

Geol. vjesnik	Vol. 42	str. 33—48	Zagreb 1989.
---------------	---------	------------	--------------

UDK 551.782.2/791:551.7.022.2

Izvorni znanstveni članak

## Biostratigrafska istraživanja naslaga pliocena i pleistocena podmorja sjevernog Jadrana

Katica KALAC<sup>1</sup> i Zlatan BAJRAKTAREVIĆ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> INA-Naftaplin, OOUR GIR, Služba za laboratorijska istraživanja, Lovinčićeva bb, YU — 41000 Zagreb

<sup>2</sup> Geološko-paleontološki zavod, Prirodoslovno-matematički fakultet, Socijalističke revolucije 8, YU — 41000 Zagreb

Biostratigrafskom obradom kontinuiranih bušotinskih profila kroz normalni slijed pliocensko-pleistocenskih naslaga podmorja jugozapadnog dijela Istarske platforme te dijela naslaga uz zapadni rub iste platforme do linije razgraničenja s Italijom potvrđen je i dopunjen već ranije dokazani razvoj tih naslaga u dijelu bušotina, navedenog dijela jugozapadnog istraživanog prostora. Ovom prilikom to saznanje je prošireno na veći prostor i dopunjeno bogatijom fosilnom zajednicom prvenstveno foraminifera, te vapnenačkog nanoplanktona. Uočeno je isklinjavanje tih naslaga prema Istarskom kopnu i sjeverozapadnom, vjerojatno otočnom kopnu u Venecijanskom bazenu, koje je u to vrijeme egzistiralo kao posljedica intenzivne tektonske aktivnosti podloge paleoreljefa.

Prikazane su osnovne litološke karakteristike te foraminiferska fauna i djelomično vapnenački nanoplankton na temelju kojih je načinjeno zoniranje i interpretacija naslaga.

The biostratigraphic research of continuous well cross-sections through normal sequence of pliocene-pleistocene beds of the south-west margin of the Istrian platform and west boundary of the same platform to the median line with Italy has proved and supplemented previously proved development of these beds in some of the wells of the stated south-west exploration area. On this occasion this knowledge was expanded to the wider area and supplemented by richer fossil assemblage mostly foraminifera and partly calcareous nannoplankton obtained by the research of abundant well cuttings. The same research has shown the pinch out of these beds towards Istrian mainland and north-west, probably continental part in the Venetian basin, existing at those times, caused by intense tectonic activity of the paleorelief of the basement.

Basic litologic features foraminiferal fauna and partly calcareous nannoplankton that were used for the preparation of zonation and interpretation have been shown.

### UVOD

Dugogodišnjim detaljnim istraživanjem radi pronalazjenja ležišta ugljikovodika, koje izvodi INA-Naftaplin iz Zagreba, izbušeno je u prostoru sjevernog Jadrana oko 40 bušotina.

Ovim radom dat je prikaz biostratigrafskih odnosa marinskih plio-kvartarnih naslaga dijela podmorja sjevernog Jadrana jugozapadno i za-

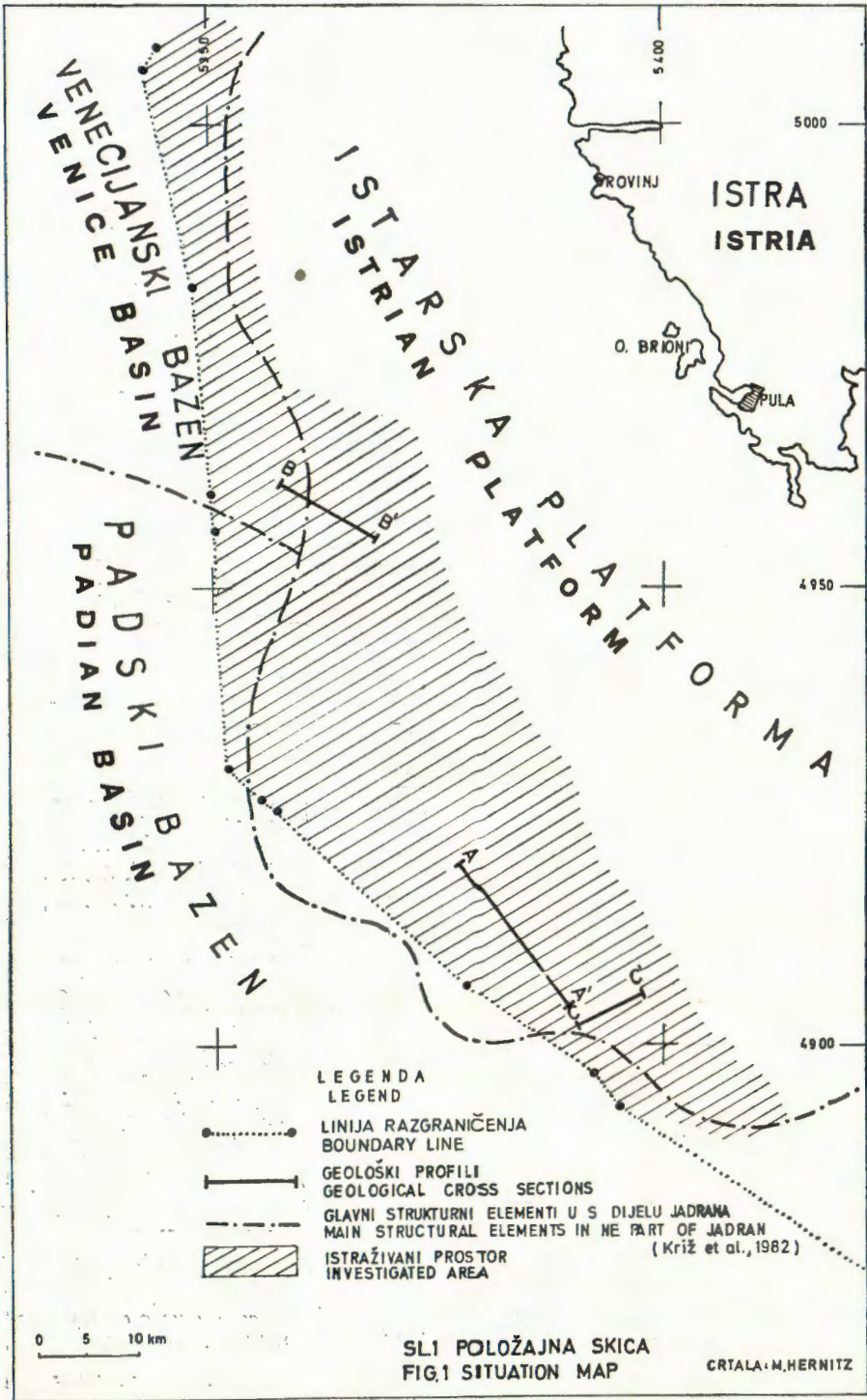
padno od Istre, uz liniju razgraničenja s Italijom (Sl. 1). Rad se uglavnom temelji na rezultatima biostratigrafskih istraživanja pliokvartarnih naslaga sjevernog Jadrana na bazi foraminifera (Kalac, 1988) i vapnenačkog nanoplanktona (Bajraktarević, 1988).

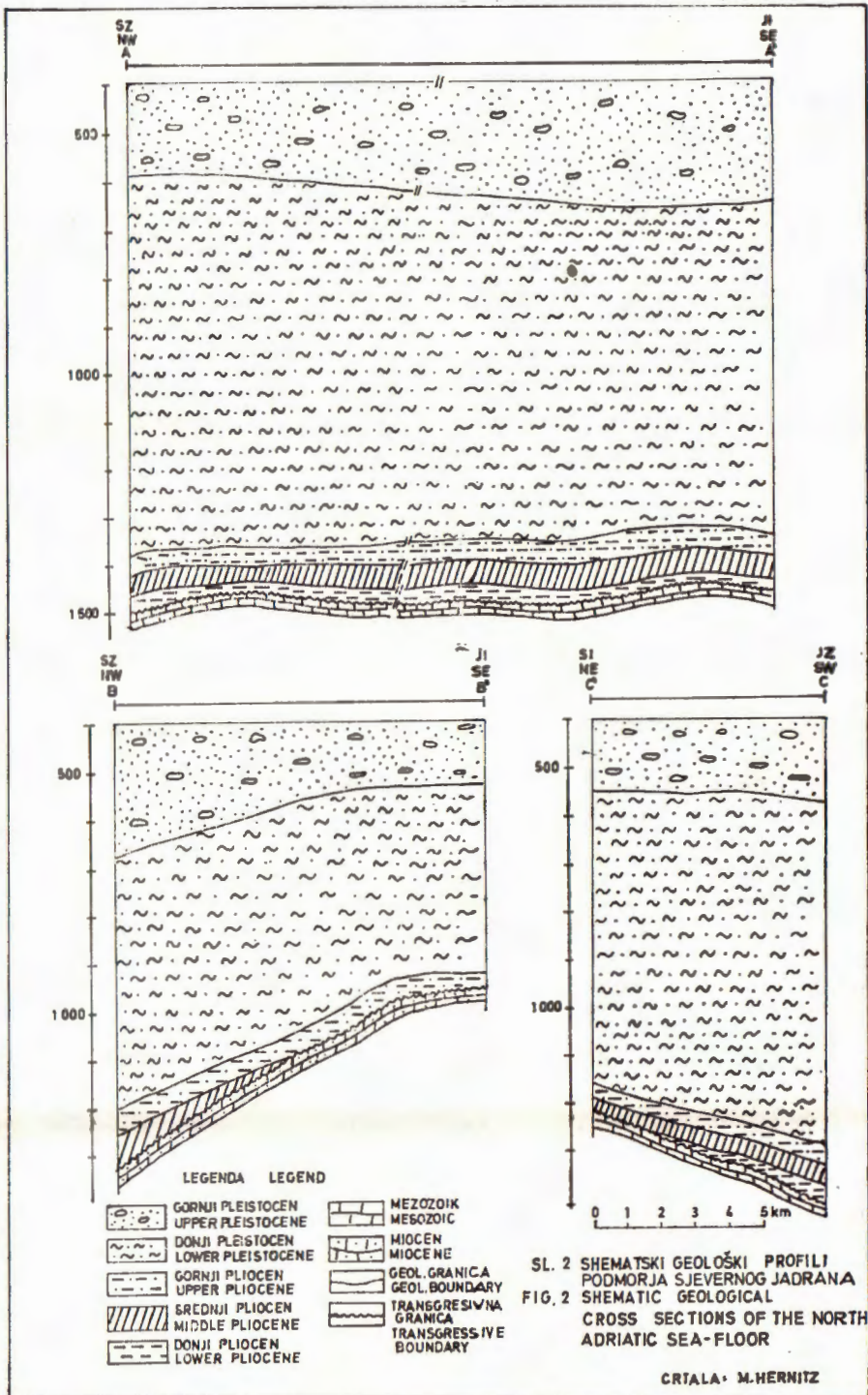
Dosadašnji objavljeni radovi o naslagama pliocena i pleistocena podmorja Jadrana obrađuju strukturno tektonske odnose: Turk (1971), Djurasek (1981), dok biostratigrafsku problematiku susjednog Dugotočnog bazena obrađuju Bistričić i Jenko (1978), a stratigrafsko-tektonsku i sedimentološku problematiku Križ i dr. (1982). Velik broj radova o geološkoj građi podmorja sjevernog Jadrana (elaborati i stratigrafski izvještaji) pohranjen je u fondu stručne dokumentacije INA-Naftaplin, čiji su autori uglavnom: Pensa (1970), Rešćec (1969, 1970); te Kalac, Mesić, Stanković, Barbić (1978—1988), izvještaji mikropaleontoloških analiza foraminifera Kalac, Velimirović, Halambek i dr. (1976—1988), te izvještaji vapnenačkog nanoplanktona Bajraktarević (1986—1988).

#### BIOSTRATIGRAFIJA

Brojnost i raznovrsnost nađenih foraminifera bili su dobra osnova kako za biostratigrafsku razdiobu i zoniranje tako i za paleoekološka zaključivanja. Relativno malobrojna istraživanja vapnenačkog nanoplanktona pokazala su se kao vrlo dobra nadopuna istraživanjima uz foraminifere i to pretežno sedimentata gornjopliocenske odnosno većim dijelom donjopleistocenske starosti.

Pretpostavljamo da će ovaj rad doprinijeti poznavanju biostratigrafije šireg prostora Mediterana, gdje se zadnjih godina u okviru međunarodnih istraživačkih projekata koriste rezultati dubokih bušotina za biostratigrafsko izučavanje, te korelaciju i zoniranje na bazi planktonskih foraminifera, unutar Mediterana i drugih mora i oceana. Takvi opsežni radovi su: Thunell (1979), Violanti i dr. (1987b) koji istražuju nekoliko Mediteranskih lokaliteta (lokalitet 125 u Jonskom, 132 u Tirenskom bazenu) i daju biostratigrafsku zonaciju Mediterana na osnovu planktonskih foraminifera. Također su značajni i radovi drugih autora: Bizon & Bizon (1972), Cita (1976), Cita & Ryan (1972), Cita i dr. (1973), koji obrađuju podatke dubokih bušotina, te ogroman broj ranijih radova koji se temelje na površinskim izdancima cirkummediteranskog područja, gdje je utvrđeno i nekoliko neogenskih stratotipova. Tu se posebno ističu talijanski paleontolozi i stratigrafi: Selli (1967), Dondi & Papetti (1968), Cita (1968), Colalongo (1968), Sprovieri & dr. (1980), a od novijih radova Iaccarino (1985) i Nilson (1983), te Violanti, Bonfiglio i Sacca (1987a). Obzirom da su i u našim sedimentima planktonske foraminifere zastupljene također u velikom postotku izvršena je korelacija s rezultatima tih istraživanja (Sl. 3). Dio biostratigrafskog zoniranja na bazi bentičkih foraminifera koje su načinili talijani (Agip, 1982) primijenjeno je ovom prilikom uz neznatna odstupanja i na naslage našeg podmorja.





## PLIOCEN

Pliocenske naslage sastoje se uglavnom od maslinastosivih i sivih, te plavičastih lapora s proslojcima laporovitih siltita, rjeđe sadrže interkalacije pješčenjaka. Leže transgresivno na starijim neogenskim i paleogenskim sedimentima ili na karbonatnoj mezozojskoj (turon-kreda) podlozi. Kompletniji kontinuirani razvoj pliocena prisutan je u bušotinama na krajnjem jugozapadnom dijelu istraživanog prostora Istarske platforme (Sl. 1 i Sl. 2, profili A-A' i C-C') i u istočnom dijelu Padskog i Venecijanskog bazena uz zapadni rub Istarske platforme (Sl. 1 i Sl. 2, profil B-B') pa sve do linije razgraničenja s Italijom.

Ukupna debljina ovih naslaga na istraživanom prostoru iznosi otprilike 120 m s vidljivom tendencijom povećanja prema zapadu, a smanjenja prema istoku gdje taloženje nakon transgresije počinje srednjim ili gornjim pliocenom, a u nekim bušotinama i pleistocenom ili tijekom pleistocena. Iz biostratigrafskih nalaza, te usporedbe naslaga pliocena u nekoicini bušotina sjeverozapadnog (jugoistočni dio Venecijanskog bazena) i istočnog dijela istraživanog prostora, zapaža se nedostatak gornjeg pliocena i dijela donjeg pleistocena što upućuje na oživljavanje tektonike, te okopnjavanje u toku taloženja pliocena, a što je analogno sa zbivanjima u Italiji. Naslage pliocena pripadaju uglavnom rubnim dijelovima većeg i otvorenog bazena čija je mezozojska podloga bila zahvaćena rasjedanjem.

## DONJI PLIOCEN

Donji pliocen je razvijen u facijesu sivih do maslinastozelenkastih lapora, mjestimice siltoznih ili pjeskovitih s debljinom naslaga od 10—45 metara. Odlikuje se brojnim prisustvom bentičkih i planktonskih foraminifera od kojih posljednje dominiraju u dubljim i otvorenim bazenima krajnjeg jugozapadnog i zapadnog dijela istraživanog prostora. Od planktonskih foraminifera najbrojnije su zastupljene razne vrste roda *Globigerinoides*: *G. trilobus* Reuss, *G. elongatus* (d'Orb.), *G. obliquus* Bolli, *G. sacculifer* Brady, te *Orbulina div. sp.*, *Globigerina bulloides* (d'Orb.), *G. apertura* Cushman, dok u znatno manjem broju, ili pojedinačno dolaze *Globigerina decoraperta* Tacayanagy & Saito, *Globorotalia punctulata* Deshayes, *G. bononiensis* Dondi i *G. margaritae* Bolli & Bermudez, *Sphaeroidinellopsis div. sp.*, *S. subdehiscens* Blow. Od bentičkih vrsta značajnih za stratifikaciju naslaga u asocijaciji najbrojnije su: *Lenticulina div. sp.*, *L. vortex* Fichtel & Moll, *L. cultrata* Montfort, *L. rotulata* (Lamarck), *Marginulina div. sp.*, od kojih je najčešće prisutna *Marginulina costata* Batsch, te *Uvigerina rutila* Cushman & Todd, *Martinotiella communis* (d'Orb.), *Planularia div. sp.*, *Bulimina div. sp.* i *Bolivina div. sp.* Karakteristične foraminifere za prepoznavanje ovih naslaga date su u tablama VI i VII.

U sjeverozapadnom dijelu bazena, kao i u njegovim rubnim dijelovima, donji pliocen se sastoji od svjetlosivih, svjetlosmeđih i zelenkastih lapora s pretežno bentičkom mikrofaunom, gdje u asocijaciji s malobrojnim planktonskim foraminiferama dolaze brojne bentičke vrste *Cibicides div. sp.*, *Uvigerina rutila* Cushman & Todd, *Martinotiella com-*

*munis* (d'Orb.), *Planularia ex. gr. auris* (Defrance), *Nodosaria div. sp.*, *Marginulina div. sp.*, *Siphonina div. sp.* i dr.

Na osnovi navedene mikrofaune izdvojene su planktonske zone: zona *Globorotalia margaritae* i zona *Sphaelodinellopsis*, te dio zone *Globorotalia puncticulata*, koju u novije vrijeme sve više stavljaju kao prelaznu zonu između donjeg i gornjeg pliocena, (Iaccarino, 1983), tj. između zona *Globorotalia margaritae* i *G. crassaformis* odnosno *G. aemiliana*, što odgovara našim naslagama. Na bazi bentičkih foraminifera izdvojene su: zona *Uvigerina rutila* i subzone *Marginulina div. sp.* i *Lenticulina div. sp.* (Sl. 3).

#### SREDNJI PLIOCEN

Brojna bentička i planktonska fosilna zajednica prisutna je i u naslagama srednjeg pliocena. U profilima s potpunijim kontinuiranim razvojem pliocena uočava se kako litološka jednoličnost naslaga donjeg i srednjeg pliocena, tako i kontinuitet življenja velikog broja bentičkih i planktonskih foraminifera iz donjeg u srednji pliocen. Naslage srednjeg pliocena, čija debljina iznosi od 25—80 metara, dokazane su skoro na svim mjestima gdje i naslage donjeg pliocena u jugozapadnom, zapadnom i krajnjem sjeverozapadnom dijelu istraživanog prostora. Prema istoku (Istarskom kopnu) i sjeveroistoku gdje dolaze transgresivno na starijim neogenskim ili mezozojskim naslagama, zauzimaju veća prostranstva od donjopliocenskih naslaga. Litološki su predstavljene laporima s rijetkim proslojcima laporovitih glina i siltova, te pijeska.

U prisutnoj asocijaciji od planktonskih foraminifera najbrojnije su zastupljene *Globigerina bulloides* d'Orb., *Globorotalia crassaformis* Galloway & Wissler, te *Globigerinoides div. sp.* i *Orbulina div. sp.*, koje se nastavljaju iz donjeg pliocena, dok su manje zastupljene *Globigerina decoraperta* i *G. apertura*, te vrlo rijetko *Globorotalia aemiliana* Colalongo & Saito i *G. scitula* (Brady). Od bentičkih vrsta dolaze *Anomalina helicina* Costa, *A. semipunctata* (Bailey), *Cibicides div. sp.*, *Bulimina marginata* d'Orb., *B. inflata* Seguenza, *Bolivina catanensis* Seguenza, *B. antiqua* d'Orb., te različite vrste roda *Gyroidina div. sp.*, *Planulina div. sp.* i nekih aglutiniranih foraminifera. Često prisustvo vrste *Globorotalia crassaformis*, te rijetko prisustvo *G. aemiliana* upućuje na zaključak, da te naslage odgovaraju planktonskoj zoni *Globorotalia crassaformis* i odgovarajućoj bentičkoj zoni *Anomalina helicina* (Tabla VI, Sl. 3).

Nađena planktonska zajednica donjeg i srednjeg pliocena s mješavinom suptropskih i umjerenih planktonskih vrsta upućuje na zaključak o umjerenj klimi, a bentička zajednica na dublji otvoreni neritik (šelf).

#### GORNJI PLIOCEN

Na srednjepliocenske naslage najčešće se kontinuirano nastavljaju sedimenti gornjeg pliocena čija debljina iznosi otprilike 50 m, a litološki su predstavljeni zelenkastosivim i plavičastim laporima, mjestimice s proslojcima siltoznog žućkastog pijeska ili siltita. Osim litološkog, prisutan je i faunistički kontinuitet kod većeg dijela bentičkih formi. Mikro-

RANSPONKARTA KTE RISTICE RISHFORAMINIFERA

BIOSTRATIGRAFSKE ZONE  
BIOSTRATIGRAPHY ZONES

PLANKTONSKE FORAMINIFERE  
PLANKTONIC FORAMINIFERA

BENTICKE FORAMINIFERE  
BENTHONIC FORAMINIFERA

DUBINA (m)  
DEPTH (m)

PERIOD

EPOHA  
EPOCH

JADRAN

MEDITERAN

OVAJ RAD  
THIS VOLUME

PLANKTONIC ZONES

BENTONIC ZONES

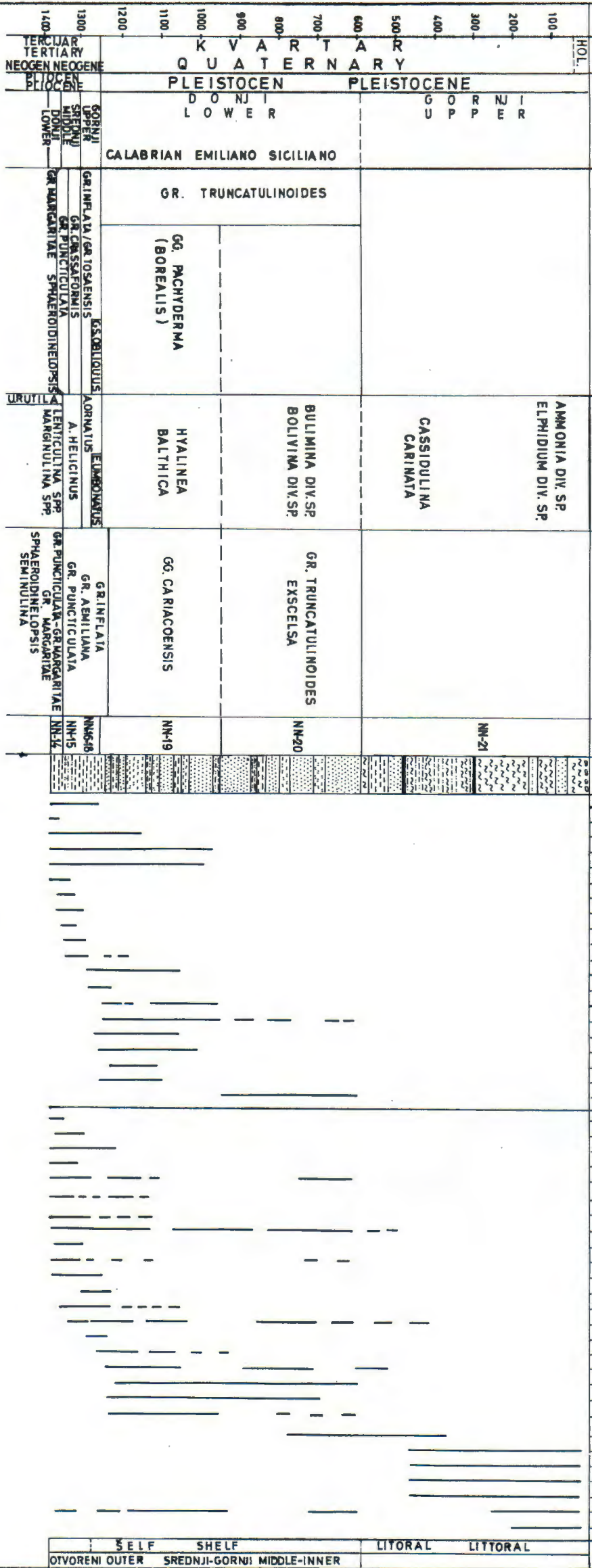
IACCARINO  
(1983)

MARTINI (1971)

LITOŠKI STUP  
LITHOLOGICAL COLUMN

GLOBIGERINOIDES OBLIQUUS OBLIQUUS  
SPHAEROIDINELOPSIS SEMINULINA  
GLOBIGERINOIDES TRILOBUS  
GLOBIGERINOIDES ELONGATUS  
GLOBIGERINOIDES CONGLOBATUS  
GLOBOROTALIA MARGARITAE  
GLOBOROTALIA PUNCTICULATA  
GLOBIGERINA DECORAPERTA  
GLOBOROTALIA BONONIENSIS  
GLOBOROTALIA AEMILIANA  
GLOBOROTALIA CRASSAFORMIS  
GLOBOROTALIA INFLATA  
GLOBOROTALIA TOSAENSIS  
GLOBOROTALIA TRUNCATULINOIDES  
GLOBIGERINA BOREALIS (PACHYDERMA)  
GLOBIGERINA QUINQUELOBA  
GLOBIGERINA CARIACOENSIS  
GLOBIGERINOIDES TENELLUS  
GLOBOROTALIA DUTERTREI  
GLOBOROTALIA TRUNCATULINOIDES EXCELSA

UVIGERINA RUTILA  
ANOMALINOIDES HELICINUS  
SIPHONINA DIV. SP.  
SIPHONODOSARIA ADOLPHINA  
MARTINOTIELLA COMMUNIS  
LENTICULINA ROTULATA  
LENTICULINA DIV. SP.  
BULIMINA DIV. SP.  
MARGINULINA COSTATA  
NODOSARIA DIV. SP.  
KARRERIELA BRADY  
ANOMALINOIDES ORNATUS  
SPIROPLECTAMMINA WRIGHTI  
GIBICIDES PSEUDOUNGERIANUS  
EPONIDES UMBONATUS STELLATUS  
HETEROLEPA FLORIDANA  
PLANULINA ARIMINENSIS  
ANGULOGERINA ANGULOSA  
BULIMINA MARGINATA  
HYALINEA BALTHICA  
CASSIDULINA DIV. SP.  
AMMONIA BECCARI  
ELPHIDIUM CRISPUM  
ELPHIDIUM DECIPIENS  
NONION GRANDSUM  
ŠKOLJKICE, PUŽEVI  
BRYOZOA



- LEGENDA  
LEGEND
- PIJESAK SAND
  - GLINA CLAY
  - LAPOR MARL
  - SILT
  - SILTOZNI LAPOR SILTY MARL-MARLY SILT
  - UGLIEN COAL

- U=UVIGERINA A=ANOMALINA E=EPONIDES GR.=GLOBOROTALIA GS.=GLOBIGERINOIDES GG.=GLOBIGERINA

SL.3 BIOSTRATIGRAFSKE ZONACIJE  
FIG.3 BIOSTRATIGRAPHICAL ZONATIONS

SREDINE TALOZENJA  
SEDIMENTARY ENVIRONMENT

fosilna zajednica, osobito planktonska, pokazuje znatno osiromašenje u odnosu na maslage donjeg i srednjeg pliocena. Primjećuje se nestanak pojedinih dominantnih planktonskih vrsta iz starijeg pliocena i pojavljivanje novih. Nema više one brojnosti globigerinoidesa, niti globorotalija. Globigerine su zastupljene katkada vrstom *G. quinqueloba* Natland, *G. apertura* Cushman, i *G. bulloides* d'Orb., a od globorotalija brojnije su prisutne: *G. inflata* (d'Orb.), dok je *G. tosaensis* Tacyangi & Saito dosta rijetko prisutna, a *G. crassaformis* i *G. puncticulata* nestaju. Od bentičkih formi relativno dosta su zastupljeni: *Cibicides boueanus* d'Orb., *C. lobatus* (Walker & Jacob), *Planulina ariminensis* (d'Orb.), *Gyroidinoides longispira* (Tedeschie & Zammminensis) (d'Orb.), *Gyroidinoides longispira* (Tedeschie & Zanmti), *Anomalinoides ornatus* Costa, *Oridorsalis umbonatus* var. *stellatus* (Silvestri), *Pullenia bulloides* d'Orb., *Pullenia quinqueloba* (Reuss), *Hoeglundina elegans* (d'Orb.), *Sphaeroidina bulloides* (d'Orb.), *Bolivina div. sp.*

Karakteristične vrste planktonskih foraminifera koje ne prelaze granicu gornjeg pliocena su: *Globigerinoides obliquus* Bolli, čije zadnje pojavljivanje istaknuti istraživač mediterana (Thunell, 1979), vezuje za granicu pliocen-pleistocen. *Globorotalia inflata*, po kojoj je zbog korelativnosti imenovana zona, je češće prisutna u istoimenoj zoni od *G. tosaensis*, ali nije izraziti dominirajući fosil te zone i ne nestaje s gornjim pliocenom. Što se vrste *Globorotalia tosaensis* tiče, čini se, da iako je u ovom prostoru rjeđe zastupljena od prethodnih oblika, ima veće stratigrafsko značenje od njih. Naime, u centralnom dijelu istraživanog prostora na zapadnom dijelu Istarske platforme u jezgri od 6 m u trećem i četvrtom metru našli smo cijeli niz oblika vrste: *Globorotalia tosaensis* Tacyangi & Saito iz gornjeg pliocena preko prelaznih oblika vrste *G. tosaensis tenuitheca* Blow također iz kasnog pliocena, te oblika iz najranijeg pleistocena (prema Lamb & Beard), sretanih u stratotipu Le Castela u Italiji (u Stainforth i dr., 1957) do prvih oblika *Globorotalia truncatulinoides pachyteca* Blow, (Table IV i V). Obzirom na navedenu faunu i zaključak koji su dali Rio & all. (1984) da prva pojava *Globorotalia truncatulinoides* znači bazu pleistocena u Mediteranu, proizlazi da smo na našem lokalitetu našli granicu pliocensko-pleistocenskog slijeda maslaga. Proučavanjem faune jezgrovanih intervala krovinskog horizonta opisane jezgre, uočava se, da su u mikrofosilnoj asocijaciji brojno prisutne razne vrste globigerinoidesa: *Globigerinoides ruber* (d'Orb.), *G. gomitulus* (Sequenza), *G. globobatus* (Brady), i dr. *Globorotalia inflata* (d'Orb.), *Cibicides div. sp.* *C. kulenbergi* (Parker), *C. ungerianus* (d'Orb.), *C. pseudoungerianus* (Cushman), te *Anomalinoides ornatus* Costa, dok se *Hyalinea balthica* (Schroeter) još nije pojavila, a *Globorotalia pachyderma* (Ehrenberg) je samo pojedinačno prisutna.

U podini navedene jezgre prisutni su također brojni *Cibicides div. sp.*, rijetke globigerine i vrsta *Globorotalia inflata* (d'Orb.), a pojavljuju se *Melonis pompiloides* (Fichtel & Moll), *Sphaeroidinellopsis cf. seminulina* (Schwager) i *Hoeglundina elegans* (d'Orb.), *Anomalinoides ornatus* Costa. — dakle gornjo pliocenske forme.



Sudeći po odnosu suptropskih i hladnih planktonskih vrsta, gdje je hladnih znatno više, paleoekološki uvjeti su se u odnosu na prethodne naslage izmijenili prema hladnijim. Vjerojatno je to rezultat paleoklimatskog zahlađenja krajem pliocena, a u vezi s tim opće regresije (koja je vjerojatno još uvjetovana tektonskim zbivanjima, koja su poznata krajem pliocena na prostoru Italije i Mediterana. Otuda u nekim bušotinama sjeverozapadnog i istočnog dijela tretiranog prostora zapažen je, istina teško prepoznatljiv nedostatak dijela ili cijeli gornji pliocen, te dio najdonjeg pleistocena. U središnjem dijelu istraživanog prostora (Sl. 1) (južni dio Venecijanskog bazena) nađeno je mnoštvo vapnenačkog nanoplanktona, od kojeg je veći dio pretaložen iz paleogenskih i miocenских naslaga kao npr.: *Cyclococcolithus formosus* K a m p t n e r, *Discoaster mohleri* B u k r y & P e r c i v a l, *Discoaster cf. deflandrei* B r a m l e t t e & R i e d e l, *Coronocyclus nitescens* (K a m p t n e r), zatim *Discoaster cf. musicus* S t r a d n e r, *Discoaster kugleri* M a r t i n i & B r a m l e t t e. Također je konstatiran priličan broj pliocenskih oblika kao što je vrsta *Reticulofenestra pseudoumbilica* (G a r t n e r) koja je inače repurna za zonu NN 15 (M a r t i n i, 1971). U pojedinim preparatima nađeni su i kremični nanofosili kao npr. fragmenti dijatomeja, od kojih su prepoznatljivi *Coscinodiscus sp.*, *Thalassionema cf. nitzschoides* G r u n o v, zatim silikoflagelat *Corbisema sp.*, kao i ostaci nanospikula spongija. Interesantno je da mlađi oblici vapnenačkog nanoplanktona nisu nađeni, što s obzirom na relativno manji broj analiza ne isključuje eventualno postojanje mogućeg donjeg pleistocena.

## PLEISTOCEN

Poznato je da su pleistocenske naslage na prostoru Jadranskog mora općenito transgresivne.

Susjedni Dugotočki bazen (Bistričić i Jenko, 1978) već početkom gornjeg pliocena prestaje samostalno egzistirati, a do kraja pleistocena Jadransko more djeluje opet kao jedinstveni sedimentacijski bazen i dobiva konture koje ima danas. Naslage pleistocena istraživanog prostora dolaze kontinuirano na gornjopliocenske sedimente na jugozapadnom, zapadnom, te centralnom dijelu istraživanog prostora (Sl. 1, Sl. 2, profili A-A', B-B' i C-C'), dok se prema istoku, sjeveroistoku i sjeverozapadu zapaža stratigrafska praznina i njihov transgresivni odnos. Rezultati toga su znatno manje debljine u odnosu na zapadni, jugozapadni i eventualno središnji dio istraživanog prostora. Debljine im variraju od 500—1100 m.

## DONJI PLEISTOCEN

Za vrijeme donjeg pleistocena marinska transgresija zauzima ogromne prostore, te u različitim vremenskim intervalima more prekriva cijeli istraživani prostor. Kako je transgresija s juga i zapada napredovala prema istoku, a vjerojatno i prema sjeveroistoku, tako su i debljine naslaga znatno veće na zapadnom i jugozapadnom dijelu ovog prostora. Također je velika redukcija ovih naslaga u krajnjem sjeverozapadnom dijelu navedenog prostora zbog paleoreljefa podloge, vjerojatno uvjeto-

vane-mlađom tektonskom aktivnošću. Sedimenti donjeg pleistocena sastoje se od siltova, te laporovitih glina do glinovitih lapora s interkalacijama siltita i pijeska do slabovezanih pješčenjaka. Debljina tih naslaga iznosi približno 660 m.

Na osnovi bogate planktonske zajednice koju čine *Globigerinoides div. sp.*, *Globigerina bulloides* d'Orb., *Globigerina apertura* Cushman, brojno prisustvo vrste *Globorotalia pachyderma* (Ehrenberg), te rjeđe prisutna vrsta *G. truncatulinoides* (d'Orb), bilo je moguće izdvojiti: zonu *Globorotalia truncatulinoides* i subzone *G. pachyderma* (borealis). Adekvatne zone na bazi bentosa su zone *Hyalinea balthica*, *Bulimina div. sp* i *Bolivina div. sp.* (Sl. 3).

Granicu između pliocena i pleistocena u našim prostorima mora se uvijek tražiti u uskoj zoni prelaza vrste *Globorotalia tosaensis* u *G. truncatulinoides* ili u nedostatku ove dvije vrste na mjestu između prestanka pojavljivanja vrste *Globigerinoides obliquus* i početka naglog porasta vrste *Globorotalia pachyderma*, te brojno prisutnih vrsta *Globigerina dutertrei* i *G. quinqueloba*, kao i bentičke forme *Hyalinea balthica*, što odgovara granici na stratotipu Santa Maria di Catanzaro u Kalabriji, u Italiji. S ekološkog gledišta bentička zajednica foraminifera upućuje na odlaganje u okolišu šelfa. Značajno je prisustvo različitih vrsta roda *Bulimina*, *Angulogerina*, *Uvigerina*, *Bolivina* i *Cibicides*. Suptropske forme su nešto brojnije u gornjem dijelu subzone *Globorotalia pachyderma* dok u bazalnom dijelu prevladavaju predstavnici hladnijih do umjerenih uvjeta.

U sjevernom dijelu istraživanog prostora (Sl. 1) (sjeverni dio Venecijanskog bazena) nalazi vapnenačkog nanoplanktona su prilično loše sačuvani. Nalazimo relativno mnogo pretaloženih alohtonih oblika i to najčešće iz paleogena kao npr.: *Discoaster gemmeus* Stradner, *Cyclococcolithus formosus* Kamptner i dr., te oblike šireg vertikalnog raspona kao: *Braarudosphaera bigelowi* (Gran & Braarud) Deflandre, *Cyclococcolithus leptoporus* (Murray & Blackman) Kamptner, *Pontosphaera sp.*, *Coccolithus pelagicus* (Wallich) Schiller, zatim pliocenski oblik *Reticulofenestra pseudoumbilica* (Gartner) Gartner. Nalazi vrlo sitnih oblika *Pseudoemiliana lacunosa* (Kamptner) Gartner, *Gephyrocapsa sp.*, *Calcidiscus cf. machintyreii* (Bukry & Bramlette) Loeblich & Tappan, upućuju na donjopleistocensku starost sedimenata (NN 19) (Martini, 1971). Rijetko se nađe i po koja bodlja silikoflagelata.

Nešto južnije od gore navedenog prostora (sjeverni dio Padskog bazena) u sivim laporima nalazimo također dosta alohtonog vapnenačkog nanoplanktona i to diskoastere kao npr. *Discoaster salisburgensis* Stradner zatim nešto mlađe miocenske i oblike šireg raspona: *Discoaster variabilis* (Martini & Bramlette), *Catinaster sp.*, *Calcidiscus leptoporus* (Murray & Blackmann) Kamptner, *C. macintyreii* (Bukry & Bramlette) Loeblich & Tappan, *Coccolithus pelagicus* (Wallich) Schiller, *Sphenolithus abies* Deflandre, te mlađi oblici: *Reticulofenestra pseudoumbilica* (Gartner) Gartner, *Sphenolithus cf. neoabies* Bukry & Bramlette, *Discoaster brouweri* Tam Sin Hok, te *Pseudoemiliana lacunosa* (Kamptner) Gartner, što upućuje na raspon NN 18-NN 19 (Martini, 1971).

U južnom dijelu istraživanih područja (Sl. 1) tj. jugozapadnom dijelu Istarske platforme u uzorcima glinovitih lapora konstatirani su slijedeći oblici vapnenačkog nanoplanktona: priličan broj roda *Helicosphaera*: *H. carteri* (Wallich) Kamptner, *H. cf. hyalina* Gaarder, zatim *Discoaster cf. adamanteus* Bramlette & Wilcoxon, *Cyclicargolithus floridanus* (Roth & Hay) Bukry, *Sphaenolithus abies* Deflandre, *Sphaenolithus neoabies* Bukry & Bramlette, *Reticulofenestra pseudoumbilica* (Gartner) Gartner, *Calcidiscus macintyreii* (Bukry & Bramlette) Loeblich & Tappan, *Scyphosphaera sp.*, *Coccolithus pelagicus* (Wallich) Schiller, te pleistocenske forme *Pseudoemiliana lacunosa* (Kamptner) Gartner i *Gephyrocapsa oceanica* Kamptner. Na temelju navedenog, može se pretpostaviti raspon starosti tih sedimenata zone NN 19 (Martini, 1971).

U sivim laporima vrlo često sa sitnim fragmentima lamelibranhijata (još nešto jugozapadnije od prethodnog opisa) nalazimo, premda rijetko, pretaložene paleogenske oblike vapnenačkog nanoplanktona kao npr. *Cyclococcolithus formosus* Kamptner, *Discoaster mohleri* Bukry & Percival i dr. Također ima pretaloženih miocenskih oblika kao što su: *Sphenolithus heteromorphus* Deflandre, *Lithostromation perdurum* Deflandre, *Discoaster variabilis* Martini & Bramlette, *Discoaster adamanteus* Bramlette & Wilcoxon, *Catinaster sp.*, *Sphenolithus neoabies* Bukry & Bramlette, *Braarudosphaera bigelowi* (Gran & Braarud) Deflandre, te još mlađi oblici *Discoaster asymmetricus* Gartner, *Discoaster surculus* Martini & Bramlette, *Discoaster broweri* Tan Sin Hok, *Coccolithus pelagicus* (Wallich) Schiller, *Reticulofenestra pseudoumbilica* (Gartner) Gartner, zatim *Ceratholithus tricorniculatus* Gartner, *G. telesmus* Norris, *Umbilicosphaera cf. sibogae* Gaarder, *Syracosphaera pulchra* Lohmann, *S. cf. histrica* Kamptner, *Pontosphaera cf. indoceanica* Čepelk, *Scyphosphaera cf. globulata* Bukry & Percival, *Scyphosphaera sp.*, kao i *Pseudoemiliana lacunosa* (Kamptner) Gartner i *Gephyrocapsa oceanica* Kamptner. Također su konstatirani i fragmenti dijatomeja, nanospikule spongijske (kalcispongijske i silicispongijske), te fragmenti stijenki foraminifera *Discorbis sp.* Na temelju iznesenog možemo govoriti o donjopleistocenskoj starosti tih sedimenata.

Nešto južnije od prethodnog opisa u bjelkastosivim — sivozelenkastim laporima (koji puta su proslojcima bitumena) osim alohtonih paleogenih oblika kao što su: *Discoaster salisburgensis* Stradner, *D. deflandrei* Bramlette & Riedel, *D. cf. tristellifer* Bukry, *D. cf. bellus* Bukry & Percival, *Sphenolithus cf. radians* Deflandre i drugi, nalazimo još slijedeće forme vapnenačkog nanoplanktona: *Coccolithus pelagicus* (Wallich) Schiller, *Braarudosphaera bigelowi* (Gran & Braarud) Deflandre, *Cyclicargolithus floridanus* (Roth & Hay) Bukry, *Helicosphaera kamptneri* Hay & Mohler, *Pontosphaera multipora* (Kamptner) Roth, *Calcidiscus macintyreii* (Bukry & Bramlette) Loeblich & Tappan, *Discoaster variabilis* Martini & Bramlette, zatim *Sphenolithus abies*, Deflandre, *S. neoabies* Bukry & Bramlette, *Discoas-*

*ter asymmetricus* Gartner, *Reticulofenestra pseudoumbilica* (Gartner) Gartner, *Syracosphaera pulchra* Lohmann, te *Pseudoemiliana lacunosa* (Kamptner) Gartner, *Gephyrocapsa oceanica* Kamptner i *Pontosphaera cf. indoceanica* Čepek. Također su konstatirane i klijetke nanoforaminičera iz podreda *Rotaliina* (Pantić & Bajraktarević, 1988).

Iz svega navedenog može se reći, da se radi o sedimentima donjopleistocenske starosti.

#### GORNJI PLEISTOCEN

Sedimenti gornjeg pleistocena utvrđeni su u svim bušotinama istraživog prostora. Naslage zona *Cassidulina carinata*, *Elphidium div. sp.* i *Ammonia div. sp.* (sl. 3), utvrđene su u svim bušotinama istraživog prostora. Taj dio naslaga obzirom da ne sadrži vremenski tipičnu (provodnu) faunu, izdvojili smo kao gornji pleistocen na bazi superpozicije naslaga i usporedbe s nanoplanktonskim zonama. U podini navedenog dijela naslaga utvrđeni su sedimenti zone *Globorotalia truncatulinoides*, koju brojni istraživači mediterana stavljaju u donji pleistocen (Cita, 1968, Bizou & Bizou, 1972 i 1979, Stainforth & al., 1975, Iaccarino, 1985, Violanti & al., 1987 a,b i dr.). Violanti & al. (1987 b), na bazi detaljnih analiza foraminifera, nanoplanktona i izotopa, uzoraka jezgre PC-19, te njihovom usporedbom, došli su do zaključka, da foraminiferska zona *Globorotalia truncatulinoides* odgovara nanoplanktonskoj zoni NN19 i NN 20 (*Pseudoemiliana lacuona* i *Gephyrocapsa oceanica*, Martini 1971). Uočili su također da mikrofosilna zajednica s brojnim prisustvom *Cassidulina div. sp.*, *Ammonia div. sp.*, *Miliolidae div. sp.* i dr. odgovara nanoplanktonskoj zoni NN 21 i gornjem pleistocenu. Navedeno su potvrdili analizom izotopa kisika.

Litološki sastav u globalu je jednoličan. Predstavljen je u donjem dijelu pjeskovito laporovitim glinama i glinama, a samo su prisutni proslojci pijeska i silta. U nižem dijelu te jedinice češći su pijesci, siltovi i gline. Debljine tih naslaga iznose 450—700 m. Granica između donjeg i gornjeg pleistocena je dobro uočljiva i nalazi se na mjestu osiromašenja foraminifera dominirajućih u donjem pleistocenu. Vrste koje prelaze u gornji pleistocen su predstavljene sitnim miliolidama, malobrojnim buliminama i brizalinama, dok je prisustvo planktonskih foraminifera u odnosu na donji pleistocen neznatno.

Karakteristična je brojna pojava vrste *Cassidulina neocarinata* Silvestri, koja ovdje dolazi u velikom broju u jednom horizontu koji se može pratiti u svim bušotinama, pa može dobro poslužiti kao reporni horizont. Značajne promjene u sastavu zajednice su se zbile nakon relativno siromašnog intervala, pa dolazi do punog procvata velikih bentičkih foraminifera, koje su odlični indikatori izmijenjenih uvjeta taloženja. Najbrojnije su: *Ammonia beccarii* (Linne), *Elphidium crispum* Linne, *E. decipiens* (Costa), *Nonion granosum* (d'Orb.), te brojne miliolide, *Quinqueloculina agglutians* d'Orb. (Tabla I). Osim ovih, veliki postotak fosilne zajednice čine različite školjke, puževi, te ostaci ježinaca, briozoa i riba u najgornjim dijelovima tih naslaga. Vršni dio naslaga vjerojatno pripada holocenu, no granica nije utvrđena.

Obzirom na navedeno, čini se, da su izmijenjeni paleoekološki uvjeti poslije donjeg pleistocena uzrokovali vrlo uočljivu faunističku promjenu. U donjem dijelu osiromašenju faune su vjerojatno doprinijeli paleoklimatski uvjeti glacijacije, dok je punjenje bazena i oplićavanje u gornjoj zoni pogodovalo bujanju bentičkih fosila indikatora litorala.

#### ZAKLJUČAK

Sedimenti pliocena i pleistocena transgresivno naliježu na stariju miocensku i paleogensku, te mezozojsku (titon, alb i dijelove gornje krede) podlogu.

Transgresija koja je najprije zahvatila zapadni i jugozapadni dio istraživanog područja polagano je napredovala prema istoku, ostavljajući za sobom relativno tanki kompleks sedimenata od donjeg do gornjeg pliocena s vidljivom tendencijom isklinjavanja prema istoku, a također i prema sjeverozapadnom otočnom kopnu. Znatno veće su debljine naslaga kvartara osobito u jugozapadnom i zapadnom dijelu istraživanog područja, dok se njihova debljina prema Istarskom kopnu, a osobito prema sjeverozapadu, znatno smanjuje. Naslage istraživanog prostora svojim najvećim dijelom pripadaju rubnim dijelovima većeg sedimentacijskog bazena, čije se prisustvo osjeća u bušotinama krajnjeg jugozapadnog i zapadnog dijela istraživanog prostora, uz rub Istarske platforme (Sl. 1).

Biostratigrafskim istraživanjem naslaga iz bušotina dokazano je prisustvo pliocenskih i pleistocenskih sedimenata u kontinuiranom slijedu. U sjeverozapadnom i istočnom dijelu istraživanog prostora dolazi do hijatusa za vrijeme gornjem pliocena i donjeg kalabrijana.

Donjopliocenska starost sedimenata dokazana je zajednicom brojnih planktonskih i bentičkih foraminifera. Od planktonskih foraminifera to su: *Globorotalia margaritae*, *G. puncticulata*, *Globigerinoides div. sp.*, *Globigerina bulloides*, *G. decoraperta*, *Orbulina div. sp.*, *Sphaeroidinellopsis div. sp.* i dr., na bazi kojih su izdvojene planktonske zone: zona *Globorotalia margaritae* i subzona *Sphaeroidinellopsis*, te dio zone *Globorotalia puncticulata*. Na temelju nalaza bentičkih foraminifera: *Uvigerina rutila*, *Martinotiella communis*, *Karrieriella gaudryoides*, *Clavulina rudis*, *Lenticulina div. sp.*, *Marginulina div. sp.* i *Bulimina div. sp.*, izdvojene su bentičke zone: zona *Uvigerina rutila* i *Marginulina div. sp.*

Srednje pliocenska starost laporovitih naslaga dokazana je prisustvom također brojne bentičke i planktonske foraminiferne zajednice u kojoj uz tipične forme: *Globorotalia crassaformis*, *G. aemiliana*, *Globigerina decoraperta*, *Anomalina helicina* dolaze forme koje su egzistirale i u donjem pliocenu *Globorotalia puncticulata* koja je ovdje brojnije prisutna, zatim brojni globigerinoidesi, lentikuline i dr. Na osnovu navedene faune izdvojene su zone na bazi planktonskih foraminifera: zona *Globorotalia crassaformis* i zona *G. puncticulata*, a odgovaraju bentičkoj zoni *Anomalina helicina* (Sl. 3).

Navedene zajednice donjeg i srednjeg pliocena u paleoekološkom smislu upućuju na umjerenu klimu i taloženje u dubljem i otvorenom šelfu.

Gornjopliocenske laporovite naslage se odlikuju osiromašenjem faune u odnosu na srednje i donjopliocenske sedimente. Pojavom vrste *Globorotalia tosaensis* i *G. inflata* koja je brojnija i češće zastupljena u zajed-

nici, označena je donja granica gornjeg pliocena, a nestankom vrste *Globigerinoides obliquus*, te pojavom prelaznih oblika *Globorotalia tosaensis* — *truncatulinoides*, gornja granica. Navedenim planktonskim formama određene su biostratigrafske zone: *Globorotalia inflata*/*G. tosaensis* te subzona *Globigerinoides obliquus*. Od bentičkih vrsta bitne su vrste *Epi-stomina elegans*, *Oridorsalis umbonatus* var. *stelatus* i *Anomalinoides ornatus*, na bazi kojih su izdvojene bentičke zone: zona *Anomalinoides ornatus* i subzona *Oridorsalis umbonatus* var. *stelatus*. Sudeći po nalazu većeg broja hladnih planktonskih vrsta naspram suptropskim, paleoekološki uvjeti su se izmijenili na hladnije u odnosu na prethodni interval. Litološki i faunistički sadržaj pliocenskih naslaga ukazuju na okoliš sedimentacije otvorenog do srednjeg šelfa.

Donji pleistocen je dokumentiran pojavom planktonske forme *Globorotalia truncatulinoides* uz brojno prisustvo osobito vrste *Globorotalia pachyderma*, *G. dutertrei* i *Globigerina quinqueloba* te bentičke forme *Hyalinea balthica*. Na bazi nađene zajednice izdvojene su zone *Globorotalia truncatulinoides* i subzona *G. pachyderma* te bentičke zone: zona *Hyalinea balthica* i zona *Bulimina div. sp.* i *Bolivina div. sp.*

Gornjopleistocenska zajednica: *Ammonia beccari*, *Elphidium crispum*, *Cassidulina carrinata* i Miliolidae je dobar indikator uvjeta taloženja u litoralu.

Što se vapnenačkog nanoplanktona tiče, dokazani su oblici karakteristični za donjopleistocenske sedimente s tipičnim oblicima kao što su *Pseudoemiliania lacunosa*, *Discoaster brouweri*, *Gephyrocapsa oceanica*, *Pontosphaera cf. indoceanica* i druge. Osobito je karakteristično, da je kod većine nalaza vapnenačkog nanoplanktona dokazan priličan broj alohtonih oblika iz paleogena, miocena i pliocena.

Primljeno: 20. 12. 1988.

#### LITERATURA

- Agip (1982): Foraminiferi padani (Terciario e Quaternario). Atlante Iconografico e distribuzione stratigrafica. AGIP S.P.A. 2 ediz., 52 str., Milano.
- Bistričić, A. Jenko, K. (1978): Doprinos poznavanju biostratigrafskih odnosa mlađeg paleogena, neogena i kvartara Dugootočkog bazena. 10. jub. kongr. geol. Jugosl., 1, 25—39, Sarajevo.
- Bizon, G. & Bizon, J. J. (1972): Atlas des principaux foraminifères planctonique du bassin méditerranéen oligocène à quaternaire. Edit. Technique, 315 str., Paris.
- Cita, M. B. (1968): Report of the Working Group Micropaleontology. Comm. Médit. Neog. Stratigr. Proc. 4 Session, *Giornale di Geol.* 2/35, fasc. 2, 1—22, Bologna.
- Cita, M. B. (1976): Planctonic foraminiferal biostratigraphy of Mediterranean Neogene. In: Y. Takayanagi & Saito (Editors): Progress in Micropaleontology. Micropaleontology Press, 47—68, New York.
- Cita, M. B. & Ryan, W. B. F. (1972): The Pliocene Record in deepsea Mediterranean sediments, Time-scale and general synthesis. Initial Reports DSDP, v. 13, pt. 2, Washington.
- Cita, M. B., Ciampo, G., Ferone, E., Moncharmont Zei, M., Scorzello, R. Taddei Ruggiero, E. (1973): Il Quaternario del Tirreno abissale. Interpretazione stratigrafica e paleoclimatica del pozzo DSDO 132. *Rev. Espan. Micropaleont.*, 6/2, 257—326, Napoli.

- Colalongo, M. L. (1968): Cenozone a foraminiferi e ostracodi nel pliocene e basso pleistocene della serie del Santerno e dell' Appennino romagnolo. *Com. Mediterr. Neogen. Strat.*, IV Sess. *Giorn. geol.*, (2), 35/3, 29—61, Bologna.
- Djurasek, N., Frank, G., Jenko, K., Kužina, A. & Tončić-Gregl, R. (1981): Prilog poznavanju naftno-geoloških odnosa u SZ dijelu Jadranskog podmorja. *Zbornik radova znan. savj. za naftu, JAZU, A*, 8, 201—213, Zagreb.
- Dondi, L. & Papetti, J. (1968): Biostratigraphical zones of Po Valley Pliocene. *Giorn. Geol.* (2), 35/3, 63—98, Bologna.
- Iaccarino, S. (1985): Mediterranean Miocene and Pliocene planctic foraminifera. U: Bolli, J. H., Saunders, J. B. Perch-Nielsen, K. (Edits.): *Plankton Stratigraphy*. Cambridge Univ. Press., 283—314, Cambridge.
- Križ, J., Kalac, K., Tončić-Gregl, R., Bauer, V., Velimirović, Z. & Magdalenić, Z. (1982): Stratigrafsko-tektonski odnosi i sedimentološke karakteristike pliocenskih i kvartarnih naslaga dijela podmorja sjevernog Jadrana. 10. jub. kongr. geol. Jugosl., 1, 25—42, Budva.
- Martini, E. (1971): Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. U: Farinacci, A. (Edit.): *Proceedings II Planktonic Conference*, Roma (1970), 739—785, Roma.
- Nilsson, O. T. (1983): The pleistocene, Geology and Life in the Quaternary ice age. F. Enke, 650 str., Stuttgart.
- Pantić, N. & Bajraktarević, Z. (1988): »Nannoforaminifera« in palynological preparations and smear-slides from mesozoic and tertiary deposits in Central and southeast Europe. *Rev. Paléobiol.*, Vol. spec. 2, BENTHOS '86, 953—959, Genève.
- Postuma, J. A. (1971): *Manual of planktonic foraminifera*, str. VI + 417, Elsevier, Amsterdam.
- Rio, D., Sprovieri, R., Di Stefano, E. & Raffi, I. (1984): *Globorotalia truncatulinoides* (d'Orbigny) in the Mediterranean Upper Pliocene record. *Micropaleontology*, 30, 121—137, New York.
- Selli, R. (1967): The pliocene-pleistocene boundary in Italian marine sections and its relationship to continental stratigraphies. *Progress in Oceanography*, 4, 67—86, Oxford.
- Sprovieri, R., Ruggieri, G. & Unti, M. (1980): *Globorotalia truncatulinoides excelsa* n. sub. sp., foraminifera planctonico Guida per il Pleistocene inferiore. *Boll. Soc. Geol. Ital.*, 99, 3—11, Roma.
- Stainforth, R. M., Lamb, J. L., Luterbacher, H. P., Beard, J. H. & Jeffords, R. M. (1975): Cenozoic planktonic foraminiferal zonation and characteristics of index forms Appendix, Article 62, The Univ. Kansas Lawrence, 13—162E, Kansas.
- Thunell R. (1979): Pliocene-Pleistocene paleotemperature and paleosalinity history of the Mediterranean sea: results from DSDD SITES 125 and 132. *Marine Micropaleont.* 4, 173—179, Elsevier, Amsterdam.
- Turk, M. (1971): Građa trećijarnog bazena u sjeveroistočnom dijelu Jadranskog mora. *Nafta*, 22/4—5, 275—282, Zagreb.
- Violanti, D., Bonfigliio, L. & Sacca, D. (1987a): Foraminiferi pleistocenici e interpretazioni paleoambientali in un affioramento della Sicilia nord-orientale (Rometta, Messina). *Riv. Ital. Paleont. Strat.*, 93/2, 251—286, Milano.
- Violanti, D., Parisi, E. & Erba, E. (1987b): Fluttuazioni climatiche durante il Quaternario nel Mar Tirreno, Mediterraneo occidentale (carota PC-19 BAN 80). *Riv. Ital. Paleont. Strat.*, 92/4, 515—570, Milano.
- Neobjavljeni radovi (elaborati i izvještaji): (Fond stručne dokumentacije, INA-Naftaplin, Zagreb)
- Bajraktarević, Z. (1986—1988): Izvještaji o nanopaleontološkim istraživanjima bušotina podmorja Jadrana. Fond. str. dok. INA-Naftaplin, Zagreb.
- Kalac, K. (1988): Biostratigrafska istraživanja pliocenskih i kvartarnih naslaga podmorja sjevernog Jadrana, sl. 3, tabl. VII. Fond. str. dok. INA-Naftaplin, Zagreb.

- Kalac, K., Mesić, I., Stanković, D., Barbić, Z. (1978—1988): Stratigrafski izvještaji bušotina podmorja sjever. Jadrana. Fond str. dokum. INA-Naftaplin, Zagreb.
- Pensa, J. (1970): Biostratigrafske zone pliocena i pleistocena doline rijeke Po, Fond. str. dok. INA-Naftaplin, Zagreb.
- Reščec, T. (1969): Geološki prikaz nekih profila tercijsara i kvartara u Perijadranskom pojasu Italije, Fond. str. dok. INA-Naftaplin, Zagreb.
- Reščec, T. (1970): Stratigrafski prikaz sedimenata neogena i kvartara u Sjevernim Apeninima, Zagreb, 1969, Fond str. dok. INA-Naftaplin, Zagreb.

### Biostratigraphic research of Pliocene and Pleistocene sediments in the submarine realm of Northern Adriatic

K. Kalac & Z. Bajraktarević

Pliocene and Pleistocene beds overlie to the late Miocene and Paleogene, as well as Mesozoic (Tithonian, Albian and upper Cretaceous).

Transgression that has first occurred in the west and south-west of the explored area develops slowly towards east, leaving to upper Pliocene with visible tendency of overlie towards east, as well as towards north-west continental area. The Quaternary beds are substantially thicker especially in the south-west and west part of the explored area, while its thickness considerably diminishes towards Istrian mainland and especially towards north-west. The beds of the explored area mostly belong to the marginal parts of the bigger and with sediments fuller basin, and their presence is found in the wells of the outermost south-west and west part of the explored area, along the Istrian platform (Fig. 1).

The biostratigraphic interpretation of well beds has proved the continuous presence of Pliocene and Pleistocene sediments. In the north-west part during the upper Pliocene and lower Calabrian there is a hiatus.

The age of the lower Pliocene sediments has been proved by the association of numerous planktonic, and benthic foraminifera (*Globorotalia margaritae*, *G. puncticulata*, *Globigerinoides* div. sp., *Globigerina bulloides*, *G. decoraperta*, *Globigerinoides* div. sp., *Orbulina* div. sp., *Sphaeroidinellopsis* div. sp. and other as well as *Uvigerina rutina*, *Martinotiella communis*, *Karreriella gaudryoides*, *Clavulina ruidis*, *Lenticulina* div. sp. and *Bulimina* div. sp. on the basis of which the plankton zones *Globorotalia margaritae* and subzone *Sphaeroidinellopsis* and partly the zone *G. puncticulata* which corresponds to benthic zones *Uvigerina rutina* and *Marginulina* div. sp.

Middle Pliocene age of marly beds has been indicated by the presence of numerous benthic and planktonic foraminifera association where in additions to typical forms: *Globorotalia crassaformis*, *Globigerina decoraperta*, *G. aemiliana*, *Anomalina helicina* are also found forms that have existed also in the lower Miocene *G. puncticulata*, numerous *Globigerinoides*, *Lenticulina* and other.

On the basis of the listed fauna the zones on the basis of planktons have been separated — zone *G. crassaformis* and part of zone *G. puncticulata* and they correspond to the benthic zone *Anomalina helicina* (Fig. 3).

The stated associations of lower and middle Pliocene in terms of paleoecology indicate moderate climate and deposition in deeper and open neritic (shelf) environment.

Upper Pliocene marly beds in comparison to middle and lower Pliocene sediments are characterized by barren fauna. The occurrence of *G. tosaensis* and *G. inflata* which is more numerous and more often represented in the association, marks the lower boundary of upper Pliocene, while the disappearance of *G. obliquus* and occurrence of transitional forms of *G. tosaensis* — *truncatulinoides* marks the upper boundary. The listed plankton forms mark the following biostratigraphic zones: *G. inflata*/*G. tosaensis*, and the subzone *G. obliquus*. From benthic types the important ones are *Epistomiella elegans*, *Oridorsalis umbonatus* var. *stelatus* and *Anomalinoidea ornatus* on the basis of which the following benthic zones have been distinguished: zone *A. ornatus* and subzone *O. umbonatus* var. *stelatus*. Based



on the findings of larger number of cold plankton types oposed to the subtropic, paleoecological conditions have changed becoming colder in comparison to previous intervals. Littoral and faune environment of Pliocene beds indicates the sediments of the open to medium shelf.

Lower Pleistocene has been documented by the occurrence of plankton type *G. truncatulinoides* with the numerous presence of especially *G. pachyderma* and *G. dutertrei* and *G. quinqueloba* and benthic form *Hyalinea balthica*. On the basis of found associations the following zones have been distinguished: *G. truncatulinoides*, 2. subzones *G. tal. pachyderma* and *G. truncatulinoides excelsa* and benthic zone *Hyalinea balthica* and *Bulimina div. sp.*, *Bolivina div. sp.*

Upper Pleistocene has been documented by association of: *Ammonia beccari*, *Elphidium crispum*, *Cassidulina carrinata* and Miliolidae which is the indicator of deposition in a litoral environment.

In calcareous nannoplakton forms, characteristics for lower Pleistocene sediment like *Pseudoemiliana lacunosa*, *Discoaster brouweri*, *Gephyrocapsa oceanica*, *Pontosphaera cf. indoceanica* and others have been proved. Particularly important is the feat that many alhton forms from Paleogene, Miocene and Pliocene have been proved during all analyses of calcareous nannoplankton.

#### TABLA — PLATE I

1—2 *Ammonia beccarii* (LINNE)

GORNJI PLEISTOCEN — UPPER PLEISTOCENE

3—4 *Elphidium crispum* (LINNE)

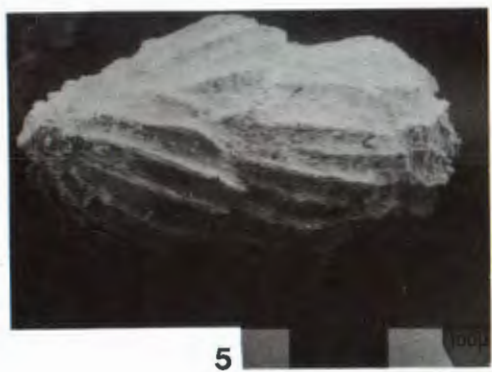
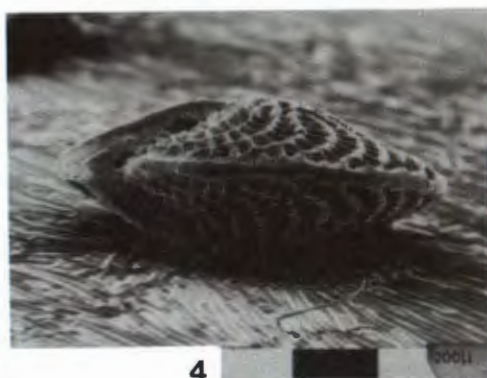
GORNJI PLEISTOCEN — UPPER PLEISTOCENE

5—6 *Uvigerina peregrina* CUSHMAN

DONJI PLEISTOCEN — LOWER PLEISTOCENE

Fotografije su snimljene na SCAN-elektronskom mikroskopu u: CHROMOS — Centar za istraživanje, Zagreb.

Figures were taken on SEM, CHROMOS Co., Research Dept., Zagreb.



1

TABLE — PLATE II

- 1—3 *Globorotalia truncatulinoides* (d'ORB.)  
DONJI PLEISTOCEN — LOWER PLEISTOCENE
- 4—5 *Trifarina angulosa* (WILLIAMSON)  
DONJI PLEISTOCEN — LOWER PLEISTOCENE
- 6 *Globigerina pachyderma* (*borealis*) (EHRENBERG)  
DONJI PLEISTOCEN — LOWER PLEISTOCENE



1



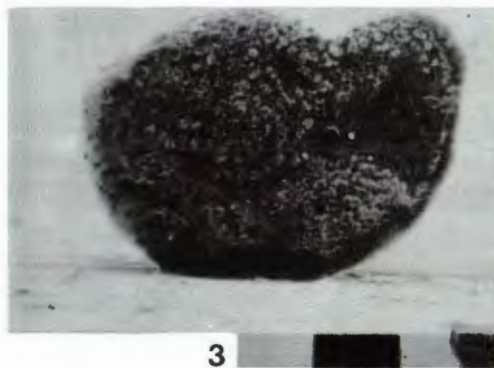
4



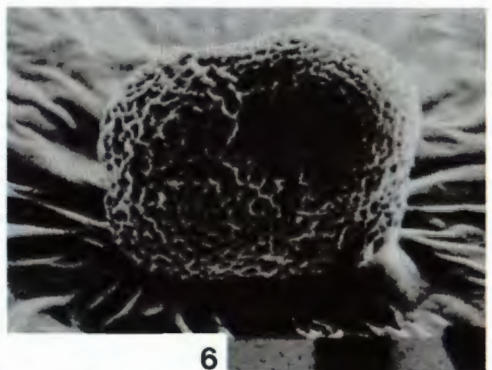
2



5



3



6

TABLA — PLATE III

1—3 *Globorotalia pachyderma* (EHRENBERG)

DONJI PLEISTOCEN — LOWER PLEISTOCENE

4—6 *Hyalinea balthica* (SCHROETER)

DONJI PLEISTOCEN — LOWER PLEISTOCENE

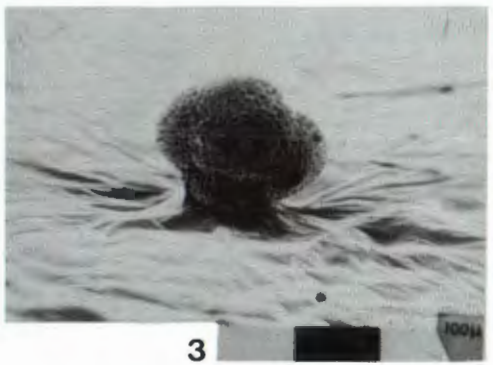
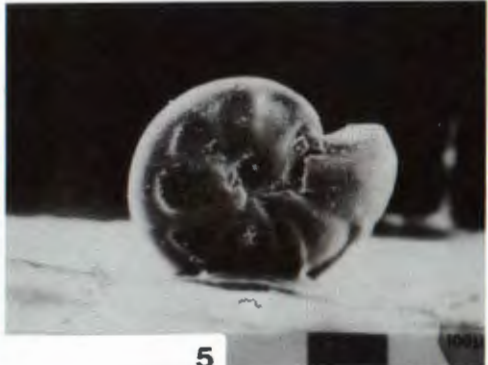
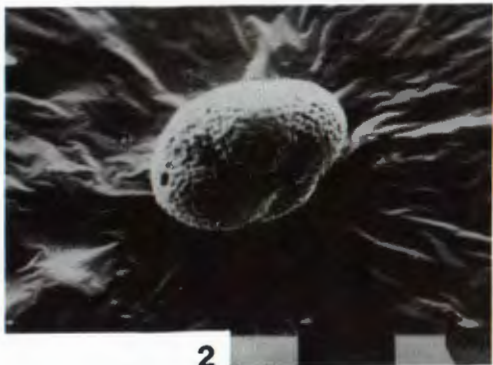
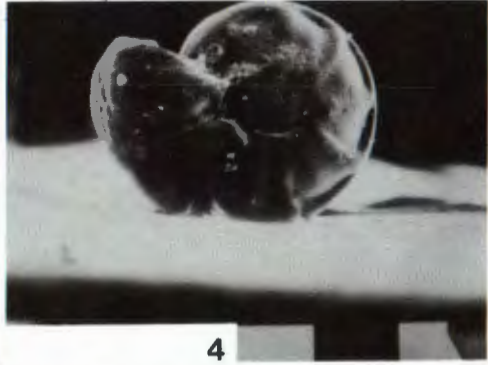
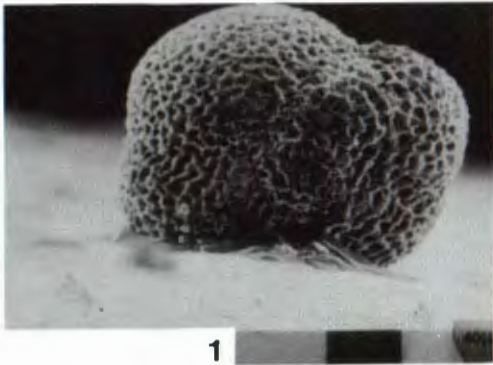


TABLA — PLATE IV

1—2 Globorotalia inflata (d'ORB.)

GORNJI PLIOCEN — UPPER PLIOCENE

3—6 Globigerinoides obliquus BOLLI

GORNJI PLIOCEN — UPPER PLIOCENE

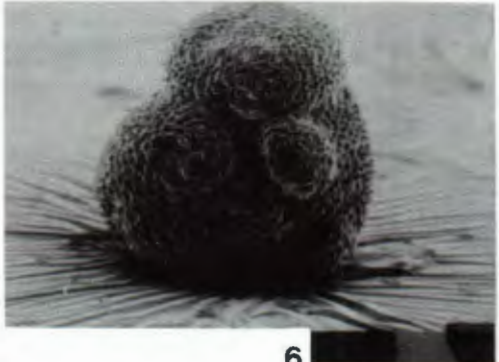
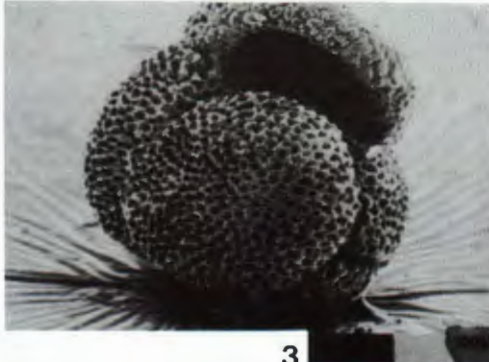
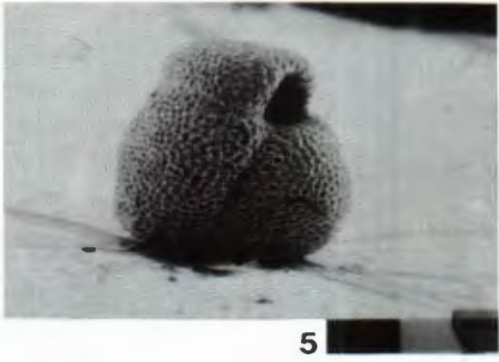
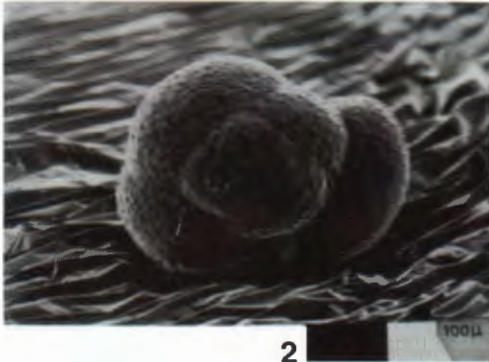
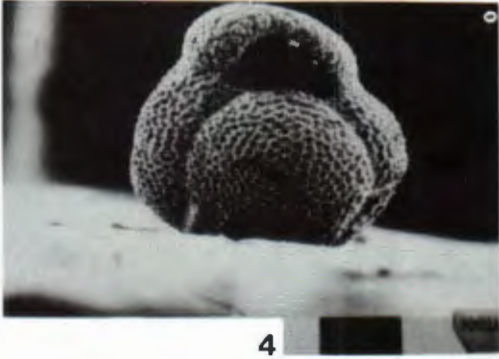
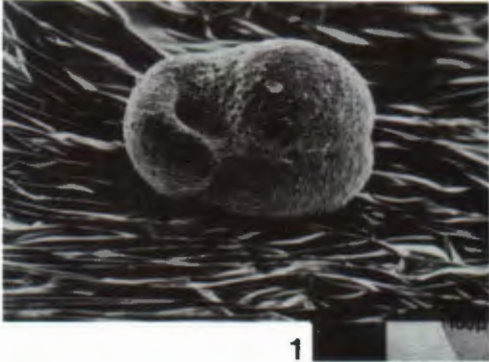


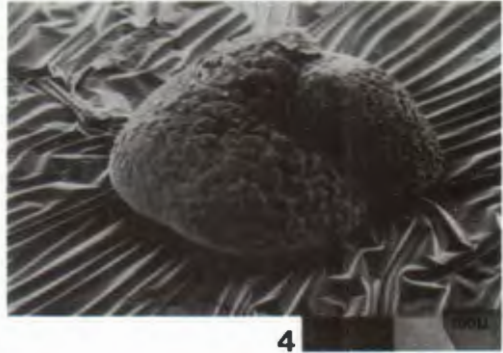


TABLA — PLATE V

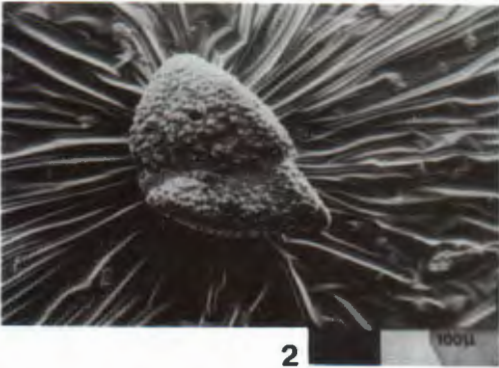
- 1, 6 *Globorotalia tosaensis* TAKAYANAGI & SAITO  
DONJI PLEISTOCEN — LOWER PLEISTOCENE
- 2—3 *Globorotalia tosaensis tenuitheca* BLOW  
GORNJI PLIOCEN — UPPER PLIOCENE
- 4 *Globorotalia tosaensis tosaensis* TAKAYANAGI & SAITO  
GORNJI PLIOCEN — UPPER PLIOCENE
- 5 *Globorotalia tosaensis ?tenuitheca* BLOW  
GORNJI PLIOCEN — UPPER PLIOCENE



1



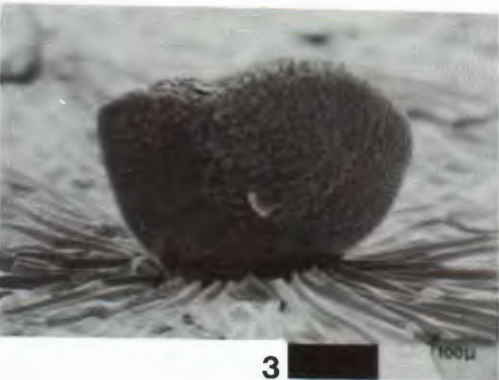
4



2



5



3



6

TABLA — PLATE VI

1—3 *Globorotalia crassaformis* (GALLOWAY & WISSLER)

SREDNJI PLIOCEN — MIDDLE PLIOCENE

4—6 *Globorotalia puncticulata* (DESHAYES)

DONJI DO SREDNJI PLIOCEN — LOWER TO MIDDLE PLIOCENE

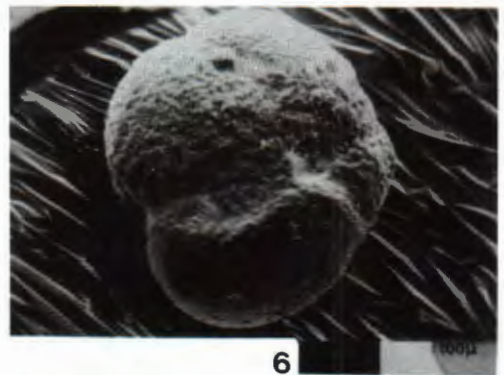
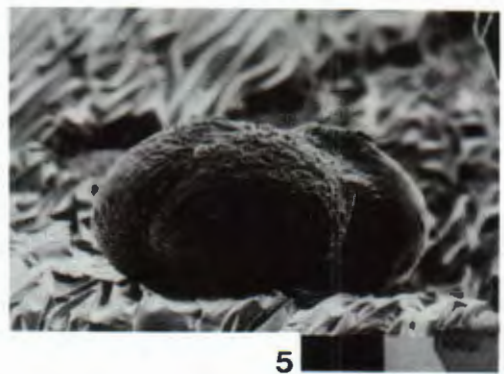
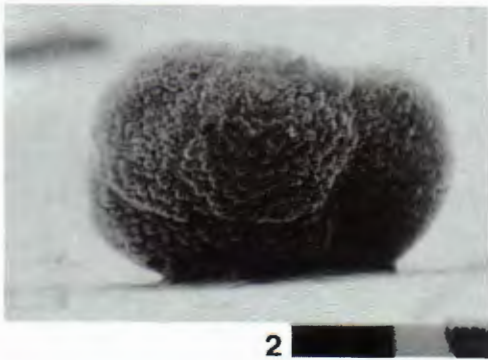
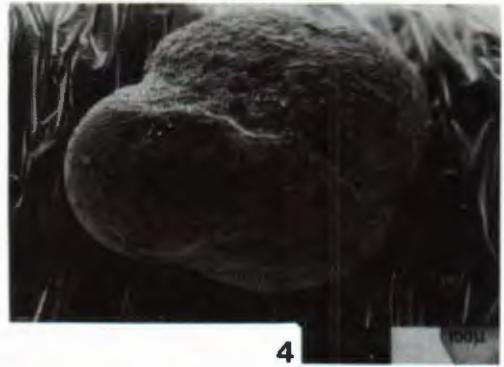


TABLA — PLATE VIII

- 1—3 *Globorotalia margaritae* BOLLI & BERMUDEZ  
DONJI PLIOCEN — LOWER PLIOCENE
- 4—6 *Uvigerina rutila* CUSHMAN & TODD  
DONJI PLIOCEN — LOWER PLIOCENE

