

ALESSANDRO ANNOVI (*), MAURO CREMASCHI (**),
PAOLA FREGNI (*) & GIANFRANCO GASPERI (*)

LA SUCCESSIONE PLEISTOCENICA MARINA E CONTINENTALE DEL T. TIEPIDO (Appennino Modenese) (***)

RIASSUNTO: ANNOVI A., CREMASCHI M., FREGNI P. & GASPERI G., *La successione pleistocenica marina e continentale del T. Tiepido (Appennino Modenese)* (IT ISSN 0084-8948). Viene descritta una successione pleistocenica affiorante nel Pedepennino modenese, misurata e campionata lungo l'alveo del Torrente Tiepido. Lo spessore complessivo della sezione è di circa 750 metri; l'età è pleistocenica basale e al tetto compare un paleosuolo attribuibile, secondo le convenzioni in uso, all'interglaciale Mindel-Riss.

La sezione è rappresentata, dal basso verso l'alto, da 650 metri di argille siltose con abbondante malacofauna e fossili caratteristici. La comparsa dell'*Arctica islandica* precede quella dell'*Hyalinea balthica*. Le argille sono di ambiente neritico infralitorale e passano verso l'alto a sabbie gialle di spiaggia. Dopo una lacuna per erosione è presente una successione potente m 150 di ghiaie, conglomerati, argille e sabbie di ambienti continentale, palustre, lacustre e fluviale, variamente susseguentesi.

Verso l'alto nella successione è intercalato un paleosuolo riferibile probabilmente ad un grande interglaciale. L'intera sezione infine sottostà ed è discordante a depositi fluviali alterati in un paleosuolo, ampiamente diffuso nell'alta pianura modenese, attribuibile all'interglaciale Mindel-Riss.

Sono state osservate inoltre alcune faglie a grande e media scala illustrate assieme a nuovi dati emersi dallo studio del Plio-Quaternario affiorante nel Pedepennino modenese.

ABSTRACT: ANNOVI A., CREMASCHI M., FREGNI P. & GASPERI G., *The marine - continental Pleistocene section of the Tiepido River (Modenese Apennines)* (IT ISSN 0084-8948). Along the thalweg of the Torrente Tiepido, outcrops a sedimentary succession of the Pleistocene, about 750 m thick. For the first 605 m the succession is composed of clayey-silt and sandy sediments deposited in a marine environment. For the remaining 145 m it is composed of gravels, clayey-silt sands and peaty clays from a prevalently continental environment. The age of the succession, based on the study of Foraminifera from the marine section of the series, is lower Pleistocene; the age of the continental part is between the lower Pleistocene and the Mindel-Riss interglacial.

The base of the succession, not outcropping on the thalweg is composed of about 80 m of transgressive silty clays on pre-Pliocene formations with interposing sands, sands with pebbles and fragments of shells. The age of these clays is early Pleistocene.

The sedimentological characteristics, as well as the thanatocoenosis also suggest a neritic infralittoral sedimentation environment, with little energy and mostly fine, clastic sedimentation.

During the Emilian stage there is a sudden transition from the type of sedimentation resulting from a neritic, infralittoral environment to that of a beach, probably coinciding with an important tectonic phase in the Apennines. A hiatus with erosion, a disconformity, interrupts the succession and the sediments which follow represent the deposits of a continental environment; this is characterized by an extremely variable sequence of sands and

clays with intercalated large lenses of gravels, occurring between fine, lacustrine and swampy continental sediments with saltuary erosive phases.

The sedimentation is discontinuous and is characterized by rapid accumulation and by long intervals of non accumulation probably owing to climatic variations. During one of these periods, perhaps during an interglacial, the conditions for the formation of fersiallitic soil were created. The studied section is covered with angular unconformity by terraced alluvial deposits with on the top a paleosol of the Mindel-Riss interglacial period.

Finally, various structures have been found indicating recent or very recent tectonic movements owing to vertical movement and displacement with remarkable horizontal component.

TERMINI-CHIAVE: Pleistocene marino; Pleistocene continentale; Appennino settentrionale; paleosuoli.

PREMESSA

Le notizie sul Pliocene e sul Quaternario dell'Appennino modenese risalgono a oltre una quindicina di anni: è appunto del 1963 la II edizione del foglio 86 « Modena » della Carta Geologica d'Italia (LOSACCO, 1963). Gli studi stratigrafici di dettaglio sono precedenti: ANELLI, 1933; MONTANARO GALLITELLI, 1950 e 1954; LUCCHETTI & alii, 1962.

In questi ultimi anni sono stati da noi raccolti numerosi dati sul Plio-Quaternario affiorante alle propaggini dell'Appennino modenese ed in parte di quello bolognese e reggiano. Questi dati, di natura locale e non correlati fra di loro, offrono tuttavia nel loro insieme un quadro delle vicende geologiche che hanno interessato quest'area dal Pliocene in poi, evidentemente per ora incom-

(*) Istituto di Geologia dell'Università di Modena.

(**) Musei Civici di Reggio Emilia.

(***) Lavoro eseguito nell'ambito del Progetto Finalizzato « Geodinamica » del CNR, Sub-progetto Neotettonica, U.O. 6.2.13., Pubblicazione n. 139. G. GASPERI è stato il coordinatore del lavoro ed ha curato i capitoli « Premessa » e « Introduzione: il Pliocene-Quaternario tra il F. Panaro e il F. Secchia ». A. ANNOVI & G. GASPERI: hanno eseguito il lavoro di campagna e curato il capitolo « La successione del T. Tiepido ». Il restante lavoro risulta così suddiviso: A. ANNOVI « Sedimentologia »; M. CREMASCHI « Considerazioni sui paleosuoli »; P. FREGNI: « Biostratigrafia e paleoecologia ». Le « Considerazioni conclusive » sono risultate dalla collaborazione di tutti gli autori.

pleto, ma assai diverso da quello noto. Per poter giungere alla sua completa ricostruzione sarebbe necessario un lungo e complesso lavoro che correlasse fra di loro le situazioni locali ora note tramite l'acquisizione di nuovi dati in modo da conoscere completamente l'area in oggetto.

Questa nota che presenta i primi dati su una nuova serie particolarmente ben studiabile vuole essere un nuovo elemento al quadro che si va delineando, pur tra difficoltà legate alla generale cattiva esposizione, alla monotonia litologica e soprattutto alla difficile valutazione di quanto i movimenti tettonici recenti abbiano controllato la sedimentazione e/o deformato i depositi pliocenici e quaternari. La successione quaternaria descritta assume particolare interesse sia per le ottime condizioni di affioramento, sia per il notevole spessore presentato in confronto con le altre successioni correlabili note del margine appenninico: T. Stirone (PAPANI & PELOSIO, 1963), T. Crostolo (BARBIERI & PETRUCCI, 1967), F. Santerno (CREMONINI, ELMI & MONESI, 1969).

INTRODUZIONE

IL PLIOCENE-QUATERNARIO TRA IL F. PANARO E IL F. SECCHIA

Come si è accennato le ricerche da noi compiute sugli affioramenti pliocenici e quaternari posti tra il F. Panaro e il F. Secchia hanno evidenziato dati talora discordanti con quanto già noto: ci sembra valga la pena di riassumerli per inquadrare meglio la successione in oggetto.

Lungo il margine appenninico tra il F. Panaro e il F. Secchia affiorano, in modo quasi continuo secondo una fascia lunga una ventina di chilometri e larga meno di dieci, argille grigio-azzurre marine di età compresa tra il Pliocene inferiore e il Calabriano. Verso Sud queste argille sono normalmente a contatto trasgressivo con le formazioni dell'Alloctono Indifferenziato e dei Complessi Emiliani; a Nord, verso la pianura, sono coperte da depositi alluvionali pleistocenici.

L'uniformità litologica e le cattive condizioni di affioramento non consentono distinzioni sul terreno nelle argille; suddivisioni cronostratigrafiche sono invece quasi sempre possibili in esse su basi paleontologiche, data la generale abbondanza di Foraminiferi. Solo studi di estremo dettaglio accompagnati da fitte campionature possono portare a ricostruzioni stratigrafiche e strutturali.

Le nostre ricerche hanno come scopo in una prima fase la ricostruzione sedimentologica e cronostratigrafica secondo sezioni normali agli assi strutturali dell'Appennino (la sezione del T. Tiepido rientra tra queste) e in una seconda la estensione areale dei dati raccolti.

In base ai dati da noi acquisiti è possibile schematizzare così il Plio-Quaternario del margine appenninico modenese. Nella zona compresa fra il F. Panaro e Villabianca affiora solo il Pliocene superiore (zona a *Globorotalia inflata*) costituito da argille siltose simili a quelle pleistoceniche, per uno spessore di 200 m circa, disposte

a sinclinale con asse diretto WNW-ESE. Non sarebbe cioè presente una successione Pliocene medio-Pliocene superiore-Calabriano come indicato nella II edizione del foglio 87 « Bologna » (LIPPARINI, 1963). « Argille scagliose » e minuscoli lembi di argille con gessi messiniani separano tettonicamente questi affioramenti dai depositi alluvionali della Pianura.

Ad Ovest di quest'area sino al T. Tiepido, si ha una situazione analoga a quella illustrata nella successione in oggetto, cioè in questa fascia affiorano esclusivamente sedimenti pleistocenici; una situazione quindi diversa da quella descritta da LUCCHETTI & *alii* (1962) che riporta a contatto con il « substrato » prepliocenico una fascia continua di argille plioceniche superiori. Il confronto con la II edizione del foglio 86 « Modena » (LOSACCO, 1963) invece, appare impossibile, poiché in esso il Calabriano non è distinto dal Pliocene.

Il contatto tra le due aree di affioramento indicate avverrebbe per mezzo di una faglia a prevalente scivolamento subverticale a direzione antiappenninica, cioè NE-SW.

A Ovest del T. Tiepido sino al F. Secchia i nostri dati sono, per ora, più scarsi; tuttavia dagli elementi raccolti risulta che la maggior parte delle argille affioranti, per lo più direttamente trasgressive su un « basamento » pre-pliocenico e solo in alcune zone su argille plioceniche inferiori (zona a *Globorotalia margaritae*), è di età pleistocenica.

Al di fuori del tratto appenninico considerato, cioè a Est del F. Panaro e a Ovest del F. Secchia, la situazione geologica relativa ai sedimenti pliocenici-quaternari muta bruscamente e si ha notevole sviluppo delle formazioni plioceniche (Pliocene inferiore, medio e superiore) con relativa riduzione di quelli pleistocenici (LUCCHETTI & *alii*, 1962; FAZZINI, 1966; BARBIERI & PETRUCCI, 1967; CREMONINI, ELMI & MONESI, 1969). Il tratto modenese considerato è probabilmente separato, sia a Ovest che a Est, da due dislocazioni con sensibile componente anche orizzontale, in corrispondenza delle quali si sono impostati i due fiumi citati.

Complesso appare poi l'assetto tettonico di queste formazioni: nel settore prossimo al F. Panaro il Pliocene superiore è disposto, come si è ricordato, a sinclinale, trasgressivo su « argille scagliose » e sembra possibile sia avvenuta la traslazione verso NE dei depositi del Pliocene superiore assieme al « substrato » analogamente a quanto si verifica per il margine appenninico bolognese, pochi chilometri a Est (LUCCHETTI & *alii*, 1962; sezione H-H', tratto Castello di Serravalle-Montevoglio e sezione I-I', tra M. Mario e Vizzano). La sinclinale ricordata rappresenterebbe la terminazione occidentale di quella stessa struttura.

Verso Ovest i depositi pleistocenici marini sono disposti a costituire una dolce monoclinale, immersa verso NNE di pochi gradi; solo a contatto col « substrato » gli strati sono raddrizzati e presso Madonna di Puianello ricoperti, su una estensione di circa un chilometro quadrato, da « argille scagliose ».

Diverse faglie a direzione appenninica e antiappenninica dislocano i sedimenti pleistocenici. Tra quelle ap-

penniniche una, lunga poco meno di una decina di chilometri, segna il limite con la pianura.

Lo stesso assetto a blanda monoclinale immersa verso NNE caratterizza poi i depositi quaternari marini a Ovest del T. Tiepido sino al F. Secchia; al limite con la pianura, però, gli strati pleistocenici appaiono raddrizzati e talora rovesciati verso NE: non si avrebbe quindi la monoclinale immersa verso la pianura disegnata da LUCCHETTI & *alii* (1962) nel profilo di fig. 23, ma una flessura, forse anche rovesciata verso NNE. Questa struttura tettonica verso Est è sostituita da una faglia diretta ed è rappresentata nel profilo di fig. 2. Nella stessa figura compaiono alcune faglie inverse che dislocano i depositi continentali: la loro importanza è del tutto locale, trattandosi verosimilmente di disturbi vicarianti faglie maggiori.

LA SUCCESSIONE DEL T. TIEPIDO

In una recente nota (PELLEGRINI & ZAROTTI, 1975) è stato segnalato che lungo l'alveo del T. Tiepido, affluente di sinistra del F. Panaro (fig. 1), si è recentemente innescato un fenomeno di erosione accelerata, fenomeno da qualche anno frequente in tutti i corsi d'acqua dell'Emilia; è proprio questo carattere generalizzato della ripresa d'erosione che fa pensare che la sua causa non sia rappresentata solo da processi antropici (estrazione di ghiaia dai greti dei corsi d'acqua, ecc.) che hanno invece caratteri locali.

I processi erosivi hanno asportato i depositi alluvionali per un tratto di circa 3,5 chilometri tra il ponte di Torre Maina e il ponte di Pozza scoprendo i sedimenti quaternari che si continuano a costituire le colline del margine appenninico modenese.

La sezione del T. Tiepido affiora in modo pressoché continuo; esistono solo brevi tratti intermedi ancora coperti dai depositi alluvionali (circa 100 metri). La successione che si segue da monte verso valle è costituita, dal basso verso l'alto, da un complesso di sedimenti marini (circa 600 metri di spessore) costituiti da argille siltose del Quaternario (Complesso 1); a tetto delle quali, separate da una lacuna, affiorano depositi continentali (Complesso 2) e, discordanti su ambedue i complessi, poggiano depositi alluvionali alterati da un paleosuolo (Complesso 3).

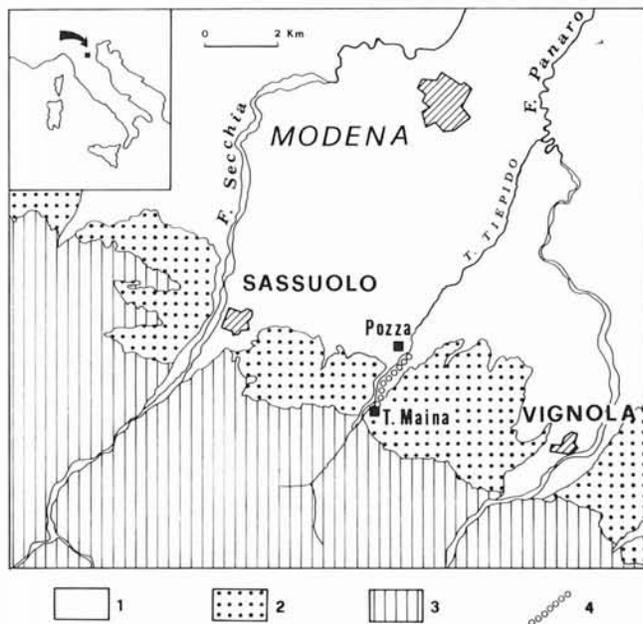


Fig. 1 - Carta geologica schematica e ubicazione della sezione studiata: 1) depositi alluvionali pleistocenico-olocenici della pianura; 2) formazioni plioceniche e quaternarie; 3) formazioni pre-plioceniche; 4) ubicazione della sezione studiata.

La parte basale della serie affiora molto discontinuamente nell'alveo del T. Tiepido: integrando questi dati con quelli desumibili dagli affioramenti più prossimi al torrente, è possibile tuttavia avere delle indicazioni anche sulla parte inferiore.

La situazione può pertanto essere così schematizzata: trasgressive ora sull'« Alloctono Indifferenziato » ora sulle formazioni oligo-mioceniche dei « Complessi Emiliani » (LOSACCO, 1963), è presente, per uno spessore complessivo di 20-30 metri, una successione costituita da sabbie talora con ciottoli, sabbie con brecciole di conchiglie a volte cementate a formare una « panchina », e da alternanze di strati potenti fino a qualche metro di sabbie e sabbie argillose giallognole. Abbastanza frequenti sono i macrofossili; scarsi i Foraminiferi tra cui prevalgono *Bulimina*, *Cibicides*, *Cassidulina*.

A queste alternanze seguono argille siltose grigio-azzurre non stratificate, per circa 60-70 metri, caratteriz-

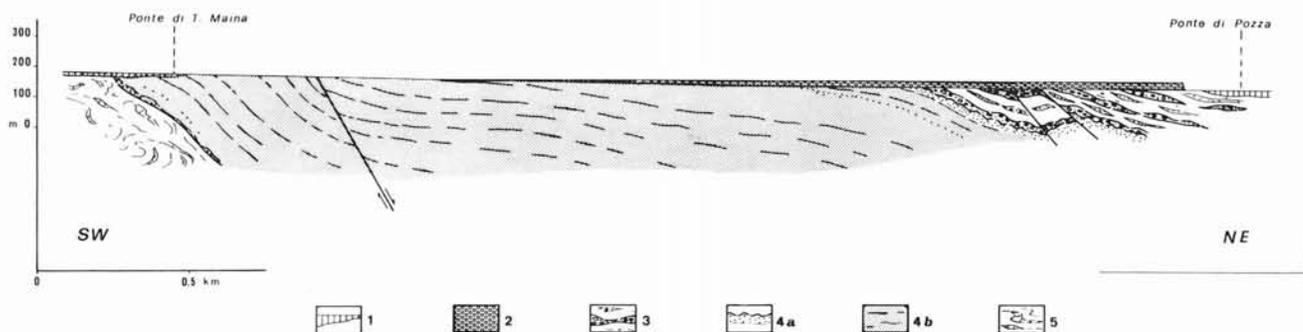


Fig. 2 - Sezione geologica lungo la valle del T. Tiepido: 1) depositi alluvionali attuali; 2) depositi alluvionali con paleosuolo mindel-rissiano; 3) ghiaie, sabbie e argille; 4) Pleistocene inferiore: a) sabbie gialle, b) argille siltose; 5) formazioni pre-plioceniche.

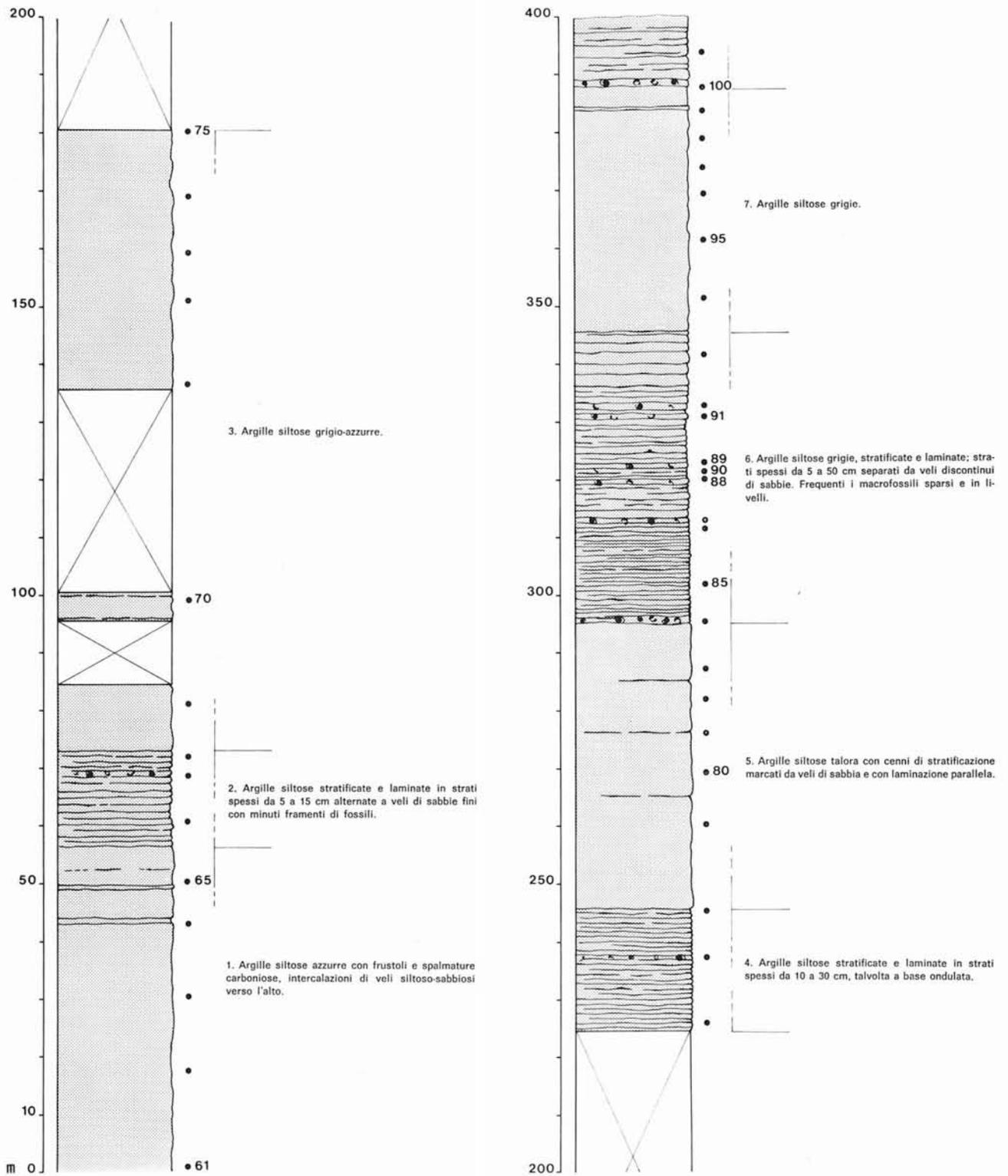


FIG. 3 - Colonna stratigrafica della successione pleistocenica del T. Tiepido.

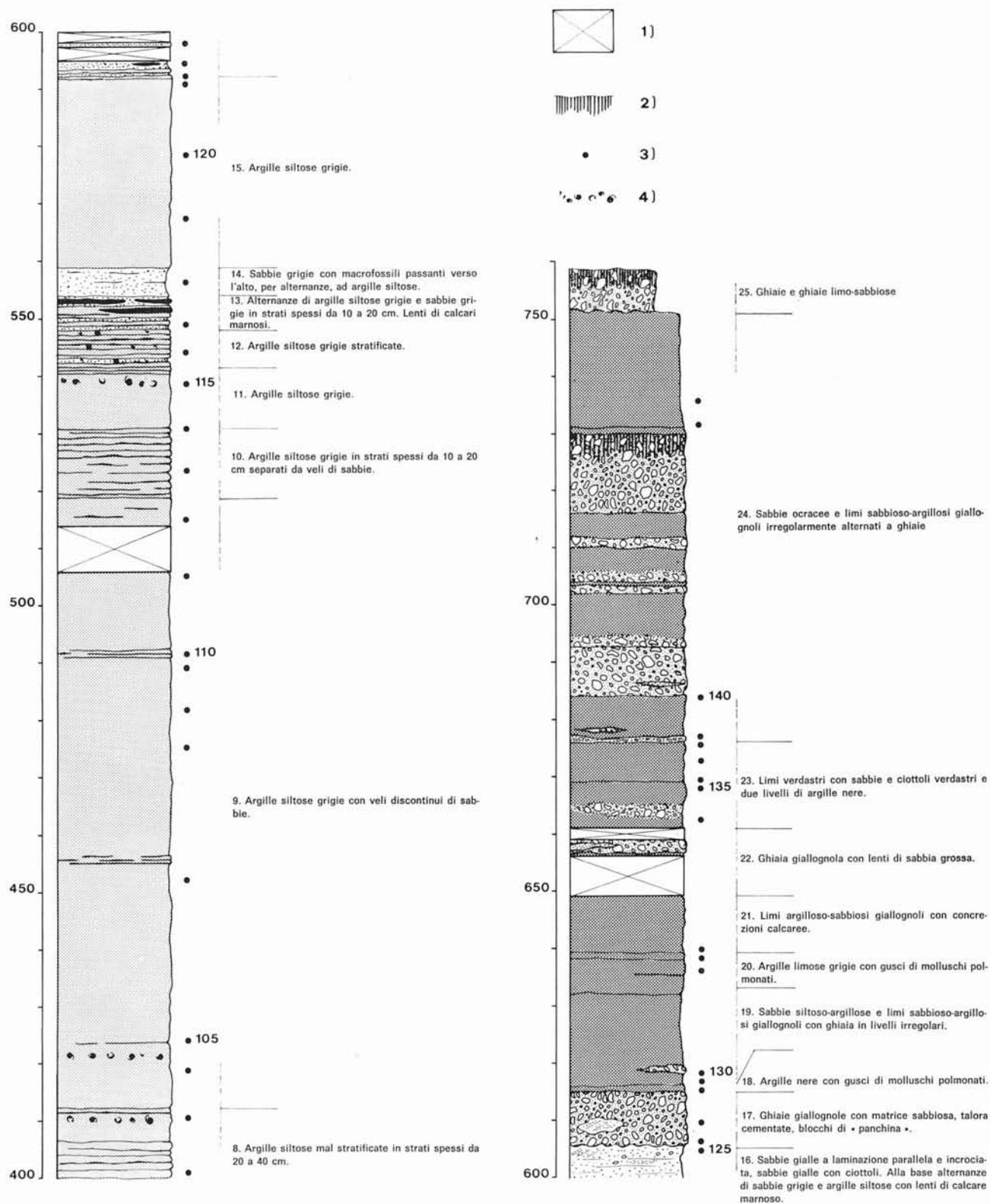


FIG. 3 (segue) - Colonna stratigrafica della successione pleistocenica del T. Tiepido: 1) tratti coperti; 2) paleosuoli; 3) campioni; 4) livelli a macrofossili.

zate da una associazione a *Bolivina*, *Bulimina*, *Cassidulina* e rari esemplari di *Globigerina pachyderma* prevalentemente levogira.

Il tetto di queste argille rappresenta la base della successione illustrata nella presente nota (fig. 3).

La successione dei complessi 1 e 2 affiora in alveo e presenta immersione costante verso NE; nel primo tratto di affioramento (circa 400 metri) è inclinata di 50°-60°, quindi, per quasi 2 chilometri, è inclinata di 10°; il limite tra questi due tratti è rappresentato da una dislocazione ad andamento appenninico in corrispondenza della quale si è verificato l'abbassamento della zolla settentrionale nascondendone quindi una parte (la faglia coincide con il limite tra il tratto 6 e il tratto 7 di fig. 3). Verso la sommità della successione (Complesso 2) ricompaiono valori elevati di inclinazione (30°) per poi tendere, a tetto, all'orizzontalità (fig. 2).

La successione del T. Tiepido, come si è accennato, può essere divisa in tre parti: un complesso inferiore, prevalentemente argilloso-limoso compreso fra m 0 e m 605 (1), di ambiente marino, uno superiore, ghiaioso-argilloso compreso fra m 605 e m 750 di ambiente continentale e un terzo, pure di origine continentale, ghiaioso tra m 750 e m 760; la rappresentazione dettagliata è riportata nella fig. 3.

Da m 0 a m 605. I primi 605 metri della successione sono caratterizzati da argille siltose grigio-azzurre ricche di frustoli e di spalmature carboniose, in spessi banchi massivi, alternati a livelli argillosi simili, laminati o stratificati.

L'aspetto massiccio è dovuto alla notevole omogeneità litologica ed alla mancanza di qualsiasi tipo di struttura: raramente sono presenti, soprattutto nei primi 400 metri, lamine piano-parallele, molto estese lateralmente e spesse sino a un centimetro circa. Le lamine sono formate da silt che sfuma gradualmente nelle argille sopra e sottostanti; a volte il passaggio argilla-silt è netto e in corrispondenza della base si possono riconoscere ondulazioni da *ripples*. Lamine e livelli siltosi ospitano generalmente un'abbondante malacofauna, costituita da accumuli disordinati di Lamellibranchi e Gasteropodi, ma più frequentemente da loro frammenti, a volte estremamente minuti.

Nelle argille non stratificate si osservano spesso anche lenticelle o « tasche » sabbiose in cui la sabbia mostra le caratteristiche strutture da bioturbazioni. Queste sono probabilmente più diffuse di quanto non sia possibile osservare, e possono essere, in parte, la causa dell'omogeneità dell'argilla.

Fra m 400 e m 600 i livelli siltosi diventano più consistenti rispetto alle argille massive e appaiono ben definiti così che si può parlare di vera e propria stratificazione. Questi livelli non si incontrano isolati, ma raggruppati in modo da formare delle sequenze spesse anche decine di metri. Gli strati hanno spessori variabili

tra 10 e 40 centimetri circa, e sono caratterizzati da base e tetto netti.

A 545 metri dalla base, per circa 10 metri di spessore (tratto 13 e 14 di fig. 3), i veli sabbiosi giallastri, intercalati agli strati argillosi, diventano improvvisamente più potenti. Costituiscono prima una alternanza di strati argillosi e sabbiosi di eguale potenza (circa 20 centimetri ciascuno) e poi strati sabbiosi separati da veli di argilla. Verso l'alto passano, in breve spazio, per alternanze, ad un grosso banco argilloso. Entro questa sequenza compaiono, sia nelle argille che nelle sabbie, lenti di calcari marnosi (calcari micritici) potenti alcuni centimetri ed estese lateralmente qualche metro: il loro contorno è irregolare. Alla base esse recano talora controimpronte di *ripples*. Il contenuto in carbonati di queste lenti è dell'80%; le argille in tutta la sezione hanno un contenuto in carbonati abbastanza costante compreso tra il 21% e il 26%. Non sembra tuttavia che questi calcari marnosi si siano depositi a seguito di un mutamento degli apporti, ma si tratterebbe piuttosto di un fatto locale tardivo legato alla diagenesi.

Sempre in questo stesso tratto della successione compaiono anche lenti costituite per lo più da resti di Vermii tubicoli (*Ditrupe*) e gusci interi di Molluschi, cementati da carbonato di calcio. Esse sono più spesse delle precedenti e presentano superfici irregolari.

Entro gli strati sabbiosi sono stati inoltre rinvenuti tre tronchi d'albero del diametro di una trentina di centimetri e lunghi qualche metro.

In tutta la successione ora esaminata sono abbondanti i macrofossili, sia sparsi che concentrati in livelli. Tra le varie specie presenti ricordiamo (2):

Haustator (Haustator) tricarinatus pliorecens MONTERO-SATO

Calyptraea (Calyptraea) chinensis (L.)

Aporrhais (Aporrhais) pespelecani (L.)

Trophonopsis (Trophonopsis) squamulata (BROCCHI)

Amyclina semistriata (BROCCHI)

Nucula (Nucula) sulcata BRONN

Nuculana (Saccella) fragilis (CHEMNITZ)

Pseudamussium septemradiatum (MULLER)

Chlamys (Aequipecten) opercularis (L.)

Pecten (Pecten) jacobaeus (L.)

Acanthocardia echinata (L.)

Parvicardium papillosum (POLI)

Spisula (Spisula) subtruncata (DA COSTA)

Arctica islandica (L.)

Venus (Ventricoloidea) multilamella (LAM.)

Timoclea (Timoclea) ovata (PENNANT)

Corbula (Varicorbula) gibba (OLIVI)

Hiatella (Hiatella) arctica (L.)

Ditrupe cornea (L.)

Non è stato completato lo studio della malacofauna, mentre è stato effettuato un esame dettagliato dei Foraminiferi presenti: la descrizione dei microfossili è riportata in un capitolo successivo.

A 593 metri dalla base si assiste ad un primo netto mutamento litologico: dalle argille dell'ultimo grosso banco massiccio, potente una trentina di metri, si passa

(1) Gli spessori citati nel testo si riferiscono nel modo più approssimato possibile a quelli della colonna stratigrafica di fig. 3. Da notare che essi, sul terreno, sono stati misurati con rotella metrica e bussola.

(2) Si ringraziano il prof. P. PELOSIO e il dott. S. RAFFI per l'aiuto prestato nella determinazione dei macrofossili. Lo studio sui macrofossili è attualmente in corso.



FIG. 4 - Argille siltose grigie stratificate e laminate inclinate verso NE di 60° (tratto 6 della colonna stratigrafica).

per alternanze successive, in meno di un metro, a sabbie gialle (tratto 16 di fig. 3).

Le sabbie, spesse circa 15 metri, sono a laminazione parallela ed inclinata a piccola scala con livelli di sabbie più grossolane contenenti piccoli ciottoli di quarzo bianco; completamente assenti i macrofossili.

Il contatto con le ghiaie soprastanti del Complesso 2 è erosionale ed è ben osservabile sul terreno; non abbiamo notato discordanza angolare ma, al contrario, sub-parallelismo tra gli strati sopra e sotto la superficie di trasgressione.

Da m 605 a m 750. Il secondo tratto della successione (Complesso 2) presenta caratteri nettamente diversi dal primo ed è senza dubbio quello maggiormente interessante. Affiorano con buona esposizione, per uno spessore di oltre un centinaio di metri, ghiaie e argille bruno-giallognole variamente alternantesi.

L'inclinazione, sempre verso NNE, è di 18° all'inizio, aumenta gradualmente sino a 30°, per poi decrescere sino all'orizzontale verso il tetto. In questo tratto, la successione appare dislocata da alcune faglie, già ricordate, dirette grosso modo E-W e inclinate di 70° verso nord; esse determinano la ripetizione, lungo l'alveo, di alcuni termini della serie.

Alla base del complesso per una decina di metri sono presenti ghiaie giallognole, parzialmente cementate, con matrice sabbiosa talora concentrata in lenti. Assieme ai ciottoli, per lo più calcareo-marnosi e arenacei, alcuni dei quali raggiungono i 20 centimetri di diametro, compaiono blocchi malamente elaborati di « panchina » giallognola ricca di strutture sedimentarie quali laminazione parallela ed incrociata a piccola e media scala.

A questo banco segue una successione continentale piuttosto eterogenea costituita da argille, ghiaie e sabbie per uno spessore di poco superiore al centinaio di metri.

Le argille sono sabbiose o più frequentemente siltose con sabbia; sono frequentemente di colore giallo-ocraceo e spesso ricche di concrezioni calcaree disperse

e talora concentrate in livelli; le argille, meno frequenti, sono grigie, talora nere per resti vegetali e contengono gusci di Molluschi continentali. I depositi fini costituiscono strati potenti talora anche una decina di metri; le ghiaie sono in lenti con base e tetto irregolari e, in genere, sono intensamente alterate. Solo verso il tetto della successione le ghiaie formano grossi banchi a matrice prevalentemente argilloso-siltosa.

Nelle ghiaie sono riconoscibili allineamenti di ciottoli e l'embriciatura verso S e verso SSW, derivante dalla deposizione da correnti provenienti da sud; inoltre, la superficie inferiore degli strati ghiaiosi è spesso irregolare a seguito del carattere erosionale (le ghiaie riempiono canali) del deposito.

Gli strati sabbiosi sono assai rari e sono costituiti da sabbie grossolane a lamine parallele e inclinate. Le sabbie spesso si presentano sotto forma di lenti sia entro le ghiaie che entro i limi e le argille.

Tra m 725 e m 730 (tratto 24 di fig. 3) affiora un livello di ghiaie profondamente alterate: gli elementi che

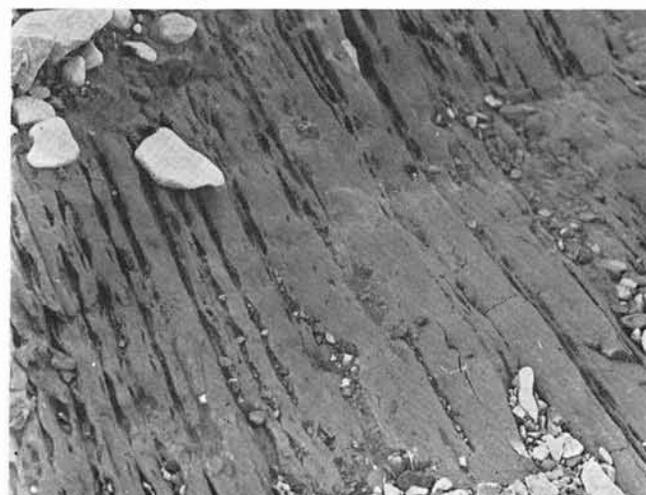


FIG. 5 - Particolare dell'affioramento precedente; si osservino le discontinuità dei veli sabbiosi.

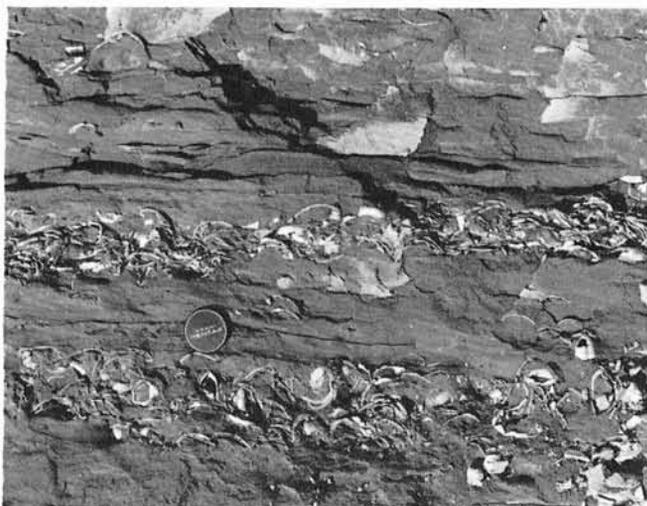


FIG. 6 - Livelli a macrofossili. I fossili sono costituiti per la massima parte da *Arctica islandica* (tratto 6 della colonna stratigrafica).

lo compongono, intensamente alterati, presentano una forte colorazione rossastra ed hanno perduto coerenza. La descrizione di questo orizzonte è riportata in un capitolo successivo.

Discordanti sull'intera successione seguono infine i depositi alluvionali sub-orizzontali (Complesso 3), prevalentemente ghiaioso-sabbiosi, su cui si sviluppa la pianura; la loro potenza è di una decina di metri e appaiono alterati in superficie da un paleosuolo di colore rosso-bruno.

SEDIMENTOLOGIA

Sono state effettuate osservazioni di dettaglio in campagna e prelevati campioni nei diversi complessi che costituiscono la successione allo scopo di definire le caratteristiche sedimentologiche della successione stessa ed avere così indicazioni sull'ambiente di deposizione e sui processi sedimentari.

COMPLESSO 1

Il Complesso 1, o argilloso-siltoso, è caratterizzato dall'alternarsi di tratti privi di stratificazione con tratti stratificati nei quali sono osservabili strutture. I tratti privi di stratificazione sono conseguenza di bioturbazione che ha provocato l'omogeneizzazione dei sedimenti; tracce di bioturbazione sono costituite da piccole tasche sabbiose che presentano il caratteristico rimescolamento ad opera di organismi fossatori (fig. 7).

Fra le strutture osservate nei tratti stratificati, abbiamo le lamine siltose estese oltre un metro entro le argille e frequenti ondulazioni da *ripples* alla base degli strati, dove le argille passano gradualmente a silt.

Negli strati sabbiosi dei tratti 13 e 14 compaiono livelli di sabbia e di gusci di Molluschi fortemente cementati da carbonato di calcio; probabilmente si sono formati a seguito della diagenesi precoce in ambiente di spiaggia, come sembra indicare anche la presenza tra di essi di strati brecciati e ricementati.



FIG. 7 - Concentrazioni irregolari di sabbie nelle argille siltose dovute a bioturbazione (tratto 9 della colonna stratigrafica).



FIG. 8 - Sabbie gialle a laminazione parallela al passaggio con le argille siltose grigie (tratto 16 della colonna stratigrafica).

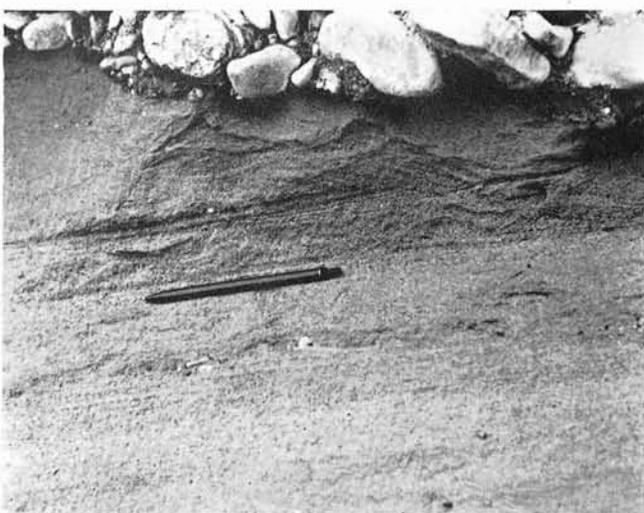


FIG. 9 - Sabbie gialle a laminazione parallela e incrociata passanti verso l'alto, con contatto erosivo, alle ghiaie (tratto 16 della colonna stratigrafica).



Fig. 10 - Ghiaie e sabbie argillo-siltose giallognole ad andamento irregolare (tratto 24 della colonna stratigrafica).

Pur essendo scarsi i caratteri sedimentari osservati e non indicativi di un preciso ambiente, possiamo ritenere che le argille si siano deposte su una piattaforma protetta in cui si aveva rapido accumulo, con sporadici episodi di riduzione della profondità. Le sabbie gialle a tetto della serie argillosa presentano tessitura e caratteri sedimentari tipici di un ambiente di spiaggia e costituiscono la transizione tra l'ambiente di piattaforma e l'ambiente continentale alluvionale. Il contatto tra le sabbie gialle e le ghiaie del complesso 2 è erosivo e non vi si notano fenomeni di canalizzazione.

COMPLESSO 2

Il primo strato di ghiaia di questo complesso è da considerare, almeno per la parte basale, ancora deposto in ambiente di spiaggia per la presenza di abbondante matrice eterometrica e per la mancanza di strutture da corrente. Il passaggio con i depositi continentali è sfumato ed avviene nell'ambito del banco ghiaioso stesso: le argille nere del livello 18 sono continentali.

Il complesso 2 appare costituito da un'alternanza di argille sabbiose o siltose giallo ocracee con intercalazioni di grosse lenti ghiaiose. L'ambiente continentale alluvionale è documentato, oltre che dalla presenza di Molluschi polmonati, dai caratteri tessiturali delle ghiaie: presentano strutture da corrente, superfici erosive, andamenti lenticolari. Le argille sabbioso-limose contengono solo raramente strutture caratteristiche di ambienti a scarsa energia quali gli stagni o le lagune.

Le osservazioni sedimentologiche su questo complesso sono state integrate dallo studio litologico e morfometrico di alcuni campioni prelevati dalle ghiaie: da quelle direttamente a contatto con le sabbie gialle (m 610), dalle lenti ghiaiose (m 675) e dalle ghiaie di tetto (m 720) al fine di accertare eventuali variazioni nella forma degli elementi che costituiscono i successivi livelli. Le caratteristiche di queste ghiaie sono state confrontate con le attuali, campionate lungo il corso del Tiepido stesso. Per ogni stazione sono stati esaminati

100 ciottoli distribuiti in quattro campioni in modo da ottenere la misura più rappresentativa possibile.

Tessitura

Le dimensioni dei ciottoli (media geometrica dei tre assi) variano da 8 fino ad un massimo di 130 mm, con prevalenza della frazione compresa tra 64 e 32 mm (48,5 %), seguita dalla frazione 36 ÷ 16 mm (37 %); la frazione 128 ÷ 64 mm costituisce l'11,5 %, la frazione 16 ÷ 8 mm il 3 %.

La matrice è costituita da argilla e sabbia. Normalmente essa è abbondante e i ciottoli non sono quasi mai a contatto tra loro. Solo a volte sono addensati, cioè il rapporto ciottoli/matrice è elevato; questo avviene, ad esempio, al contatto con le sabbie gialle e nelle lenti ghiaiose. I fenomeni di embriatura sono sporadici; i ciottoli hanno generalmente l'asse maggiore disposto secondo una direzione comune e immergono verso SSW.

Litologia

Dal punto di vista litologico sono stati distinti: 1) calcari e calcari marnosi; 2) calcareniti, calcari arenacei e arenarie calcaree; 3) arenarie fini; 4) arenarie medie e grossolane; 5) calcite. La distribuzione di frequenza è riportata nella fig. 11.

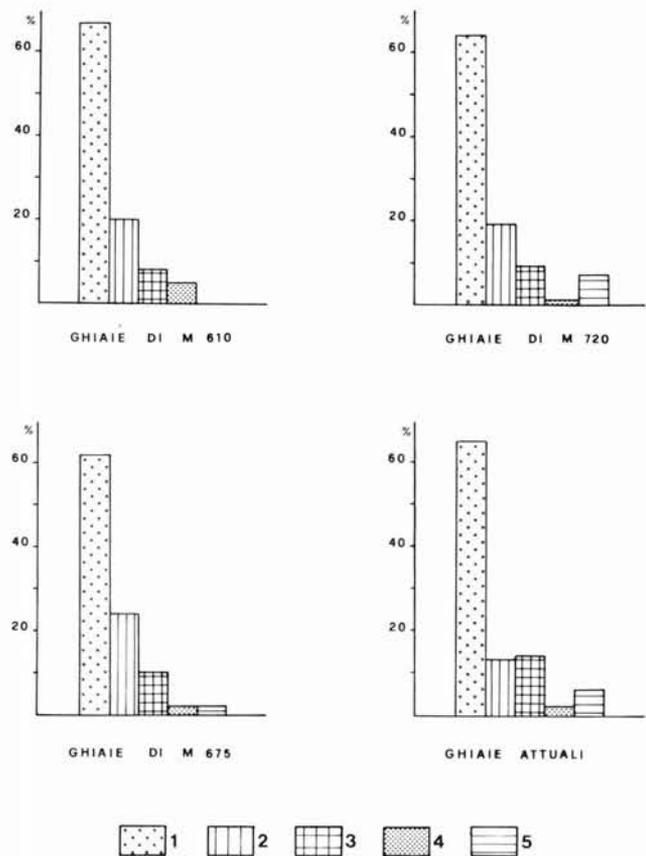


Fig. 11 - Litologia delle ghiaie; distribuzione percentuale dei litotipi: 1) calcari e calcari marnosi; 2) calcareniti, calcari arenacei e arenarie calcaree; 3) arenarie fini; 4) arenarie medie e grossolane; 5) calcite.

La maggior parte dei ciottoli proviene dalle formazioni fliscioidei dei complessi alloctoni (ad esempio Formazione di Serramazzone e di Gombola del F° 86 «Modena»); prevalgono nettamente i calciai e non esiste una differenza sostanziale fra le ghiaie di base, quelle di tetto e quelle attuali: i bacini che hanno fornito i materiali non si discostavano molto da quelli attuali.

Morfometria

Per ogni ciottolo esaminato è stato determinato l'indice di appiattimento calcolato nel seguente modo (CAILLEUX, 1945):

$$I_p = \frac{a + b}{2c}$$

dove a , b e c sono la misura rispettivamente degli assi maggiore, intermedio e minore, tra di loro ortogonali, dei ciottoli.

La distribuzione di frequenza dei valori dell'indice di appiattimento è illustrata nella fig. 12.

Secondo CAILLEUX (1945) le ghiaie fluviali sarebbero caratterizzate da indici di appiattimento inferiori a 2,1 e quelle litorali da indici superiori a tale valore.

Dall'esame dei diagrammi si osserva come sia la me-

dia, sia la mediana abbiano valori superiori a 2,1 nelle ghiaie al passaggio con le sabbie gialle, nelle lenti ghiaiose e in quelle attuali, e valori di poco inferiori a 2,1 nelle ghiaie di tetto. Vi è quindi discordanza tra le osservazioni di campagna e i parametri ricavati nel caso delle lenti ghiaiose e in quelle attuali, e concordanza negli altri casi.

Questa mancata corrispondenza (cf. anche FARABEGOLI & RICCI LUCCHI, 1973) può essere imputata a varie cause quali natura della roccia madre e forme ereditate da un ciclo sedimentario precedente. La natura della roccia madre infatti predetermina talvolta la forma dei clasti; elementi già in origine aventi una forma piatta o lamellare non diventano mai sferici qualunque sia l'azione dell'agente trasportatore. È inoltre necessario rilevare che il solo valore medio rischia di non riflettere la reale situazione, soprattutto quando questo è prossimo al valore critico e quindi pochi elementi del campione possono essere considerati indicativi per un tipo di ambiente od un altro.

COMPLESSO 3

Il complesso 3, discordante su ambedue i complessi precedenti, è costituito da ghiaie potenti una decina di metri, ben arrotondate, con diametro compreso tra il

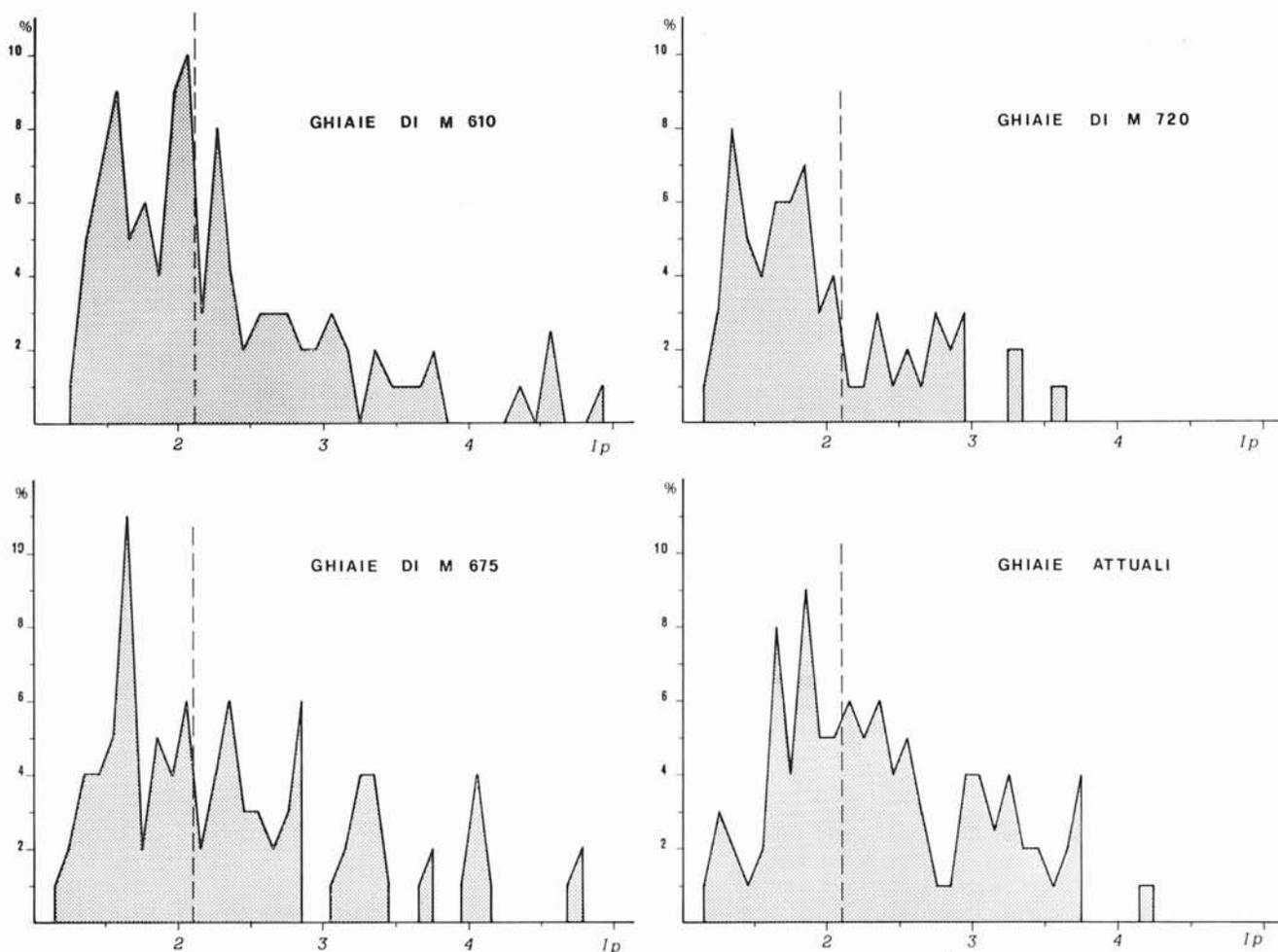


FIG. 12 - Morfometria delle ghiaie: distribuzione percentuale dell'indice di appiattimento (I_p). La linea tratteggiata indica: $I_p = 2,1$

centimetro e i 20 centimetri, e limi sabbioso-argillosi spesso abbondanti. Litologicamente le ghiaie sono simili a quelle del complesso 1 e alle ghiaie attuali del torrente. Tra le strutture osservate vi sono l'embricatura dei ciottoli e gli andamenti lenticolari in livelli limo-sabbiosi e/o limo-argillosi, caratteristici, insieme alla tessitura, di sedimenti alluvionali. La deposizione di questo complesso, legata alla presenza della paleoconoide del T. Tiepido, è interrotta, probabilmente da cambiamenti climatici, con diminuzione degli apporti e da abbassamento del livello di base e conseguente terrazzamento.

CONCLUSIONI

In base all'analisi sedimentologica della sezione si possono fare alcune considerazioni sugli ambienti nei quali si sono depositati i vari livelli studiati.

I complessi sedimentari esaminati corrispondono ad una successione regressiva che si sviluppa da condizioni marine a condizioni continentali attraverso facies di spiaggia e sequenze deltizie con ambienti più o meno isolati dal mare aperto quali baie, lagune, ecc.

La situazione può essere schematizzata nel modo seguente: all'inizio l'ambiente è neritico, relativamente poco profondo, caratterizzato da una rapida sedimentazione argilloso-siltosa in acque tranquille, che compensa una altrettanto rapida subsidenza, come verrà dimostrato anche dallo studio microfaunistico. Il ripetersi di tratti con argille siltose prive di strutture e argille siltose a laminazione piano-parallela alternate a sottili livelli sabbiosi a *ripples*, è legato a variazioni di energia nell'ambiente e a variazioni negli apporti con contemporanea variazione nell'intensità dei rimaneggiamenti da parte degli organismi. Il contenuto in sabbia dei livelli pelitici è sostanzialmente costante sia nei tratti stratificati sia in quelli privi di strutture e il ripetersi dei vari tipi litologici non segue una ciclicità.

A questo ambiente neritico, di mare poco profondo, caratterizzato da sedimentazione argilloso-siltosa segue un'ulteriore riduzione della profondità del mare con depositi di spiaggia, quali sabbie e ghiaie. Le sabbie pre-

sentano lamine parallele a grande scala, laminazioni inclinate, livelli di ciottoli.

Segue, con contatto erosivo, uno spesso livello di ghiaia attribuibile ad un ambiente di spiaggia che costituisce la locale chiusura del ciclo marino. In esso compaiono anche blocchi di « panchina » che probabilmente costituiva la spiaggia al momento della regressione.

Verso l'alto si passa a depositi continentali alluvionali con episodi di rapida subsidenza intervallati da periodi di erosione. Durante una di queste fasi si sono avute le condizioni climatiche necessarie per la formazione di un suolo (vedi capitolo successivo) che una fase erosiva ha poi decapitato della parte superiore.

Una fase tettonica disloca i sedimenti depositi: seguono, dopo una fase erosiva che incide anche i sedimenti marini del Complesso 1, i depositi alluvionali del Complesso 3, che chiudono la successione.

CONSIDERAZIONI SUI PALEOSUOLI

Il tetto del Complesso 3 della successione del T. Tiepido è costituito dalla superficie, oggi terrazzata, che, dal piede dei primi colli immerge dolcemente verso la pianura fino a scomparire, dopo pochi chilometri, sotto depositi recenti: su di essa si trova la località di Cà di Sola in cui recentemente (CREMASCHI, 1978a) è stato segnalato un loess pedogenizzato, ricoprente un più antico paleosuolo fersiallitico. Situazione analoga si ha nel profilo direttamente connesso alla serie del Tiepido, messo in luce da un taglio stradale presso la località Pozza. La successione di orizzonti osservata è descritta qui di seguito:

Ap/B1, cm 0-130; limite inferiore abrupto, aggregazione poliedrica grossolana, scheletro scarso, comprendente diversi frammenti di cotto, tessitura franco-limosa, nessuna effervescenza all'acido cloridrico diluito: colore 10 YR 4/3, bruno. È uno strato di terreno rimaneggiato in periodo storico; ad esso corrisponde altrove un pacco di *loess* alterato.

II B 21 t, cm 130-180; limite inferiore chiaro, aggregazione poliedrica minuta angolare, poroso, scarsi *clay skins*, niente scheletro, screziature abbondanti, scarse concrezioni di ferro e man-

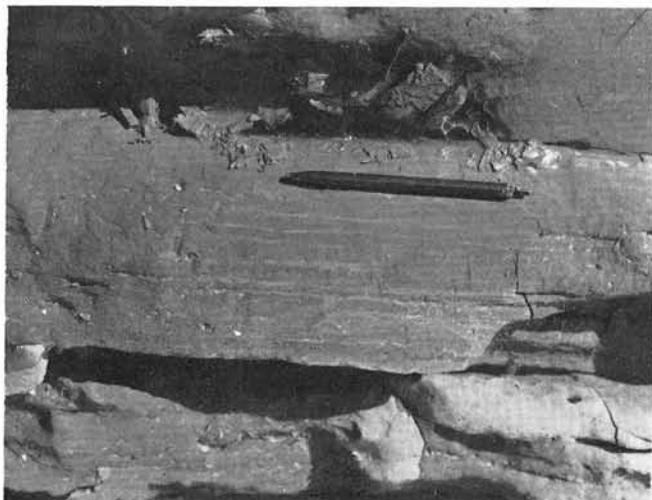


FIG. 13 - Argille siltose grigie stratificate; ben visibili le lamine discontinue di sabbia (tratto 6 della colonna stratigrafica).



FIG. 14 - Argille siltose grigie laminare interessate da alcune piccole faglie (tratto 2 della colonna stratigrafica).

ganese, tessitura franca, effervescenza debole; colore 7,5 YR 4/2 bruno scuro.

II B 2 ca, cm 180-230; limite inferiore graduale, come sopra, in più concrezioni calcaree, tondeggianti (circa 1 cm di diametro) ed indurite al tetto, mentre sotto sono disposte lungo le facce dei poliedri del suolo, tessitura franco-argillosa, effervescenza violenta; colore 5 YR 3/2 bruno rosso scuro.

III B/C, cm 230-290; limite inferiore graduale, scheletro alterato, costituito da ghiaie fluviali del tutto prevalente; patine d'argilla, ferro e manganese sulla superficie dei ciottoli, debole effervescenza; colore 5 YR 3/4, bruno rosso scuro.

III C, cm 290÷?; limite inferiore non raggiunto, come sopra, diminuiscono le patine ferromanganesifere e d'argilla, effervescenza assente; colore 7,5 YR 4/4, bruno scuro.

I caratteri di campagna cui si è limitato lo studio per questo profilo, permettono di riconoscere anche qui la situazione già segnalata per tutto il margine subappenninico padano (CREMASCHI, 1978a). Il minore spessore del paleosuolo fersiallitico a paragone degli affioramenti di Collecchio Parmense (FERRARI & MAGALDI, 1968), di Ghiardo, Borzano e Lama (CREMASCHI, 1978a) è dovuto a fenomeni erosivi intervenuti, però, prima della sedimentazione del loess rissiano, che è presente con la caratteristica alterazione in tutta l'area immediatamente circostante il profilo, mentre nel profilo stesso, dove un intervento antropico ne ha mascherato le caratteristiche, è testimoniato sia dalla tessitura dell'orizzonte B1, sia dalle concrezioni calcaree dell'orizzonte II B2 ca, tipiche dei suoli fersiallitici del pedeappennino emiliano sepolti dal loess rissiano pedogenizzato.

Il secondo paleosuolo (Complesso 2, rappresentato tra m 725 e 730 nella fig. 3) affiora nell'incisione del torrente Tiepido; è dislocato da alcune faglie inverse, già illustrate, che ne limitano le osservazioni e determinano la ripetizione, lungo l'alveo, del paleosuolo stesso. Viene descritto l'affioramento posto a N che, al momento della campionatura, appariva essere il meglio esposto. Gli orizzonti pendono di 20° verso NNE; nella descrizione e nella figura il profilo è stato riportato alla ver-

ticale. La quota 0 è data dal tetto dei depositi alluvionali recenti incisi dal torrente.

cm 0÷40; sedimento franco-sabbioso, ricoperto al tetto da ghiaie fresche che passa in modo graduale al sedimento rosso costituito il paleosuolo sepolto; colore 7,5 YR 4/4, bruno scuro.

B 21, cm 40÷99; limite inferiore graduale, aggregazione poliedrica angolare media, piccole concrezioni sferoidali ferro-manganesifere, poco poroso, *clay skins* decolorati, facce di pressione numerose ed abbondanti, scheletro scarso costituito in prevalenza da ciottoli silicei; colore 5 YR 4/6÷5/6, rosso giallo.

B 22 t, cm 99÷130; limite inferiore graduale, aggregazione poliedrica angolare minuta, i poliedri sono fortemente colorati in rosso e rivestiti da materiale fine decolorato, *clay skins* sulla faccia degli aggregati e nei pori, screziature abbondanti minute; colore 2,5 YR 3/6 rosso scuro; colore 2,5 YR 5/4 (screziature bruno rosso); scheletro scarso.

B/C, cm 130÷220; limite inferiore chiaro, scheletro molto alterato prevalente, patine di argilla sulle facce dei ciottoli, patine di ferro e manganese; colore 5 YR 4/6, giallo scuro, verso il fondo passa a 5 YR 4/3, bruno rosso.

II C, cm 220÷?; limite inferiore non raggiunto, ghiaie fluviali fresche, inalterate, con matrice sabbiosa.

Vengono esposti di seguito i risultati delle analisi condotte, con i metodi usuali, sui campioni prelevati.

ANALISI GRANULOMETRICHE (fig. 15)

I risultati dell'analisi granulometrica indicano all'interno del profilo la presenza di due coltri di sedimenti su cui il suolo è impostato: la prima, comprendente i campioni 1 e 2, costituita da limi di esondazione e la seconda, in cui lo scheletro ciottoloso diventa sempre più frequente con l'aumentare della profondità, costituita da sedimenti fluviali; nella terra fine le percentuali dei limi medi e grossolani diminuiscono a favore delle sabbie.

ANALISI MINERALOGICHE (tab. 1 e fig. 13)

La frazione sabbiosa compresa tra 250 e 62 μ è stata separata mediante bromoformio. Della parte leggera so-

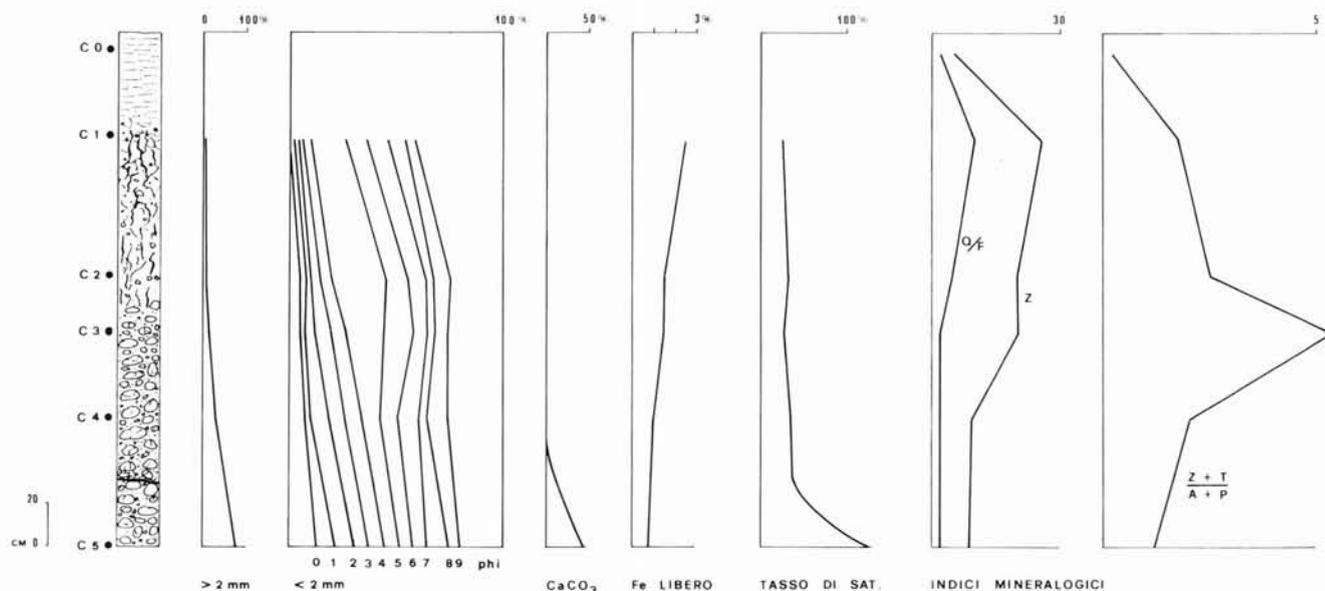


FIG. 15 - Paleosuolo del T. Tiepido (tratto 24 della colonna stratigrafica): profilo, tessitura, analisi chimiche e mineralogiche.

TABELLA 1
ANALISI MINERALOGICHE RELATIVE AL PALEOSUOLO
DEL COMPLESSO 2.

CAMPIONE n°	0	1	2	3	4	5
Q	55	84	71	58	60	47
F	45	16	29	42	40	53
	100	100	100	100	100	100
OPACHI	30	58	89	75	79	80
TRASPARENTI	22	19	7	22	14	14
MICHE	48	23	4	3	7	6
	100	100	100	100	100	100
ZIRCONE	5	15	10	10	5	4
TORMALINA	3	11	6	28	10	3
RUTILO	1	2	3	3	2	2
GRANATO	21	20	14	21	24	19
TITANITE	1	2	5	2	2	+
EPIDOTO+ZOISITE	27	16	14	11	17	19
CLORITOIDE	2	1	2	2	3	2
STAUROLITE	2	3	1	5	3	3
GLAUCOFANE	5	5	2	1	2	1
CIANITE	+	+	+	1	-	-
SILLIMANITE	1	-	1	-	1	1
ANFIBOLI	27	9	5	6	11	28
PIROSSENI	1	-	-	-	1	1
ANATASIO+BROOKITE	2	8	11	6	12	2
BARITINA	+	2	-	-	-	-
PICOTITE	1	7	37	4	7	1

+ : presente in percentuali inferiori all'1 % .
- : assente.

no stati conteggiati quarzo e feldspati, nella parte pesante è stata determinata la ripartizione fra opachi considerati globalmente, trasparenti e miche ed infine sono stati determinati i pesanti trasparenti con l'ausilio del microscopio polarizzatore. Nei minerali pesanti sono state riconosciute le seguenti specie:

zircone: molto frequente, abitualmente individui rotolati trasparenti limpidi, raramente su toni gialli; rari i cristalli eudrali;

tormalina: frequente, cristalli eudrali terminati, granuli irregolari tondeggianti, colore bruno verde, bruno e molto raramente blu;

rutilo: raro, cristalli tendenzialmente prismatici arrotondati dal caratteristico colore rosso scuro, striati, spesso coperti da patine di alterazione opache;

granato: molto abbondante, cristalli tondeggianti a volte ricchi di inclusi, abitualmente incolori, raramente rosa; a volte scheggiati;

titanite: rara, cristalli gialli, d'abito cuneiforme;

epidoto-zoisite: abbondanti, compaiono molti termini della serie in granuli irregolari, tondeggianti dal colore verde e pleocroici (pistacite) ad incolore; la zoisite, incolore ad estinzione sia retta che obliqua (clinzoisite), è abbastanza frequente;

cloritoide: raro, in individui lamellari, irregolari dal caratteristico pleocroismo verde grigio e blu sporco;

staurolite: mediamente rara, in individui tozzi, prismatici dal caratteristico pleocroismo;

cianite: molto rara, individui limpidi prismatici ben riconoscibili dal tipico clivaggio;

sillimanite: molto rara, individui incolori o bianco sporco fibrosi;

anfibioli: abbondanti, individui prismatici da verdi ad incolori, pleocroici se colorati, costituiscono con tutta probabilità ter-

mini della serie actinolite-orneblenda. Il glaucofane è abbondante soprattutto ai livelli più alti, ben riconoscibile grazie al caratteristico pleocroismo blu-lavanda;

pirosseni: molto rari, completamente assenti ai livelli superiori, compaiono alla base del profilo e nel sedimento non alterati, in individui d'abito irregolare, pleocroici leggermente, dai bordi seghettati; si tratta probabilmente di augiti;

anatasio e brookite: mediamente frequente l'anatasio, rara la brookite, sembrano presentare una certa concentrazione negli orizzonti più alti; l'anatasio si presenta in individui tabulari a volte quadrati dai riflessi submetallici di colore giallo e blu (entrambi i colori a volte simultaneamente presenti sullo stesso individuo), raramente i cristalli si presentano puri, quasi sempre sono coperti da patine nere o giustapposti a individui di ilmeneite; la brookite si presenta in cristalli analoghi molto alterati anch'essi, ma dai tipici colori di birifrangenza e finemente striati;

baritina: estremamente rara; individui tabulari irregolari;

picotite: mediamente presente, abbondante nel campione 2.

Rispetto alle altre analisi, la mineralogia ha interessato un campione in più (c. 0), raccolto nei limi fluviali, descritti nel profilo, che ricoprono il paleosuolo. In base alla tab. 1 sono stati calcolati gli indici tradizionali indicanti l'alterazione del sedimento: quarzo su feldspati determinati sulla frazione leggera e zircone più tormalina su anfibioli più pirosseni calcolati sulla frazione pesante; ad esso è stato affiancato l'andamento percentuale dello zircone quale indice di omogeneità della roccia madre (BREWER, 1973; SLEEMAN, 1975) (fig. 15).

ANALISI CHIMICHE (tabb. 2 e 3)

I campioni di suolo danno reazione leggermente alcalina, il tasso di saturazione è relativamente elevato; malgrado il paleosuolo sia compreso fra due coltri di sedimenti ricchi di carbonati, nel profilo il carbonato di calcio è molto scarso, pur registrando un leggero aumento verso la base. In questo caso, forse per l'elevato tenore in argilla, che rende scarsamente permeabile il paleosuolo, la ricarbonatazione è stata di entità ridotta. Il ferro libero varia di pari passo con l'argilla; è in quantità piuttosto elevata nell'orizzonte B 21 (c. 1) con un valore di poco superiore a quelli riscontrati in altri fersiallitici del pedeappennino emiliano (CREMASCHI, 1978a), mentre il tasso di liberazione del ferro in B 21, pari al 65 %, è nettamente superiore a quello di orizzonti analoghi (45 %) risultante dai dati pubblicati per i paleosuoli fersiallitici di Borzano e Lama (CREMASCHI & PERRETTO, 1977). Alle analisi di routine sono state aggiunte le analisi totali su tre campioni (c. 1, c. 3, c. 5) ai fini di verificare, in base al rapporto silice/sesquiossidi, il tipo di alterazione cui riferire questo suolo (tab. 3). Il rapporto rimane superiore a due e consente quindi di collocare il paleosuolo tra i fersiallitici (MAGALDI & RASPI, 1976).

CONCLUSIONI

L'analisi granulometrica, testimonia che il paleosuolo si è evoluto a spese di un pacco disomogeneo di sedimenti fluviali costituito nella parte superiore da limi fluviali e nella parte sottostante da ghiaie. Le analisi chimiche di routine e l'andamento dell'argilla, confrontati con le osservazioni di campagna, indicano che il profilo in esame è quanto rimane di un antico paleosuolo

TABELLA 2
ANALISI CHIMICHE E FISICHE RELATIVE
AL PALEOSUOLO DEL COMPLESSO 2.

CAMPIONE n°	PH	C org. %	CaCO ₃ %	argilla %	Fe libero %	C.E.C.*	T.E.C.*	% saturazione
1	7,3	0,23	-	41,6	2,75	29,04	16,4	56,47
2	7,4	0,11	0,1	25,5	1,38	40,29	25,6	63,54
3	7,3	0,11	0,1	28,7	1,57	41,90	24,0	57,28
4	7,5	-	0,5	26,1	1,02	33,83	21,6	63,85
5	7,4	0,23	28,1	21,7	0,80	38,56	43,2	112,03

* milleivalenti / 100 g

+ diametro inferiore a mm 0,002

TABELLA 3
ANALISI CHIMICHE TOTALI RELATIVE
AL PALEOSUOLO DEL COMPLESSO 2.

CAMPIONE n°	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	CaO	MgO	KO ₂	NaO ₂
1	74,0	14,1	6,0	0,9	0,9	0,5	0,8	1,9	0,6
3	68,7	14,3	10,0	0,5	0,3	0,8	1,4	2,05	0,8
5	58,7	10,9	7,5	0,5	0,2	17,5	1,2	1,8	0,7

lo molto eroso per cui la scarsa quantità di carbonio organico, l'andamento discendente dell'argilla e del ferro libero, l'aumento progressivo fino al penultimo campione del carbonato di calcio testimoniano che del paleosuolo non sono rimasti che parte degli orizzonti B e B/C.

L'interpretazione delle analisi mineralogiche può suggerire qualche dato interessante; sull'omogeneità della roccia madre la curva dello zircone ci dice trattarsi di un materiale sostanzialmente omogeneo, con alcune sensibili variazioni al suo interno determinate dalla presenza di almeno due coltri di sedimenti fluviali di diversa energia, legati però al medesimo bacino di alimentazione.

Dal punto di vista dell'alterazione, il rapporto Q/F è regolarmente decrescente all'interno del profilo, poco disturbato dal passaggio fra le due diverse coltri di sedimento segnalato dalla curva dello zircone in corrispondenza del c. 3.

L'indice Z + T/A + P è assai sensibile alle differenze di roccia madre preesistenti alla pedogenesi che spiegano il picco del c. 3; l'andamento discendente dei primi campioni, sempre all'interno di valori superiori ai campioni di sedimento non pedogenizzato (c. 0 e c. 3), può essere spiegato ammettendo un inquinamento di sedimenti freschi derivati dalla copertura alluvionale del paleosuolo distribuiti in ragione inversa della profondità. Da rilevare che tutti gli indici mineralogici concordano nel mostrare la stretta affinità fra il c. 0 ed il c. 5, i sedimenti non alterati di copertura e di base sono molto vicini quanto a composizione mineralogica e grado di alterazione.

Per quanto riguarda il limite inferiore, molti elementi concordano nel far supporre trattarsi di un contatto brusco non in accordo con i meccanismi pedogenetici su questo tipo di roccia madre; si tratta di un contatto anomalo probabilmente di natura tettonica: pochi metri a monte del profilo, l'orizzonte B/C del paleosuolo è tagliato da un evidente piano di faglia con le caratteristiche striature.

Dato lo stato di conservazione, non molto è deduci-

bile sul significato paleoclimatico del paleosuolo. Le analisi chimiche totali non si discostano molto dai valori trovati per i più completi profili (CREMASCHI & PERRETTO, 1977) di Borzano e Lama; non si può discernere se tale risultato sia dovuto al fatto che mancano gli orizzonti più alterati del paleosuolo o essi rappresentano in effetti la sua antica tendenza evolutiva. Bisogna notare però che l'alterazione dei minerali sembra più spinta sia per quanto riguarda il rapporto Q/F sia per una notevole presenza degli ossidi di titanio e più forte indice di liberazione del ferro. L'unica cosa che questo relitto di suolo consente di affermare circa la sua genesi è che essa sia avvenuta in condizioni morfologiche di stabilità, durate a lungo e persistenti condizioni climatiche diverse dalle attuali, analoghe a quelle dei paleosuoli fersaillitici dei terrazzi emiliani (FERRARI & MAGALDI, 1968; CREMASCHI, 1978a), necessitanti di un clima relativamente caldo a stagioni contrastate, condizioni che si fanno risalire ad una fase di grande interglaciale (CREMASCHI, 1978b).

Dal punto di vista stratigrafico questa emergenza paleopedologica costituisce una evidenza chiara di due paleosuoli tipo « ferretto » stratigraficamente distinti e sovrapposti; il fenomeno già segnalato alcuni anni fa a Quattro Castella (CREMASCHI & PAPANI, 1975) si presenta qui con una più netta evidenza. Al tetto della serie del T. Tiepido sarebbero documentate, quindi, due successive e distinte fasi pedogenetiche interglaciali precedenti il penultimo glaciale (« Riss ») documentato dal loess alterato.

BIOSTRATIGRAFIA E PALEOECOLOGIA

Lo studio delle associazioni a Foraminiferi qui di seguito descritto, permette di attribuire i primi 605 metri della successione del T. Tiepido al Pleistocene inferiore marino. Non sono stati rinvenuti campioni attribuibili al passaggio Plio-Pleistocene, sia nella sezione d'alveo, sia nelle aree circostanti.

I primi 250 metri (dal camp. GG 61 al camp. GG 78) sono caratterizzati da un'associazione a prevalenti Foraminiferi bentonici, ricca di individui, ma povera di specie. In genere si ha una notevole frequenza di *Bolivina* (soprattutto *B. catanensis*), *Bulimina* (*B. elegans*, *B. etnea*, *B. fusiformis*, *B. fusiformis baccata*, *B. fusiformis marginata*, *B. marginata*, *B. pupoides*), *Cassidulina* (in prevalenza *C. laevigata carinata*). Il plancton, che raggiunge al massimo l'8 % dell'intera associazione, è rappresentato essenzialmente dal genere *Globigerina*, tra cui esemplari non frequenti di *G. pachyderma* ad avvolgimento prevalentemente sinistrorso e *G. quinqueloba*. *Globorotalia scitula* è presente, pur con basse percentuali, in numerosi campioni, mentre *G. inflata* è stata rinvenuta in rari esemplari solo nei campioni verso la base della successione; il genere *Globigerinoides* non è mai frequente. A 70 metri dalla base (in corrispondenza del camp. GG 67) si ha la prima comparsa di *Arctica islandica*.

A 250 metri (camp. GG 79) compare *Hyalinea balthica* che, salvo brevi interruzioni, è presente fino alla sommità del tratto marino della successione. Le associazioni presenti da m 250 a m 605 sono ancora caratterizzate dalla prevalenza di Foraminiferi bentonici (dal 92 % al 100 %) ed in generale non differiscono molto da quelle dei primi 250 metri, pur essendo più frequenti *Ammonia* (*A. beccarii*, *A. perlucida*) e *Valvulineria bradyana*. In alcuni campioni si nota una diminuzione dei generi *Bolivina*, *Bulimina* e *Cassidulina* e un contemporaneo aumento di *Ammonia* (*A. beccarii*, *A. beccarii inflata*), *Elphidium* (*E. crispum*, *E. decipiens*, *E. macellum*), *Nonion* (*N. boueanum*, *N. granosum*), *Miliolidae* (soprattutto *Quinqueloculina*). Le forme planctoniche, poco frequenti, appartengono per la maggior parte al genere *Globigerina*; tra le forme più significative ancora presenti in alcuni campioni sono *Globorotalia scitula* e rari esemplari di *G. pachyderma*; più frequente, rispetto al tratto precedentemente esaminato, è il genere *Globigerinoides* (*G. elongatus*, *G. gomitulus*, *G. ruber*).

I campioni prelevati nel complesso continentale (Complesso 2) hanno dato un residuo di lavaggio prevalentemente inorganico, con frequenti concrezioni calcaree ed ossidi di ferro; il residuo organico è rappresentato da rari Foraminiferi planctonici appartenenti al Cretaceo, Eocene, Miocene e Pliocene; non sono state ritrovate le forme presenti nei primi 605 metri.

In base alle associazioni rinvenute, il complesso 1 viene attribuito al Pleistocene inferiore; infatti la presenza già alla base di *G. pachyderma* prevalentemente levogira, *G. quinqueloba* e *G. scitula* (BLANC-VERNET, 1969; CITA, CIAMPO & alii, 1974; CITA, D'ONOFRIO & ZOCCHI, 1974), e la specializzazione della fauna fanno pensare ad un deterioramento climatico all'inizio del quale si fa solitamente coincidere il passaggio Plio-Pleistocene (*International Congress of London*, 1948; SELLI, 1967; D'ONOFRIO, 1968; PADOVANI & TAMPIERI, 1967; SELLI, 1971; AMBROSETTI & alii, 1972; BIGAZZI, BONADONNA & IACCARINO, 1973; IACCARINO, 1975; SELLI & alii, 1977; SELLI, 1977; AMBROSETTI & alii, 1979).

In base alle faune presenti, descritte all'inizio del ca-

pitolo, e seguendo i criteri proposti da RUGGIERI & alii (1975), RUGGIERI & SPROVIERI (1975a) il primo tratto di sezione esaminato (da m 0 a m 250) apparterebbe al Pleistocene inferiore e rientrerebbe o nella zona C, corrispondente al Calabriano (RUGGIERI & alii, 1975), o nel Santerniano (RUGGIERI, 1975; RUGGIERI & SPROVIERI, 1975a; RUGGIERI & SPROVIERI, 1975b; RUGGIERI, 1976; RUGGIERI & SPROVIERI, 1977), mentre i successivi 355 metri (da m 250 a m 605) apparterebbero alla zona D corrispondente all'Emiliano (RUGGIERI & alii, 1975; RUGGIERI & SPROVIERI, 1975a; RUGGIERI & SPROVIERI, 1975b). La diversità di ambiente di deposizione, l'assenza di *Globorotalia truncatulinoides*, raramente segnalata nei depositi pleistocenici emiliano-romagnoli, e la mancanza di dati sul nannoplacton (ancora in corso di studio) non permettono al momento di correlare questi depositi con quelli corrispondenti studiati da CITA & alii (1974), CITA, D'ONOFRIO & ZOCCHI (1974), IACCARINO (1975); d'altra parte le ripartizioni stratigrafiche proposte da RUGGIERI (op. cit.) e da RUGGIERI & SPROVIERI (op. cit.) sembrano dover attendere ulteriore conferma. Le analogie litologiche e microfaunistiche con la serie del Santerno rendono possibile anche l'adozione della suddivisione in cenozona proposta da COLALONGO (1968) appunto per quella serie, già mostratasi valida per gli affioramenti pliocenici e basso pleistocenici lungo tutta l'avanfossa adriatica (COLALONGO & SARTONI, 1968; D'ONOFRIO, 1968; CRESCENTI, 1975). In base a questi criteri il primo tratto di sezione, da m 0 a m 250, è attribuibile alla *Cenozona a G. pachyderma*, mentre il tratto compreso tra m 250 a m 605 rientra nella *Cenozona a H. balthica*.

CONSIDERAZIONI PALEOECOLOGICHE

Allo scopo di mettere in evidenza eventuali variazioni ambientali durante la sedimentazione, è stato eseguito lo studio statistico dei Foraminiferi presenti in 66 campioni relativi alle peliti del Complesso 1 della successione del T. Tiepido.

Di ogni campione si sono lavati g 250 con setacci di 6 400 maglie per cm²; del residuo si è esaminata una parte in peso contenente circa 600 individui di cui sono state determinate le specie più significative e conteggiati i generi presenti (tab. 4). Quando tutto il residuo conteneva meno di 500 esemplari, ne sono state determinate le specie, ma non sono state calcolate le percentuali dei generi.

In fig. 16 sono state riportate le percentuali del plancton e del benthos e le percentuali di alcuni generi o gruppi di Foraminiferi bentonici utili ai fini ecologici, che spesso rappresentano la quasi totalità dell'associazione, cioè: Arenacei, *Miliolidae*, *Ammonia-Elphidium*, *Bolivina*, *Bulimina*, *Cassidulina*. La percentuale di specie planctoniche è stata calcolata sul totale degli individui, mentre la percentuale di benthos è stata calcolata rispetto a tutti i Foraminiferi bentonici.

I Foraminiferi si presentano generalmente ben sviluppati e in ottimo stato di conservazione: sono generalmente interi, trasparenti, traslucidi, vuoti. Prevengono i Foraminiferi bentonici: quelli planctonici compaiono

TABELLA 4
PERCENTUALI DEI GENERI E GRUPPI DEI FORAMINIFERI PRESENTI.

N. campioni	% Pecten	Arenacci	Mitilacea	Notosartidar	Fissurina	Sphaeroidina	Bolivina	Siphonodanaria	Bulinina	Stainforthia	Reussella	Uvigerina	Trifarina	Dicorbis	Valvulinaria	Ammonia	Elphidium	Eponides	Planulina	Hyalinea	Gibicides	Fursenkoina	Cassidulina	Xonon	Santonella	Pullenia	Cypridina
61	3,7	2,4	2,3	-	0,3	5,9	12,3	-	24,1	-	-	-	-	-	1,7	-	0,4	-	-	-	5,5	-	44,6	0,5	-	-	-
62	7,2	2,5	2,2	0,2	0,4	0,7	6,4	-	32,5	-	-	0,2	-	-	1,4	-	0,5	-	-	-	14,0	-	38,1	0,9	-	-	-
63	7,5	3,2	2,0	2,0	0,7	0,9	18,2	0,5	29,4	-	-	-	1,6	-	0,5	-	-	0,2	1,4	-	8,1	0,9	20,7	1,6	-	-	7,9
64	4,0	0,2	0,9	-	0,7	0,9	0,9	0,2	28,0	-	-	-	6,2	-	0,2	0,2	0,5	-	-	-	28,8	-	32,0	0,5	-	-	-
65	1,7	5,8	2,7	-	0,5	0,2	18,8	0,2	29,1	-	-	-	-	-	0,7	0,2	0,3	0,5	0,9	-	8,8	-	29,5	1,0	-	-	0,8
66	4,0	18,2	4,5	0,5	0,5	0,5	5,4	1,7	26,4	-	-	-	0,2	-	4,5	0,4	1,0	0,2	0,2	-	4,5	-	27,4	3,8	-	-	-
67	3,5	7,8	4,1	0,2	1,0	-	11,2	0,2	12,2	-	1,4	-	0,7	2,8	4,1	1,9	6,0	1,2	0,2	-	2,8	-	35,7	6,5	-	-	-
68	1,0	1,2	1,3	-	0,3	-	2,2	-	17,7	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5	-	-	4,0	-	68,2	1,9	-	-	-
69	2,7	1,9	4,1	-	1,2	-	2,6	-	7,4	-	0,2	-	0,2	0,5	0,7	0,2	1,2	0,2	-	-	0,5	-	78,1	1,2	-	-	-
70	5,3	0,2	4,4	-	0,2	-	3,5	-	35,6	-	0,2	-	0,3	0,7	0,7	0,9	1,6	0,5	0,2	-	1,1	-	47,4	2,6	-	-	-
71	2,5	3,1	2,7	0,4	0,5	0,8	34,7	0,2	7,2	-	0,9	-	0,2	0,3	1,2	0,3	1,0	2,1	0,8	-	7,0	-	34,9	1,7	-	-	-
72	2,8	7,0	1,9	-	0,9	-	10,3	-	12,3	-	-	-	0,7	0,2	1,4	0,2	0,3	5,3	0,7	-	17,5	-	39,1	1,2	-	1,0	-
73	2,8	3,4	4,8	-	0,7	-	1,2	0,2	21,3	-	-	-	-	0,2	2,9	0,2	0,5	-	0,2	-	1,2	-	61,8	1,5	-	-	-
74	6,3	4,8	3,2	-	0,7	-	7,6	-	11,2	-	-	-	-	0,2	0,5	0,2	0,2	1,3	0,2	-	5,3	-	63,9	0,7	-	-	-
75	1,2	1,7	2,2	0,2	2,4	-	3,7	-	15,5	-	0,5	-	0,3	0,7	0,7	1,0	2,0	0,5	0,3	-	1,3	-	63,7	3,0	-	-	0,2
76	2,2	1,4	2,0	-	1,5	-	5,1	-	16,2	0,2	1,2	0,2	0,3	0,8	1,0	1,4	3,8	1,2	-	-	0,7	-	58,3	4,8	-	-	-
77	1,3	0,5	1,2	0,2	2,4	-	8,4	-	7,3	0,2	0,7	0,2	0,5	0,5	0,8	2,2	3,7	0,3	-	-	0,7	-	65,4	4,9	-	-	-
78	0,7	0,8	10,1	-	2,3	-	3,7	-	31,5	0,3	0,3	-	0,2	0,7	0,8	3,4	3,9	0,7	-	-	0,7	-	23,8	16,1	-	-	0,7
79	0,3	9,0	1,0	-	0,5	0,5	23,4	-	8,0	-	0,2	-	0,2	0,2	4,2	0,2	-	0,2	0,5	1,7	4,2	-	44,3	0,3	-	0,8	0,7
80	0,3	3,2	1,7	-	0,2	0,3	15,0	-	7,7	-	0,3	-	-	0,2	4,4	0,7	0,5	-	0,5	2,5	1,3	-	59,7	1,8	-	-	-
81	6,2	2,1	0,2	-	0,2	-	5,2	-	10,1	-	-	-	-	-	4,1	1,1	0,2	-	1,8	1,6	3,5	0,4	63,9	0,2	-	0,4	5,1
82	0,5	2,7	4,0	-	-	-	32,7	-	6,4	-	0,2	-	-	-	1,7	0,2	0,5	-	0,2	0,2	0,2	-	50,4	0,8	-	-	-
83	0,3	0,8	8,2	-	0,3	-	28,2	-	4,0	-	0,3	-	0,2	-	9,5	0,3	3,5	0,2	-	-	-	-	43,5	1,0	-	-	-
84	0,8	11,1	5,4	0,2	0,3	-	6,2	-	11,4	-	1,7	-	0,7	0,3	5,0	8,4	21,8	5,2	0,2	0,3	0,8	0,3	16,3	4,2	-	-	-
85	0,3	0,3	0,7	-	0,8	0,2	3,5	-	44,2	-	0,5	-	-	0,5	0,5	0,7	4,3	0,2	0,2	0,2	0,2	-	43,0	0,2	-	-	-
86	0,2	1,8	3,7	-	2,2	0,2	16,9	-	20,4	-	0,8	0,3	0,2	0,7	1,8	1,7	9,5	0,2	-	0,2	0,5	0,7	37,2	0,7	0,5	-	-
88	2,8	5,5	6,9	0,4	0,7	0,2	10,1	-	15,6	-	1,0	0,9	0,2	1,0	3,9	9,4	12,4	0,2	-	0,3	0,5	0,2	30,2	0,5	-	-	-
90	1,3	6,1	6,3	-	1,0	0,2	9,6	-	9,1	-	0,8	0,5	0,8	0,8	4,4	7,9	19,6	2,9	0,3	0,2	1,0	-	25,5	2,5	-	0,3	-
89	0,5	14,9	5,9	-	-	-	2,8	-	9,9	-	0,2	-	-	0,5	2,4	9,0	20,6	0,2	-	0,5	0,2	-	31,8	0,3	0,2	0,7	-
91	2,7	0,7	13,0	-	0,5	0,2	7,0	-	16,3	-	0,2	1,4	-	-	1,4	4,5	35,4	-	0,3	-	0,2	-	18,8	-	-	-	0,2
92	1,3	0,5	2,0	-	1,2	-	9,1	-	15,7	-	0,2	1,7	0,7	0,5	1,2	12,0	23,5	0,3	-	-	1,5	-	20,4	9,5	-	-	-
93	0,2	3,5	2,2	-	0,2	-	0,2	-	8,0	0,3	0,5	-	-	-	1,2	28,4	27,9	-	-	-	0,2	-	3,0	24,0	-	-	-

TABELLA 4 (segue)
PERCENTUALI DEI GENERI E GRUPPI DEI FORAMINIFERI PRESENTI.

N° Campioni	% Plankton	<i>Ammonia</i>	<i>Miliolacea</i>	<i>Nodosariidae</i>	<i>Fissurina</i>	<i>Sphaerulina</i>	<i>Bolivina</i>	<i>Siphonodorsaria</i>	<i>Bullina</i>	<i>Stainforthia</i>	<i>Reussella</i>	<i>Ungerina</i>	<i>Trifarina</i>	<i>Discorbis</i>	<i>Valvulineria</i>	<i>Ammonia</i>	<i>Elphidium</i>	<i>Eponides</i>	<i>Planulina</i>	<i>Hyalina</i>	<i>Cibicides</i>	<i>Furcata</i>	<i>Cassidulina</i>	<i>Nonion</i>	<i>Nonionella</i>	<i>Pullenia</i>	<i>Gyrodina</i>
94	1,0	14,6	2,2	-	-	-	22,9	-	9,4	-	1,5	-	-	10,1	3,9	7,1	0,3	0,3	1,5	-	-	24,7	1,4	-	-	-	
95	0,3	12,2	1,2	-	-	-	12,0	-	15,2	-	0,5	-	-	14,9	4,2	9,5	1,0	-	2,2	1,2	-	23,8	2,2	-	-	-	
96	3,5	16,6	3,1	-	0,5	-	17,3	-	12,9	-	2,8	-	-	16,2	2,4	7,2	1,2	-	2,3	1,4	-	12,1	3,1	-	0,9	-	
97	3,5	13,3	2,1	0,5	-	-	23,3	-	5,9	-	4,3	-	-	7,6	4,0	12,9	3,1	1,7	4,2	2,8	-	10,5	2,6	-	1,2	-	
98	0,8	6,6	2,7	-	0,7	-	38,8	-	6,7	1,3	1,2	-	-	1,2	7,4	3,2	6,4	3,4	0,7	2,5	2,0	-	14,1	1,2	-	-	
99	1,0	4,9	1,5	-	-	-	14,0	-	13,5	-	-	-	-	2,7	1,4	1,3	0,3	-	0,7	-	-	57,7	1,5	-	0,5	-	
100	1,2	14,5	3,7	-	-	-	2,0	-	19,9	-	5,4	-	-	12,8	2,7	13,0	1,0	-	3,5	1,0	-	18,7	1,7	-	-	-	
101	1,8	6,3	5,9	-	1,2	-	3,6	-	11,5	0,5	0,3	-	-	6,3	4,4	22,2	0,5	-	0,3	1,5	-	29,0	6,3	-	-	-	
102	0,7	4,7	0,8	-	0,5	-	20,5	-	24,2	0,3	1,0	-	-	0,5	7,7	5,7	11,1	0,8	0,5	0,8	0,3	0,2	16,4	3,9	-	-	
103	0,2	1,2	5,2	-	0,7	-	3,3	-	18,0	-	0,3	-	-	0,5	3,3	10,2	25,8	0,5	0,2	-	0,8	3,5	25,0	1,5	-	-	
104	4,5	4,5	9,4	-	1,2	-	9,1	-	19,5	-	0,5	-	1,8	1,6	1,1	12,2	12,2	1,4	-	-	0,3	-	15,2	9,9	-	-	
105	5,0	3,9	17,7	-	0,9	-	9,1	-	8,4	-	0,3	-	1,4	2,8	1,6	8,4	17,9	1,6	0,5	0,2	1,6	-	14,4	9,3	-	-	
106	0,2	5,0	4,3	-	-	-	5,2	-	26,7	-	-	-	-	-	9,0	13,5	17,2	0,8	-	-	0,5	0,7	14,7	2,5	-	-	
107	0,3	10,0	3,5	-	-	-	21,7	-	13,5	-	-	-	-	-	6,7	5,2	1,0	-	-	1,5	-	-	36,8	-	-	-	
108	1,0	10,9	3,5	-	-	-	21,4	-	7,1	-	2,0	-	-	0,3	5,7	1,9	14,3	1,2	-	1,3	1,2	-	27,3	1,7	-	0,2	
109	2,2	1,5	4,4	-	2,7	-	20,6	-	10,7	-	0,3	-	1,2	2,0	2,2	8,7	20,6	1,9	0,3	-	0,7	3,8	11,9	4,9	1,4	-	
110	7,7	4,5	5,2	-	2,4	-	10,1	-	18,9	-	0,9	-	0,7	3,8	0,9	5,2	16,3	2,0	1,3	-	4,3	0,5	17,7	5,2	-	-	
111	1,0	3,7	4,7	-	0,8	-	5,2	-	16,8	-	0,2	-	0,2	1,4	9,6	7,9	33,5	1,3	0,7	-	1,0	2,0	3,9	5,6	-	-	
112	0,7	6,7	4,7	-	0,8	-	5,2	-	21,8	-	1,2	-	1,0	1,2	6,2	10,7	26,9	1,0	0,2	-	0,8	1,7	6,5	3,4	-	-	
113	1,2	1,7	8,8	-	0,5	-	7,8	-	27,8	-	-	0,5	0,7	1,0	2,2	7,4	27,1	1,7	0,5	-	0,5	-	5,1	6,8	-	-	
114	3,3	2,4	9,7	-	0,3	-	4,1	-	27,6	-	-	-	0,3	1,2	0,5	15,0	26,4	0,2	0,2	-	1,2	-	9,0	1,9	-	-	
115	6,7	4,8	7,1	-	1,8	-	7,0	0,4	13,1	0,4	-	-	1,6	2,0	0,9	16,1	10,4	0,9	-	-	2,3	-	23,6	7,3	-	-	
116	3,0	6,7	4,6	0,3	0,7	-	8,4	-	8,4	0,5	-	-	-	-	0,5	27,7	25,6	-	-	-	1,4	-	8,4	6,7	-	-	
117	6,2	6,9	19,0	-	0,5	-	13,8	-	9,6	-	-	1,1	2,3	4,3	0,7	6,4	12,1	1,2	0,5	-	4,1	0,7	13,5	2,7	-	0,5	
118 (1)	2,7	4,6	2,9	-	-	1,0	14,0	-	6,7	-	1,7	1,5	2,7	2,6	2,1	8,9	19,2	0,5	1,0	0,9	12,2	1,2	11,6	4,6	-	-	
118 (2)	2,0	4,9	11,9	-	0,3	-	13,3	-	5,1	-	1,0	-	2,0	4,2	0,9	11,4	17,9	2,4	-	-	8,7	-	9,9	6,1	-	-	
119	0,2	6,3	1,8	-	-	-	10,0	-	17,5	-	2,3	-	-	-	6,5	3,5	29,1	1,0	-	0,5	0,3	-	17,7	3,3	-	-	
120	0,3	11,7	1,3	-	0,7	-	0,7	-	30,8	-	-	-	-	-	11,7	11,4	4,2	-	-	4,0	-	0,7	22,6	0,3	-	-	
121 (1)	0,2	15,2	5,5	-	0,3	-	19,2	-	22,8	-	0,7	-	-	-	5,2	10,3	4,0	0,5	-	1,5	0,8	-	11,8	1,0	-	1,2	
121 (2)	3,0	2,2	2,4	-	0,7	-	18,7	-	8,8	-	-	1,9	1,0	1,4	2,4	6,0	18,4	1,4	0,9	0,7	2,2	-	26,8	3,1	-	1,0	
122 (3)	7,8	0,9	1,3	-	0,9	-	28,4	-	11,4	-	0,4	3,6	1,4	0,4	4,0	15,7	9,4	0,5	0,5	-	4,9	-	11,4	2,3	-	1,5	
122 (1)	7,3	0,7	0,4	-	0,4	1,4	20,5	0,7	9,7	-	0,7	2,7	0,9	0,7	2,3	13,8	12,4	1,1	1,1	0,5	8,6	-	16,5	4,7	-	-	

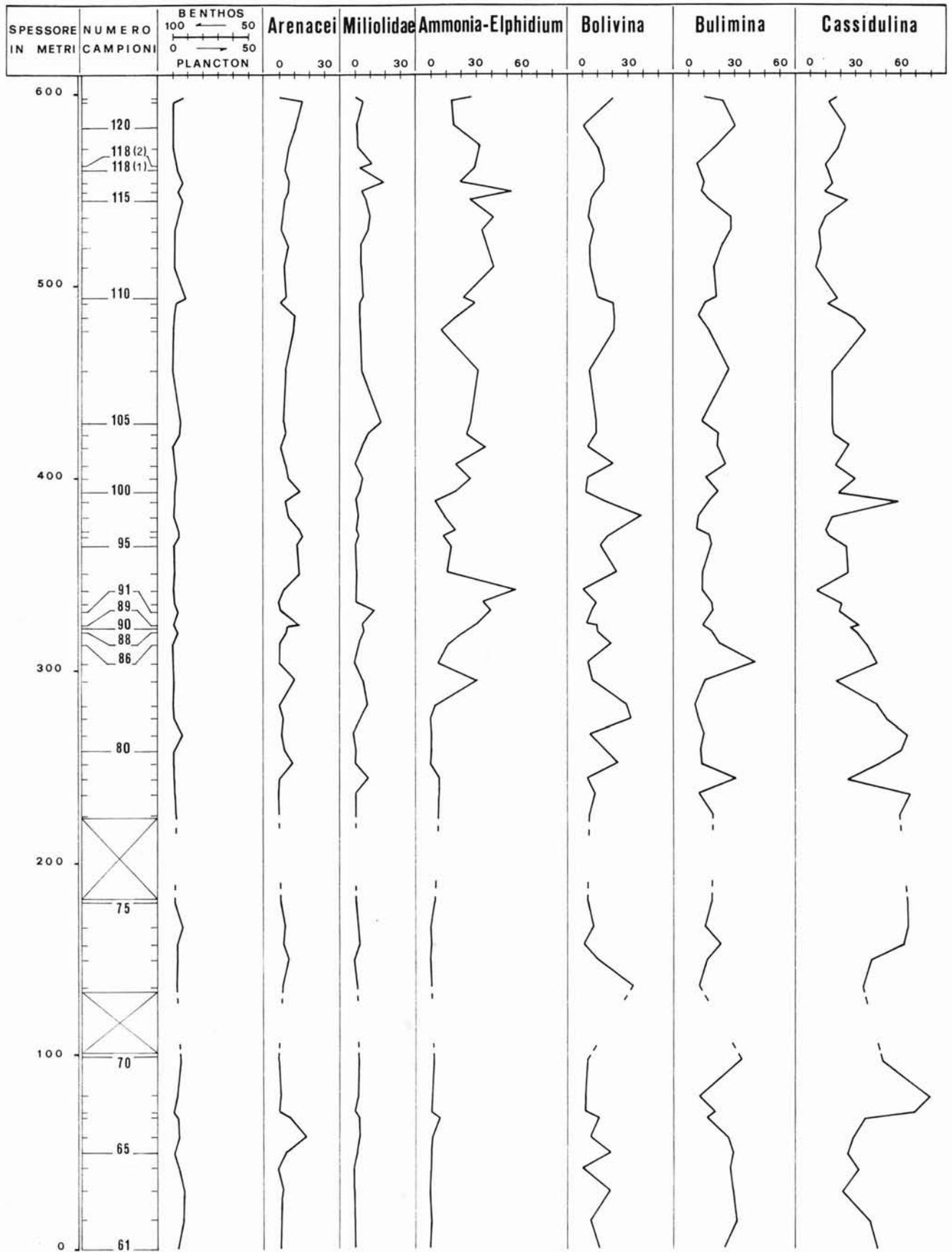


FIG. 16 - Distribuzione percentuale di alcuni generi o gruppi di Foraminiferi bentonici nella successione del T. Tiepido. (Gli spessori riportati nella colonna di sinistra corrispondono a quelli della fig. 3).

in percentuali basse e bassissime (mai superiori all'8 % della intera associazione).

I Foraminiferi arenacei sono rappresentati soprattutto dal genere *Textularia*; il genere *Bigenerina* non è mai frequente. Tra le *Miliolacea* prevale il genere *Quinqueloculina* e talora raggiunge una certa frequenza *Sigmoilina*; rari sono gli esemplari di *Pyrgo* e *Spiroloculina*. Scarsissimi sono i Foraminiferi della Famiglia *Nodosariidae*; tra le *Glandulinidae* è spesso presente il genere *Fissurina*, anche se non in percentuali elevate. Tra le *Buliminacea* sono ben rappresentati solo i generi *Bolivina* (soprattutto *B. catanensis*) e *Bulimina* (*B. elengans*, *B. etnea*, *B. fusiformis*, *B. fusiformis baccata*, *B. fusiformis marginata*, *B. marginata*, *B. pupoides*) spesso con numerosissimi esemplari a sviluppo eccezionale. Tra le *Discorbidae* solo *Valvulineria bradyana* raggiunge talora percentuali considerevoli. Il genere *Ammonia* (*A. beccarii*, *A. beccari inflata*, *A. beccarii tepida*, *A. perlucida*) aumenta di frequenza man mano che si sale nella serie. Comportamento analogo, ma con maggiore frequenza, ha il genere *Elphidium* rappresentato soprattutto da *E. crispum*, *E. decipiens*, *E. macellum*. Il genere *Eponides* è rappresentato quasi esclusivamente da rari esemplari di *E. frigidus granulatus*. Tra le *Cibicididae* è talora frequente solo *Cibicides*, soprattutto con la specie *C. pseudungerianus*, saltuariamente è presente in rari esemplari *C. lobatulus*. *Hyalinea balthica* appare a partire da 250 metri (camp. GG 79) e non raggiunge alti valori di frequenza. Tra le *Cassidulinacea* particolarmente abbondante il genere *Cassidulina*, soprattutto con la specie *C. laevigata carinata*, pur essendo presenti esemplari di *C. (Globocassidulina) oblonga* e *C. (Globocassidulina) subglobosa*. Il genere *Nonion* in alcuni campioni raggiunge percentuali elevate con la specie *N. boueanum* e *N. granosum*. Per quanto riguarda il plancton, sempre poco abbondante, le forme prevalenti sono date da piccoli individui di *Globigerinae*; nei campioni raccolti tra m 0 e m 60 e a m 100, a m 170, a m 275 e a m 320 sono stati riconosciuti esemplari non frequenti di *G. pachyderma* associati ad altre *Globigerinacea* tra cui *G. quinqueloba* e *G. scitula*. Il genere *Globigerinoides* (*G. elongatus*, *G. gomitulus*, *G. ruber*) aumenta di frequenza, pur sempre con scarsi esemplari, salendo nella serie, mentre *Globorotalia inflata* è stata rinvenuta solo in alcuni dei campioni più bassi della serie.

Dall'esame della tab. 4 della percentuale dei generi e della fig. 16 si può notare che *Bolivina*, *Bulimina* e *Cassidulina* sono sempre presenti in numero considerevole, anche se, a partire da 280 metri (camp. GG 83), tendono a diminuire di frequenza (soprattutto il genere *Cassidulina*) mentre, contemporaneamente, aumenta il numero di esemplari di *Miliolidae*, *Ammonia-Elphidium* e *Valvulineria*. Dal confronto con i biotopi attuali nel bacino mediterraneo (CHIERICI, BUSI & CITA, 1962; MONCHARMONT ZEI, 1964; BLANC-VERNET, 1969) risulta che la frequenza di *Bolivina*, *Bulimina* e *Cassidulina* è legata alla natura del fondo: questi generi preferiscono infatti i sedimenti argillosi; essi, inoltre, sono particolarmente frequenti in ambienti batiali, associati però a numerose *Nodosariidae* e Foraminiferi planctonici

(entrambi presenti in bassissime percentuali nei campioni in esame). Frequenti *Cassidulinidae* sono però state rinvenute anche in sedimenti attuali poco profondi (Golfo di Fos, Baia di Salonicco; BLANC-VERNET, 1969) e *Buliminae* in percentuali confrontabili con quelle presenti nella successione del Tiepido associate a numerose *Bolivinae* sono state rinvenute in sedimenti attuali dell'Adriatico prelevati a profondità non superiori a 70 metri (ricerche di FREGNI P. nell'ambito del progetto finalizzato « Oceanografia » del CNR). Anche un probabile deterioramento climatico può aver contribuito a creare un habitat favorevole a *Bolivina*, *Bulimina* e *Cassidulina* a profondità non elevate. L'esistenza di un clima temperato freddo è confermata, oltre che dalla specializzazione della fauna, anche dalla presenza, in taluni campioni, di *G. pachyderma* levogira, *G. quinqueloba* e *G. scitula* (BLANC-VERNET, 1969; CITA, D'ONOFRIO & ZOCCHI, 1974), mentre tra i Foraminiferi bentonici compare *H. balthica* e tra i Molluschi *A. islandica*.

Tenendo in considerazione i dati sopra esposti, i bassi valori del rapporto plancton/benthos, l'assenza di forme profonde come *Höglundina elegans*, la natura argillosa, argilloso-siltosa del sedimento ed i dati sedimentologici si può supporre che l'ambiente di sedimentazione sia quello neritico infralitorale. Salendo nella successione si nota una tendenza generale ad una riduzione della profondità dell'ambiente di sedimentazione pur sempre nell'ambito dell'infralitorale, testimoniata dalla diminuzione di *Bolivina*, *Bulimina* e *Cassidulina* e contemporaneo aumento di *Miliolidae*, *Ammonia* e *Elphidium*. In questa situazione generale sono riscontrabili oscillazioni minori con diminuzione della profondità a 295 metri, 340 metri e 525 metri (rispettivamente camp. GG 84, GG 93 e GG 116): si nota infatti un brusco aumento di *Ammonia* e *Elphidium*, bassi valori di *Bolivina*, *Bulimina* e *Cassidulina*; a m 340 (camp. GG 93) si riscontrano anche alti valori percentuali di *N. boueanum* e *N. granosum*. Un aumento relativo di profondità può essere invece ipotizzato a 385 metri (camp. GG 99) e soprattutto a 475 metri (camp. GG 107) per l'alta frequenza di *Bolivina*, *Bulimina* e *Cassidulina* e contemporanea diminuzione del numero di esemplari appartenenti a *Miliolidae*, *Ammonia* e *Elphidium*.

A partire da 605 metri (Complesso 2) si hanno associazioni con rari Foraminiferi rimaneggiati in pessimo stato di conservazione appartenenti al Cretaceo, Eocene, Miocene, Pliocene. Il residuo inorganico è costituito da ossidi, concrezioni calcaree e frammenti di rocce magmatiche. Queste osservazioni, in accordo coi dati sedimentologici, confermano trattarsi di sedimenti continentali. Non è quindi riscontrabile un passaggio graduale dai depositi di ambiente neritico infralitorale a quello litorale della sabbie gialle (livello 16 di fig. 3).

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Lungo l'alveo del T. Tiepido, al margine dell'Appennino modenese, affiora una successione sedimentaria potente circa 750 metri. La successione è costituita per i primi 605 metri da sedimenti argilloso-siltosi e sabbiosi

deposti in ambiente marino, e per i restanti 145 metri da ghiaie, sabbie limo-argillose e argille torbose di ambiente continentale.

L'età della parte marina della serie, definita in base allo studio dei Foraminiferi, è pleistocenica inferiore e sarebbe da riferire al Calabriano o Santerniano ed Emiliano, secondo RUGGIERI (1975), RUGGIERI & *alii* (1975), RUGGIERI (1976), RUGGIERI & SPROVIERI (1977), o alla cenozona a *G. pachyderma* e cenozona a *H. balthica* secondo COLALONGO (1968) e D'ONOFRIO (1968). L'età del tratto continentale della sezione (da m 605 a m 750) è compresa tra l'Emiliano sopra ricordato e l'unità pedomostratigrafica attribuita al Mindel-Riss (FERRARI & MAGALDI, 1968; CREMASCHI, 1968 a) ⁽³⁾.

La base della successione non è rilevabile nell'alveo del torrente. La parte mancante della sezione, ricostruita con dati raccolti nelle aree circostanti l'alveo, è rappresentata da circa m 80 di argille siltose, simili a quelle dell'alveo, trasgressive su formazioni prepleioceniche con l'interposizione di un livello potente qualche metro al massimo di sabbie e sabbie con ciottoli e frammenti di conchiglie. L'età di queste argille è ancora pleistocenica basale.

Nell'insieme affiorano quindi nel margine dell'Appennino modenese, nell'area circostante il T. Tiepido, argille siltose marine potenti circa m 700, la cui età è pleistocenica inferiore.

Le caratteristiche sedimentologiche, oltre che faunistiche, suggeriscono un ambiente di sedimentazione di mare chiuso e poco profondo, neritico infralitorale, con scarsa energia e intensa sedimentazione clastica per lo più fine. Così infatti doveva essere nel Pleistocene inferiore il mare nell'area in oggetto: chiuso a SW dal Paleopennino, da cui venivano gli apporti detritici, e verso Nord, cioè verso la pianura padana, da un rosario di isole appena emerse che segnavano le zone strutturalmente più elevate della « Dorsale Ferrarese », sepolta solo nel Pleistocene superiore (AGIP MINERARIA, 1959). La subsidenza è elevata e paragonabile con quella delle zone della pianura padana maggiormente subsidenti durante il Quaternario. L'attività biologica è talora così intensa che tutte le strutture fisiche presenti sono state cancellate.

L'ambiente neritico infralitorale rimane costante per tutto l'intervallo di tempo durante il quale si sono sedimentate le argille con sporadici episodi di riduzione e di aumento della profondità. Questo fatto e il relativamente alto spessore in rapporto al tempo, suggeriscono che la sedimentazione sia stata controllata da una subsidenza che la compensava perfettamente.

Sempre sulla base dei dati sedimentologici e micropaleontologici risulta che il passaggio da ambiente neritico

⁽³⁾ Va ricordato anche in questa sede che, in attesa di disporre di una scala cronologica basata su date radiometriche e su un più ricco quadro delle vicende climatiche del Pleistocene padano, viene usata la classica terminologia delle glaciazioni alpine, nel senso che questa è venuta assumendo con gli studi sul Quaternario padano dell'ultimo ventennio. Tale scala cronologica ha una sua validità nell'ambito del bacino padano (CREMASCHI, 1978b), ma non riveste un valore assoluto, estensibile *sic et simpliciter* ad aree differenti.

infralitorale ad ambiente di spiaggia è avvenuto bruscamente verso la fine del Pleistocene inferiore, probabilmente in concomitanza con una importante fase tettonica del margine appenninico.

Una lacuna per erosione, senza discordanza angolare, interrompe la successione. La successione che segue (Complesso 2) è stata deposta in ambiente continentale: è caratterizzata da una sedimentazione estremamente variabile, con intercalazioni ghiaiose aventi la geometria di grosse lenti intercalate fra sedimenti continentali fini, lacustri o palustri, interessati da saltuarie fasi erosive. La sedimentazione è discontinua e caratterizzata da episodi di rapido accumulo e lunghi intervalli di stasi. Almeno una di queste ultime corrisponde ad un grande periodo interglaciale in cui si sono avute le condizioni per la formazione di un paleosuolo fersiallitico. I dati ora in nostro possesso non consentono ancora di precisare cronologicamente questo evento.

Durante la deposizione dei sedimenti continentali gli apporti grossolani ghiaiosi non si discostavano molto da quelli attuali del torrente stesso: le aree di alimentazione erano indubbiamente le stesse.

Discordante sulla successione ora vista, cioè separati da questa da una lacuna con discordanza angolare, seguono depositi alluvionali alterati superficialmente in un paleosuolo appartenente all'unità pedomostratigrafica attribuita all'interglaciale Mindel-Riss (CREMASCHI, 1978a), che rappresenta il limite cronologico superiore della sezione del T. Tiepido.

Confrontando la sezione studiata con altre successioni in aree vicine si nota che essa è simile per la parte marina, cioè da m 0 a m 605, a quella incontrata dai sondaggi dell'AGIP perforati nelle aree immediatamente circostanti e pubblicati in diverse occasioni (AGIP MINERARIA, 1959; ENI, 1969; ENI, 1972; AGIP, 1977). In questi sondaggi la parte continentale è riportata in modo sommario e il confronto con la serie del Tiepido appare impossibile.

Il sondaggio Maranello 1 (AGIP, 1977), posto a meno di 1 km dal T. Tiepido, presenta, per il Quaternario, litologia e spessori uguali a quelli elencati. Dati direttamente confrontabili sono offerti poi da altri sondaggi posti nelle immediate vicinanze. Verso Nord si hanno spessori via via crescenti e a una ventina di chilometri il Quaternario è potente 1 810 metri (sondaggio Albareto 1: AGIP MINERARIA, 1959).

Altre notizie sul Quaternario del margine padano molto dettagliate riguardano zone distanti parecchie decine di chilometri per cui le differenze possono essere notevoli.

A meno di 30 chilometri verso W affiora la sezione del T. Crostolo (BARBIERI & PETRUCCI, 1967; AMBROSETTI & CREMASCHI, 1976) dove il Calabriano prevalentemente argilloso è potente 150 metri, mentre la sovrastante parte continentale è di circa 50 metri. Ancora più a Ovest, nella successione del T. Stirone (PAPANI & PELOSIO, 1962; PELOSIO & RAFFI, 1967) il Pleistocene marino supera di poco i 100 metri ed è seguito da depositi fluvio-lacustri trasgressivi. A Est del T. Tiepido è nota la sezione del F. Santerno (CREMONINI, ELMI & MONESI, 1969 in cui i sedimenti marini pleistocenici,

sempre prevalentemente argillosi, hanno notevole spessore (oltre 1 100 metri); in particolare la parte della sezione coeva con le argille della serie del Tiepido ha uno spessore di circa 600 metri. L'ambiente di sedimentazione marino è assai simile: mare poco profondo e acque tranquille con sedimentazione prevalentemente argilloso-siltosa.

Per quanto riguarda la serie continentale studiata nel vicino Sillaro (CREMASCHI & PERETTO, 1977) essa manca dei termini inferiori presenti nel T. Tiepido e nelle sezioni poste a occidente di esso; al loro posto abbiamo, invece, le sabbie gialle di facies litorale contenenti la fauna « villafranchiana » di Imola coeva a quelle del Crostolo (AZZAROLI & BERZI, 1970; AMBROSETTI & CREMASCHI, 1976).

Pur essendo la serie del Crostolo, dello Stirone e di Rio Monticelli troppo distanti tra loro per consentire ricostruzioni dettagliate, sembra, tuttavia, lecito avanzare alcune ipotesi di carattere generale derivanti dal confronto con quelle del T. Tiepido.

Nel Pleistocene la velocità di sedimentazione marina in continuità sul Pliocene nelle aree adiacenti e trasgressiva sul « basamento » prepliocenico nella zona del T. Tiepido, è stata, nel margine appenninico, via via maggiore procedendo da Ovest verso Est. Dopo il Calabriano, mentre nella zona del F. Santerno e del T. Tiepido continuava la sedimentazione marina, in altre aree (T. Crostolo, R. Monticelli, T. Stirone) iniziava già la sedimentazione continentale. La regressione quaternaria iniziata nelle zone occidentali ha proceduto verso Est abbastanza lentamente con sporadici ritorni del mare sulle aree emerse, come sembrano testimoniare gli episodi marini entro i depositi continentali quaternari nella pianura modenese prossima alle colline (COLOMBETTI & PELLEGRINI, 1975; FONTANA, 1976).

È interessante ricordare, infine, i dati che riguardano la tettonica di questo tratto dell'Appennino, riportati anche in una breve nota sulla Neotettonica del territorio modenese (ISTITUTO DI GEOLOGIA DI MODENA, 1978).

Secondo tali ricerche i sedimenti quaternari appaiono dislocati da una serie di faglie a direzione appenninica, tagliate da altre anti-appenniniche, talora caratterizzate anche da notevole rigetto. Proprio al margine delle colline del F. Secchia sino a Est del T. Tiepido per una lunghezza di una decina di chilometri, è stata riconosciuta poi una flessura in alcuni tratti passante a piega-faglia che è causa, talora, del rovesciamento verso NE delle argille pleistoceniche.

Le strutture individuate sono simili a quelle che sembrano caratterizzare l'intero margine padano della catena appenninica (PAPANI & SGAVETTI, 1975) e sono indizio di movimenti tettonici recenti o recentissimi non solo dovuti a movimenti verticali, ma anche a dislocazioni con sensibile componente orizzontale, come le flessure ricordate. Questa piega, a luoghi rovesciata verso la pianura, è imputabile a movimenti di tipo gravitativo che hanno dato luogo a un avanzamento dei depositi del Pleistocene inferiore verso settentrione.

L'entità del movimento, secondo l'interpretazione strutturale proposta per le aree immediatamente adiacenti (LUCCHETTI & *alii*, 1962) basate anche su dati di perforazioni per ricerche di idrocarburi, sembra possibile sia molto maggiore di quanto risulta dallo sviluppo della piega stessa e, forse, ha dato luogo a un raddoppio della serie pleistocenica. L'età di questa tettonogenesi potrebbe essere collocabile tra il Pleistocene inferiore (età dei sedimenti coinvolti) e l'unità pedo-stratigrafica attribuita al Mindel-Riss: i depositi continentali con quel paleosuolo fersiallitico sembrano infatti troncarsi con andamento suborizzontale la struttura.

BIBLIOGRAFIA

- AGIP MINERARIA (1959) - *I giacimenti gassiferi dell'Europa occidentale*. Atti Convegno Accademia Nazionale Lincei e ENI, Milano.
- AGIP (1977) - *Temperature sotterranee. Inventario dei dati raccolti dall'AGIP durante la ricerca e la produzione di idrocarburi in Italia*. F.lli Brugora, Segrate (Milano).
- AMBROSETTI P., AZZAROLI A., BONADONNA F. P. & FOLLIERI M. (1972) - *A scheme of Pleistocene chronology for the Tyrrhenian side of Central Italy*. Boll. Soc. Geol. It., 91, 169-184.
- AMBROSETTI P. & CREMASCHI M. (1976) - *Segnalazione di una fauna villafranchiana superiore con « Libralces gallicus » nei livelli fluviolacustri soprastanti alle faune calabriane ad « Artica islandica » nei dintorni di Reggio Emilia*. Boll. Soc. Geol. It., 94, 1361-1374.
- AMBROSETTI P. & *alii* (1979) - *Revisione di alcuni dati cronostatigrafici contenuti nella « Proposta di un progetto operativo per l'elaborazione della Carta Neotettonica d'Italia »*. CNR - Convegno Progetto Finalizzato Geodinamica, sottoprogetto « Carta Neotettonica », Roma, 16 febbraio 1979 (inedito).
- ANELLI M. (1933) - *Cenni geologici sulla regione collinosa fra il F. Secchia e il T. Tiepido (Prov. di Modena)*. Anon. Tip. Ed. Laziale, Roma.
- AZZAROLI A. & BERZI A. (1970) - *On a upper Villafranchian fauna at Imola, northern Italy, and its correlations with the marine sequence of the Po Plain*. Paleont. Ital., 66, 1-12.
- BARBIERI F. & PETRUCCI F. (1967) - *La série stratigraphique du Messinien au Calabrien dans la vallée du T. Crostolo (Reggio Emilia-Italie Sèpt.)*. Mem. Soc. It. Sc. Nat., 15, 181-188.
- BIGAZZI G., BONADONNA F. P. & IACCARINO S. (1973) - *Geochronological hypothesis on Plio-Pleistocene boundary in Latium region (Italy)*. Boll. Soc. Geol. It., 92, 391-422.
- BLANC-VERNET L. (1969) - *Contribution à l'étude des Foraminifères de Méditerranée*. Rec. Trav. St. Mar. Endoume, 48 (64), 5-281.
- BREWER R. (1976) - *Fabric and mineral analysis of soils*. R.E. Krieger Publ. Co., New York.
- CAILLEUX A. (1945) - *Distinction des galets marins et fluviatiles*. Bull. Soc. Géol. France, ser. 5, 15, 365-404.
- CHIERICI M. A., BUSI M. T. & CITA M. B. (1962) - *Contribution à une étude écologique des Foraminifères dans la Mer Adriatique*. Rev. Micropal., 5, 123-142.
- CITA M. B., CIAMPO G., FERONE E., MONCHARMONT ZEI M., SCORZIELLO R. & TADDEI RUGGIERO E. (1974) - *Il Quaternario del Tirreno abissale. Interpretazione stratigrafica e paleoclimatica del pozzo DSDP n. 132*. Rev. Esp. Micropal., 6, 257-326.
- CITA M. B., D'ONOFRIO S. & ZOCCHI M. (1974) - *Studi sul Pleistocene della Dorsale Mediterranea (Mare Ionio)*. Riv. Ital. Pal. Strat., 80, 515-562.
- COLALONGO M. L. & SARTONI S. (1968) - *Globorotalia hirsuta aemiliana, nuova sottospecie cronologica del Pliocene in Italia*. Giorn. Geol., ser. 2, 34, 265-284.

- COLALONGO M. L. (1968) - *Cenozona a Foraminiferi ed Ostracodi nel Pliocene e basso Pleistocene della serie del Santerno e dell'Appennino romagnolo*. Giorn. Geol., ser. 2, 35, 29-61.
- COLOMBETTI A. & PELLEGRINI M. (1975) - *Problemi connessi alla ricerca e utilizzazione di acquiferi profondi nella Pianura Padana: un esempio a Nord di Modena*. Atti 3° Conv. Intern. Acque Sott., Palermo.
- CREMASCHI M. & PAPANI G. (1975) - *Contributo preliminare alla Neotettonica del margine padano dell'Appennino: le forme terrazzate comprese fra Cavriago e Quattro Castella (Reggio Em.)*. At. Parm., Acta Nat., 11, 335-371.
- CREMASCHI M. & PERETTO C. (1977) - *I depositi quaternari di Borzano, Rio Groppo, Toscanella: sedimenti, paleosuoli, industrie*. Ann. Univ. Ferrara (n.s.), sez. 15, 3 (1), 1-28.
- CREMASCHI M. (1978a) - *Unità litostratigrafiche e pedostratigrafiche nei terreni quaternari pedeappenninici, loess e paleosuoli tra il Fiume Taro ed il Torrente Sillaro*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 1, 4-22.
- CREMASCHI M. (1978b) - *Alcune considerazioni sulle unità pedostratigrafiche e litostratigrafiche del pedeappennino emiliano in rapporto alla loro collocazione cronologica*. « Contributi preliminari alla realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia », CNR - Progetto Finalizzato Geodinamica, Pubbl. n. 155, 329-333.
- CREMONINI G., ELMI C. & MONESI A. (1969) - *Osservazioni geologiche e sedimentologiche su alcune sezioni plio-pleistoceniche dell'Appennino romagnolo*. Giorn. Geol., ser. 2, 35, 85-96.
- CRESCENTI U. (1975) - *Sul substrato pre-pleistocenico dell'avanfossa appenninica dalle Marche allo Jonio*. Boll. Soc. Geol. It., 94, 583-634.
- D'ONOFRIO S. (1968) - *Biostratigrafia del Pliocene e Pleistocene inferiore nelle Marche*. Giorn. Geol., ser. 2, 35, 99-115.
- ENI (1969) - *Enciclopedia del petrolio e del gas naturale*. C. Colombo Ed., Roma.
- ENI (1972) - *Acque dolci sotterranee. Inventario dei dati raccolti dall'AGIP durante la ricerca di idrocarburi in Italia*. Grafica Palombi, Roma.
- FARABEGOLI E. & RICCI LUCCHI F. (1973) - *Studio sedimentologico di alcuni conglomerati messiniani dell'avanfossa padano-appenninica (Appennino Pesarese)*. Atti Soc. Nat. Mat. Modena, 104, 193-238.
- FAZZINI P. (1966) - *Cenni geologici sulla regione collinare a Ovest del Secchia (RE)*. Atti Soc. Nat. Mat. Modena, 97, 110-120.
- FERRARI G. & MAGALDI D. (1968) - *I paleosuoli di Collecchio ed il loro significato*. Ateneo Parmense, Acta Nat., 4, 57-92.
- FONTANA D. (1976) - *Contributo alla conoscenza della stratigrafia del Quaternario nell'alta pianura modenese*. Atti Soc. Nat. Mat. Modena, 107, 37-51.
- IACCARINO S. (1975) - *Planktonic and significant benthonic Foraminifera of the proposed Plio-Pleistocene boundary type-section of Le Castella*. At. Parm., Acta Nat., 11 (3), 449-465.
- ISTITUTO DI GEOLOGIA DI MODENA (1978) - *Metodologie e primi risultati di Neotettonica nel Modenese e territori limitrofi*. Atti 69° Congr. Soc. Geol. It., Perugia 2-4 ottobre (in corso di stampa).
- LOSACCO U. (1963) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100 000, F. 86 «Modena», II ed., Serv. Geol. It.*
- LIPPARINI T. (1963) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100 000, F. 87 «Bologna», II ed., Serv. Geol. It.*
- LUCCHETTI L., ALBERTELLI L., MAZZEI R., THIEME R., BONGIORNI D. & DONDI L. (1962) - *Contributo alle conoscenze geologiche del Pedeappennino Padano*. Boll. Soc. Geol. It., 81, 1-246.
- MAGALDI D. & RASPI A. (1976) - *Nuove osservazioni su alcuni aspetti genetici e sul significato paleopedologico dei depositi della Grotta del Broion*. Ann. Univ. Ferrara (n.s.), sez. 15, 2, 353-378.
- MONCHARMONT ZEI M. (1964) - *Studio ecologico sui Foraminiferi del Golfo di Pozzuoli (Napoli)*. Pubbl. Staz. Zool. Napoli, 34, 160-184.
- MONTANARO GALLITELLI E. (1950) - *Il Postpliocene marino nella regione collinare a sinistra del Secchia (Appennino modenese-reggiano)*. Boll. Soc. Geol. It., 69, 500-512.
- MONTANARO GALLITELLI E. (1954) - *Qualche appunto sulla Stratigrafia e la Tettonica della regione di Castelvetro (Modena)*. Acc. Sc. Lett. Arti Modena, ser. 5, 12, 31 pp.
- PADOVANI A. & TAMPIERI R. (1967) - *Ricerche sui Molluschi plio-pleistocenici della Valle del Santerno (Appennino Romagnolo)*. Giorn. Geol., ser. 2, 35 (1), 301-309.
- PAPANI G. & PELOSIO G. (1962) - *La serie plio-pleistocenica del T. Stirone (Parmense occidentale)*. Boll. Soc. Geol. It., 81, 293-362.
- PAPANI G. & SGAVETTI M. (1975) - *Alcuni problemi di Neotettonica nell'Appennino Emiliano occidentale*. At. Parm., Acta Nat., 11, 315-334.
- PELLEGRINI M. & ZAROTTI L. (1975) - *Un esempio di erosione accelerata in alveo: il T. Tiepido presso Maranello (Modena)*. Atti Soc. Nat. Mat. Modena, 106, 145-156.
- PELOSIO G. & RAFFI S. (1973) - *Considerazioni sul limite Plio-Pleistocene nella serie del T. Crostolo (Preappennino reggiano)*. At. Parm., Acta Nat., 9, 39-68.
- RUGGIERI G. (1975) - *Sull'ordine di comparsa degli «ospiti nordici» nella sezione pleistocenica del Santerno*. Boll. Soc. Geol. It., 94, 1603-1611.
- RUGGIERI G. (1976) - *Individuazione del Pleistocene basale nella sezione di Castrocaro (Forlì)*. Boll. Soc. Geol. It., 95, 881-890.
- RUGGIERI G., BUCCHERI G., GRECO A. & SPROVIERI R. (1975) - *Un affioramento di Siciliano nel quadro della revisione della Stratigrafia del Pleistocene inferiore*. Boll. Soc. Geol. It., 94, 889-914.
- RUGGIERI G. & SPROVIERI R. (1975a) - *La definizione dello stratotipo del piano Siciliano e le sue conseguenze*. Riv. Min. Sic., 151-153, 8-14.
- RUGGIERI G. & SPROVIERI R. (1975b) - *Ricerche sul Siciliano di Palermo: le argille del Fiume Oreto*. Boll. Soc. Geol. It., 94, 1613-1622.
- RUGGIERI G. & SPROVIERI R. (1977) - *A revision of Italian Pleistocene Stratigraphy*. Geol. Rom., 16, 131-139.
- SELLI R. (1951) - *I caratteri geologici della regione marchigiana*. Giorn. Geol., 22, 99-125.
- SELLI R. (1962) - *Le Quaternaire marin du versant adriatique-jonien de la peninsule italienne*. Quatern., 6, 391-413.
- SELLI R. (1967) - *The Pliocene-Pleistocene boundary in Italian marine sections and its relationship to continental Stratigraphies*. Progr. Ocean., 4, 67-68, Pergamon Press, Oxford.
- SELLI R. (1971) - *Calabrian*. Gior. Geol., ser. 2, 37 (2), 35-64.
- SELLI R. (1977) - *The Neogene/Quaternary boundary in the Italian marine formations*. In: «SELLI R. & CATI F. - Proceedings of the 2nd Symposium on the Neogene-Quaternary boundary. Giorn. Geol., ser. 2, 41 (1-2), 81-105».
- SELLI R., ACCORSI C. A., BANDINI MAZZANTI M., BERTOLANI MARCHETTI D., BIGAZZI G., BONADONNA F. P., BORSETTI A. M., CATI F., COLALONGO M. L., D'ONOFRIO S., LANDINI W., MENSINI E., MEZZETTI R., PASINO G., SAVELLI C. & TAMPIERI R. (1977) - *The Vrica Section (Calabria, Italy). A potential Neogene/Quaternary boundary stratotype*. Giorn. Geol., ser. 2, 42 (1), 181-204.
- SLEEMAN S. R. (1975) - *Micromorphology and mineralogy of a layered red-brown earth profile*. Austr. Journ. Soil Res., 13, 8 (17), 102-117.