sul versante orientale la base della successione è data dalla formazione dei calcari cavernosi del Trias superiore.

Il termine più profondo appartiene al paleozoico, segue in discordanza il « Verrucano triassico », prevalentemente clastico, che rappresenta il prodotto dello smantellamento della catena ercinica e dei suoi vulcani susseguenti e postorogenici.

vr<sub>1a</sub> — *Basamento paleozoico.*

Scisti sericitici grigio-verdi, filladi sericitiche e quarzose, quarziti mi-

ceee, azzurre, con granuli di quarzo arrotondati, immersi in pasta di fondo costituita da granuletti di quarzo ricristallizzato e laminette di sericite, talora con alternanze di letti sottili di quarzo e miche. Per analogia con affioramenti dei Monti Pisani, si riferisce, con qualche riserva, al Carbonifero.

vr<sub>1b</sub> — *Verrucano s.st. (verrucano triassico).*

Conglomerato poligenico con elementi di scisti sericitici grigio-verdi lucenti, di ciottoli di quarzo e di porfidi quarziferi, immersi in una matrice fillosilicatica. Corrisponde alle « Anageniti grossolane » dei Monti Pisani.

Nelle parti alte si intercalano strati filladici a grana fine, passanti verso l'alto e lateralmente ad alternanze di quarziti sericitiche grigio-verdi talora grafitose.

vr<sub>1c</sub> — *Filladi sericitiche talora cloritiche verdi e viola; micascisti a muscovite e filladi grige molto potenti, con quarziti e lenti di scisti ottrelitici (Tavoletta Massa).*

Seguono altri scisti filladici (« scisti violetti ») sericitico-ematitici alternanti nella parte più alta con bancate conglomeratiche (« anageniti minute ») quasi esclusivamente quarzose, in cemento quarzoso-sericitico, con stratificazione incrociata di tipo fluviale. Seguono « quarziti verdi, viola e rosa », talora in bancate grossolane separate da letti filladici verdi, viola, a grana variabile e infine passanti a scisti quarzitici e quarziti viola con zonature dovute alla grana e al colore dei singoli letti detritici.

Età: Ladinico e Carnico.

cas — *Calcescisti, calcari e breccie.*

Alla Punta Bianca dove la successione è più completa, si notano intercalazioni carbonatiche incluse nei terreni detritici. Tra vr<sub>1b</sub> e vr<sub>1c</sub>

affiorano calcari grigio scuri leggermente metamorfici a lastre con Diplopore e Gasteropodi nani. I calcari lastriformi passano talora a calcescisti.

Pochi metri sopra la base delle filladi vr<sub>1c</sub> si intercala la maggiore lente di calcare saccaroide bianco, massiccio, con Diplopore e Gasteropodi (che dà il nome alla Punta Bianca). E' sormontata da una breccia a grandi elementi calcarei in cemento filladico-quarzitico-ematitico. Altre minute lenti calcaree pure fossilifere sono intercalate agli « scisti violetti ». Le Diplopore indicano il Trias medio (ELTER P. e FEDERICI P. R., 1964, FEDERICI P. R., 1965); i Gasteropodi scoperti di recente permettono di fissare un'età ladinica (FEDERICI P. R., 1966).

pr — Entro gli scisti filladici violetti a Punta Bianca si trovano livelli di ortoprasiniti che, escluso si tratti di lembi di pietre verdi delle Liguridi (ELTER e FEDERICI, 1964), si interpretano come testimoni di un'attività vulcanica basica nel Ladinico. (ELTER, GIGLIA ecc. 1966, RICCI 1968).

Lembì sradicati di calcari cristallini, associati a quarziti, filladi e anfiboliti, si trovano alla base del calcare cavernoso e dei gessi del Passo dello Spedalaccio (Passo del Cerreto). Per il loro significato si veda BALDACCI F. e altri, 1967; RICCI, 1968.

Tcv, Tg — « *Calcari cavernosi* » e *breccie poligeniche* (Tcv): *gessi talvolta alternanti con calcari dolomitici neri* (Tg).

Calcari più o meno dolomitici, cavernosi, con struttura a cellette; dolomie cariate. Sono spesso sostituiti lateralmente da breccie poligeniche di origine tettonica, probabilmente rimaneggiate dal processo di trasformazione degli originari strati evaporitici costituiti da alternanze di dolomia e anidrite. Con questo aspetto la formazione si presenta nella valle di Soraggio.

Lo spessore è molto variabile fino a un massimo di 1500 metri.  
Età: Norico.

Te — *Calcari neri e marne grige a Rhaetavicula contorta* (PORTLOCK).

Strati di calcare nero, con spessori da 10 a 30 cm, alternati a marne grige con patina d'alterazione gialla.

Sulla Pania di Corfino i calcari sono più chiari e spesso dolomitici.

Nella zona di Monte Tonterone (presso Vagli di Sopra) è stata ritrovata una facies a Megalodonti (R. NARDI, 1963). La microfacies più comune è caratterizzata da grande abbondanza di piccoli gusci di Gasteropodi e Lamellibranchi associati a piccoli Foraminiferi calcarei (*Fronicularia* sp.), con ooliti e pellets in cemento micritico. A Torrione (Castelnuovo Garfagnana) dagli strati marnosi è stata isolata una microfauna oligotipica a Polimorfini: *Eoguttulina liassica* (STRICKLAND), *E. poligona* (TERQUEM), *E. aff. polygona* (TERQUEM), *E. cf. amygdala* (TERQUEM); *Pyruulinoides apuana* DALLAN e NARDI (DALLAN L. e NARDI R., 1964). Frequenti le località fossilifere tra Carrara e Castelpoggio, con Bactrilli e Molluschi, compresa *Rhaetavicula contorta* (ZACCAGNA D., 1932; DECANDIA F. A., FEDERICI P. R. e GIGLIA G., 1968).

Talvolta la formazione è mancante. Per lo più lo spessore non supera un centinaio di metri; alla Pania di Corfino tuttavia è di almeno 450 m. (AZZAROLI A., 1955).

Età: Retico.

Gem — *Calcari e calcari dolomitici grigio scuri passanti a calcari grigi e grigio chiari, massicci o grossolanamente stratificati.*

Il limite con la sottostante formazione a *Rhaetavicula contorta* è convenzionale. Lo spessore è variabile anche per eteropie di facies.

Età: Lias inferiore.

Gem<sub>1</sub> — « *Calcari ad angulati* ».

Con questo nome i vecchi Autori designavano calcari stratificati (strati dello spessore intorno ai 2 dm) alternanti con calcari marnosi. Sono eteropici col calcare massiccio. Lo spessore si aggira sui 350 metri a sud di Roggio e nella zona di Uglianaldo.

Età: Lias inferiore. (DECANDIA F. A., FEDERICI P. R., GIGLIA G., 1968).

Ge — « *Rosso ammonitico* ».

Calcari rossi e rosei nodulari ad Ammoniti. Possono ricoprire direttamente i calcari Gem oppure i calcari marnosi Gem<sub>1</sub>.

Età: Lias inferiore.

Gs — *Calcari grigio-chiari stratificati con liste di selce.*

Al « Rosso ammonitico » seguono calcari grigio-chiari a stratificazione ben distinta con liste e noduli di selce chiara. Sporadicamente la selce può avere colore scuro. Lo spessore varia tra 150 e 200 metri circa.

Età: Lias medio-superiore testimoniata da Ammoniti. (ZACCAGNA D., 1932; SGUAZZONI G., 1963).

Gm — *Marne grige e calcari marnosi con « Posidonia alpina »* (GRAS).

Marne fissili generalmente alterate in giallo; negli strati più calcarei sono presenti talvolta liste e noduli di selce e concrezioni limonitiche. Si notano rari livelli di radiolariti di modesto spessore. Sporadicamente sono presenti piccole intercalazioni di argille e argille marnose di colore rosso vinato. Lo spessore della formazione può arrivare ad un massimo di 150 metri.

Età: Dogger.

Ges — *Calcari grigio scuri, stratificati, con selci nere.*

Formazione prevalentemente calcarea, con strati e banchi di spessore variabile fino a qualche decimetro, di colore grigio scuro, a volte bluastrò, con interstrati e liste di selce nera. Rare intercalazioni di marne fogliettate in straterelli di spessore fino a 10 cm. Il calcare è fetido alla percussione e presenta frattura scabra.

Questa formazione è maggiormente diffusa nei Fogli contigui (97, 104 e 105). Nell'area del Foglio « Massa » è rappresentata con l'aspetto tipico e con spessore variabile da 150 a 250 metri solo nei dintorni di Gallicano. Procedendo verso NW i calcari grigio scuri con selci nere

progressivamente scompaiono per probabile sostituzione laterale con la formazione dei diaspri (di).

Età: Malm pro parte.

di — *Radiolariti rosse, verdi e nere (« diaspri »)*.

Gli strati, nettamente separati, hanno spessore variabile da qualche centimetro a poco più di un decimetro e sono sempre intensamente fratturati in prismi ortogonali alla stratificazione. Oltre ai radiolari sono stati segnalati Aptici e un belemnite mal conservato (MASINI R., 1932).

Spessore molto variabile (anche per cause tettoniche); più comunemente tra 50 e 100 metri.

Età: Malm pro parte.

mac — « *Maiolica* ».

Nel versante orientale delle Apuane raggiunge gli spessori maggiori, di oltre 300 m. Quivi si possono distinguere due zone: una inferiore con calcari bianco-latte sublitografici con liste di selce e una superiore con calcari grigi, pure con liste di selce e con presenza di calcareniti. La stratificazione è sempre ben distinta con strati di spessore variabile più frequentemente intorno al decimetro. I microfossili elencati sulla legenda della carta, frequenti specialmente negli strati basali, e gli Aptici denotano il Titonico superiore e il Cretaceo inferiore.

bs — *Brecce sedimentarie poligeniche*.

Affiorano limitatamente ai nuclei di Mommio, Soraggio, Corfino. Sono costituite da elementi angolosi o poco arrotondati provenienti dalle formazioni precedenti, fino al Lias inferiore, spesso con concentrazioni di frammenti di selce che testimoniano, insieme con la presenza di giunti stilolitici presso i contatti con le formazioni sopra e sottostanti, frequenti episodi di dissoluzione del calcare. Spessore: da pochi centimetri ad alcuni metri. Si interpretano come residui, almeno in parte messi in posto come scivolamenti sottomarini, di rocce provenienti da aree non lontane, dove

si sono manifestati movimenti dal Neocomiano al Cretaceo superiore. In esse si è avuto uno smantellamento non per emersione, ma prevalentemente per dissoluzione subacquea. Secondo BOCCALETTI M. e BORTOLOTTI V. (1965) la lacuna corrispondente è nella zona di Roggio e Trasilico (a W) dove le brecce riposano con lieve discordanza ora sulle « marne a *Posidonia* », ora sulla « maiolica ».

sp. bn. sC — *Argille fissili policrome « scaglia toscana » (sp), con intercalazioni di microbrecce calcaree (bn) e calcari sublitografici o marnosi (sC)*.

La formazione è nota anche col nome di « scisti policromi »; occorre però rilevare che non si tratta di scistosità acquisita, ma di una fissilità primaria a scagliette subparallele alla stratificazione. Sono argilliti di colore variabile dal rosso, al grigio, al verdastro, talvolta marnose. Ai microfossili citati nella legenda della carta si possono aggiungere macroforaminiferi nelle microbrecce calcaree intercalate: Nummuliti, Orbitoidi e superiormente Lepidocicline.

Le intercalazioni bn in alcuni luoghi hanno spessori rilevanti da potersi considerare come un membro discontinuo della formazione della scaglia. L'intera formazione ha spessori molto variabili (fino a 400 m) dovuti in parte a cause tettoniche e in parte alla frequenza di lacune con carattere di diastemi.

Età: dal Cretaceo medio a una parte inferiore dell'Oligocene.

mg — *Formazione del « macigno »*.

Arenarie quarzoso-feldspatiche alternanti con marne siltose e argille. Gli strati e banchi di arenaria di spessore variabile presentano la classazione granulometrica caratteristica delle torbiditi. Con maggiore frequenza verso il tetto della formazione si notano intercalazioni di aspetto brecciato che si interpretano come olistostromi di materiale proveniente dalle unità alloctone liguri, con microfaune cretacee ed eoceniche (o).

Specialmente nella zona a SW della dorsale Monte Cusna-Monte Ravino (angolo NE del Foglio) sono presenti inclusioni di blocchi di

gessi (tg), che si considerano come olistoliti provenienti dalla formazione evaporitica del Trias superiore.

mPI: può considerarsi un membro superiore della formazione del « macigno »; si trova nell'angolo NE del foglio ed è più largamente rappresentato nell'attiguo Foglio 97 (S. Marcello Pistoiese).

Dopo la messa in posto dei maggiori olistostromi, nella parte alta del « macigno » i sedimenti diventano quasi esclusivamente siltiti marnose, che hanno ricevuto vari nomi, come Arenarie di M. Modino, Ar. del Monte Cervarola, Ar. del Cusna. Età: Oligocene superiore e parte del Miocene.

La formazione del « macigno » ha in generale spessori variabili da 700 a 1000 m; dove è sormontata dal membro marnoso mPI e lungo il crinale dell'Appennino, lo spessore complessivo è valutabile a 2500 metri circa.

Si veda in proposito: BALDACCI F. e altri, 1967.

## 5. UNITÀ LIGURIDI.

I gruppi di terreni che verranno sotto descritti non appartengono ad un'unica successione stratigrafica, ma costituiscono unità alloctone indipendenti al di sopra del « macigno », che è il termine più recente (Oligocene-Miocene inf.) della successione formatasi nel dominio di sedimentazione toscano.

I terreni delle unità liguri hanno età compresa fra il Giurassico superiore e l'Eocene; costituiscono tre successioni stratigrafiche, che verranno descritte cominciando dalla più bassa in ordine di sovrapposizione.

### GRUPPO DELL'ALBERESE

E' l'unità alloctona liguride che poggia direttamente sul « macigno » toscano. La messa in posto di questi terreni nel bacino di sedimenta-

zione del macigno si ritiene dovuta a una tettonica di scivolamento gravitativo, che è stata preceduta da olistostromi intercalati nelle parti più alte del macigno.

Nella formazione basale del Gruppo dell'Alberese si notano intercalazioni lenticolari di siltiti e arenarie con microfaune oligoceniche (mPI), che rappresentano temporanee riprese di sedimentazione del macigno durante le prime fasi della messa in posto dell'unità alloctona. Queste intercalazioni sono frequenti specialmente nel versante emiliano dell'Appennino, nell'area NE del foglio.

alb: rappresenta la parte basale dell'unità alloctona ed è un complesso eterogeneo costituito prevalentemente da argille siltose, marne, calcari, calcari marnosi, calcareniti, calcari silicei, breccie sedimentarie poligeniche ad elementi calcarei ofiolitici, con assetto mal definibile e talora caotico. Intercalati a vari livelli compaiono lenti di arenarie sottilmente stratificate, tipo graywacke, a grana variabile, con interstrati argilloso-siltosi (aGs). Lo spessore delle lenti può arrivare fino a 40 m. Esse sono localizzate prevalentemente nei pressi di Bagnone e a N di Sarzana e sono correlabili, per analogia litologica e posizione stratigrafica, con le « arenarie di Groppo Sovrano » del Foglio 84 (Pontremoli).

Età: intervallo Cretaceo superiore-Eocene, determinata su microfossili.

Inglobate in questi terreni si trovano grandi masse di diabase ( $\Delta$ ) con strutture a pillow-lavas, serpentine ( $\Sigma$ ) (alta Val di Serchio a monte di Castelnuovo Garfagnana) e di serpentine e gabbro ( $\Gamma$ ) (dintorni di Falcinello presso Sarzana) accompagnate da un corteo di arenarie e breccie sedimentarie ofiolitiche (b). Ofioliti e breccie derivano da accumuli per frane sottomarine all'interno del bacino di sedimentazione dell'Alberese.

Negli elementi calcarei delle breccie sono state rinvenute microfaune a Calpionelle del Cretaceo inferiore.

Presso Camporgiano e San Donnino (alta Val di Serchio) associate alle ofioliti compaiono spuntoni granitici di età ercinica ( $\gamma$ ).

al — *Formazione in facies di flysch a dominante calcarea.*

Calcari grigi, arenarie calcarifere e calcareniti, calcari marnosi e marne, con sequenze tipiche delle torbiditi. Gli affioramenti di maggiore estensione si trovano nell'area tra Fivizzano e Piazza al Serchio e a NW di Bagnone.

La formazione è in continuità stratigrafica con il complesso alb e parzialmente eteropica con esso.

Età: Paleocene-Eocene inferiore e medio.

#### GRUPPO DEL FLYSCH CRETACICO

I terreni di questa successione stratigrafica affiorano prevalentemente a NW del nucleo delle Apuane, ed appartengono ad una unità alloctona di tipo ligure sovrapposta tettonicamente a quella del Gruppo dell'Alberese. Anche in questo gruppo si distingue un complesso basale molto eterogeneo (acC) e un flysch a dominante calcarea sovrastante (mcC).

acC — *Argille fissili grigio scure, talvolta varicolori; con intercalazioni di strati calcarei a grana fine, silicei, calcareniti, arenarie quarzoso-feldspatiche micacee, arenarie e breccie con elementi ofiolitici.*

Anche in questo complesso sono inglobati grossi ammassi di serpentine, gabbri e diabasi. Nei dintorni di Aulla sono frequenti intercalazioni di breccie sedimentarie poligeniche, grossolanamente stratificate in banchi di spessore rilevante (4-5 metri), costituite da frammenti di varie dimensioni di calcari a Calpionelle, ofioliti, radiolariti in cemento argilloso (b). Le masse di ofioliti, i graniti (ercinici) e le breccie vengono considerate come olistostromi franati entro il bacino di sedimentazione del flysch cretaco.

I calcari intercalati alle argille contengono microfaune del Cretaceo superiore: *Globotruncana* gr. *linneana* (D'ORBIGNY), *Pithonella ovalis* (KAUFMAN), *Heterobelix* sp., *Globigerinelloides* sp., Radiolari.

mcC — *Calcari, calcari marnosi e marne in sequenze ritmiche (facies di flysch calcareo).*

La formazione presenta i caratteri tipici delle torbiditi, come la classazione verticale dei granuli, le impronte basali e altre strutture sedimentarie.

Le microfacies caratteristiche della formazione sono rappresentate da micriti marnose con le associazioni di fossili, indicate nella legenda della carta, che consentono un riferimento cronologico al Cretaceo superiore senza maggiori precisazioni.

#### SERIE DELLA VAL DI VARA

I terreni attribuiti a questa successione stratigrafica sono stati correlati con quelli analoghi affioranti nell'area del Foglio 84 (Pontremoli) e appartenenti alla parte alta della «serie della Val di Vara». Nell'area del Foglio Massa affiorano in una zona limitata compresa fra Castelnuovo Magra e Nicola.

Csp — *Argille fissili e siltiti policrome; marne siltose con calcari e arenarie.*

Localmente sono presenti estese intercalazioni lenticolari di breccie sedimentarie poligeniche costituite in prevalenza da elementi di ofioliti e in subordine da radiolariti e calcari. Le breccie sono grossolanamente stratificate e all'interno dei banchi si può riconoscere una classazione verticale degli elementi.

Oltre ai fossili indicati nella legenda della carta si segnala la presenza nelle argille d'un'associazione di Foraminiferi bentonici arenacei indicativi di facies: *Bathysiphon* sp., *Ammodiscus* cf. *gaulticus* (BERTHELIN), *Glomospira gordialis* (PARKER e JONES), *Glomospira charoides* (CUSHMAN e JARVIS), *Trochammina* sp., *Trochamminoides* sp., *Plectina irregularis* MARSSON.



Età: Cretaceo superiore per la presenza di: *Pithonella ovalis* (KAUFMANN), cf. *Praeglobotruncana* sp., *Hedbergella* sp., *Heterohelix* sp.

Car — *Arenarie turbiditiche quarzoso-feldspatiche micacee, in strati di spessore variabile da pochi centimetri a un metro, con intercalazioni di siltiti scure, fissili.*

Le sequenze presentano evidenti la classazione dei granuli e le impronte basali.

La formazione segue in continuità stratigrafica e parziali rapporti di eteropia le argilliti e siltiti policrome (Csp) ed è quindi attribuibile al Cretaceo superiore. Per analogia litologica, per posizione stratigrafica ed età e per i rapporti di sovrapposizione con le altre unità alloctone liguri essa viene correlata con le « Arenarie di Monte Zatta » del Foglio 84 (Pontremoli).

#### TERRENI SENZA CONNESSIONE VISIBILE CON SERIE DEFINITE

ar. spv

Nei dintorni di Falcinello (Sarzana) affiorano due lembi di arenarie stratificate (ar) con intercalazioni di siltiti policrome (spv). La cui posizione stratigrafica o i rapporti geometrici con i terreni circostanti non sono direttamente osservabili, né possono essere dedotti a causa della limitata estensione degli affioramenti e della cattiva esposizione.

Le arenarie sono quarzoso-feldspatiche micacee, a grana fine e cemento marnoso e argilloso; hanno strati generalmente con spessore tra 10 e 25 cm, con classazione gravitativa spesso evidente e con strutture a lamine parallele. Gli strati arenacei sono seguiti da letti siltoso-argillosi di colore grigio scuro che diventano prevalenti alla sommità della sequenza.

Presso Villa Berghini affiora una grossa lente di siltiti varicolori (spv) con sottili intercalazioni di strati calcarei a grana fine, di color grigio chiaro, con microfaune a piccoli Foraminiferi planctonici (Globigerinidi, Heterohelicidi), presumibilmente attribuibili al Cretaceo superiore.

L'arenaria di Falcinello viene a contatto verso SW con una grossa massa di serpentinite e verso NW e S con la formazione alb. E' pertanto possibile che questa formazione rappresenti un termine del gruppo alb.

#### 6. DEPOSITI NEOGENICI E QUATERNARI

##### MI — *Formazione lacustre paralica di Caniparola-Sarzana.*

Affiora nella bassa Val di Magra e la successione dei terreni è nota soprattutto attraverso i sondaggi effettuati in passato per la ricerca e la coltivazione della lignite. Il termine più antico è costituito da uno scisto carbonioso, localmente chiamato « scorzone », con banchi di lignite (2 banchi principali: con spessori di m 1,30 e 1,50). Seguono argille azzurre, oggi visibili in uno scavo di Ponsano, con molassa e qualche straterello di lignite nella parte inferiore e intercalazioni di sabbie e di conglomerato minuto nella parte superiore. Dalle ligniti provengono resti di *Ta-pirus*; da esse e dalla molassa provengono numerose filliti indicanti clima caldo umido; le argille contengono molluschi (*Dreissensia*, *Melanopsis*, *Paludina* e altri generi indicanti influenze salmastre).

Il livello sommitale è costituito da un conglomerato talvolta ben cementato nel quale prevalgono i ciottoli di macigno; subordinatamente si notano serpentinite, diaspri, calcari marnosi e a luoghi ciottolame calcareo della serie toscana non metamorfica e qualche frammento di lignite.

La formazione deve i suoi materiali all'antico bacino della Magra e può raggiungere 150 m di spessore.

Età: Questi depositi sono stati attribuiti al Miocene superiore; tuttavia non si può escludere che in parte o tutti appartengano al Pliocene.

##### Pal. Pel — *Fluvio-lacustre della Valle del Serchio.*

Affiora in due placche ora separate dall'incisione recente del Serchio, presso Castelnuovo Garfagnana e presso Pieve Fosciana. E' probabile che non sia mai esistito un lago di aspetto tipico, ma piuttosto un largo

acquitrino; i vegetali contenuti sono tipici di acquitrini con basse isole e verosimilmente in massima parte non sono stati fluitati.

Nei livelli inferiori prevalgono argille azzurre (Pal) con intercalazioni di sabbie giallo-ocracee, e di ligniti che talvolta (specie a Ghivizzano) formano strati di 20-30 cm, ricchi di resti specialmente di *Liquidambar* e *Glyptostrobus*. Nelle argille sono stati rinvenuti vertebrati pliocenici.

Superiormente prevalgono, fino a diventare esclusivi, depositi di ghiaie, anche molto tenacemente cementate in conglomerato (Pcl): tra gli elementi prevalgono i calcari provenienti sia dal nucleo metamorfico apuano, che dalla falda toscana. La stratificazione è talora molto distinta; i livelli superiori sono di ghiaie sciolte e grossolane.

Età: Pliocene e forse parte del Pleistocene.

#### Ql — *Fluvio-lacustre di Aulla-Olivola.*

Occupava la depressione tra Aulla-Bagnone e Filattiera, ma oggi è ridotto a lembi discontinui. Alla base è formato da argille azzurre, talora alternanti con strati di lignite fino a 50 cm e con ghiaie fini. Le argille contengono Molluschi di acqua dolce e terrestri (*Unio*, *Planorbis*, *Helix*). Seguono sabbie giallognole e grosse bancate di conglomerati con prevalenti ciottoli calcarei. Sono presenti intercalazioni e tasche di limo calcareo-argilloso, talora sabbioso, di trasporto fluviale. In uno strato limoso entro il conglomerato fu rinvenuta la ricca e nota fauna a Vertebrati attribuita al Villafranchiano. Resti di Equidi e Bovidi sono stati trovati anche a Vallescura presso Bagnone.

Lo spessore della formazione raggiunge i 250 metri.

#### Qc — *Conglomerati a prevalenti elementi di « macigno ».*

Sono in generale poco cementati e possono contenere ciottoli di macigno anche fino a diametri intorno a due metri.

Gli affioramenti nel bacino della Magra hanno giacitura a strati orizzontali; nel bacino del Serchio gli strati sono inclinati anche fino oltre 30°. Dovunque hanno carattere di deposito fluviale e giacciono discordanti su formazioni diverse, incluse le fluvio-lacustri plioceniche. La posizione dei

vari affioramenti, e in modo particolare di quello presso Minucciano situato ad altitudine intorno ad 800 m, indica una rete idrografica del Quaternario antico molto diversa da quella attuale.

L'attribuzione cronologica al Quaternario non esclude la possibilità che qualche placca sia ancora pliocenica.

- mo = Depositi morenici, talvolta in forma di cordoni, più frequentemente con morfologia indicante almeno parziale rimaneggiamento torrentizio.
- at = Depositi alluvionali terrazzati: prevalentemente ciottolosi, talvolta con un certo grado di cementazione, con intercalazioni sabbiose. Sono coni di deiezione appartenenti a fasi climatiche più piovose del tempo attuale e quindi da collegarsi con espansioni glaciali. Quelli della fascia pedemontana tra Sarzana e Massa sono incisi dai corsi d'acqua che li hanno generati e presentano in alcuni tratti una scarpata che è stata attribuita ad erosione marina.
- d<sub>2</sub> = Dune sabbiose costiere recenti, in cordoni paralleli alla costa, con rilievo scarso.
- s = Sabbie di spiaggia attuale; sottile striscia discontinua.
- a = Depositi alluvionali recenti e attuali, ciottolosi e sabbiosi; limosi e argillosi nella pianura della Val di Magra.
- t = Terreni di colmata (a sud di Massa).
- d = Detriti di falda e « ravaneti » cioè accumuli di discarica dell'estrazione dei marmi (nel nucleo metamorfico apuano).

## V — TETTONICA

I lineamenti tettonici generali dell'area del foglio sono dati dal fatto che il nucleo autoctono metamorfico delle Apuane costituisce una finestra tettonica, mentre tutto all'intorno affiorano unità alloctone, sia provenienti dallo stesso bacino di sedimentazione (dominio toscano) come le scaglie parautoctone e la falda toscana, sia provenienti da un bacino di sedimentazione situato più a Ovest (dominio ligure).

Nell'intervallo tra la consegna del nuovo rilevamento e la stesura di queste note illustrative, il progresso delle conoscenze generali sulle unità del dominio ligure consente di indicare alcune modifiche, che rappresentano una semplificazione rispetto alla legenda della carta.

La distribuzione spaziale delle varie unità tettoniche è rappresentata nella fig. 2, che riproduce anche una parte del foglio adiacente al Sud, (Pisa), per dare una visione completa della finestra tettonica apuana. In essa sono indicate le aree di affioramento delle seguenti unità:

1. Autoctono metamorfico
2. Scaglie parautoctone metamorfiche
3. Falda toscana non metamorfica
4. Unità alloctone liguri
5. Formazioni neautoctone.

Non sono stati segnati i limiti separanti le singole unità liguri tra di loro, che avrebbero introdotto una complicazione inutile per uno sguardo d'insieme, e anche perché alcune formazioni tenute distinte nella legenda della carta oggi possono essere unificate. I terreni attribuiti al

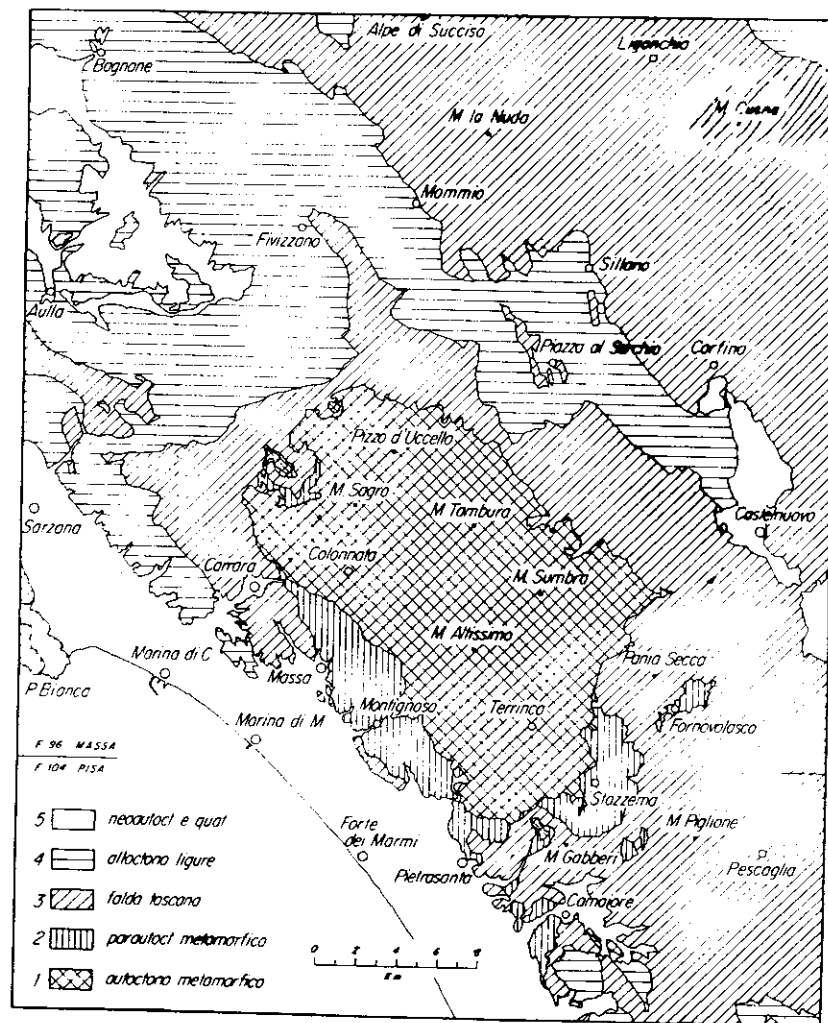


Fig. 2 — La distribuzione delle unità tettoniche. E' riportata in basso anche una parte del Foglio «Pisa», per mostrare per intero la finestra tettonica delle Apuane.

« gruppo dell'Alberese » debbono considerarsi come appartenenti alla stessa unità che comprende anche il « gruppo del flysch cretaco ».

Il complesso inferiore alb si identifica pertanto con acC e corrisponde alla « serie calcareo argillosa » (Kalk-Ton-Serie, detta anche « argille e calcari »), di età prevalentemente eocenica. La formazione al non va riferita all'Alberese tipico di Monte Morello (Firenze), ma viene ora designata come « calcari del Gruppo del Vescovo, membro della serie calcareo argillosa » (v. Foglio 84 « Pontremoli »). Analogamente la formazione mcC (arenarie del « gruppo del flysch cretaco ») vanno riferiti al « flysch del Monte Caio » (Foglio « Pontremoli »). La serie della Val di Vara si identifica con la serie del Monte Göttero.

Le singole unità presentano stili tettonici diversi, in dipendenza sia di sollecitazioni diverse ricevute nelle fasi tettonogenetiche, sia dei caratteri litologici delle singole formazioni, per cui esse reagiscono in modo differente alle sollecitazioni stesse. Nell'autoctono le deformazioni sono avvenute in regime di metamorfismo e quindi con stile plastico. La serie scistosa basale ha andamento a grandi pieghe, parzialmente mascherate dalla scistosità; in alcuni luoghi è pieghettata anche alla scala del decimetro. La copertura prevalentemente carbonatica ha pure uno stile plastico, in parte indipendente dalle strutture dello zoccolo, con sinclinali arrotondate e anticlinali più aguzze. Le formazioni carbonatiche, che in condizioni normali hanno comportamento rigido, per effetto del metamorfismo si sono comportate plasticamente, fino a dare deformazioni fluidali specialmente nei marmi e nelle lenti brecciate che li accompagnano.

Lo pseudomacigno ha avuto a sua volta deformazioni in gran parte indipendenti dalle formazioni sottostanti; è molto scarso perché con lo scollamento è passato in massima parte nelle scaglie parautoctone.

Il parautoctono del versante occidentale delle Apuane presenta immersione generale verso il Tirreno, con strutture a scaglie di varie dimensioni e parziali rovesciamenti indicanti una fase di piegamento avvenuta prima della messa in posto per traslazione sopra il nucleo autoctono. Negli affioramenti del versante orientale (alta Versilia) il parautoctono si riduce a sottili lame immergenti a Est, con forte discordanza rispetto

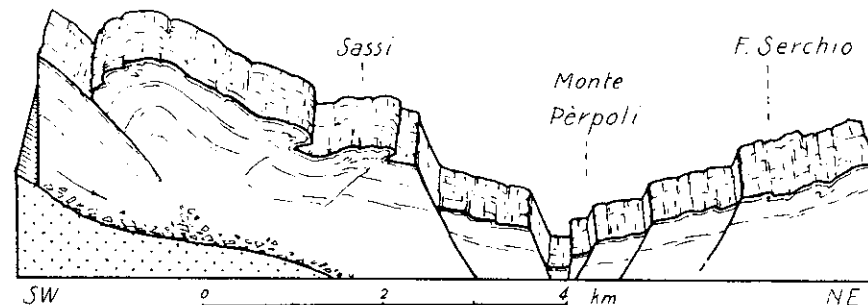


Fig. 3 — Ricostruzione eseguita lungo la traccia della sezione IV per mostrare l'effetto della fase tettonica tardiva di distensione. In basso, punteggiato, l'Autoctono e Parautoctono metamorfici; sopra, la falda toscana ricostruita fino al « calcareo mummulitico » per mostrare la struttura a Graben. Più a monte e più a valle della sezione il Serchio scorre nella parte più depressa del Graben.

all'autoctono, chiara espressione di un « rabotage basal » (sezione II del foglio).

La falda toscana ha come livello basale di scollamento e scorrimento le evaporiti del Norico, nelle quali l'originaria anidrite ha funzionato da lubrificante. Nel suo interno sono frequenti e caratteristiche le disarmonie determinate da avanscorrimenti lungo i livelli più plastici. Particolarmente importante è l'avanscorrimento del « macigno » lungo la « scaglia » e l'indipendenza delle sue strutture da quelle della successione carbonatica mesozoica. Il « macigno » presso l'angolo NE del foglio, lungo l'allineamento Monte Grande-Monte Prato (o Prado) forma una grande piega rovesciata a NE.

Nelle unità liguri i complessi di base, prevalentemente argillosi, hanno risentito in modo particolarmente intenso dei movimenti di traslazione della loro messa in posto, movimenti essenzialmente tangenziali testimoniati da ripetizioni di scaglie, da inclusi eterogenei e da strutture disordinate, talora caotiche. I flysch soprastanti hanno strutture a pieghe rovesciate e coricate con vergenza a NE e con fianchi inversi spesso lamì-

nati; anche in questo caso la disarmonia per avanscorrimento rispetto ai substrati è evidente.

Sull'età dei movimenti tettogenetici si può affermare che la falda toscana si è messa in posto durante il Tortoniano, avendo già sul dorso le unità liguri, corrugatesi in una precedente fase eocenica.

E' probabile che la prima fase del raddoppio della successione toscana sia dovuta a un meccanismo di compressione della crosta terrestre; è certo però che gran parte dell'assetto attuale è dovuto a scivolamenti gravitativi, testimoniati dalle strutture denotanti avanscorrimenti e dalla mancanza di metamorfismo nelle brecce di frizione alla base della falda toscana (la matrice della breccia non è metamorfica, ma racchiude frammenti di rocce metamorfiche).

Dopo i movimenti con prevalente traslazione ha avuto luogo, dal Messiniano a oggi, una fase di distensione crustale testimoniata dai sistemi di faglie dirette, che hanno creato i Graben della bassa Val di Magra e dell'alta Valle del Serchio (fig. 3).

## VI — MORFOLOGIA

I lineamenti fondamentali dell'altimetria sono quelli imposti dalle fasi tardive della tettonica.

Cominciando dall'angolo sud occidentale dell'area, la depressione della valle della Magra e il suo prolungamento in mare e nella pianura costiera corrisponde a una depressione tettonica compresa tra due sistemi di faglie in direzione appenninica. Come è noto da altre aree della Toscana dove sono stati datati i movimenti della tettonica tardiva, queste strutture sono iniziate nel Miocene superiore e si sono accentuate nel corso del Pliocene e del Quaternario.

Il nucleo apuano è un'area di sollevamento tettonico posteriore alla messa in posto delle coltri alloctone e al raddoppio della successione di tipo toscano.

L'alta valle del Serchio corrisponde a un Graben (fig. 3) che nel corso del Pliocene ha dato origine ai due laghi tettonici di Castelnuovo Garfagnana e Barga. Anche un tratto della valle della Magra a monte di Aulla è una fossa di origine tettonica che è stata occupata da un lago. I vari depositi lacustri hanno determinato, nelle depressioni tettoniche in cui si sono formati, una morfologia caratterizzata da vari ordini di terrazzamenti, generalmente costituiti da più cicli sedimentari, alternati con fasi di erosione che possono ricollegarsi sia ai movimenti tardivi della tettonica, sia alle maggiori oscillazioni climatiche del Quaternario in rapporto con le glaciazioni (TONGIORGI E. e TREVISAN L., 1953).

Il paesaggio morfologico tipico dei calcari con rilevanti spessori è presente nelle Apuane, nel nucleo metamorfico dove affiorano grezzoni e marmi, e in modo più attenuato nei calcari della successione toscana. Analogo paesaggio caratterizzato specialmente da pareti molto ripide, ricom-

pare a Est della valle del Serchio, nei due nuclei mesozoici di Soraggio e della Pania di Corfino, che emergono come moli isolate, con pareti ripide e nude, dal versante sinistro della valle. Questo fino allo spartiacque dell'Appennino, è costituito in grandissima prevalenza dal macigno, con rilievi caratterizzati da fianchi con pendenze marcatamente uniformi e coperti di vegetazione.



Fig. 4 — Morfologia glaciale sul versante occidentale del Monte Altissimo (Apuane).

Nel gruppo apuano forme dovute al carsismo sono diffuse nelle formazioni calcaree, ma sono poco appariscenti. Nei marmi e nel calcare selcifero del Monte Pisanino si possono osservare piccole doline; nel Monte Sagro, in corrispondenza di forme a conca, di tipo glaciale, si possono notare depressioni dovute almeno parzialmente a dissoluzione carsica. Numerose piccole doline sono presenti nel calcare cavernoso della cresta del Monte Borla, presso Campocècina.

Negli affioramenti di gessi dell'alta val di Secchia si notano piccole doline: una decina, di profondità massima di m 1,50 al piano Poggiaccia e altre più numerose presso il Passo del Cerreto, profonde fino a 4 metri e con diametri fino a 10 metri (LOSACCO U., 1939).

Le forme glaciali sono particolarmente diffuse. La carta riporta l'indicazione dei circhi glaciali nell'area nord-orientale del Foglio; lo spartiacque dell'Appennino e i maggiori rilievi prossimi sono stati modellati in larga misura da antichi ghiacciai, specialmente nel versante esposto a Nord.

Nel gruppo apuano, pur non essendo indicate con segno particolare sulla carta, sono presenti forme glaciali tipiche, spesso in forma di valloni molto ripidi (fig. 4), non sempre associate a depositi morenici.

Presso il Lago Casarola (in sinistra dell'alta val di Secchia) U. LOSACCO (1940) ha segnalato una valle sospesa; altre vicino allo spartiacque sono conformate a gradinata. Le forme glaciali vengono attribuite alla glaciazione würmiana, durante la quale il limite climatico delle nevi è sceso intorno alla cresta spartiacque dell'Appennino (Alpe di Succiso, Monte La Nuda, M. Cusna e M. Prado) ad altitudini comprese tra 1400 e 1550 m (LOSACCO U., 1940 e 1949).

Nel gruppo apuano i limiti nivali sono stati più bassi, fino a m 1225, in conseguenza di una più elevata quantità di precipitazioni (TREVISAN L., 1940 e TREVISAN L. e TONGIORGI E., 1940).

## VII — GEOLOGIA APPLICATA

### 1. MINIERE

#### *Miniera di Levigliani*

La mineralizzazione è costituita da piccole masse e vene di quarzo con ankerite e cinabro entro gli scisti porfirici permotriassici dell'Autotono metamorfico, in un livello situato circa 150 metri sotto il contatto con le dolomie del Trias superiore (grezzoni). E' presente mercurio nativo ed è stata identificata anche una varietà zincifera di metacinnabarite (BONATTI S., 1965).

Della miniera si hanno notizie fin dal 1153, in un atto del Comune di Pisa; fino al XVIII secolo fu coltivata per la estrazione del cinabro (purissimo e quindi di colore rosso molto vivace), utilizzato nella miniatura dei codici. In seguito la miniera è stata sfruttata solo saltuariamente e attualmente è inattiva.

#### *Miniera della Valle del Frigido*

Minerali: tetraedrite con contenuto anomalo in Ni (sino al 3,46%), associata a siderite, pirrotina, quarzo, calcopirite, calcantite, pirite, marcasite, galena, blenda, meneghinite. La mineralizzazione è localizzata negli scisti triassici del parautoctono metamorfico. Si trova all'imbocco della Valle del Frigido sul versante sinistro del fiume. La miniera è oggi inattiva.

#### *Miniera di Fornovolasco*

Minerali: magnetite e pirite in forma di impregnazione nei calcari

dolomitici brecciati alla base della Pania Secca (pendici meridionali). La miniera è inattiva.

#### *Mineralizzazione della Tambura*

E' costituita da vene di ematite distribuite in più livelli, sia entro gli scisti filladici, sia al contatto fra grezzoni e marmi, in corrispondenza del nucleo dell'anticlinale del Monte Tambura. Non è da escludersi un'origine sedimentaria del ferro, specialmente per i livelli al contatto grezzoni-marmi, dove in origine potevano essere croste ferruginose connesse con parziali emersioni. La rimobilizzazione in clima metamorfico avrebbe poi operato la trasformazione in ematite. Sul Monte Tambura sono stati eseguiti saggi esplorativi a più riprese nel periodo 1917-1926; tuttavia il giacimento non è mai entrato in fase di sfruttamento.

#### *Il giacimento di Scortico (Monte Borla, Campocècina)*

E' un giacimento di manganese nel complesso filladico di età cretaceo-eocenica che giace in discordanza tettonica sui sottostanti marmi (versante meridionale del Monte Borla).

La mineralizzazione è costituita in prevalenza da noduli con nucleo di rodocrosite, circondati da un involucro di piroxmagite e quarzo; è di origine sedimentaria, con successive trasformazioni durante la fase metamorfica (B. DI SABATINO, 1967).

### 2. CAVE

#### 2.1. *Marmi e pietre ornamentali*

L'estrazione e la lavorazione di marmi e pietre ornamentali sono particolarmente concentrate nelle Apuane e costituiscono la maggiore risorsa economica di quel territorio. Il principale livello produttivo è quello dei marmi bianchi e venati appartenenti all'Hettangiano della successione autoctona metamorfica; alla base di esso si trovano i bardigli caratterizzati da colore più scuro.

Il secondo livello produttivo in ordine di importanza è quello dei cipollini, che occupa una posizione più elevata sia nella successione autoctona, che nelle scaglie parautoctone.

La breccia di Seravezza, o breccia medicea, situata al contatto tra i grezzoni e i marmi, è stata coltivata molto attivamente specialmente in passato.

Negli ultimi anni ha assunto un certo sviluppo la coltivazione dei marmi del Trias medio del Parautoctono di Massa; la estrazione è attiva specialmente al Monte Brugiana dove questo marmo bianco raggiunge lo spessore massimo. I materiali marmorei estratti dalle Apuane formano una gamma difficile da elencare, anche perché piccole differenze nell'aspetto o nella direzione di taglio hanno dato luogo a molti nomi fantasiosi.

Lo statuario, particolarmente pregiato per il colore tendente all'avorio, anziché al grigio azzurrognolo, si trova, con uno spessore intorno a 2 metri, circa a metà della formazione dei marmi hettangiani.

Nel Carrarese la coltivazione dei marmi risale probabilmente all'epoca etrusca e certamente era in atto in epoca romana; dopo un'interruzione nell'alto medio evo, è continuata ininterrottamente fino ai nostri giorni. In Versilia un'attività estrattiva è documentata fin dal XIV secolo. Un impulso notevole all'estrazione dei marmi bianchi e delle breccie di Seravezza si ebbe nel XVI secolo allorché i Medici inviarono sul posto a curare l'estrazione Michelangelo e Giambologna. Dopo una relativa decadenza nei secoli XVII e XVIII, nella prima metà dell'800, Bonini, Grimaldi ed Henraux ripresero attivamente l'estrazione dei marmi del Monte Altissimo, seguiti da altri minori in molti altri giacimenti della Versilia.

Negli alti bacini di Arni, Minucciano e Vagli l'estrazione fu invece iniziata soltanto alla fine del secolo scorso.

Nell'ambito ancora dei terreni metamorfici è stata utilizzata la « pietra del Cardoso », che corrisponde ai livelli arenacei dello « pseudomacigno », e viene usata per soglie, gradini e pavimenti rustici.

Dalle formazioni della falda toscana, non metamorfiche, da tempi recenti è stata iniziata l'estrazione del « rosso ammonitico » sull'Alpe di Corfino.

## 2. 2. Altri materiali

### *Pietre da cemento*

Nei pressi di Piazza al Serchio sono utilizzati come pietre da cemento i calcari marnosi della formazione al (correlabili coi « calcari del Groppo del Vescovo » del Foglio Pontremoli, datati all'Eocene). Nelle vicinanze di Avenza vengono estratti i calcari m.c. del flysch cretacico (correlabili col flysch del Monte Caio).

### *Pietre da calce*

Nei dintorni di Carrara si utilizza come pietra da calce il calcare massiccio Gem, appartenente alla falda toscana.

### *Pietrischi*

Vengono utilizzati i calcari non metamorfici della falda toscana e in modo particolare il calcare massiccio, il calcare a *Rhaetavicula contorta* (Carrara-Massa). Presso Aulla sono aperte cave di pietrisco nel diabase, che viene utilizzato per massciata ferroviaria.

### *Argille da laterizi*

Si utilizzano le argille lacustri QI nei pressi di Aulla e i limi argillosi di deposito fluviale nella pianura della Magra, nelle vicinanze di Sarzana e Luni.

## 3. IDROLOGIA

La pioggia media annua ha valori molto diversi da luogo a luogo specialmente in rapporto col rilievo. La carta della fig. 5 è stata eseguita dal Dott. G. Plesi utilizzando i dati dell'ultimo cinquantennio ed è estesa a Est 6 km oltre il margine del foglio e a Sud 11. Dalle isoiete si rileva che lungo la cresta delle Apuane si hanno valori fino ad un massimo di 3300 mm, dove i rilievi superano di poco 1750 metri; sullo spartiacque



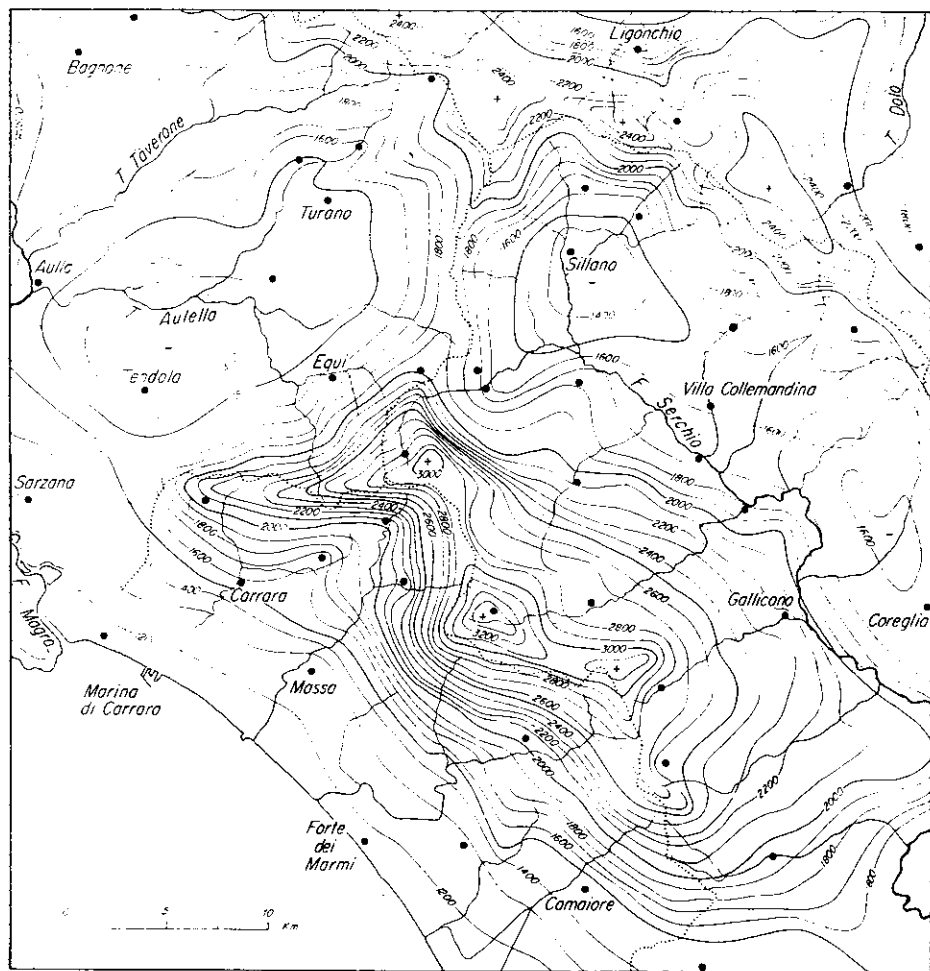


Fig. 5 — Isoiete medie dell'ultimo cinquantennio. I dischetti neri indicano le stazioni meteorologiche utilizzate; le linee punteggiate i principali spartiacque.

appenninico, nonostante le altitudini superiori a 2000 metri, le precipitazioni sono più basse.

L'incremento della pioggia media annua nel versante occidentale apuano è di 114 mm per ogni 100 metri di dislivello, mentre nel versante che dalla Valle del Serchio sale fino alla cresta dell'Appennino, l'incremento è di 83 mm per ogni 100 metri di dislivello.

Nell'insieme dell'area si possono distinguere per il comportamento idrogeologico le masse calcaree (dell'Autoctono, delle scaglie parautoctone e della falda toscana) che danno luogo a forti assorbimenti e a circolazioni sotterranee di tipo carsico, testimoniate anche da grotte. Nel gruppo apuano sono da ricordare alcune notevoli sorgenti carsiche. La polla della Chiesaccia (nell'alta valle della Turrite di Galliciano, a monte di Fornovolasco) sgorga dal calcare cavernoso al contatto con gli scisti sottostanti, con una portata valutata 60-100 l/sec. La Pollaccia (nella Turrite Secca), la Buca di Equi (con portate sopra 1000 l/sec) e le sorgenti del Frigido sono sorgenti carsiche di portata molto variabile e sono alimentate da aree assorbenti (calcarei e dolomie) situate per estensioni anche molto notevoli in bacini morfologici contigui a quelli in cui sgorgano.

Nelle aree basse sono da ricordare le acque artesiane della pianura tra Marina di Massa e Marina di Carrara; scorrono in vari livelli ciottolosi con intercalazioni di sabbie e limo che sono il prolungamento (sepolto da sedimenti più sottili) verso SE dei coni di deiezione terrazzati allo sbocco delle valli del versante orientale delle Apuane.

Presso il margine orientale del foglio, numerosi pozzi a Ovest di Sarzana e nel Piano di Ameglia attingono acque dalla falda freatica subalvea della Magra; sotto i depositi ciottolosi che costituiscono la falda sono state incontrate, talora alla profondità di circa 35 metri, argille che formano il letto impermeabile della falda stessa.

#### 4. SORGENTI TERMOMINERALI

##### *Le Terme di Equi*

Le acque termominerali di Equi sgorgano al livello della pianura alluvionale del torrente Lùcido dal calcare cavernoso; altre polle non captate

si trovano nell'alveo del torrente stesso. Le acque sono cloruro-solfato-sodiche, con residuo secco di grammi 4,8/litro, dei quali oltre 3 di cloruro sodico e poco più di 1 di solfato di calcio. Sulla temperatura non si hanno conoscenze precise: il dato ufficiale è di 26°C, ma secondo ZACCAGNA varia da 27° a 35°, secondo PERRONE da 17° a 27°. Anche la portata risulta molto variabile, con un massimo di un centinaio di litri al secondo.

La situazione idrogeologica è illustrata nello schema della fig. 6. E'

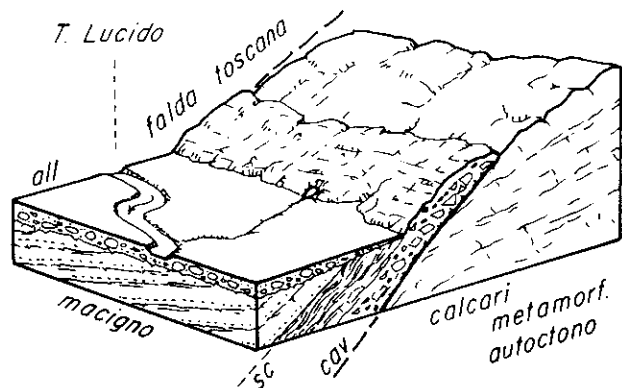


Fig. 6 — Schema della situazione idrogeologica delle acque termominerali di Equi. Tra i calcari metamorfici dell'Autoctono apuano e il « macigno » si trova una fascia laminata costituita da « calcare cavernoso » (cav) alla base e da una breccia di frizione con prevalenza di « scaglia » (sc) in alto.

probabile che cloruri e solfati derivino in gran parte dal « calcare cavernoso » e che l'alimentazione principale avvenga nei livelli calcarei dell'Autoctono. La sorgente è poco sopra la superficie di accavallamento della falda toscana, che ivi è molto ridotta tettonicamente, tanto che tra il « cavernoso » e il « macigno » si trova una fascia laminata, con dominanza di « scaglia », che forma un tampone impermeabile al « cavernoso ».

### Sorgenti di Monzone

Due sorgenti di acque molto clorate sgorgano nell'alveo del torrente Lùcido di Vinca di fronte al castello di Monzone, una in destra (Acqua Nera, con portata variabile intorno a 10 l/sec., con temperatura di 14°C e con residuo fisso di grammi/litro 3,85), e una in sinistra (polla dell'Acqua Salata, con portata di litri 1,5 al minuto primo, temperatura 15°C, residuo fisso grammi/litro 8,13. La situazione idrogeologica è simile a quella delle Terme di Equi, ma con la successione toscana meno laminata.

### Pieve di Fosciana

La sorgente detta Bagni Pradilena si trova in una depressione acquitrinosa nel deposito lacustre coperto da alluvioni quaternarie. E' un'acqua cloruro-solfato-sodica con residuo fisso di grammi/litro 5,45 (Cl gr 1,42; Na gr 1,17). La portata è di 2 litri al secondo e la temperatura è di 35°-37°C.

### Sorgenti di Galliciano

La sorgente Tórrite sgorga dal fondo valle della Turríte Secca, con temperatura di 30°C (variabile) e portata di circa 2-3 l/sec. L'acqua risale lungo una faglia diretta che mette a contatto i calcari del Retico e dell'Hettangiano col Nummulitico, ed è ferruginosa.

Altre due sorgenti, una in sinistra e una in destra, sgorgano nella stessa valle più a Est, subito a monte dell'abitato di Galliciano. Sono acque cloruro-solfato-magnesiache con temperatura di 25°C e portata di 2-3 l/sec. Le condizioni idrogeologiche sono analoghe alla sorgente Tórrite, in corrispondenza di una seconda faglia diretta, che interessa ugualmente i calcari cavernosi del Retico.

### 5. FRANE

Danno luogo a frane di entità rilevante i complessi basali eterogenei dei flysch alb e acC, in quanto hanno una dominanza di argille tettonica-

mente molto disturbate nelle quali inclusi di varia natura favoriscono la penetrazione delle acque in profondità. Sono per lo più frane di colamento incanalate in depressioni vallive, che raggiungono estensioni notevoli tra il Passo del Cerreto e Ligonchio, presso l'angolo nord-orientale del foglio.

Frane molto più limitate si trovano nelle formazioni del « macigno » e del flysch cretaco, che possono essere considerate aree di franosità potenziale.

*Manoscritto presentato il 20 luglio 1971.*

*Ultime bozze restituite l'8 novembre 1971.*

## VIII — BIBLIOGRAFIA

### 1. CARTE E SEZIONI GEOLOGICHE RIGUARDANTI IN TUTTO O IN PARTE IL FOGLIO « MASSA »

Alla scala 1:500.000:

ZACCAGNA D. (1900), *Carta geologica generale delle Alpi Apuane e delle regioni limitrofe*. Ist. Geogr. Mil., Firenze.

Alla scala 1:250.000:

ZACCAGNA D. (1932), *Carta geologica delle Alpi Apuane e regioni limitrofe*. In: « Mem. Descr. Carta Geol. d'It. », 25.

Alla scala 1:100.000:

ZACCAGNA D. (1925), *Foglio 96 « Massa » della Carta geologica d'Italia*. 1ª ed. Istituto Geogr. De Agostini, Novara.

Alla scala 1:50.000:

AZZAROLI A. (1950), *Carta geologica dell'Appennino lunigianese tra il Passo di La-gastrello e il Passo di Pradarena*. « Boll. Soc. Geol. It. », 69.

AZZAROLI A. (1955), *Carta geologica dell'Appennino tosco-emiliano tra il Passo di Pradarena e il Passo delle Forbici*. In: « Boll. Soc. Geol. It. », 74.

CAPELLINI G. (1863, 2ª ed. 1881), *Carta geologica dei dintorni del golfo della Spezia e Val di Magra inferiore*. Tip. Gamberini, Bologna, 1863; Tip. Bertero, Roma.

ZACCAGNA D. (1894), *Carta geologica delle Alpi Apuane: quadranti Carrara e Castelnuovo*. R. Uff. Geol., Lit. Virano, Roma.

ZACCAGNA D. (1896), *Sezioni geologiche attraverso le Alpi Apuane*. R. Uff. Geol., Lit. Virano, Roma.

Alla scala 1:35.000:

NARDI R. (1962), *Carta geologica e sezioni della zona tra Vinca, Gorfigliano e il Monte Tambura (Alpi Apuane)*. In: « Boll. Soc. Geol. It. », 81 (3).

Alla scala 1:25.000:

BORTOLOTTI V. (1964), *Carta geologica dell'alta Garfagnana tra Poggio, Dalli e Gramolazzo*. In: « Boll. Soc. Geol. It. », 83 (4).

DE STEFANI C. (1880-1887), *Carta geologica della regione centrale delle Alpi Apuane*. R. Ist. Studi Sup., Tip. Paris, Firenze.

- FUCINI A. (1925), *Abbozzo della carta geologica della conca di Forno Volasco nelle Alpi Apuane*. Stabil. Cartografico Giardi, Firenze.
- GIGLIA G. (1967), *Carta geologica delle Alpi Apuane, tav. Monte Altissimo (Foglio 96, II SO)*. In: « Mem. Soc. Geol. It. », 6 (1).
- MAXWELL J. C. (1952), *Geologic map of Pania della Croce-Pania Secca area, Alpi Apuane*. In: « Boll. Soc. Geol. It. », 75 (2), 1956.
- NARDI R. (1961), *Carta geologica e sezioni della zona tra la Pania della Croce, Galliciano e Castelnuovo Garfagnana (Alpi Apuane)*. In: « Boll. Soc. Geol. It. », 80 (2).
- VALDUGA A. (1957), *Carta geologica e sezioni dei Monti di Carrara ad Ovest di Monte Sagro*. In: « Boll. Soc. Geol. It. », 76 (2).
- ZACCAGNA D. (varie date), *Carta geologica delle Alpi Apuane. Tav.: Ameglia, Sarzana, Monte Sagro, Massa, Vagli, Monte Altissimo, Castelnuovo, Galliciano*. Tip. Salomone, Roma.
- ZACCAGNA D. (1932), *Carta geologica dei dintorni di Sassalbo*. « Mem. Acc. Lunig. Sc. », 13, La Spezia.

## 2. OPERE PRINCIPALI

- AZZAROLI A. (1950 a), *Osservazioni sulla formazione villafranchiana di Olivola in Val di Magra*. « Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem. », Ser. A, vol. 67, Pisa.
- AZZAROLI A. (1950 b), *Tettonica della catena principale dell'Appennino lunigianese tra il Passo di Pradarena e il Passo di Lagasirello*. « Boll. Soc. Geol. It. », vol. 69 (3).
- AZZAROLI A. (1955), *L'Appennino toscano-emiliano dal Passo di Pradarena al Passo delle Forbici e i nuclei mesozoici di Corfino e di Soraggio*. « Boll. Soc. Geol. It. », vol. 74 (4).
- BALDACCI F., BRANDI G. P., NARDI R., SQUARCI P., TAFFI L. (1967), *Sulla giacitura dei calcari cavernosi e dei gessi di Sassalbo, del Passo del Cerreto e della Val di Secchia (Appennino toscano-emiliano)*. « Mem. Soc. Geol. It. », vol. 6 (4).
- BALDACCI F., ELTER P., GIANNINI E., GIGLIA G., LAZZAROTTO A., NARDI R., TONGIORGI M. (1967), *Nuove osservazioni sul problema della falda toscana e sulla interpretazione dei flysch arenacei tipo « macigno » dell'Appennino settentrionale*. « Mem. Soc. Geol. It. », vol. 6 (2), Pisa.
- BARBERI F. (1966), *I porfidi della Toscana e la loro posizione stratigrafica*. « Atti Symp. Verrucano », Soc. Tosc. Sc. Nat., Pisa.
- BARBERI F., GIGLIA G. (1965), *La serie scistosa basale dell'autoctono delle Alpi Apuane*. « Boll. Soc. Geol. It. », vol. 84 (6), Pisa.
- BONATTI S. (1938), *Studio petrografico delle Alpi Apuane*. « Mem. Descr. Carta Geol. d'It. », vol. 26, Roma.
- BONATTI S. (1965), *Guida alle escursioni del XXII Congresso S.M.I.* Tip. Ed. Giardini, Pisa.
- BORTOLOTTI V. (1964), *Geologia dell'alta Garfagnana tra Poggio Dalli e Gramolazzo*. « Boll. Soc. Geol. It. », vol. 83 (4), Pisa.
- BORTOLOTTI V., PIRINI C. (1963), *Nota preliminare sull'età della base del Macigno (serie tra il Passo del Cerreto e la bassa Valle del Serchio)*. « Boll. Soc. Geol. It. », vol. 84 (6), Pisa.

- CAPELLINI G. (1860), *Cenni geologici sul giacimento di ligniti della bassa Val di Magra*. « Mem. R. Acc. Sc. Torino », ser. 2, vol. 19, Torino.
- DALLAN L., NARDI R. (1964), *Polymorphinidae nel Retico delle Alpi Apuane*. « Boll. Soc. Geol. It. », 83 (4).
- DECANDIA A., FEDERICI P. R., GIGLIA G. (1968), *Contributo alla conoscenza della serie toscana: la zona di Castelpoggio e Tenerano (Carrara, Alpi Apuane)*. « Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem. », ser. A, vol. 75 (1), Pisa.
- DE STEFANI C. (1887), *Le ligniti del bacino di Castelnuovo di Garfagnana*. « Boll. R. Com. Geol. d'It. », vol. 18, Roma.
- DE STEFANI C. (1889), *Le pieghe delle Alpi Apuane*. Pubbl. R. Ist. Sup. Prat., Perf., Sez. Sc. Fis. Nat., Firenze.
- DE WIJKERSLOOTH P. (1930), *Bau und Entwicklung des Apennins besonders der Gebirge Toskanas*. Geol. Inst. Amsterdam.
- DI SABATINO B. (1967), *Su una paragenesi del giacimento manganifero di Scortico (Alpi Apuane)*. Per. Min., vol. 36 (3).
- ELTER P. (1960), *I lineamenti tettonici dell'Appennino a NW delle Apuane*. « Boll. Soc. Geol. It. », vol. 79 (2), Pisa.
- ELTER P., FEDERICI P. R. (1964), *Sulla presenza di terreni attribuibili al Trias medio nel promontorio orientale del golfo de La Spezia*. « Boll. Soc. Geol. It. », vol. 83 (2), Pisa.
- ELTER P., GIANNINI E., TONGIORGI M., TREVISAN L. (1960), *Le varie unità tettoniche della Toscana e della Liguria orientale*. « Rend. Acc. Naz. Lincei, Cl. Sc. Fis. Mat. Nat. », s. 8, vol. 29 (6).
- ELTER P., GIGLIA G., RAU A., TONGIORGI M. (1966), *Il Verrucano della Verruca (Monti Pisani) nel quadro delle serie del Carbonifero, del Permiano e del Trias della Toscana settentrionale*. « Atti Symposium Verrucano ». Soc. Tosc. Sc. Nat., Pisa.
- FEDERICI P. R. (1965), *Nuove conoscenze sulla stratigrafia del Trias medio di Punta Bianca*. « Boll. Soc. Geol. It. », vol. 84 (3), Pisa.
- FEDERICI P. R. (1966), *Gasteropodi ladinici nei calcari di Punta Bianca (Golfo di La Spezia)*. « Riv. It. Pal. Strat. », vol. 72 (4), Milano.
- GIANNINI E., NARDI R., TONGIORGI M. (1962), *Osservazioni sul problema della falda toscana*. « Boll. Soc. Geol. It. », vol. 81 (2), Pisa.
- GIGLIA G. (1967), *Geologia dell'Alta Versilia settentrionale (Tav. M. Altissimo)*. « Mem. Soc. Geol. It. », vol. 6 (1), Pisa.
- GIGLIA G., RADICATI F. (1970), *K/Ar age of metamorphism in the Apuane Alps (Northern Tuscany)*. « Boll. Soc. Geol. It. », vol. 89 (4).
- GIGLIA G., TREVISAN L. (1967), *Genesi e significato paleogeografico delle brecce al contatto fra grezzoni e marmi nelle Alpi Apuane*. « Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem. », Ser. A, vol. 73 (2), Pisa.
- GUNTHER K., REUTTER K. J. (1966), *Submarine Brekzienbildung als Folge cenomaner orogenetischer Tätigkeit in der Toskaniden II bei Mommio (Provinz Massa-Carrara)*. « N. Jb. Geol. Pal. Abh. », 124 (3).
- GUNTHER K., RENTZ K. (1968), *Contributo alla geologia della catena principale del-*

- l'Appennino tosco-emiliano tra Ligonchio, Civago e Corfino.* «L'Ateneo Parmense. Acta Naturalia», 4 (1), Parma.
- IBBEKEN H. (1964), *Zum Bau des Ligurikums am Nordwestrand der Apuaner Alpen.* «N. Jb. Geol. Pal. Abh.», vol. 121.
- IPPOLITO F. (1950), *Le Alpi Apuane.* In: *Contributo alla geologia del Monte Pisano e delle Alpi Apuane.* «Mem. Note Ist. Geol. Appl. Univ. Napoli», vol. 3, Napoli.
- LENCEWICZ S. (1917), *Sezioni geologiche dell'Appennino toscano.* «Rend. Soc. Sc. Varsavia», 10 (6).
- LOSACCO U. (1949), *La glaciazione quaternaria dell'Appennino settentrionale.* «Riv. Geogr. It.», vol. 56 (2), Firenze.
- MASINI R. (1932), *Memoria descrittiva della carta geologica della Valle della Lima.* Tip. Lischi, Pisa.
- MASINI R. (1936), *I due laghi pliocenici di Barga e di Castelnuovo della Garfagnana e i loro rapporti con le direttrici di frattura e le aree sismiche.* «R. Acc. Lucch.», vol. 4, n.s., Lucca.
- MASINI R. (1937), *La zona degli scisti superiori nelle Alpi Apuane.* «Boll. Soc. Geol. It.», vol. 56 (3), Roma.
- MASINI R. (1957), *Studi geoidrologici sulle acque fredde e calde (Alpi Apuane bacino del Serchio).* «Boll. Serv. Geol. d'It.», 78 (4-5).
- MAXWELL J. C. (1956), *Tectonics of Pania Secca-Pania della Croce area. Alpi Apuane.* «Boll. Soc. Geol. It.», vol. 75 (2), Pisa.
- MERCIAI G. (1912), *Fenomeni glaciali delle Alpi Apuane.* «Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem.», vol. 28, Pisa.
- MERLA G. (1951), *Geologia dell'Appennino settentrionale.* «Boll. Soc. Geol. It.», vol. 70 (1), Pisa.
- MIGLIORINI C. I. (1944), *L'età del macigno sulla sinistra del Serchio e considerazioni sul rimaneggiamento dei macroforaminiferi.* «Boll. Soc. Geol. It.», 63, Roma.
- NARDI R. (1961), *Geologia della zona tra la Pania della Croce, Galliciano e Castelnuovo Garfagnana (Alpi Apuane).* «Boll. Soc. Geol. It.», vol. 80 (2), Pisa.
- NARDI R. (1962 a), *Sulla giacitura delle calcareniti a nummuliti nei terreni metamorfici del versante nord-orientale delle Alpi Apuane.* «Boll. Soc. Geol. It.», vol. 81, Pisa.
- NARDI R. (1962 b), *Geologia della zona tra il Pizzo d'Uccello, il Monte Pisanino e il Monte Tambura (Alpi Apuane).* «Boll. Soc. Geol. It.», vol. 81 (3), Pisa.
- NARDI R. (1963), *Sul ritrovamento di nummuliti nello «pseudomacigno» del versante nord-orientale delle Alpi Apuane.* «Boll. Soc. Geol. It.», vol. 82 (2), Pisa.
- NARDI R. (1965), *Schema geologico dell'Appennino tosco-emiliano tra il Monte Cusna e il Monte Cimone e considerazioni sulle unità tettoniche dell'Appennino.* «Boll. Soc. Geol. It.», vol. 84 (5), Pisa.
- NARDI R. (1967), *Schema stratigrafico e strutturale delle Apuane nord-orientali.* «Mem. Soc. Geol. It.», vol. 6 (4), Pisa.
- RICCI C. A. (1968), *Le rocce metamorfiche di natura basica e ultrabasica nelle serie*

- a facies toscana. Studio chimico e petrografico.* «Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem.», Ser. A, vol. 75 (1), Pisa.
- SQUAZZONI G. (1963), *Fauna ammonitica dei calcari selciferi metamorfici delle Alpi Apuane.* «Palaeont. It.», vol. 57, Pisa.
- SQUAZZONI G. (1968), *Stratigrafia dei grezzoni al Monte Grondilice (Alpi Apuane).* «Palaeont. It.», vol. 57, Pisa.
- STAUB R. (1932), *Die Bedeutung der Apuanischen Alpen.* «Vierteljahrsh. Naturf. Ges. Zürich», 77.
- SUTER K. (1938), *Die einzeitliche Vergletscherung der Apenninen.* «Zeit. Gletsch.», 24, Innsbruck.
- TEICHMÜLLER R. (1935), *Der Deckenbau des Nord Apennins zwischen Modena und Massa Carrara.* «Abh. d. Ges. Wiss. Göttingen, Math. Phys. Kl.», 3, (13).
- TILMANN N. (1926), *Tektonische Studien in der Catena metallifera Toscanas.* «Steinmann-Festsch., Geol., Rund.», 17 a, Berlin.
- TONGIORGI E., TREVISAN L. (1940), *Aspetti glaciali e forestali delle Alpi Apuane durante l'ultima glaciazione.* «Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Proc. Verb.», 49 (3), Pisa.
- TONGIORGI E., TREVISAN L. (1953), *Excursion en Garfagnana et aux Alpes Apuanes.* Livret-guide du IV Congrès Int. I.N.Q.U.A., Pisa.
- TREVISAN L. (1940), *I limiti nivali attuali e würmiani in Italia in rapporto alla temperatura e alla quantità di precipitazioni, con ipotesi sui fattori che determinarono la glaciazione würmiana.* «Boll. Com. Glac. It.», n. 20, Torino.
- TREVISAN L. (1955), *Il Trias della Toscana e il problema del Verrucano triassico.* «Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem.», Ser. A, vol. 62 (1), Pisa.
- TREVISAN L. (1959), *Gli esemplari di Ammoniti (Arietitacei) di Poggio Troncone e Tenerano (Apuane) e l'età dei marmi apuani.* «Boll. Soc. Geol. It.», vol. 78, Pisa.
- TREVISAN L. (1962), *Considérations sur deux coupes à travers l'Apennin septentrional.* «Bull. Soc. Géol. France», Sér. 7, vol. 4 (5), Paris.
- VALDUGA A. (1957), *Geologia dei monti di Carrara a W di Monte Sagro.* «Boll. Soc. Geol. It.», vol. 76, Pisa.
- WUNDERLICH H. G. (1960), *Zur Tektonik und Metamorphose der Apuanischen Alpen.* «Nachr. d. Akad. Wiss.», Göttingen.
- ZACCAGNA D. (1898), *Nuove osservazioni sui terreni costituenti la zona centrale dell'Appennino adiacente alle Alpi Apuane.* «Boll. R. Comit. Geol. d'It.», vol. 29, Roma.
- ZACCAGNA D. (1920), *Note illustrative alla carta geologica delle Alpi Apuane.* Appal: «Boll. R. Comit. Geol. d'It.», vol. 47, Roma.
- ZACCAGNA D. (1932), *Descrizione geologica delle Alpi Apuane.* «Mem. Descr. Carta Geol. d'It.», vol. 25, Roma.
- ZACCAGNA D., LOTTI B. (1881), *Sezioni geologiche nella regione centrale delle Alpi Apuane.* «Boll. R. Comit. Geol. d'It.», vol. 12, Roma.