

GIUSEPPE BERRUTI

OSSERVAZIONI BIOSTRATIGRAFICHE SULLE FORMAZIONI CONTINENTALI PRE-QUATERNARIE DELLE VALLI TROMPIA E SABBIA

III. SUL SIGNIFICATO PALEOGEOGRAFICO DEI CONGLOMERATI CARNICI DELLA MEDIA VALLE SABBIA

SOMMARIO - L'A., dopo aver descritto i caratteri dei depositi a conglomerati presenti nella Formazione dell'Arenaria di Val Sabbia — in diverse località della media valle Sabbia —, avanza alcune ipotesi sugli aspetti paleogeografici connessi a tali depositi, anche in rapporto ai reperti di flora continentale fossile presenti nella Formazione.

Il ritrovamento, nella zona di Preseglie¹, di alcuni resti fossili vegetali nella porzione superiore della Formazione dell'Arenaria di Val Sabbia (e più precisamente in un livello ad arenarie grigie sovrastanti un banco di conglomerati porfirritici), sembra costituire — nel complesso delle facies continentali della serie carnica valsabbina — un interessante contributo alla definizione del significato paleogeografico dei conglomerati appartenenti alla Formazione in questione.

Non è d'altro canto meno importante il fatto che, a quanto mi consta, trattasi del primo ritrovamento di fossili vegetali di origine continentale nella Formazione stessa, nell'ambito della Valle Sabbia. Per quanto concerne la provincia di Brescia in generale, le sole segnalazioni di fossili vegetali continentali reperiti — e classificati — nella Formazione, riguardano infatti la Valle Camonica, e più precisamente i dintorni della Croce di Zone.

Le ricordo sinteticamente:

Pterophyllum Jaegeri ? Schl.: citato da ESCHER V. D. LINTH (1853), e dal CURIONI (1855);

¹ Ringrazio il dr. M. Capponi per avermi segnalato la località.

Calamites arenaceus Jäg.: citato dal CURIONI (1855);

Equisetites sp. ind.: citato da DEECKE (1885).

L'ESCHER (1853) segnalò inoltre la presenza di *Equisetites trompianus* Heer in una località posta sulla sinistra del Mella, tra Zigole ed Aiale, attribuendo l'affioramento genericamente al Trias superiore.

Le ipotesi di determinazione dei resti fossili vegetali del Carnico di Preseglie verranno da me avanzate nella parte conclusiva di questa nota; ma è innanzitutto indispensabile inquadrare sia l'esame di tali resti sia soprattutto l'esame delle facies a conglomerati nel contesto più generale dei caratteri litologici, stratigrafici e paleogeografici della Formazione della Arenaria di Val Sabbia, nell'ambito dell'epoca carnica, con particolare riguardo all'area considerata.

CARATTERI LITOLOGICI DELLA FORMAZIONE

Avendo riguardo alle facies presenti nella zona in esame la Formazione² presenta in generale tre livelli (dal basso):

3. marne scistose policrome, in prevalenza di color rosso mattone;
2. conglomerati a elementi esiniani (prevalentemente) o porfiritici; la matrice si presenta a volte costituita da marne rosse oppure consiste di un cemento marnoso-calcareo o calcareo;
1. arenarie fini, in prevalenza grigie, spesso tufacee.

La successione dei livelli sopra descritti non è tuttavia costante né omogenea, come avremo modo di constatare prendendo in esame le località dove in particolare affiorano i conglomerati. È da rilevare che il livello ad arenarie si presenta molto raramente: non ho comunque riscontrato la presenza di calcari.

Nel quadro della Formazione deve essere inoltre inserito l'ampio affioramento a porfiriti (porfiriti pirossenica, anfibolica, oligoclasica a olivina) di Barghe-Provaglio V.S.: si considererà in seguito quale importante significato e ruolo abbia avuto l'effusione porfiritica sotto il profilo non solo litologico, ma anche paleogeografico, nella genesi dei conglomerati carnici affioranti nella media Val Sabbia.

² La potenza della Arenaria di Val Sabbia è valutata da ASSERETO-CASATI (1965) in circa 300 m nella zona della media Val Sabbia: considerando la Formazione in tutto l'ambito della regione compresa tra il lago di Como e quello di Idro, la potenza nella zona in esame risulterebbe pressoché quella massima. Secondo le Note illustrative al Fo. «Brescia» della Carta Geol. d'Italia (ed. 1969), la potenza dell'Arenaria, nella zona di Morcherane, salirebbe a circa 400 m.

STUDI PRECEDENTI

Troppo lungo sarebbe l'elenco degli AA. che hanno studiato e descritto il Carnico in generale e, in particolare, la Formazione dell'Arenaria di Val Sabbia, anche avendo riguardo alla Valle Sabbia vera e propria. Mi limiterò quindi agli AA. più recenti, anche in considerazione del fatto che i loro lavori non concernono soltanto gli aspetti litostratigrafici delle rocce appartenenti all'epoca carnica, ma si estendono ad una più ampia analisi dei caratteri e del significato paleogeografici delle rocce carniche, analisi spesso molto limitata e incompleta negli AA. precedenti.

Sotto il profilo litostratigrafico i rilevamenti effettuati dagli AA., anche in altre zone della provincia di Brescia, concordano con la descrizione sopra riportata, con qualche variante che non modifica tuttavia sostanzialmente il quadro complessivo della serie: varrà comunque la pena di rilevare che nella Valle Camonica media ed inferiore DE SITTER-DE SITTER KOOMANS (1949) hanno riscontrato una maggiore consistenza del livello ad arenarie che colà assumono alcuni caratteri diversi (colorazione verde-oliva, alternanza con scisti argillosi oltre che con marne).

Più complessi si presentano invece gli aspetti ed i problemi sotto il profilo paleogeografico. Nel riferimento ai lavori degli AA. non seguirò un criterio rigidamente cronologico, preferendo considerare via via i diversi elementi integrando vicendevolmente o contrapponendo tra loro le tesi degli AA. medesimi.

Sia POLLINI-CASSINIS (1963) che BOSELLINI (1965) concordano nel sottolineare innanzitutto come le facies del Carnico delle Prealpi lombarde manifestino in generale, pur con una irregolare e non omogenea morfologia, i caratteri di una fase regressiva, con la formazione successiva o alternante di ambienti di tipo continentale (e cioè zone emerse vere e proprie) e di transizione (cioè littorali, lagunari e lacustri). Quanto alle zone emerse, esse potrebbero essere distinte in isole vulcaniche e forse anche in « zolle » continentali vere e proprie. Notano infatti POLLINI-CASSINIS che il bacino triassico lombardo, dopo il Werfeniano inferiore, « probabilmente mostrava sui bordi delle condizioni di transizione verso il tipo di piattaforma ».

Non può d'altro canto essere sottovalutata l'importanza delle scogliere calcaree e dolomitiche formatesi nella precedente età esiniana (Ladinico superiore), certo consistente « premessa » strutturale alla creazione di talune facies di transizione della successiva serie carnica.

Ma torniamo al problema delle zone emerse.

DE SITTER-DE SITTER KOOMANS (1949), fondandosi anche sulle osservazioni del MAASKANT (1941), rilevarono che lo sviluppo del Carnico

inferiore e medio — nel cui ambito, sarà qui opportuno ricordarlo, va collocata secondo la maggior parte degli AA. la Formazione dell'Arenaria di Val Sabbia — nella regione posta tra le Alpi bergamasche e la sponda orientale del lago d'Iseo, « mostra una facies più littorale al Sud », sicché almeno apparentemente « ci avviciniamo alla costa quando si proceda da Nord verso Sud » e più particolarmente da N - Wⁱ verso S - E. Aggiungono però gli AA. citati che « dobbiamo essere cauti nel generalizzare questa idea, e ipotizzare un continente nell'attuale pianura padana; troppo pochi dati sono noti attualmente per consentire conclusioni così ampiamente estese ». In tutti i casi, sempre secondo gli AA. citati, « il mutamento di facies dal Triassico medio al Triassico superiore così com'è posto in evidenza dai sedimenti raibliani, è dovuto più alla elevazione di masse continentali in altro luogo, che non al graduale sollevamento del fondo marino prodottosi sul luogo, in acque basse ».

A questo punto mi sembra necessario tener conto di due ordini distinti di ipotesi: quello avanzato dal BOSELLINI (1965), e a cui si erano già richiamati POLLINI-CASSINIS (1963); e quello avanzato da ASSERETO-CASATI (1965).

Per i primi AA. il Carnico costituisce la fase più avanzata dell'evoluzione di un bacino tipicamente infracontinentale (intracontinentale) qual è quello lombardo, collocato appunto tra due « piattaforme » continentali — quella luganese e quella atesina —, sicché il processo che porterà poi alla formazione della geosinclinale alpina, prende gradualmente inizio con la successiva epoca norica e assume caratteri rilevanti nell'età liassica.

In buona sostanza i lineamenti strutturali del bacino lombardo, anche nella fase rappresentata dalla regressione carnica, si presentano ortogonali a quella che sarà la direzione del corrugamento alpino.

Il quadro complessivo della paleogeografia carnica può essere completato ricordando che ancora secondo POLLINI-CASSINIS l'epoca carnica fu caratterizzata in Lombardia dalla presenza di isole vulcaniche, da lagune spesso comunicanti con il mare aperto, ed anche da paludi e laghi in prossimità della terraferma. Il clima, com'è attestato dalla litofacies particolarmente dell'età tuvalica (Formazione di S. Giovanni Bianco), venne facendosi sempre più arido.

Secondo ASSERETO-CASATI (1965) — e qui ritroviamo almeno taluni elementi che si richiamano all'ipotesi avanzata cautamente da DE SITTER - DE SITTER KOOMANS (1949) — nell'età inferiore dell'epoca carnica (Cordevolico) emerse dal mare una dorsale grosso modo collocata lungo l'attuale bordo meridionale delle Prealpi Lombarde. Ad un'analoga ipotesi ricorrono poi CASATI-PACE (1968), prendendo in esame la Formazione dell'Arenaria di Val Sabbia affiorante in Val Brembana. Secondo questi AA. l'origine dell'arenaria è vulcanica: probabili centri eruttivi

nella « bassa Val Brembana presso il bordo dell'attuale pianura », diedero origine ad apparati vulcanici che, insieme « con l'instaurarsi di un alto in corrispondenza dell'attuale limite meridionale delle Prealpi bergamasche durante il Carnico », portarono alla formazione di un paleo-pendio. Per cui, secondo gli AA. citati, la deposizione delle arenarie si produsse in acque marine basse « per migrazione delle onde di sabbia » lungo il paleo-pendio medesimo.

Sul versante N della dorsale, sempre secondo ASSERETO-CASATI, si formarono successivamente numerosi centri eruttivi; nel contempo si manifestò anche un'intensa attività vulcanica submarina. A settentrione della dorsale si era intanto formato un bacino poco profondo — orientato in direzione E-W —, morfologicamente irregolare, in cui si depositavano i sedimenti della Formazione dell'Arenaria di Val Sabbia. Il bacino era delimitato a N da un alto fondo a sedimentazione calcareo-dolomitica. Il processo durò anche durante l'età media del Carnico (Julico) e, correlativamente alla costante regressione marina, iniziarono a formarsi lagune e bacini euxinici con depositi di gessi, carniole e argilliti che assunsero una consistente dimensione nell'età superiore (Tuvalico), mentre era nel frattempo cessata l'attività vulcanica.

GLI AFFIORAMENTI DI CONGLOMERATI CARNICI NELLA MEDIA VAL SABBIA

È in questo contesto paleogeografico che si collocano gli affioramenti della Formazione nella media Val Sabbia, avendo particolare riguardo alle litofacies superiori che sono caratterizzate — come s'è detto all'inizio — dalla presenza di conglomerati di varia composizione litologica e, qua e là, da arenarie tufacee: tentare di comprenderne e definirne il significato vuol dire innanzitutto ricercare in quale misura i diversi fenomeni che tali affioramenti propongono al nostro esame, possano costituire o meno una conferma ed eventualmente un fattore di ulteriore approfondimento del quadro paleogeografico tracciato dagli AA. citati.

L'elemento centrale della zona in esame è indubbiamente rappresentato dalla placca porfirica di Barghe-Provaglio V.S. Probabilmente formatasi sotto la superficie del mare per fuoriuscita ed effusione del magma, essa doveva costituire una massa considerevole, tale cioè da alimentare successivamente — attraverso l'azione degli agenti erosivi — l'ampio affioramento a marne ed arenarie tufacee rosse della media Val Sabbia. Come appare deducibile dalle precedenti considerazioni, la massa porfirica dovette ad un certo punto emergere dando luogo alla presumibile formazione di un'isola. L'azione erosiva delle onde marine pro-

dusse poi la frantumazione graduale delle rocce emerse: di qui — tra gli altri effetti — i ciottoli porfirritici che dovevano in seguito dare origine ai conglomerati.

Non sembra tuttavia che tutti i ciottoli porfirritici presenti negli affioramenti carnici della zona possano essere attribuiti a quest'ordine di cause: un problema interessante è costituito dai grossi ciottoli porfirritici, spesso arrotondati od ovalizzati ed immersi in una matrice tufaceo-porfirritica, diffusi nell'affioramento situato poco a S-W della chiesetta della Madonna del Ronchino (Provaglio V.S.). Qui siamo nella zona o porzione N-E della placca: i ciottoli appaiono sostanzialmente a sé stanti, non formando un vero e proprio agglomerato, mentre la matrice porfirritica prevale nettamente sui ciottoli. Essi potrebbero quindi costituire il risultato del rotolamento di frammenti ancora pastosi di lava sulle pendici della piccola zolla emersa, una sorta di « valanga ardente »: l'arrotondamento relativo dei ciottoli potrebbe essere stato appunto determinato dal rotolamento³.

Quanto alla zolla emersa è possibile avanzare due ipotesi: o, come già si è detto, trattasi di un'isola la cui emersione non esaurisce la fuoriuscita dei magmi che invece prosegue almeno a tratti; oppure, riprendendo la tesi già ricordata di ASSERETO-CASATI, trattasi di una dorsale emersa sul cui versante settentrionale si produsse poi la formazione di centri eruttivi: in sostanza una o più bocche eruttive sul pendio di un'isola o penisola già emersa, costituita originariamente da rocce calcaree di età esiniana, dalle quali derivarono i ciottoli che troviamo in buona misura presenti in diversi affioramenti di conglomerati della zona in esame.

La fondatezza di questa seconda ipotesi parrebbe confermata da quanto già ebbe ad osservare il CACCIAMALI (1930) a proposito del color roseo-carnicino dei ciottoli esiniani presenti nei conglomerati carnici affioranti tra la Madonna delle Cornelle e la Madonna della Neve (ossia tra Livrio e Teglie). Il geologo bresciano attribuì i ciottoli in questione al calcare rupestre esiniano di M. Folmone (a E di Provaglio V.S.) che presenta due litofacies: una inferiore di color bianco cereo, una superiore di color roseo carnicino (come a S. Gottardo di Barghe, a Mastanico di Provaglio V.S. e a M. Castello a N-E di Provaglio V.S.). L'A. osservò che « l'arrossamento della massa esiniana (dovendo necessaria-

³ Il VACHÈ (1966), a proposito delle manifestazioni vulcaniche del Trias bergamasco, afferma che il vulcanismo agì prevalentemente « sotto forma di esplosioni, meno frequentemente di effusioni. Le esplosioni provenivano da piccoli centri sottomarini di limitata estensione ». A prescindere ora dalla ubicazione dei centri vulcanici, se cioè submarini o subaerei (nel caso della placca di Barghe-Preseglie più motivi sembrano accreditare comunque la seconda ipotesi), l'esplosione potrebbe essere considerata come la possibile causa prima degli attuali ciottoli porfirritici.

mente essere anteriore alla formazione dei ciottoli) è antichissimo, anzi addirittura pre-raibliano; essendo il conglomerato una roccia elastica (orogena), presuppone l'esistenza di rilievi terrestri vicini al luogo di sua sedimentazione, e questi rilievi presuppongono dislocazioni avvenute nelle masse esiniane e certo concomitanti con locali arrossamenti di queste ». In effetti a E del valico Livrio-Teglie, a S-E di q 869 e a N-W di Cima Lasdruna, in particolare lungo un piccolo corso d'acqua a sinistra della carreggiabile per Teglie, si rinvengono banchi di conglomerati carnici, costituiti da ciottoli esiniani, arrotondati, in una matrice prevalentemente marnoso-argillosa rossa (in minor misura è anche presente un cemento calcareo). Un buon numero di ciottoli presentano alla superficie un colore rosato, mentre alla frattura il colore è decisamente rosso-vinato. La provenienza di tali ciottoli è certamente da attribuirsi alla facies superiore dell'Esino circostante: in particolare è da notare che gran parte della sommità di M. Castello è costituita da calcari dolomitici che presentano e in superficie e alla frattura colorazioni identiche a quelle riscontrate nei ciottoli dei conglomerati carnici cui si è prima accennato.

Appare così indubbia la connessione tra i ciottoli in questione e la formazione esiniana.

Resta da stabilire a quali cause possa attribuirsi l'arrossamento della roccia originaria: il CACCIAMALI non si esprime chiaramente in proposito. A mio giudizio è da escludere che tale colorazione debba attribuirsi a fattori ossidanti — i cui effetti cioè si sarebbero manifestati a seguito dell'emersione —, proprio perché il colore rosso permea e caratterizza tutta la roccia, in particolare nel suo interno. Si deve piuttosto pensare a fattori di ordine chimico (o forse biochimico) che hanno operato nell'ambiente marino in cui la o le scogliere esiniane ebbero a formarsi. In ogni caso non mi sembra possa essere contestata la tesi che un'emersione vi fu, e si manifestò anteriormente alla deposizione della serie carnica: proprio in funzione di tale precedente emersione poterono prodursi le condizioni che portarono — probabilmente sotto l'azione dei frangenti marini — alla formazione dei ciottoli e, in seguito, alla loro agglomerazione.

Passiamo ora in esame i più importanti affioramenti di conglomerati carnici della zona in esame:

Preseglie: al km 30 della strada per Barghe, sulla sinistra, i lavori compiuti per l'ampliamento della sede stradale han posto in luce una interessante serie stratigrafica che presenta, dal basso:

3. marne rosse tufacee
2. conglomerato a ciottoli porfirritici a granulometria molto irregolare, prevalentemente ovoidali o tondeggianti ed in parte anche a spigoli vivi, cementati in una matrice marnoso-arenacea porfirritica. Nella

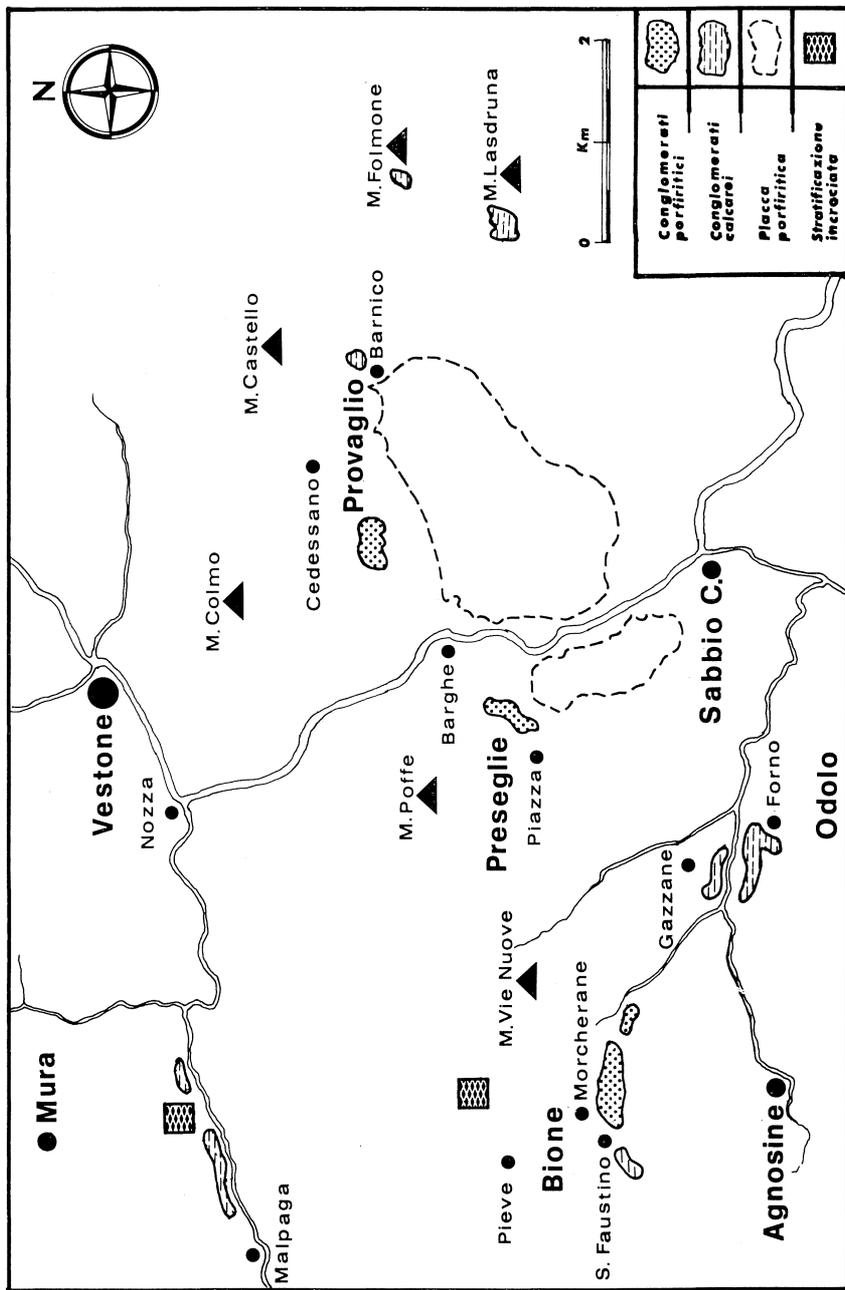


Fig. 1 - Schema geo-topografico della media Valle Sabbia, con l'ubicazione degli affioramenti «carnici» riguardanti la ricerca.

porzione superiore del banco il conglomerato è frammisto ad arenarie tufacee grigie con resti fossili vegetali in gran parte carboniosi

1. arenarie tufacee grigie, con resti vegetali fossili: in particolare, oltre a numerose impronte di steli, frustuli ed elementi foliari di *Equisetaceae*, ho rinvenuto una sezione di tronco di cui si è conservata l'impronta positiva midollare, caratterizzata da costolature longitudinali; il tronco si presenta carbonizzato all'esterno e in fine arenaria grigia tufacea all'interno.

Forno d'Odolo - Gazzane: in loc. Forchér e lungo la carreggiabile per loc. Mondarone (poco dopo il bivio per Gazzane), conglomerati a ciottoli in netta prevalenza esiniani e — in molto minor misura — porfirritici. I ciottoli si presentano morfologicamente irregolari, più o meno tondeggianti od ovoidali e con la superficie rugosa: la granulometria è irregolare ma appaiono prevalenti le dimensioni medie. La sedimentazione dei ciottoli sembra essere avvenuta con un certo grado di inclinazione. In diversi ciottoli esiniani si nota la presenza di calcite, testimonianza di diaclasi nelle masse originarie (cioè precedenti la formazione dei conglomerati). La matrice è costituita in prevalenza da marne rosse: tuttavia qua e là si presenta un cemento marnoso-calcareo molto consistente.

S. Faustino di Bione: lungo la strada che proviene da Agnosine, nel tratto compreso tra due santelle (in prossimità di q 456). I conglomerati si presentano alternati a marne rosse tufacee. I ciottoli sono esiniani: alla frattura il colore è grigio con varietà sul chiaro, cereo, scuro. Nella maggior parte i ciottoli sono molto arrotondati e decisamente levigati, numerosi anche quelli appiattiti; granulometria irregolare, ma è consistente la percentuale con diametro inferiore a 3-4 cm. La matrice è in marna rossa.

Morcherane: a E-S.E della località, in direzione di C. Cereda, affiora un conglomerato a ciottoli porfirritici più o meno arrotondati, di dimensioni piccole e medie, in una matrice porfirritica prevalentemente di color rosso, in minor misura grigia.

Nozza-Malpaga: superato il punto di confluenza del T. Trinolo nel T. Nozza (affioramenti di marne e marne arenacee rosse, spesso a sedimentazione finissima con episodi di stratificazione incrociata), si presentano qua e là depositi di ciottoli calcarei ovoidali o tondi, con frequenti e prolungate venature di calcite lungo le linee di sedimentazione. Tra i km 40 e 41 puddinghe a ciottoli calcarei di color grigio-chiaro in banchi compatti: i ciottoli — di piccole e medie dimensioni (rari quelli con diametro superiore a 4 cm) — sono anche qui arrotondati od ovoidali o sferoidali; la matrice è arenaceo-porfirritica. La granulometria dei ciottoli è in complesso irregolare, però si nota un certo grado di

classazione a settori lungo i banchi immergenti in direzione N.E - S.W: è cioè da rilevare che la classazione non si riscontra lungo la sezione verticale della più o meno marcata stratificazione del banco, ma a tratti o sezioni successive lungo la linea orizzontale del banco medesimo. Tutto ciò sembra richiamare la tipica segmentazione longitudinale dei successivi depositi di ghiaia di spiaggia: non si notano tuttavia ciottoli appiattiti che, secondo taluni AA. (come vedremo in seguito), sarebbero tipici di tali depositi. I banchi di conglomerati sono alternati ad arenarie tufacee e marne tufacee rosse e, in minor misura, grigie. Nessun resto organico è stato possibile reperire in questi affioramenti.

Pieve di Bione: a N - E di Pieve, nel complesso dell'affioramento di marne rosse e stratificate, si notano — tra le quote 502 e 438, a S - W della località « la Crocetta » — alcuni episodi di stratificazione incrociata, con ciottoli marnoso-arenacei anche di grosse dimensioni e di forma sferoidale (piuttosto simili a quelli tipici del Wengen di Dosso delle Biline), tuttavia dispersi nelle marne senza dar luogo a veri conglomerati.

Valico Livrio-Teglie: come già accennato, si rinvencono conglomerati a ciottoli esiniani arrotondati, in una matrice di marna rossa argillosa o parzialmente calcarea.

IPOTESI SUL CARATTERE DEGLI AMBIENTI DI DEPOSIZIONE DEI CIOTTOLI

Come si è constatato, i ciottoli che diedero successivamente origine ai conglomerati carnici, hanno due distinte « matrici » litologiche: la porfirite effusa nella zona di Barghe-Provaglio V.S., ed i calcari e calcari dolomitici delle scogliere esiniane formatasi precedentemente alla placca porfiritica. Quanto a tali scogliere è opportuno ricordare che buona parte dell'area in esame presenta numerosi affioramenti di rocce esiniane: non soltanto a E (Coste di Arviaco - M. Folmone), ma anche a N (S. Gottardo di Barghe, M. Castello), ed a W - N.W (Dosso dei Pini - Odeno - Barbaine di Livemmo), per citare solamente i più importanti. Non appare quindi possibile escludere che i ciottoli esiniani provenissero anche da altre direzioni, oltre che dalla presunta « dorsale » emersa i cui resti potrebbero essere presuntivamente localizzati lungo l'arco S. Gottardo-M. Castello-Coste di Arviaco-M. Folmone.

Il problema più complesso e, sotto il profilo paleogeografico, più importante, è costituito dalla definizione del carattere e della natura dello o degli ambienti in cui i ciottoli ebbero a depositarsi: ambienti costieri o fluviali?

Nel primo caso ci troveremmo di fronte ai resti di ghiaie di spiaggia (e per tale è da intendersi non soltanto la « scarpa », ossia la porzione subaerea della spiaggia, ma anche lo « scanno » e cioè la porzione subacquea della spiaggia globalmente considerata) prodottesi per l'azione dei frangenti marini lungo la costa degli isolotti (o dell'isolotto) vulcanici, oppure della « dorsale » a rocce esiniane nella quale si aprirono le bocche eruttive. Resta da osservare ancora che, qualora si possa dar credito all'ipotesi di sedimentazione in ambiente marino, non vi possono essere dubbi sulla natura decisamente costiera, o meglio di spiaggia, delle ghiaie: la zona neritica del basso mare del Carnico medio-superiore aveva certamente una pendenza molto limitata, talché i ciottoli prodotti dall'erosione costiera non potevano non trattenersi nella parte più elevata della zona medesima.

Nell'ipotesi di ambienti fluviali le ghiaie sarebbero state prodotte dalla fluitazione dei frammenti rocciosi lungo corsi d'acqua originatisi sulle zolle emerse.

Non abbiamo, come s'è visto, molti elementi di giudizio al di fuori dei caratteri morfologici dei ciottoli, o della struttura dei depositi di conglomerati; soltanto la località di Preseglie è risultata presentare resti organici.

Tornando ai caratteri morfologici dei ciottoli, possiamo così riassumerli sinteticamente (avendo riguardo alle località più significative):

Preseglie: ciottoli porfirritici a granulometria molto irregolare, prevalentemente tondeggianti o ovoidali, ma anche a spigoli vivi;

Forno d'Odolo-Gazzane: ciottoli esiniani e, in piccola misura, porfirritici, a granulometria irregolare (prevalente tuttavia la dimensione media), più o meno tondeggianti od ovoidali, a superficie rugosa. Presumibile un certo grado di inclinazione della sedimentazione originaria;

S. Faustino di Bione: ciottoli esiniani, a granulometria poco regolare (prevalenti però quelli piccoli e medi), molto arrotondati, numerosi anche quelli appiattiti, a superficie decisamente levigata;

Nozza-Malpaga: ciottoli calcarei esiniani a granulometria irregolare, ma con presenza di raggruppamenti presentanti nel loro ambito una certa omogeneità di classazione, molto arrotondati o sferoidali od ovoidali;

Morcherane: ciottoli porfirritici a granulometria piuttosto equilibrata attorno a dimensioni medie, forma irregolare, prevalentemente a spigoli vivi;

Valico Livrio-Teglie: ciottoli calcarei esiniani, arrotondati od ovoidali.

Il PETTIJOHN (1957) afferma che la forma di un ciottolo è generalmente più connessa alla « forma dei frammenti originari che all'agente o alla storia del trasporto », sicché « gli effetti dell'agente o dell'ambiente sono molto meno chiari ». L'A. osserva infatti che mentre secondo alcuni Autori i ciottoli di spiaggia sono più appiattiti che i ciottoli di fiume, secondo altri, al contrario, è la prolungata abrasione di una spiaggia che tende a rendere più sferici i ciottoli, e quindi meno piatti.

Secondo AZZAROLI-CITA (1963) i ciottoli fluviali hanno « forma appiattita ». Tale avviso esprime anche il SUESS (citato dal PARONA, 1924), secondo il quale la corrente fluviale non rotola ma trascina i ciottoli, riducendoli a « piastrelle »; mentre i ciottoli marini, per il flusso e riflusso delle onde che ne provocano il rotolamento, diventano ovali o cilindrici.

Di parere opposto fu invece il PARONA (1924), secondo il quale i ciottoli fluviali hanno « forma predominante e caratteristica... di un ellissoide di rivoluzione ben diversa da quella discoidale o di piastrella dei ciottoli delle spiagge marine ». Anche per l'ARTINI (1959) le ghiaie dei fiumi danno luogo a « detriti a forma globosa ».

Pur davanti ad un così evidente contrasto di tesi quali sono quelle manifestate o ricordate dagli AA. citati, ritengo si possa comunque esprimere se non altro alcune ipotesi di interpretazione del carattere dei depositi, partendo da una premessa — l'esistenza di una zona di terre emerse, costituita da una o più zolle, consistentemente interessate da eruzioni vulcaniche — premessa che appare ben fondata sulla base degli elementi considerati, non ultimi i resti fossili di vegetazione continentale.

Ora, quanto meno nella sua fase originaria, la zona emersa non era certo né piatta né morfologicamente uniforme: tale non poteva cioè essere, sia se attribuiamo ad essa il carattere di una « dorsale », come se la riteniamo un'isola vulcanica vera e propria. In ogni caso — come s'è detto — è altrettanto evidente la presenza di manifestazioni eruttive. È noto il carattere spesso abbondante delle piogge successive alle eruzioni vulcaniche, tale da provocare lo scorrimento disordinato di acque selvagge e comunque a flusso veloce. In buona sostanza è plausibile la esistenza di corsi d'acqua scorrenti sulle pendici scoscese della zona emersa, aventi natura torrentizia e quindi caratterizzati da un flusso rapido e tumultuoso. Mi sembra quindi si debba escludere che le condizioni morfologiche della zona emersa fossero tali da consentire un fluire lento e morbido delle acque di superficie.

Sulla base di queste considerazioni ritengo sia da scartare l'ipotesi che le correnti fluviali, anche per la naturale se pur relativa brevità del loro corso, trascinassero i ciottoli asportati dall'azione erosiva delle correnti medesime: ma piuttosto si debba ritenere che essi rotolassero, pur con maggiore o minore velocità. Ciò porta a concludere che i ciottoli

appiattiti, a « piastrella » — d'altro canto rinvenuti solo nell'affioramento di S. Faustino di Bione —, non possono essere comunque ritenuti di origine fluviale ma, al contrario, testimonianza di originarie ghiaie di spiaggia. Al tempo stesso, si può allora sostenere che, presentando la stragrande maggioranza dei ciottoli una forma ellissoidale o sferoidale o comunque globosa, l'ambiente originario in cui essi devono collocarsi è, almeno prevalentemente, di tipo fluviale?

Una siffatta interpretazione non è — come si è prima ricordato — condivisa di taluni AA. In particolare, secondo il SUESS, la forma ovale o cilindrica dei ciottoli marini sarebbe provocata dal rotolamento prodotto dal flusso e riflusso delle onde (a questo proposito mi sembra di dover in ogni caso rilevare che in realtà non è tanto il rotolamento in sé e per sé che potrebbe produrre l'arrotondamento, quanto piuttosto l'abrasione derivante dall'urto ripetuto dei ciottoli tra loro e/o su un fondale roccioso e abbondantemente ghiaioso: ossia il rotolamento sarebbe determinato dal flusso e riflusso delle onde, e da esso deriverebbe a sua volta l'abrasione e quindi l'arrotondamento).

Basandomi sulle osservazioni che si possono fare sulla natura delle attuali ghiaie delle spiagge marine, caratterizzate da una prevalente forma appiattita dei ciottoli, propenderei ad accogliere invece la tesi del PARONA: ma al tempo stesso sembra a me non sia possibile — e in ciò concordo con il PETTIJOHN — pervenire ad una sicura conclusione se ci si limita a tener conto della morfologia dei ciottoli.

Credo si debba, a questo punto, prendere in considerazione un altro elemento, non meno importante nel quadro dei caratteri o delle componenti morfologiche complessive dei conglomerati: ossia il grado di selezione o di classazione dei ciottoli che hanno poi contribuito alla costituzione dei conglomerati. Secondo quanto hanno rilevato KRUMBEIN-SLOSS (1956), i ciottoli di fiume presentano in generale una maggior varietà di dimensione rispetto a quelli di spiaggia: in sostanza le ghiaie delle spiagge marine si presentano più omogeneamente classate di quelle fluviali. Analoghi fenomeni e corrispondenti differenze sono riscontrabili — come ha osservato FRIEDMAN (1961 e 1967) — nelle sabbie fluviali rispetto a quelle dei depositi di spiagge marine, nel senso che le prime presentano un grado di classazione minore.

Riprendiamo in considerazione i caratteri litostratigrafici dei più importanti depositi a conglomerati presenti nell'area in esame, per tentare di ricostruirne l'origine o meglio la natura dell'ambiente originario di deposito e di sedimentazione.

Preseglie: l'ubicazione del deposito è da collocarsi poco lontano dalla zona centrale della placca porfirica, talché esso venne alimentato e poi costituito esclusivamente da ciottoli porfirici. Pur prescindendo dal carattere prevalentemente tondeggiante od ovoidale dei ciot-

toli, non ritengo che il conglomerato possa essere considerato un deposito piroclastico in senso stretto. In concreto la commistione dei ciottoli — quanto meno nella porzione medio-superiore del banco — con arenarie tufacee contenenti resti fossili vegetali di origine continentale, aventi anche dimensioni consistenti; la presenza di fini arenarie tufacee grigie al tetto del banco di conglomerato, anch'esse contenenti resti vegetali, mi portano a propendere per una natura decisamente costiera del deposito (con un presumibile carattere di ambiente deltizio, in prossimità di zone palustri), alimentato cioè da materiali anche organici o comunque asportati da una zolla emersa.

Forno d'Odolo-Gazzane: l'irregolare granulometria dei ciottoli — in decisa prevalenza esiniani —, oltre che la forma tondeggiante od ovoidale ed una superficie frequentemente rugosa e comunque non levigata dei medesimi, la presenza di episodi di cementazione marnoso-calcareo (sia pure frammisti ad una matrice marnoso-tufacea rossa), consentono a mio giudizio di avanzare l'ipotesi che trattisi di materiali fluitati da corso d'acqua scorrenti sull'area emersa. Analoghe caratteristiche sembra presentare il deposito del valico Livrio-Teglie.

S. Faustino di Bione: il buon numero di ciottoli, esiniani, a forma appiattita e levigata, l'alternanza dei banchi di conglomerato con sedimenti a marne rosse, l'assenza di qualsiasi traccia di arenarie farebbero attribuire il deposito ad un ambiente di spiaggia marina. Se è pur vero che non sussiste né regolarità né omogeneità in senso assoluto della granulometria o della classazione, non può tuttavia non essere rilevata la netta predominanza di ciottoli a basso diametro.

Morcherane: tenuto conto della consistente distanza dalla placca porfirica di Barghe, si possono avanzare due ipotesi quanto alla genesi di questo affioramento, nel senso che esso potrebbe costituire alternativamente:

- a) un piccolo centro eruttivo a sé stante; oppure
- b) il residuo di una colata del centro eruttivo principale di Barghe, come potrebbe dedursi dalla forma allungata e stretta dell'affioramento medesimo e della sua ubicazione con direzione S.E.-N.W.

Sembra a me più fondata la prima ipotesi, non soltanto per la distanza dalla zona di Barghe, ma anche per la presenza di altri affioramenti analoghi — pur se di molto limitate dimensioni — nell'area S. Filippo-Morcherane-Trebbio-Gazzane. Non sembra comunque possibile stabilire se trattasi di piccoli centri eruttivi subaerei o subacquei.

Nozza-Malpaga: si è già notato che, pur nel quadro di una granulometria irregolare del deposito considerato nella sua globalità, si notano frequenti episodi di relativamente omogenea classazione dei ciottoli. In particolare si può osservare, lungo un medesimo banco di conglomerato, che ad un « settore » costituito da ciottoli prevalentemente

di medie dimensioni, segue un « settore » formato da ciottoli prevalentemente di piccole dimensioni: ciò farebbe presumere un originario ambiente di spiaggia marina, pur se la forma assolutamente prevalente dei ciottoli è ovoidale o tonda.

Sia in questa località che — come si è già detto — a N.E di Pieve di Bione (a S.W della località la « Crocetta »), affiorano marne arenacee rosse con manifestazioni di stratificazione incrociata di sedimenti marnoso-arenacei anche sottilissimi, spesso vere siltiti.

Analoghi fenomeni hanno rilevato CASATI-PACE (1968) nella Formazione delle Arenarie di Val Sabbia affiorante in Val Brembana: ma in quel caso la stratificazione incrociata è presente, secondo gli AA., solo nella facies ad arenarie più grossolane, « mentre pare mancare negli strati di arenarie più fini e nelle siltiti che paiono prive di laminazione ». Nei due affioramenti valsabbini, e particolarmente in quello rilevato nella zona compresa tra Nozza e Malpaga, l'angolo di inclinazione delle lamine mi è parso non rilevante, comunque non superiore a 20°-25°: se ne dedurrebbe, sulla base di quanto affermano in proposito gli AA. prima citati, che dovrebbe trattarsi di un ambiente di deposizione in acque basse, e non quindi subaereo ossia di manifestazioni riconducibili ad agenti colici. La totale assenza di resti fossili di origine continentale e il carattere dei sedimenti non appaiono consentire di stabilire l'esatta natura originaria del deposito: se prodottosi cioè in acque marine basse o, invece, in zona deltizia.

Credo si possa pertanto concludere che, considerando i depositi nel loro complesso, si sono riscontrate caratteristiche ed elementi che parrebbero testimoniare l'esistenza sia di ambienti a carattere fluviale — o comunque influenzati direttamente da corsi d'acqua —, sia di ambienti di spiaggia. In particolare, partendo dalle ipotesi da me formulate, si può rilevare che, procedendo grosso modo da E verso W, mentre nelle adiacenze della placca porfiritica i depositi sembrano presentare il carattere di depositi di origine fluviale, man mano che ci si allontana dalla zona della placca i depositi assumono invece il carattere di ambienti di spiaggia. Ciò verrebbe così a consolidare la tesi della emersione di una dorsale, o quanto meno di un'isola vulcanica, nell'area occidentale della zona presa in esame.

Si tratta ovviamente di ipotesi, aggiungerei di ipotesi di lavoro che dovrebbero essere ulteriormente approfondite con un'analisi ulteriormente dettagliata dei caratteri morfologici dei singoli depositi: degli indici granulometrici, del grado di classazione dei materiali, della forma dei ciottoli, così come del grado di inclinazione dei sedimenti, ecc. In buona sostanza ho inteso soprattutto fornire un contributo ad una ricerca che appare quanto mai utile nel quadro di uno studio volto a definire la fenomenologia ed il significato paleogeografico dei depositi a conglomerati presenti nella Formazione delle Arenarie di Val Sabbia.

Tali depositi rappresentano infatti, a mio giudizio, una delle fasi conclusive di un processo di regressione marina che portò successivamente alla dilatazione dell'area di emersione continentale, culminando — durante il Carnico superiore — nella Formazione di S. Giovanni Bianco, caratterizzata da marne e carniole associate a depositi francamente evaporitici, ampiamente diffusi in buona parte della media Val Sabbia e la cui potenza è calcolabile (ASSERETO-CASATI, 1965) attorno ai 100 m di potenza. La presenza di evaporiti testimonia l'esistenza di un clima « estremamente caldo ed arido » (LOTZE, 1964): condizioni climatiche di tipo tropicale, ancorché meno accentuate, dovevano certamente caratterizzare l'età immediatamente precedente, cioè quella corrispondente ai depositi della Arenaria di Val Sabbia. Il LOTZE, infatti, dopo aver rilevato che tra le fasi della storia geologica durante le quali si ebbero le maggiori deposizioni delle formazioni evaporitiche, si colloca in particolare il Trias superiore, osserva che — a partire dal Cambriano — le zone ad evaporiti *scendono* dall'attuale area del Polo Nord verso S, sino ad occupare attualmente una fascia a S del continente europeo. Ed aggiunge: « in questo spostamento della zona di deposizione delle evaporiti, noi possiamo riconoscere lo spostamento della fascia di clima arido che attualmente accerchia la Terra a nord dell'Equatore », mentre nel corso del Trias la zona ad evaporiti e la connessa fascia di clima arido attraversavano la media Europa e l'area dell'attuale mare Mediterraneo sino all'Africa settentrionale.

L'esistenza di condizioni climatiche certamente meno aride, se pur nel quadro di una fascia o zona climatica di tipo tropicale, sembra d'altro canto confermata dalla natura dei reperti fossili di vegetazione continentale della località di Preseglie.

OSSERVAZIONI SUI FOSSILI VEGETALI DEL DEPOSITO DI PRESEGLIE

Tutti gli esemplari presentano un grado elevato di carbonizzazione della superficie esterna dell'impronta, mentre la parte interna è costituita da arenarie grigie. I reperti classificabili appartengono alla famiglia delle *Equisetaceae* (ord. *Equisetales*) e sono a mio giudizio attribuibili al genere *Equisetites* Sternberg 1833: per la maggior parte sono rappresentati da rametti, elementi foliarî e da modelli interni, cioè da impronte midollari.

Avendo riguardo a questi ultimi gli esemplari che presentano più chiare caratteristiche morfologiche sono i seguenti:

1° - lunghezza 45 mm; larghezza 20 mm; due costolature longitudinali, parallele, lievemente tondeggianti;

2° - lunghezza 90 mm; diametro 15 mm; la superficie esterna non presenta caratteristiche morfologiche evidenti;

3° - lunghezza 120 mm; diametro 20 mm; striature finissime parallele a costolature lievemente appiattite della larghezza di 0,75 mm (fig. 2);

4° - lunghezza 48 mm; diametro 18 mm; le costolature sono marcate, parallele, longitudinali, lievemente arcuate e della larghezza di circa 1 mm (fig. 3);

5° - lunghezza 160 mm; diametro 65 mm; le costolature longitudinali sono piatte, con una larghezza media di circa 13 mm, mentre i solchi tra di esse sono lievemente arrotondati e poco profondi (fig. 4).

Basandomi sulla descrizione formulata dal BOUREAU (1964) — e pur sottolineando i limiti di una ipotesi di classificazione specifica non confortata dal confronto con esemplari di sicura determinazione — propenderei ad attribuire il reperto n. 5 a *E. münsteri* Sternberg e quello n. 3 a *E. arenaceus* Brongniart: ben più problematica ogni ipotesi di classificazione specifica per gli altri reperti.

Come si è osservato all'inizio, la deposizione dei vegetali appare associata (probabilmente per trasporto) alla sedimentazione del livello ad arenarie tufacee grigie che in parte si sono insinuate nella matrice del banco di conglomerato porfirico, ma che in maggior misura costituiscono un livello a sé stante, al tetto del banco medesimo. Le arenarie non presentano alla reazione con acido cloridrico alcun segno di presenza di carbonato di calcio: né vi è traccia di resti organici diversi da quelli prima sommariamente descritti.

Flora quindi monotipica: per lo meno i resti fossili testimoniano — almeno a mio giudizio — la presenza di un solo genere. Se ne potrebbe quindi dedurre l'esistenza di condizioni ecologiche uniformi: ma in quale contesto ambientale? Più in generale: gli Equiseti possono essere considerati validi indicatori di un determinato ambiente, e sotto il profilo paleogeografico e sotto quello paleoecologico?

È superfluo ricordare che, secondo la maggioranza degli AA. — dal BRONGNIART (1828-1837) al DORF (1963), al Mc KEE (1963), ecc. —, le piante, per essere fissate al terreno, sono più condizionate che non gli animali dai fattori ambientali, e sono quindi più utilizzabili — rispetto ai fossili animali — come « indicatori delle condizioni » generali dei paleoambienti; e inoltre che, come osserva il DORF, « la distribuzione delle piante nel passato fu regolata dalle condizioni ambientali, così come lo è oggi ». È quindi sulla base di questi due fondamentali elementi che attraverso la paleoecologia vegetale è possibile pervenire alla formulazione di indicazioni paleoclimatiche.

Non è tuttavia fuori luogo avanzare l'ipotesi che forme vegetali,

tipiche di ambienti tropicali, siano vissute nel passato geologico in zone temperate (o viceversa); né è da escludere che forme vegetali di antiche età geologiche abbiano avuto sia componenti tropicali che temperate. È in funzione di queste possibilità o di queste ipotesi che il DORF (1963) suggerisce — come regola generale — di « non fare affidamento su una singola famiglia o ugualmente su poche famiglie, ma sulla maggioranza delle famiglie, i cui testimoni [fossili] siano in armonia con la maggior parte delle famiglie viventi strettamente correlate » con esse.

Tenendo conto delle considerazioni così sommariamente riassunte, appare necessario prendere in esame le condizioni ecologiche complessive in cui si situano le *Equisetales* attuali, anche in rapporto alle zone fitoclimatiche nelle quali esse sono presenti.

È innanzitutto da rilevare che l'ordine attuale delle *Equisetales* comprende un solo genere, *Equisetum*, con circa 25 specie. Esso deriva dai grandi Equiseti arborescenti che dominavano nel Paleozoico, e particolarmente nel Carbonifero, giungendo ad altezze di circa 30 m e con tronchi dal diametro che poteva raggiungere circa 1 metro. Successivamente le dimensioni degli Equiseti cominciarono gradualmente a ridursi (lo ZITTEL, 1891, individua nell'epoca retica la fase in cui tale processo ebbe inizio), fino ad assumere — nel Cretaceo — caratteri dimensionali analoghi a quelli attuali (in generale gli Equiseti attuali presentano un'altezza che non supera mediamente m 1,50). Gli Equiseti attuali vivono negli ambienti più diversi: infatti, anche se essi sono prevalentemente presenti in luoghi umidi o presso corsi d'acqua, vi sono tuttavia forme diffuse in luoghi aridi e in sabbie asciutte, e inoltre in ambienti interessati sia da acque dolci che da acque salse. Si può osservare infine che gli Equiseti viventi sono presenti in pressoché tutte le zone fitoclimatiche, dall'Artico ai Tropici.

Ma già lo ZITTEL (1891) aveva sottolineato che le attuali due o tre specie tropicali sono le più grandi nell'insieme del genere, raggiungendo o superando i 7-10 m di altezza, con un diametro di 25 e più mm. Se ne potrebbe così dedurre che le attuali specie tropicali testimonierebbero che una maggior dimensione sembra corrispondere ad un ambiente climatico caldo-arido o caldo-umido. Tenendo conto delle dimensioni del maggior reperto del deposito fossilifero di Preseglie (n° 5) — dal diametro di 65 mm — e del fatto che esso costituisce quasi certamente un modello midollare (e quindi le dimensioni reali originarie, compresa la corteccia, dovevano essere se pur lievemente superiori), non è senza fondamento l'ipotesi che l'altezza dell'esemplare in questione raggiungesse circa 18 metri.

Pur tenendo conto delle riserve formulate dal DORF a proposito della validità di un'interpretazione del significato paleoecologico e paleoclimatico di resti fossili vegetali, quando essa si fondi su una sola forma, non apparirebbe allora arbitrario considerare gli Equiseti del deposito

di Preseglie come un elemento di ulteriore conferma del carattere tropicale delle condizioni climatiche del Carnico medio (si ricordino, d'altro canto, le indicazioni paleoclimatiche che si traggono dal citato studio del LOTZE); quanto infine all'ambiente parrebbe di poter concludere, avendo riguardo ai caratteri sedimentologici del deposito stesso, che trattasi probabilmente di una porzione di estuario di un corso d'acqua, in prossimità del quale si trovavano probabilmente anche paludi salmastre.

BIBLIOGRAFIA

- ALLASINAZ A., 1969 - *Il Trias in Lombardia (Studi geologici e paleontologici)*. XXV. *Il Carnico nella Lombardia occidentale*. Riv. It. Paleont. Strat., vol. 74, n. 4, Milano.
- ARTINI E., 1959 - *Le rocce*. Ed. Hoepli, Milano.
- ARTHABER G., 1906 - *Die Alpine Trias des Mediterranean-Gebietes*. «Lethaea geognostica», II Teil, Mesozoicum Band I, Stuttgart.
- ASSERETO R.-CASATI P., 1965 - *Revisione della stratigrafia permotriassica della Val Canonica meridionale (Lombardia)*. Riv. It. Paleont. Strat. vol. 71, n. 4, Milano.
- AZZAROLI A.-CITA M.B., 1963 - *Geologia stratigrafica*, vol. II, Ed. La Goliardica, Milano.
- BASCOM W., 1965 - *Onde e spiagge. Dinamica della superficie marina*. Ed. Zanichelli, Bologna.
- BONI A., 1943 - *Geologia della regione fra il Sebino e l'Eridio*. P. I. *La porzione centrale*. Ist. Geol. Univ. Pavia, Pavia.
- BONOMINI C., 1924 - *Studio geotettonico dei dintorni di Treviso bresciano*. Comm. At. Brescia 1923, Brescia.
- BONOMINI C., 1925 - *I dintorni di Preseglie e il glaciale del Chiese*. Comm. At. Brescia 1925, Brescia.
- BOSELLINI A., 1965 - *Lineamenti strutturali delle Alpi meridionali durante il Permo-Trias, e alcune considerazioni sui possibili rapporti con la Tettonica Alpidea*. Mem. Mus. St. Nat. Ven. Trid., A. XXVIII, vol. XV, fasc. 3, Trento.
- BOURDON C.-VIGREUX C., 1891 - *Rapport sur les gisements de cuivre de Barghe (Province de Brescia)*. Stamperia del giornale «La Provincia», Brescia.
- BOUREAU E., 1964 - *Traité de paléobotanique*. Tome III. Masson Éd., Paris.
- CACCIAMALI G.B., 1908 - *Studio geologico delle valli di Lodrino e Lumezzane*. Comm. At. Brescia, Brescia.
- CACCIAMALI G.B., 1930 - *Morfogenesi delle Prealpi bresciane*. Ed. Geroldi, Brescia.
- Carta Geologica d'Italia, Foglio 47 - Brescia - Note illustrative*, Min. Ind. e Comm., Dir. Gen. Min., Serv. Geol.

- CASATI P.-PACE F., 1968 - *Alcune caratteristiche petrografiche e sedimentologiche dell'Arenaria di Val Sabbia (Carnico) in Val Brembana.*
- CURIONI G., 1855 - *Sulla successione normale dei diversi membri del terreno triasico in Lombardia.* Giornale dell'I. R. Ist. Lomb. Sc. e Lett. Tomo VII, Milano.
- DEECKE W., 1885 - *Studio sugli strati raibliani delle Alpi Lombarde.* Boll. R. Com. Geol., nn. 7 e 8, Roma.
- DE SITTER L.U.-DE SITTER KOOMANS C.M., 1949 - *The Geology of the Bergamasc Alps, Lombardia, Italy.* Leidse Geol. Mededelingen, Deel XIV B, Leiden.
- DORF E., 1964 - *The use of fossil plants in Palaeoclimatic interpretations.* In: *Problems in Palaeoclimatology* by A.E.M. Nairn, J. Viley a. S., London-N. York-Sidney.
- ESCHER v.d. LINTH A., 1853 - *Nachtrag über die Trias in der Lombardei.* Denkschr. Allgem. Schw. Naturf. Ges., Bd. 13, Zürich.
- FRIEDMAN G.M., 1961 - *Distinction between dune, beach and river sands from their textural characteristics.* Journ. Sed. Petr., 31 (4).
- FRIEDMAN G.M., 1967 - *Dynamic processes and statistical parameters compared for size frequency distribution of beach and river sands.* Journ. Sed. Petr., 37 (2).
- KRUMBEIN W.C.-SLOSS L.L., 1956 - *Stratigraphy and Sedimentation.* Ed. Freeman, S. Francisco.
- LOTZE F., 1964 - *The distribution of evaporites in space and time.* In: *Problems in Palaeoclimatology* by A.E.M. Nairn, J. Viley a. S., London-N. York-Sidney.
- MAASKANT A., 1941 - *Die geologie van het gebied tusschen het Val Seriana en de Mte Guglielmo.* Diss. (in DE SITTER L.U., etc., 1949).
- Mc KEE E.D., 1964 - *Problems on the recognition of arid and of hot climates of the past.* In: *Problems in Palaeoclimatology* by A.E.M. Nairn, J. Viley a.S., London-N. York-Sidney.
- ODUM E.P., 1966 - *Ecologia.* Ed. Zanichelli, Bologna.
- PARONA C.F., 1889 - *Studio monografico della fauna raibliana di Lombardia,* Ed. Fusi, Pavia.
- PARONA C.F., 1924 - *Trattato di geologia.* Ed. Vallardi, Milano.
- PETTIJOHN F.I., 1957 - *Sedimentary rocks.* Ed. Harper and Brothers, N. York.
- POLLINI A.-CASSINIS G., 1963 - *Évolution structurale ed sédimentaire du bassin triasique de la Lombardie.* In: *Le Trias de la France et des régions limitrophes,* Mém. du Bur. Rech. Géol. et Min., n. 15, Paris.
- RIVA C., 1893 - *Sopra alcune rocce della Val Sabbia.* Rendic. R. Ist. Lomb. Sc. Lett., Serie II, vol. XXVI, fasc. XI-XII, Milano.
- STOPPANI A., 1858 - *Studi geologici e paleontologici sulla Lombardia.* Ed. Turati, Milano.
- VACHÈ R., 1966 - *Ricerche microstratigrafiche sul «Metallifero» di Gorno (Prealpi Bergamasche).* Riv. It. Paleont. Strat. vol. 72, n. 1, Milano.
- ZITTEL K.A., 1891 - *Traité de Paléontologie. P. II - Paléophytologie.* Paris-Munich-Leipzig.

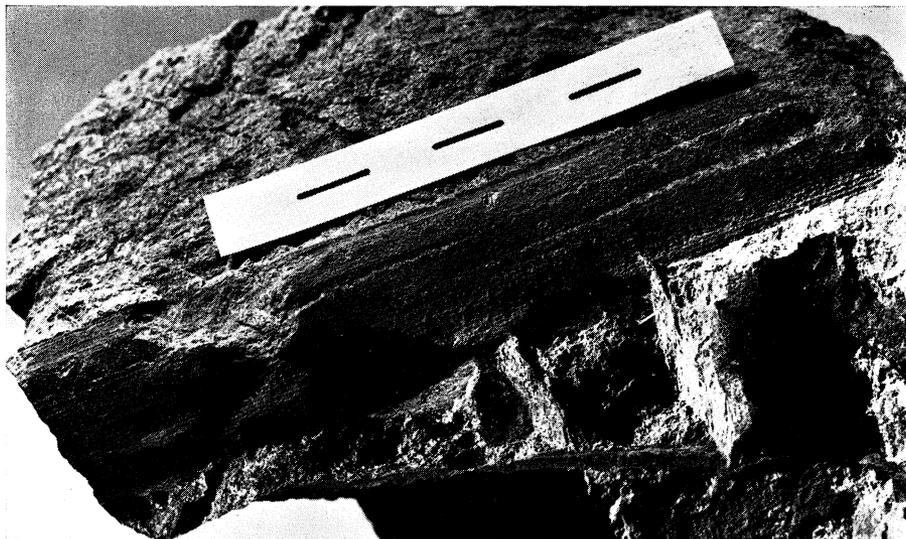


Fig. 2 - Impronta fossile di *Equisetaceae* riferibile al genere *Equisetites*.

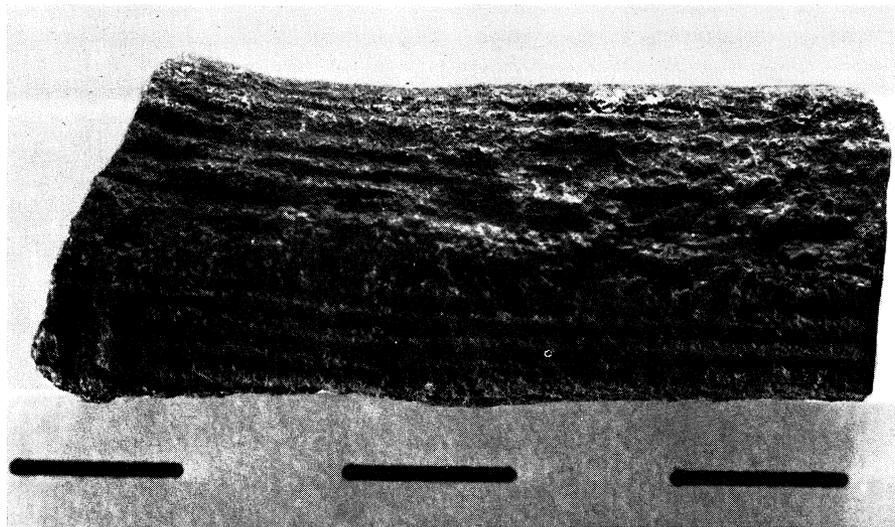


Fig. 3 - Impronta midollare di rametto di *Equisetaceae*, probabilmente ascrivibile a *Equisetites arenaceum* Brongn.



Fig. 4 - Impronta interna di *Equisetaceae* probabilmente ascrivibile a *Equisetites münsteri* Sternb.