

A T T I
DELLA
SOCIETÀ TOSCANA
DI
SCIENZE NATURALI
RESIDENTE IN PISA

MEMORIE - SERIE A
VOL. LXXVIII - ANNO 1971

PROCESSI VERBALI 1971

I N D I C E

MEMORIE

GRAZZINI M. - Identificazione di minerali di serpentino nelle breccie di Vincigliata (Firenze)	Pag. 1
GRAZZINI M. - Applicazione del microscopio elettronico a scansione su superfici di minerali	» 19
BALDACCI F., CERRINA FERONI A. - Sul significato delle ofioliti metamorfiche nelle formazioni detritiche triassiche (Verrucano) in rapporto all'evoluzione embrionale della geosinclinale appenninica. (Nota preliminare)	» 25
RIDOLFI G. - La carta delle acclività del bacino dell'Arno	» 42
RAPETTI F. - Le acclività del bacino dell'Arno in rapporto con i caratteri geolitologici	» 62
PLESI G. - Segnalazione di arenarie vulcaniche rimaneggiate negli olistostromi del «macigno» di M. Antessio (Appennino settentrionale) . .	» 105
GRASSELLINI TROYSI M., PENNACCHIONI M. E. - Cristallografia - cristallografia dei dietilditio carbammati di uranile. - V. $\text{NaUO}_2[\text{S}_2\text{CN}(\text{C}_2\text{H}_5)_2]_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ cubico	» 110
FANCELLI GALLETTI M. L. - Ricerche sulla pianura pisana - I ^o Analisi polliniche di sedimenti quaternari lacustri della zona di Pontedera (Pisa)	» 118
CAPEDRI S., LOSCHI GHITTONI A. G. - Sulle rocce della formazione basica Ivrea-Verbanò. 3. Petrografia e evoluzione metamorfica delle rocce filoniane affioranti nella Val Mastallone (Vercelli)	» 135
GIACOMELLI G. P., LARDICCI L. - On the maximum rotation of (S)-1-phenyl-3-methylpentane: determination of the relationship rotatory power-optical purity of (S)-1-phenyl-3-methyl-1-pentanone	» 159
GRIFONI CREMONESI R. - Revisione e studio dei materiali preistorici della Toscana	» 170
MICHELUCCHINI M., PUXEDU M., TORO B. - Rilevamento e studio geovulcanologico della regione del M. Cimino (Viterbo - Italia)	» 301
PUXEDDU M. - Studio chimico-petrografico delle vulcaniti del M. Cimino (Viterbo)	» 329
FERRARI G. A., MAGALDI D., RASPI A. - Studio pedologico del paleosuolo di Monte Longo (Siena)	» 395
DE NEGRI G., RIVALENTI G. - Alcune considerazioni sulla genesi dei giacimenti manganesiferi della Val Graveglia (Liguria)	» 420

PROCESSI VERBALI

Adunanza del 17 febbraio 1971	Pag. 439
Adunanza del 9 giugno 1971	» 440
Adunanza del 21 ottobre 1971	» 441
Assemblea del 9 dicembre 1971	» 442
<i>Elenco dei Soci per l'anno 1971</i>	» 445
<i>Norme per la stampa</i>	» 449

F. BALDACCI, A. CERRINA FERONI

SUL SIGNIFICATO DELLE OFIOLITI METAMORFICHE NELLE
FORMAZIONI DETRITICHE TRIASSICHE (VERRUCANO) IN
RAPPORTO ALL'EVOLUZIONE EMBRIONALE
DELLA GEOSINCLINALE APPENNINICA (*)

(NOTA PRELIMINARE)

Riassunto — Gli autori prendono in esame il dibattuto problema delle ortoprasiniti incluse nelle formazioni detritiche triassiche (Verrucano) dell'Appennino settentrionale; il problema viene discusso in rapporto all'evoluzione della geosinclinale appenninica.

Per le ortoprasiniti appenniniche erano state proposte, prima d'ora, le due interpretazioni seguenti:

- a) scaglie tettoniche derivate da unità alloctone ofiolitifere di eugeosinclinale (Liguridi).
- b) testimonianze di un vulcanismo basico triassico.

Viene respinta la prima interpretazione dopo un esame dei presupposti che ne avevano permesso in passato la formulazione; la seconda viene mantenuta per le vulcaniti basiche di Punta Bianca ed estesa ai metadiabasi del Promontorio Argentario.

Per i metagabbri e le metaserpentine dell'Argentario viene proposta una nuova soluzione; che si tratti cioè di elementi scivolati nel bacino di deposizione del Verrucano, secondo un meccanismo analogo a quello di messa in posto degli olistostromi.

Questa interpretazione viene inserita in un quadro evolutivo della geosinclinale appenninica di cui vengono tratteggiati i lineamenti:

— Il Dominio toscano (miogeosinclinale) si individualizza nel Trias medio ed è limitato verso occidente da un massiccio cristallino in sollevamento e in erosione attiva, che fornisce i clastici del Verrucano (L. TREVISAN [1963]). Dal substrato basico e ultrabasico, in parte denudato, di questo massiccio provengono gli elementi

(*) Pubblicazione n. 3 del Centro di Studio per la Minerogenesi, Petrogenesi e Tetto-
genesi dell'Appennino settentrionale (C.N.R.).

Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università di Pisa.

di metagabbro e metaserpentina del Promontorio Argentario. Il sollevamento triasico e il parziale denudamento del substrato viene messo in relazione all'inizio dei movimenti distensivi nella crosta sialica, ai quali si deve l'instaurarsi della geosinclinale appenninica.

— Il Dominio ligure (eugeosinclinale) si individualizza, nel Malm, in corrispondenza dell'area in sollevamento ed in erosione attiva al Trias; esso è assimilabile, anche nella nostra interpretazione, ad uno hiatus geosinclinale originatosi per lacerazione della crosta sialica, nel quale diaspri e calcari a Calpionelle si depongono direttamente sulle rocce basiche ed ultrabasiche del substrato (DECANDIA F. A., ELTER P. [1969]).

— Miogeosinclinale ed eugeosinclinale sono caratterizzate, al momento della loro individualizzazione, da vulcanismo basico sottomarino (vulcaniti basiche triassiche di Punta Bianca e dell'Argentario; diabasi del Malm intercalati alle radiolariti, sull'Appennino ligure). Le due fasi di vulcanismo basico vengono messe in relazione a sistemi di faglie dirette, prodottesi nel corso dei movimenti distensivi nella crosta sialica.

Abstract — This paper deals with the problem of the origin of the orthoprasinites included in the metamorphic triassic formations (Verrucano) of the Northern Apennines; this problem is discussed with reference to the embryonal evolution of Apennines geosyncline.

According to the different hypothesis on their origin, these orthoprasinites have been so far considered as being:

- a) low angle thrusts derived from allochthonous ophiolitic units of eugeosyncline (Liguridi);
- b) products of a triassic basic volcanism.

The first hypothesis is rejected, after discussing the geological significance of the data on which it was based; the second one is kept for the basic volcanites of Punta Bianca and extended to the metadiabases of Promontorio Argentario.

For the metagabbros and the metaserpentinites of Argentario the authors suggest these elements were slid into Verrucano basin with a sedimentary process analogous to that of olistostromes accumulation.

This interpretation is related to a conception of the evolution of the Apennines geosyncline which can be outlined as follows:

— The tuscan Domain (miogeosyncline) was distinguishable since the middle Trias and it was bounded westward by a rising crystalline massif, that was rapidly eroded thus giving origin to the Verrucano clastics (L. TREVISAN [1963]). The metagabbro and metaserpentinite elements of Promontorio Argentario come from the partially outcropping basic and ultrabasic substratum of this massif. The triassic uplift and the partial denudation of the substratum is connected with the initial stretching of the sialic crust, which generated the Apennines geosyncline.

— The ligurian Domain (eugeosyncline) developed since the Malm, in that area which was rising and in active erosion during the Trias. This domain can be considered, in our interpretation too, as a geosyncline hiatus originated from the tearing of the sialic crust, in which «diaspri» and «calcari a Calpionelle» deposited directly on the basic and ultrabasic rocks of the substratum (F. A. DECANDIA, P. ELTER [1969]).

— Miogeosyncline and eugeosyncline were characterized, at their birth, by submarine basic volcanism (triassic basic volcanites of Punta Bianca and of Promontorio Argentario; Malm diabases interbedded with radiolarites, in the ligurian Apennines). The two phases of basic volcanism are referred to systems of normal faults, produced during the tensional stress in the sialic crust.

INTRODUZIONE

La presenza in varie località dell'Appennino settentrionale di prasiniti connesse con i terreni detritici triassici (Verrucano) è nota da tempo e costituisce un problema discusso da vari autori e non ancora chiarito.

Le località appenniniche in cui sono noti affioramenti di rocce di tipo prasinitico e anfibolitico non sono molte; esse sono forse suscettibili di aumentare con il procedere delle ricerche. Le ricordiamo per comodità del lettore: Passo del Cerreto sullo spartiacque toscano-emiliano; Punta Bianca in Liguria; Bergiola Foscalina, Poggio di Moscona e Promontorio Argentario nella Toscana continentale; Rio Marina e Capo Calamita nell'Isola d'Elba e Promontorio del Franco nell'Isola del Giglio.

Dato il carattere preliminare di questa comunicazione, non riteniamo di dover qui presentare l'elenco completo degli autori che nel passato si sono occupati di queste particolari rocce metamorfiche. Ci limitiamo a ricordare che le prasiniti dell'Appennino settentrionale vengono attualmente interpretate, in parte come testimonianze di un'attività vulcanica basica triassica, in parte come scaglie tettoniche derivate da unità alloctone di tipo ligure.

In una recente pubblicazione [1968] il problema delle rocce metamorfiche di natura basica e ultrabasica nelle serie a facies toscana è stato ripreso in considerazione da C. A. RICCI.

Giudicando inconciliabili le due interpretazioni suddette, l'Autore sembra proporsi, attraverso uno «studio geologico petrografico comparativo dei vari affioramenti», di giungere alla formulazione di una spiegazione univoca per le metabasiti delle serie verrucane. Nelle conclusioni di questo lavoro vengono tuttavia riproposte le due interpretazioni ritenute «inconciliabili», cioè quella di un vulcanismo basico triassico per le prasiniti di Punta Bianca e di Bergiola Foscalina, e quella di scaglie tettoniche di origine ligure per

le ofioliti dell'Argentario, di Poggio di Moscona, del Promontorio del Franco e dell'Isola d'Elba; per le anfiboliti del Passo del Cerreto viene avanzata una terza ipotesi, che si tratti cioè di relitti di «basamento ercinico».

In realtà il punto di vista degli Autori, che in tempi recenti si sono occupati dell'argomento, era inevitabilmente condizionato da un dato mai provato, ma generalmente condiviso: l'età giurassica di tutte le ofioliti di origine ligure. Con questa premessa le prasiniti associate al Verrucano e con marcati caratteri di «parentela» con le ofioliti delle Liguridi venivano necessariamente interpretate come scaglie tettoniche, qualunque ne fossero le caratteristiche giacitureali

Le conclusioni di F. A. DECANDIA e P. ELTER [1969] offrono lo spunto per una diversa interpretazione del problema. In questo lavoro le ofioliti delle Liguridi vengono per la prima volta esplicitamente divise in due gruppi: diabasi, del Malm, legati ai diaspri e agli altri termini della copertura sedimentaria; gabbri e serpentine di età imprecisata, ma sicuramente più antica.

Nella nota citata gli Autori formulano anche l'ipotesi che i termini intrusivi della triade ofiolitica (gabbri e serpentine) si siano differenziati al disotto di una crosta sialica e rappresentino la parte superiore del mantello; un'idea analoga sembra affacciarsi in un precedente lavoro di P. PASSERINI [1964].

Le nuove conoscenze sulle ofioliti liguri consentono di accettare l'identità con le prasiniti senza invocare necessariamente una loro giacitura tettonica nel Verrucano; se gabbro e serpentina sono più antichi del Giurese più nulla esclude, almeno in linea teorica, che elementi di tali rocce possano trovarsi in giacitura primaria in terreni triassici.

Sulla base di queste premesse ci è sembrato opportuno riprendere in esame la giacitura delle ofioliti metamorfiche incluse nelle serie verrucane.

LE PRIME VERIFICHE

Per le prime verifiche sono stati scelti, tra quelli elencati nella introduzione, gli affioramenti (Promontorio Argentario e Punta Bianca) dai quali, sulla base della letteratura, ci attendevamo più esplici-

cite indicazioni per una nuova interpretazione delle prasiniti dell'Appennino settentrionale.

Promontorio Argentario

In tutti i più recenti lavori geologici e petrografici (G. GOTTARDI [1957]; A. LAZZAROTTO ed altri [1964]; C. A. RICCI [1968]) viene sostenuta, metamorfismo a parte, l'identità tra le ofioliti delle Liguridi e le ortoprasiniti intercalate agli scisti verrucani in varie località del Promontorio; di conseguenza le prasiniti vengono considerate tettonicamente imballate nel Verrucano.

Osserviamo innanzi tutto che a sud della trasversale Isola d'Elba-Roccastrada-Arezzo non esiste una falda ligure ofiolitifera al di sopra della serie toscana, ridotta o completa che essa sia. L'assenza di una falda ofiolitifera, a sud della trasversale suddetta, si desume dall'esame delle carte geologiche esistenti ed è confermata dalle ricerche svolte da uno di noi (A. CERRINA FERONI), in collaborazione con altri ricercatori dell'Istituto di Geologia di Pisa, nell'entroterra prospiciente l'Argentario e nella regione vico-vulsina. Riesce quindi piuttosto difficile accettare l'idea che le ofioliti metamorfiche incluse nel Verrucano dell'Argentario rappresentino l'unica testimonianza di una falda ligure ofiolitifera.

Inoltre la presenza al di sopra del Verrucano di termini della serie calcareo-dolomitica norico-retica, probabilmente in continuità di sedimentazione, rende estremamente complicato e artificioso qualsiasi meccanismo di inclusione tettonica delle ofioliti nel Verrucano stesso.

Per rintracciare le ortoprasiniti dell'Argentario e controllarne le caratteristiche giaciture, ci siamo serviti della carta geologica allegata alla nota di A. LAZZAROTTO ed altri [1964], unico lavoro che fornisca la distribuzione di queste rocce, che risultano limitate alla metà occidentale del Promontorio e concentrate nella zona di Cala Grande-Cala del Gesso.

In questa zona sono dispersi negli scisti verrucani numerosi corpi ofiolitici di dimensioni dell'ordine del metro, di forma per lo più lenticolare e in alcuni casi sferoidale, quasi sempre fasciati da filladi cloritiche. Il passaggio dalle prasiniti alle filladi si realizza in maniera così graduale, da rendere spesso difficile la distinzione tra i due tipi litologici. La stratificazione degli scisti cloritici è

sempre concordante con la superficie di separazione scisti cloritici-prasiniti. In un caso abbiamo osservato, interposto tra le filladi e l'ofiolite metamorfica, un livello di circa 15 cm di spessore di una brecciola a cemento carbonatico, molto tenace, nettamente stratificata. La stratificazione della brecciola è concordante con la superficie esterna della prasinite e con la stratificazione degli scisti cloritici soprastanti. La «nube» a clorite che fascia i corpi ofiolitici fa spesso passaggio, lateralmente e superiormente, a scisti ematitici violetti. In alcuni casi esiste una netta discordanza angolare tra le superfici di scistosità e la stratificazione delle peliti metamorfiche che avvolgono i corpi ofiolitici.

Le ortoprasiniti ora descritte sono incluse in un complesso detritico i cui elementi maggiori sono immersi, senza alcun ordine, in una matrice di composizione filladico-quarzitica; oltre alle prasiniti sono presenti lenti e corpi sferoidali di calcare cavernoso, calcare dolomitico e degli stessi scisti cristallini che compongono la massa di fondo. Questo complesso, limitato al tetto da dolomia massiccia, sembra corrispondere in buona parte a quello che, nella carta geologica e nella relativa nota di A. LAZZAROTTO ed altri [1964], viene interpretato come una complicata ripetizione di scaglie tettoniche di termini del Trias superiore e di ofioliti.

L'aspetto di questo complesso, nonostante il leggero metamorfismo, è del tutto simile a quello che caratterizza grandi e piccoli olistostromi nell'Appennino settentrionale, formatisi nelle varie fasi tettoniche dal Cretaceo superiore in poi.

Ci sembra verosimile che l'assetto del complesso di cui si tratta sia la conseguenza dello scivolamento di sedimenti non ancora completamente diagenizzati in ambiente sottomarino instabile; questa nuova interpretazione propone l'ipotesi di una fase tettonica nel Trias, di cui si tratterà in seguito.

Le considerazioni finora esposte e le nostre osservazioni di campagna relative alla giacitura delle prasiniti, ci inducono ad escludere che queste abbiano significato di scaglie tettoniche derivate da unità alloctone ofiolitifere di eugeosinclinale; al contrario ci fanno ritenere che si siano messe in posto con un meccanismo di tipo sedimentario.

Il debole grado di metamorfismo delle pietre verdi dell'Argentario, analogo a quello degli scisti verrucani, esclude che esse abbiano partecipato a cicli orogenetici anteriori a quello alpino e che derivino pertanto dal basamento ercinico.

Proponiamo quindi, per gli elementi di metagabbro e di meta-serpentina, una derivazione da materiali basici e ultrabasici intrusi sotto la crosta sialica in epoca post-ercinica, distaccatisi nel Trias medio superiore da un'area in via di sollevamento e scivolati nel bacino di deposizione del Verrucano con un meccanismo del tipo di quello ammesso per gli olistostromi; riteniamo inoltre che gli elementi di metadiabase derivino da vulcaniti basiche triassiche, come verrà precisato nei paragrafi seguenti.

A conclusione di questo paragrafo ricordiamo che gli Autori citati in precedenza, a sostegno dell'ipotesi che le prasiniti siano tettonicamente interposte nel Verrucano, segnalano, associati alle prasiniti stesse, parascisti derivati da rocce sedimentarie di facies ligure. I parascisti sono rappresentati da calcescisti e subordinatamente da quarziti e brecciole ofiolitiche metamorfiche; C. A. RICCI segnala anche, nella zona di Cala Grande, la presenza di una arenaria quarzosa a cemento carbonatico. A parte le brecciole ofiolitiche, per le quali vale l'interpretazione da noi proposta per gli elementi ofiolitici maggiori, gli altri tipi litologici sono comuni a tutte le serie verrucane. In mancanza di dati paleontologici cronologicamente significativi, non esistono quindi elementi su cui fondare la correlazione univoca tra i parascisti associati alle metabasiti e termini sedimentari dei complessi liguri.

Punta Bianca

Per la descrizione particolareggiata e completa della serie verrucana di Punta Bianca rimandiamo ai lavori di ELTER P. e FEDERICI P. R. [1964] e di FEDERICI P. R. [1965 e 1966]; riproduciamo qui la figura 1 della nota di FEDERICI P. R. [1965], che schematizza la successione dei terreni, e nella quale abbiamo sintetizzato la descrizione dei vari termini.

In questa successione i livelli che più interessano, ai fini del problema trattato, sono quelli immediatamente soprastanti il calcare bianco saccaroide massiccio. Vogliamo qui mettere in evidenza che il passaggio tra il calcare massiccio e i soprastanti scisti arenacei e siltosi violetti avviene non solo attraverso un primo livello di breccie poligeniche a grandi elementi provenienti dai calcari stessi, ma anche attraverso ripetute alternanze di scisti violetti con

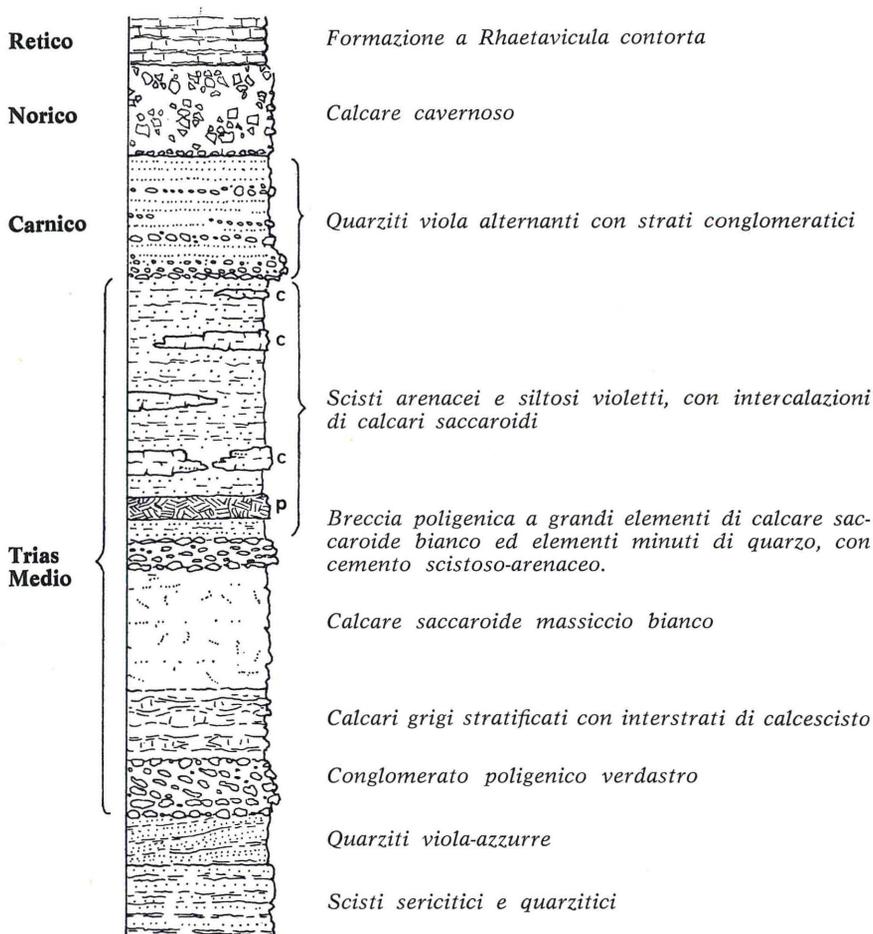


Fig. 1 - La serie stratigrafica di Punta Bianca (da FEDERICI P. R. [1965] con modifiche).
 c - calcari saccaroidi intercalati a depositi clastici.
 p - prasinite.

brecce poligeniche a elementi meno grossolani, provenienti anche dalle formazioni sottostanti i calcari saccaroidi.

Questi livelli sono da noi interpretati come «brecce intraformazionali» in un'accezione ampia del termine, nel senso che gli elementi non provengono e si sono rideposti all'interno di una stessa formazione, ma provengono e si sono rideposti, con trasporto presumibilmente minimo, all'interno di uno stesso bacino di sedimentazione; tali brecce sono indizio dell'instabilità del fondo marino nell'area di deposizione della serie di Punta Bianca.

In alcuni livelli di breccie poligeniche abbiamo osservato un'abbondante matrice filladica verde scura e concentrazioni di ossidi di ferro; facciamo notare inoltre che, anche nel resto della serie detritica verrucana, sono abbondanti i prodotti di alterazione di minerali femici.

Nella parte basale della formazione degli scisti violetti è intercalata una bancata di ortoprasinite, con spessore massimo di una decina di metri. C. A. RICCI [1968] descrive anche un secondo livello prasinitico (*) «costituito da blocchi rotondeggianti di una prasinite verde poco scistosa di circa 1 m di diametro, avvolti dagli scisti viola».

Per l'interpretazione di queste rocce magmatiche interposte nella serie verrucana di Punta Bianca l'Autore sopra citato giunge alla conclusione «che in questa località esistevano intercalazioni di vulcaniti basiche più o meno spilitizzate, già associate con rocce del Trias medio, in epoca precedente il metamorfismo (e quindi la tetto-genesi) appenninico».

La bancata lenticolare maggiore di ortoprasinite, soprastante i calcari saccaroidi di Punta Bianca, e le altre segnalate alla sommità della formazione degli scisti violetti tra Ameglia e Monte Marcello, possono essere quindi considerate come lembi di colate laviche sottomarine triassiche in giacitura primaria; i blocchi minori sferoidali sono interpretabili come elementi rotolati dal fronte delle colate stesse.

Abbiamo visto che al Promontorio Argentario la serie verrucana è caratterizzata dalla presenza di elementi ofiolitici costituiti da metagabbro, da metaserpentina e da metadiabase, di elementi filladici e calcareo-dolomitici e da un assetto caotico determinato a nostro avviso da movimenti tettonici al Trias; gli effetti di questi movimenti si risentono in maniera attenuata, con i livelli di «breccie intraformazionali», nella zona di sedimentazione della serie verrucana di Punta Bianca.

Dal punto di vista paleogeografico è importante osservare che le serie di Punta Bianca e dell'Argentario, nelle quali sono inglobate le ortoprasiniti, appartengono a una fascia situata lungo il margine interno del Dominio toscano. La scarsità degli affioramenti di pietre verdi metamorfiche nell'Appennino settentrionale si spie-

(*) Questo livello, che non compare nelle colonne stratigrafiche e nelle descrizioni degli Autori recenti, era già stato cartografato da D. ZACCAGNA nella tavoletta al 25.000 «Ameglia» della Carta Geologica delle Apuane, a cura del R. Ufficio Geologico d'Italia.

ga pertanto con il fatto che esse si sono messe in posto in una zona paleogeografica oggi in gran parte sommersa sotto il Mar Tirreno. In particolare, per le prasiniti di Punta Bianca, vengono così a cadere le obiezioni di coloro che usavano questo argomento (come riferisce C. A. RICCI [1968]) per escludere la loro origine da un vulcanismo basico triassico.

CONCLUSIONI

In un lavoro dedicato alla paleogeografia del Trias dell'Appennino centro-settentrionale, L. TREVISAN [1963] suggerisce che i sedimenti detritici del Verrucano derivino da una ripresa dell'erosione attiva di un massiccio cristallino sollevatosi, a Ovest della geosinclinale appenninica, alla fine del Carnico. Nello stesso lavoro l'Autore distingue, al Trias superiore, tre zone con successioni di facies diverse, che vengono indicate, procedendo da Ovest verso Est, con le lettere *a*, *b* e *c*.

Sulla base delle più recenti conoscenze stratigrafiche sul Verrucano dell'Appennino settentrionale (ELTER P., FEDERICI P. R. [1964]; FEDERICI P. R. [1965 e 1966]), la fase di sollevamento va probabilmente datata almeno al Ladinico.

Il problema delle ortoprasiniti intercalate nel Verrucano sembra trovare la sua spiegazione nel quadro paleogeografico e tettonico proposto da L. TREVISAN.

Osserviamo innanzitutto che le ortoprasiniti appenniniche appartengono tutte al Verrucano della zona *a* (Falda toscana e Zona di Massa), cioè al Verrucano più occidentale e quindi più vicino ai rilievi cristallini sollevatisi al Ladinico; non sono mai state segnalate ortoprasiniti nelle serie verrucane della zona *b* (Autoctono), mentre un Verrucano nella zona *c* non è conosciuto neppure in sondaggio.

Gli elementi di metagabbro e di metaserpentina nel Verrucano della zona *a* suggeriscono perciò che rocce intrusive basiche e ultrabasiche siano già scoperte nell'area interessata al Trias medio-superiore dalla ripresa dei fenomeni erosivi. Tali rocce non appartengono ai massicci cristallini ercinici, perché il loro basso grado di metamorfismo esclude che abbiano partecipato a cicli orogenetici anteriori a quello alpino; le rocce ultrabasiche e basiche, da cui le ofioliti intrusive metamorfiche del Verrucano provengono, doveva-

no quindi costituire il substrato dei terreni la cui demolizione ha dato origine alla serie detritica verrucana. Anche per la clorite e il ferro di molte litofacies del Verrucano può essere ragionevolmente ipotizzata una provenienza da rocce basiche e ultrabasiche scoperte al Trias medio-superiore.

In questa visuale il significato genetico degli elementi ofiolitici dell'Argentario non si differenzia sostanzialmente da quello di tutta la serie detritica verrucana: ambedue rappresentano il prodotto della demolizione, trasporto e rideposizione di rocce di natura diversa, sollevate al Ladinico da una fase tettonica contemporanea all'instaurarsi del dominio di geosinclinale appenninica.

La concentrazione degli elementi ofiolitici maggiori nel Verrucano della zona *a* trova spiegazione nella vicinanza con l'area di apporto; la diffusione di litofacies ricche in ferro e in clorite in tutto il Verrucano (zona *a* e zona *b*) trova spiegazione nella piccolezza dei clastici capaci di «saltare», date le loro dimensioni (che erano quelle delle argille), eventuali barriere morfologiche e di essere trasportati anche a notevole distanza dalle fonti di apporto.

Il massiccio cristallino in erosione attiva al Trias medio è situato a Ovest del Dominio toscano (miogeosinclinale) e corrisponde perciò all'area paleogeografica nella quale si individualizzerà nel Malm il Dominio delle serie liguri (eugeosinclinale).

Il Dominio ligure, caratterizzato nel Malm dai diaspri e dai calcari a Calpionelle che poggiano direttamente su un fondo oceanico costituito da rocce basiche e ultrabasiche, è assimilabile, secondo la recente interpretazione di DECANDIA F. A. e ELTER P. [1969], ad uno hiatus geosinclinale formatosi in seguito alla lacerazione della crosta sialica; questa interpretazione si pone nel quadro proposto da GLANGEAUD [1951, 1956 e 1957] per la genesi delle catene biliminari.

Abbiamo ammesso che rocce basiche e ultrabasiche siano scoperte nell'area in erosione attiva, ad Ovest del Dominio toscano, durante la deposizione delle serie detritiche verrucane. Il denudamento di queste rocce può essere attribuito, almeno in parte, ai movimenti di distensione che produrranno, nel Malm, lo hiatus geosinclinale del Dominio ligure; lo stiramento della crosta sialica doveva essere, già al Trias medio, in fase così avanzata da permettere il denudamento parziale del substrato.

Il sollevamento triassico ad Ovest del Dominio toscano potrebbe essere messo in relazione ad intrusioni peridotitiche genetica-

mente connesse alla risalita di materiale dal mantello superiore, nel quadro fenomenologico dell'accrescimento dei fondi oceanici; l'espansione della crosta inferiore si traduce nella crosta sialica nei movimenti distensivi, accompagnati da faglie dirette, connessi con la genesi della geosinclinale appenninica.

L'area sollevata, che assume così carattere di Horst, era probabilmente caratterizzata da una copertura sialica esile e discontinua e l'erosione può avere intaccato rapidamente (cioè al Trias medio stesso) le rocce basiche e ultrabasiche del substrato.

La lacerazione e la separazione completa dei due zoccoli continentali viene così a essere prodotta anche dalla ripresa dei fenomeni erosivi nell'area in sollevamento al Trias e nella quale si individualizzerà nel Malm il Dominio ligure; i prodotti della demolizione di quest'area vanno a costituire in parte le serie detritiche verrucane.

La presenza di diabasi metamorfici (in associazione a metagabbri e metaserpentine) al Promontorio Argentario e le vulcaniti basiche metamorfiche di Punta Bianca testimoniano l'esistenza di un vulcanismo basico triassico; anche queste effusioni basiche sono in relazione ai movimenti di distensione triassici.

Vengono così a delinarsi, nell'evoluzione della geosinclinale appenninica, due distinti episodi di vulcanismo basico sottomarino: il primo, al Trias, all'inizio della subsidenza (vulcanismo antegeosinclinale nel senso di AUBOIN); il secondo, nel Malm, al momento dell'instaurarsi della eugeosinclinale ligure. Questa seconda fase di vulcanismo basico è documentata dall'esistenza di diabasi sicuramente contemporanei alle radiolariti del Malm (DECANDIA F. A. e ELTER P. [1969]).

Dominio toscano e Dominio ligure, caratterizzati nella fase embrionale della loro evoluzione da vulcanismo basico sottomarino, acquistano dunque la loro individualità in momenti successivi, rispettivamente al Trias medio e al Malm; trova in questo modo spiegazione l'assenza di termini sedimentari anteriori al Malm nelle serie appenniniche di eugeosinclinale.

Gli apparati vulcanici erano localizzati, al Trias, in corrispondenza di fratture (faglie dirette), sul margine interno del Dominio toscano; anche per effetto di queste faglie possono essersi denudate le rocce basiche e ultrabasiche da cui sono derivati gli elementi di metagabbro e di metaserpentina inglobati nel Verrucano del Promontorio Argentario.

Nel Malm i diabasi fanno probabilmente effusione da un nuovo sistema di faglie di distensione, in relazione all'instaurarsi del Dominio ligure, che viene così ad assumere carattere di Graben.

* * *

Le considerazioni sviluppate in questo paragrafo conclusivo conservano in larga misura carattere ipotetico; restano altri problemi da affrontare e numerose verifiche da compiere.

A questo proposito l'Isola d'Elba riveste un interesse particolare, per la sua posizione molto interna e per il suo complesso assetto strutturale (*). Le metaserpentine di M. Arco-M. Fico e di M. Fabbrello, sormontate dagli scisti carboniferi del Complesso III, sono interpretate (L. TREVISAN [1950], G. RAGGI e Altri [1966], C. A. RICCI [1968]) come scaglie tettoniche strappate al Complesso ofiolitifero, che all'Elba è completo di tutti i suoi termini inferiori.

Nel quadro interpretativo delineato in questa nota le metaserpentine suddette potrebbero rappresentare brandelli di un originario substrato intrusivo dello zoccolo, al margine interno del Dominio toscano; l'ipotesi, se confermata, potrebbe contribuire a semplificare le precedenti interpretazioni sull'evoluzione strutturale dell'Isola.

E' nostra intenzione approfondire ed estendere le ricerche nella direzione tracciata, allo scopo, soprattutto, di raccogliere altri dati che contribuiscano ad una migliore definizione della geosinclinale appenninica nella fase embrionale della sua organizzazione.

Ringraziamenti

Gli autori ringraziano il prof. L. TREVISAN per la lettura critica del manoscritto ed i suggerimenti che ne sono derivati.

(*) Le conoscenze geologiche sull'Isola sono sintetizzate nella «Carta Geologica dell'Isola d'Elba», scala 1:25.000, pubblicata recentemente [1967] a cura del Gruppo di ricerca per la Geologia dell'Appennino centro-settentrionale e della Toscana — Pisa, del Consiglio Nazionale delle Ricerche,

BIBLIOGRAFIA SOMMARIA

- AUBOIN J. (1961) - Propos sur les géosynclinaux. *Bull. Soc. Géol. France*, Sér. 7, **3**, 629-702.
- AUBOIN J., BROUSSE R., LEHMAN J. P. (1968) - Précis de Géologie (vol. 3: Tectonique, Morphologie, Le Globe terrestre). Dunod, Paris.
- BALDACCI F., ELTER P., GIANNINI E., GIGLIA G., LAZZAROTTO A., NARDI R., TONGIORGI M. (1967) - Nuove osservazioni sul problema della falda toscana e sull'interpretazione dei flysch arenacei tipo «Macigno» dell'Appennino Settentrionale. *Mem. Soc. Geol. It.*, **6**, 213-244.
- DECANDIA F. A., ELTER P. (1969) - Riflessioni sul problema delle ofioliti nell'Appennino settentrionale. *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat.*, Mem., A, **76** (1), 1-9.
- ELTER P., FEDERICI P. R. (1964) - Sulla presenza di terreni attribuibili al Trias medio nel promontorio orientale del golfo di La Spezia. *Boll. Soc. Geol. It.*, **83** (2), 393-402.
- 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 nella Toscana settentrionale. In: Atti del Symposium sul Verrucano. *Soc. Tosc. Sc. Nat.*, 3-33.
- FEDERICI P. R. (1965) - Nuove conoscenze sulla stratigrafia del Trias medio di Punta Bianca (Golfo della Spezia). *Boll. Soc. Geol. It.*, **84** (3), 323-329.
- FEDERICI P. R. (1966) - Gasteropodi ladinici nei calcari di Punta Bianca (Golfo di La Spezia). *Riv. Ital. Paleont.*, **72** (4), 999-1022.
- GLANGEAUD L. (1951) - Interprétation tectono-physique des caractères structuraux et paléogéographiques de la Méditerranée occidentale. *Bull. Soc. Géol. France*, Sér. 6, **1**, 735-762.
- GLANGEAUD L. (1956) - Corrélation chronologique des phénomènes géodynamiques dans les Alpes, l'Apennin et l'Atlas nord-africain. *Bull. Soc. Géol. France*, Sér. 6, **6**, 867-891.
- GLANGEAUD L. (1957) - Essai de classification géodynamique des chaînes et des phénomènes orogéniques. *Rev. Géogr. Phys. et Géol. Dyn.*, Sér. 2, **1** (4), 201-222, (1.re partie).
- GOTTARDI G. (1957) - Su alcune rocce metamorfiche del Monte Argentario. *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat.*, Mem., A, **64**, 88-119.
- LAZZAROTTO A., MAZZANTI R., MAZZONCINI F. (1964) - Geologia del Promontorio Argentario (Grosseto) e del Promontorio del Franco (Isola del Giglio, Grosseto). *Boll. Soc. Geol. It.*, **83** (2), 1-124.
- PASSERINI P. (1965) - Rapporti fra le ofioliti e le formazioni sedimentarie fra Piacenza e il mare tirreno. *Boll. Soc. Geol. It.*, **84** (5), 93-176.
- RAGGI G., SQUARCI P., TAFFI L., TREVISAN L. (1966) - Nuovi contributi alla tettonica dell'Elba sud-orientale. *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat.*, Ser. A, Mem., **73**.
- 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., A, **75** (1), 1-67.

TREVISAN L. (1950) - L'Elba orientale e la sua tettonica di scivolamento per gravità.
Mem. Ist. Geol. Univ. di Padova, **16**.

TREVISAN L. (1963) - La paléogéographie du Trias de l'Apennin Septentrional et Central et ses rapports avec la tectonique. In: *Livre à la Mémoire du Prof. P. Fallot*. II.

(*ms. pres. l'8 febbraio 1971; ult. bozze il 27 luglio 1971*)