

PAOLA PITTAU DEMELIA (\*) & CECILIA LOI

## STRATIGRAFIA PALINOLOGICA DEI SEDIMENTI OLOCENICI DEL GOLFO DI CAGLIARI (Sardegna) (\*\*)

ABSTRACT: PITTAU DEMELIA P. & LOI C., *Pollen Stratigraphy of Holocene sediments of the Gulf of Cagliari (Sardinia)* (IT ISSN 0084-8948, 1982). A pollen diagram is presented from the continental shelf of the Gulf of Cagliari. Four pollen zones are established, probably covering the period from the Early Holocene Preboreal to late Holocene Subboreal times. The zones show fluctuations among relatively closed vegetations and are delineated by the *Quercus*, *Pinus silvestris*-type, *Alnus*, *Tilia*, *Betulaceae* and *Juglandaceae* fluctuations. The first zone of pollen diagram probably developed under a relatively cool and wet climate that changed in a warmer and humid one, becoming in the upper zone less warm and humid.

RIASSUNTO: PITTAU DEMELIA P. & LOI C., *Stratigrafia palinologica dei sedimenti olocenici del Golfo di Cagliari (Sardegna)* (IT ISSN 0084-8948, 1982). Lo studio palinologico di tre sondaggi effettuati nella piattaforma continentale del Golfo di Cagliari ha permesso di individuare, nei primi 14 m di sedimenti argillosi, quattro zone corrispondenti a fluttuazioni vegetazionali succedentesi nell'Olocene e probabilmente corrispondenti a quattro stadi climatici: Preboreale, Boreale, Atlantico, Subboreale. La prima zona del diagramma è caratterizzata da un'alta percentuale di *Ericaceae* e *Chenopodiaceae* e tra le piante arboree, di *Betulaceae*. Questa vegetazione relativamente chiusa si sviluppò sotto un clima freddo ed umido, mentre le successive oscillazioni climatiche vengono indicate sulla base delle fluttuazioni del *Quercus*, *Tilia*, *Alnus*, delle *Betulaceae* ed *Juglandaceae*.

TERMINI-CHIAVE: Palinologia; Olocene; piattaforma continentale; Sardegna.

### 1. INTRODUZIONE

Sono stati utilizzati per lo studio i campioni prelevati in tre sondaggi effettuati dalla società ICOS nella piattaforma continentale del Golfo di Cagliari per l'ampliamento del Molo di Levante del Porto di Cagliari.

I sondaggi sono allineati in direzione NE-SW a partire dalla testata a mare del Nuovo Molo su una lunghezza di 630 m (fig. 1). La sonda ha incontrato il fondale rispettivamente a 15 m dal livello del mare nel sondaggio più esterno, il n. 1, a 13,80 m nel sondaggio n. 3 ed a 12,50 m nel sondaggio più interno, n. 4.

### 2. STRATIGRAFIA

Il sondaggio n. 1, più esterno, ha perforato 45,50 m di sedimenti.

I primi 25 m sono relativamente omogenei: si tratta di argille e limi argillosi plastici, in genere di colore grigio scuro, contenenti talvolta valve di piccoli lamellibranchi, gasteropodi, filamenti di *Posidonia* e livelli sabbiosi.

Per successivi due metri ha attraversato un banco di ghiaia a grossi ciottoli composti da scisti paleozoici e da marne biancastre.

Infine dalla progressiva 42 fino a 60,50 ha perforato limi marnosi e argilloso-calcarei giallastri contenenti talvolta un'abbondante frazione sabbiosa.

Il sondaggio n. 3 è stato perforato a 390 m di distanza dal precedente, arriva fino alla profondità relativa di 58 m ed inizia da quota -13,80 m sotto il livello il mare.

I sedimenti incontrati sono del tutto simili a quelli descritti nel sondaggio 1; si tratta di limi argillosi grigio scuri, talvolta neri e plastici, di 24,20 m di spessore, contenenti filamenti di *Posidonia*, gusci di lamellibranchi e gasteropodi; sabbie che da fini a medie diventano medie e grossolane per uno spessore di 8 m; sedimenti marnoso-arenacei con noduli calcarei per 12 m.

Il terzo sondaggio studiato, il n. 4, è stato perforato a 195 m dal secondo ed è il più interno. La sonda ha incontrato il fondo marino a 12,50 m di profondità e fino alla progressiva 39,50, ha perforato 27 m di limi argillosi grigio scuri organogeni. Fino alla progressiva 48 ha incontrato sabbie per poi ritrovare, fino alla progressiva 58, marne biancastre contenenti inclusi nodulari calcarei.

Per quanto riguarda la Stratigrafia, i limi argillosi organogeni, essendo ricchi di faune e flore attualmente viventi nella laguna di Cagliari (GANDIN, 1970; 1980; PECORINI & POMESANO, 1969; DI NAPOLI ALLIATA, 1968) si possono attribuire all'Olocene; al Pleistocene superiore sono invece riferibili le ghiaie e le sabbie intermedie, di ambiente fluvio-deltizio riferibile alla colmata tardo-würmiana (SEGRE, 1698; FANUCCI, FIERRO, ULZEGA

(\*) Istituto di Geologia, Via Trentino 51, 09100 Cagliari.

(\*\*) Lavoro eseguito con il contributo ministeriale A4 (P. PITTAU) e con il contratto CNR «Oceanografia e Fondi Marini» dell'Unità Operativa Geologia - Cagliari; direttore della ricerca: A. ULZEGA. Gli autori ringraziano la Società ICOS e il prof. Giuseppe PECORINI che, grazie al suo interessamento, ha permesso di ottenere i campioni dei carotaggi.

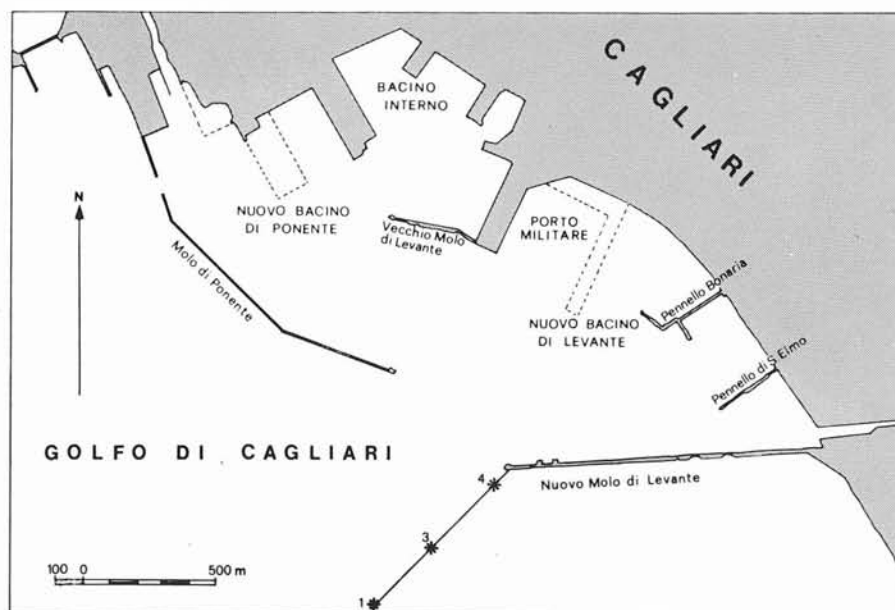


Fig. 1 - Localizzazione dei tre sondaggi oggetto del presente studio.

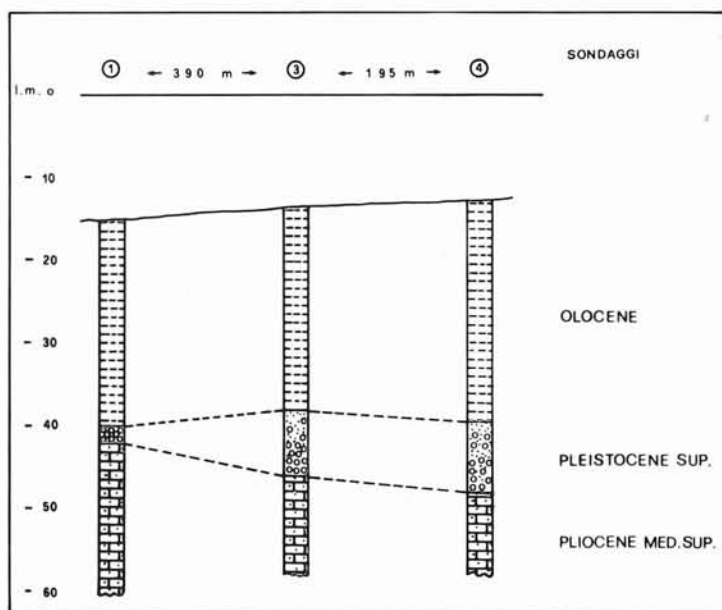


Fig. 2 - Schema stratigrafico dei tre sondaggi. Distanze non in scala.

& alii, 1976), mentre le marne argilloso-arenacee chiare contenenti noduli argilloso-calcarei sono confrontabili con i sedimenti analoghi della « Formazione di Samassi » e riferibili al Pliocene medio-superiore (PECORINI & POME-SANO, 1969).

### 3. MATERIALE E PREPARAZIONI PALINOLOGICHE

Le analisi sono state eseguite su tutti i campioni argillosi: i primi livelli polliniferi sono stati incontrati a 14 m di profondità nel 1° sondaggio, a 9 m nel 3° ed a 11 nel 4°, tutti quindi al di sopra del banco ghiaioso.

Per ogni campione si sono utilizzati 200 g di sedimento e, trattandosi di argille plastiche, si è proceduto con il seguente metodo di trattamento:

- lavaggio del campione dai fanghi del carotaggio con H<sub>2</sub>O distillata;
- dispersione delle argille con H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> al 10 % per 24 ore;
- attacco con HF al 36 %, 500 cc circa, per la dissoluzione dei silicati;
- separazione con ZnBr<sub>2</sub> (d° = 2,25);
- lavaggio con HCl al 10 %;
- montaggio in elvacite (resina).

#### 4. PALINOSTRATIGRAFIA

Le associazioni osservate sono costituite da abbondanti pollini in ottimo stato di conservazione; per la classificazione ci si è fermati nel maggior numero dei casi alla famiglia; quando è stato possibile si è arrivati a determinarne il genere.

Il sondaggio n. 1, essendo il più ricco in livelli palinologici e quindi il più completo, è stato utilizzato come serie di riferimento, mentre gli altri sono stati utilizzati semplicemente per confronto.

Il complesso palinologico è stato distinto sulla base delle distribuzioni verticali delle essenze, in cinque zone contrassegnate dal basso verso l'alto con le lettere A-B-C-D-E; di queste l'ultima viene semplicemente dedotta per sovrapposizione, essendosi rivelata molto povera nel contenuto pollinico.

I pollini e le spore individuati sono stati suddivisi per praticità in essenze appartenenti allo strato arboreo ed in quelle appartenenti allo strato non arboreo, intendendo con queste i vegetali di tipo arbustivo ed erbaceo, ivi comprese le briofite e le felci.

Osservando il diagramma di distribuzione delle frequenze relative, si può notare che vi compaiono i pollini di alcune essenze attualmente assenti nelle associazioni vegetali della Sardegna, quali *Pinus* tipo *silvestris*, *Carpinus*, *Tilia*, *Carya* e *Pterocarya*.

##### POLLINI DELLO STRATO ARBOREO

*Cupressaceae*  
*Pinus halepensis*  
*Pinus* tipo *silvestris*  
*Aquifoliaceae* (*Ilex*)  
*Taxodiaceae* (*Taxodium*)  
*Taxaceae* (*Taxus*)  
*Betulaceae* (*Alnus*, *Corylus*, *Carpinus*)  
*Fagaceae* (*Castanea*, *Quercus*)  
*Juglandaceae* (*Carya*, *Pterocarya*)  
*Tamaricaceae* (*Tamarix*)  
*Tiliaceae* (*Tilia*)  
*Oleaceae* (*Fraxinus*, *Olea*)  
*Salicaceae* (*Salix*)  
*Ulmaceae*

##### POLLINI DELLO STRATO NON ARBOREO

*Polygonaceae*  
*Chenopodiaceae*  
*Amarantaceae*  
*Malvaceae*  
*Anacardiaceae*  
*Umbelliferae*  
*Ericaceae* (cf. *Arbutus*, *Erica*)  
*Compositae* (*Aster*, *Artemisia*, *Crepis*, *Centaurea*)  
*Alismataceae*  
*Cyperaceae*  
*Graminaceae*  
*Bryophyta* - *Ricciaceae*  
*Pteridophyta* - *Lycopodiaceae* tipo reticolato  
- *Lycopodiaceae* tipo foveolato  
*Selaginellaceae*  
*Equisetaceae*  
*Polypodiaceae* (*Polypodium*)

Nell'ambito delle *Fagaceae* si sono individuati pollini di *Castanea* anche se in scarsissima quantità; la loro presenza nel complesso è ritenuta irrilevante rispetto alle percentuali talora massicce con cui si presenta il genere *Quercus*.

Per quanto riguarda quest'ultimo genere sono stati individuati almeno due tipi di pollini: uno del tipo *Q. robur/petraea* ad esina verrucosa provvista di processi a cono di cui fa parte la specie *Q. pubescens*, e l'altro del tipo *Q. ilex/coccifera* indistinguibile al microscopio dal tipo *Q. suber* per avere le ornamentazioni dell'esina similari.

*Q. robur/petraea* è stato trovato nella zona C, e *Q. suber* e *Q. ilex/coccifera* nelle altre zone.

Le zone sono state individuate in base alla distribuzione delle seguenti essenze: *Pinus halepensis*, *Pinus* tipo *silvestris*, *Taxaceae*, *Betulaceae*, *Fagaceae*, *Juglandaceae*, *Salix*, *Ulmus*, *Tamarix*, *Tilia* e *Oleaceae*.

##### — Zona A. - 29 ÷ - 27 m

Viene individuata: dalla presenza di *Pinus* tipo *silvestris* (2,4 %); dalle *Betulaceae* in percentuale relativamente alta (6,7 %) e rappresentate soprattutto da *Carpinus* e *Corylus*; da una percentuale relativamente bassa di *Quercus ilex/coccifera* e *Q. suber*; da una alta percentuale di *Chenopodiaceae* ed *Ericaceae* (41,1 %), dalla presenza di *Selaginellaceae* ed allo stesso tempo dall'assenza di *Salix*, *Ulmus* e *Tilia* con *Alnus* molto scarso.

La presenza di *Pinus* tipo *silvestris* e delle *Betulaceae* in particolare indica un clima ancora relativamente freddo ma umido per la scarsa quantità di *Graminaceae* e *Compositae* trovate.

La zona A, per le caratteristiche vegetazionali e climatiche ad essa legate, viene interpretata come rappresentativa dello stadio Preboreale.

##### — Zona B. - 27 ÷ - 25 m

Si nota: la diminuzione del *Pinus* tipo *silvestris*, la diminuzione sensibile delle *Betulaceae* (da 6,7 % a 1,2 %) e tra queste dei generi *Corylus* e *Carpinus* in particolare; un aumento massiccio di *Quercus* (39,7 %), la comparsa di *Salix*, *Ulmaceae* e *Olea*.

Nello strato non arboreo si osserva una diminuzione di *Ericaceae* e *Chenopodiaceae* e contemporaneamente l'aumento di *Graminaceae* e *Compositae*.

Nelle associazioni sporopolliniche discusse da FRANK (1969) nei sedimenti olocenici del lago di Vico, e da BERTOLDI (1968) sul Postglaciale delle regioni del Garda, il Preboreale è caratterizzato da un clima più secco, dimostrato da un tipo di vegetazione ad alte percentuali di *Artemisia* e *Graminaceae*.

Al passaggio dal Preboreale al Boreale si ha la comparsa in maniera sostanziale del *Quercus*.

Allo spettro pollinico della zona B si associa un clima più caldo del precedente ed ancora umido.

La considerazione del fattore umidità è una questione di carattere regionale ed in Sardegna, per la sua posizione geografica, si possono registrare, nell'ambito di un clima costantemente umido, valori più o meno alti di questo fattore climatico, attraverso per esempio variazioni vegetazionali.

##### — Zona C. - 23 ÷ - 21 m

Osserviamo un aumento di *Taxus* a valori del 4,5 %, la sostituzione di *Corylus* con *Alnus*, la regressione di *Quercus* e la presenza in questa zona di polline del tipo *Q. robur/petraea*; l'impennata delle *Juglandaceae* a valori del 4,6 % e del *Salix* a 10,7 %; la presenza significativa, anche se a bassi valori, di *Tilia* e la persistenza di *Fraxinus* e *Olea* a percentuali leggermente inferiori.

Le oscillazioni osservabili nello strato non arboreo non sembrano particolarmente significative a parte il rafforzamento delle *Graminaceae*, delle felci e delle *Alismataceae* che denotano ambienti umidi.

Comunque la presenza di *Alnus*, di *Carya*, di *Tilia* e *Salix* indicano un clima ancora caldo ma più umido del precedente e, per analogia con gli studi sopra citati, lo stadio Atlantico.

Zona D. - 20 ÷ - 19 m

Si osserva la brusca diminuzione di *Pinus halepensis*, la totale assenza di *Pinus* tipo *silvestris*, la diminuzione delle *Betulaceae*, la scomparsa dallo spettro di *Tilia* ed il contemporaneo aumento notevole di *Quercus* a valori di 34,3 %.

Questi dati fanno pensare all'instaurarsi di un clima caldo ma leggermente più freddo del precedente con caratteri di umidità leggermente inferiori.

Lo stadio individuato è il Subboreale. Alla presenza delle *Equisetaceae*, delle *Selaginellaceae*, delle *Chenopodiaceae* a valori anche relativamente alti, si dà un carattere strettamente paleoambientale.

Pensiamo che questa parte dello spettro rifletta la presenza di ambienti salmastri, palustri, comunque molto umidi nelle vicinanze dell'ambiente di deposizione.

— Zona E. - 17 ÷ - 16 m

Questa parte alta del sondaggio è caratterizzata dalla scarsa produttività di materiale sporopollinico.

Abbiamo ritenuto di poterla ascrivere, data la sua sovrapposizione con la precedente, allo stadio Subatlantico, ma a parte elementi pollinici che denotano l'instaurarsi nell'entroterra di coltivazioni, non si è trovato materiale sufficiente per definire le zone dal punto di vista palinologico.

TABELLA 1

QUADRO RIASSUNTIVO DELL'OLOCENE RELATIVO ALLA SARDEGNA MERIDIONALE RICAVATO DAL DIAGRAMMA POLLINICO DI TRE SONDAGGI EFFETTUATI NEL GOLFO DI CAGLIARI.

stadi	vegetazione	clima	zone
Subboreale	<i>Pinus</i> (l.) <i>Taxus</i> (+) <i>Quercus</i> (v.h.)	meno caldo del precedente con umidità inferiore	D
Atlantico	<i>Taxus</i> (+) <i>Quercus</i> (l.) <i>Alnus</i> (+) <i>Carya</i> , <i>Pterocarya</i> (h.) <i>Graminaceae</i> (+)	caldo, forte umidità	C
Boreale	<i>Pinus silvestris</i> (l.) <i>Quercus</i> (v.h.) <i>Salix</i> , <i>Ulmus</i> (+) <i>Ilex</i> (+) <i>Fraxinus</i> (h.) <i>Erica</i> (l.)	caldo umido	B
Preboreale	<i>Pinus silvestris</i> (+) <i>Betulaceae</i> (h.) <i>Quercus</i> (l.) <i>Chenopodiaceae</i> (h.) <i>Erica</i> (v.h.) <i>Selaginellaceae</i> (+)	relativamente freddo umido	A

(+) = presenza; (l.) = basso contenuto; (h.) = alto contenuto; (v.h.) = contenuto molto alto.

5. CONFRONTO CON ALTRE SERIE STUDIATE

Confrontando il presente studio con i lavori di BERTOLDI, 1968 & FRANK, 1969 rispettivamente sul Postglaciale delle zone del Lago di Garda (Italia Settentrionale) e del Lago di Vico (Italia Centrale), risulta evidente come vi fossero delle differenze climatiche tra le tre zone.

Tali differenze sono riscontrabili da un esame dei tre diagrammi pollinici e dalle diverse associazioni vegetali relative agli stadi individuati.

Notiamo infatti come nel Preboreale dell'Italia Settentrionale si sono riscontrate percentuali di NAP molto alte e specialmente di *Artemisia* e pollini di *Ephedra*; un clima quindi freddo e secco come d'altronde FRANK (1969) ha osservato per l'Italia Centrale con associazioni ad elevate percentuali di *Graminaceae* ed *Artemisia*.

Decisamente meno freddo ma più umido il clima della zona da noi esaminata.

La presenza della quercia, anche se in percentuali basse, a partire dal Preboreale superiore è comune alle tre zone, e rimane una essenza dominante per tutto il Postglaciale (BERTOLDI, 1968).

Lo stadio Boreale della zona del Lago di Garda è caratterizzata dalla repentina salita del genere *Corylus*, genere che è presente in percentuali non molto elevate nell'Italia Centrale insieme a *Fagus* e *Carpinus*. In questa zona si può notare la presenza considerevole di *Alnus* e di *Cyperaceae* per i NAP.

Nei nostri diagrammi ritroviamo invece una diminuzione sensibile delle *Betulaceae*, elevate percentuali di *Quercus* e presenza di *Salix*, *Ulmus* ed *Ilex*.

Notiamo quindi un miglioramento sostanziale di clima nell'Italia Settentrionale, per lo meno in senso termico e per le altre zone un clima ancora caldo e umido.

L'Atlantico per la zona da noi esaminata è rappresentato dall'aumento del *Taxus*, la sostituzione del *Corylus* con *Alnus*, la presenza di *Alismataceae* e felci; un clima ancora caldo ma più umido del Boreale.

Diverse essenze ritroviamo invece nelle altre zone; sono poco definite le associazioni nell'Italia Settentrionale, dove inizia a prendere piede la curva del *Fagus* e compaiono pollini di piante ruderali e di coltivazioni, legati allo sviluppo di insediamenti antropici.

Per l'Italia Centrale, *Corylus*, *Fagus* e *Carpinus* sono le essenze dominanti.

Il clima è ancora caldo e umido per tutte le zone considerate.

Il Subboreale è il periodo del faggio per quanto riguarda l'Italia Settentrionale anche se non raggiunge percentuali elevate, inferiori a volte a quelle del *Carpinus*.

In questa zona la quercia diminuisce; il clima è quindi decisamente più freddo.

Dai diagrammi pollinici relativi al Porto di Cagliari risultano invece percentuali elevate di questo genere fino al 34,4 %: abbiamo quindi un clima non più caldo come nell'Atlantico e con umidità leggermente inferiore.

Gli unici dati relativi all'Olocene della Sardegna sono quelli che provengono dalle argille sovrastanti la panchina tirreniana a Porto Conte (BERTOLANI MARCHETTI, 1964); confrontati con i nostri spettri pollinici possono essere correlati con la zona C ed appartenere molto probabilmente allo stadio Atlantico.

6. CONCLUSIONI

Il ritrovamento, nei tre sondaggi effettuati nel Golfo di Cagliari, di ricche associazioni palinologiche ha permesso di riconoscere nell'Olocene quattro stadi che corrispondono a variazioni nella composizione vegetale in dipendenza di oscillazioni climatiche.

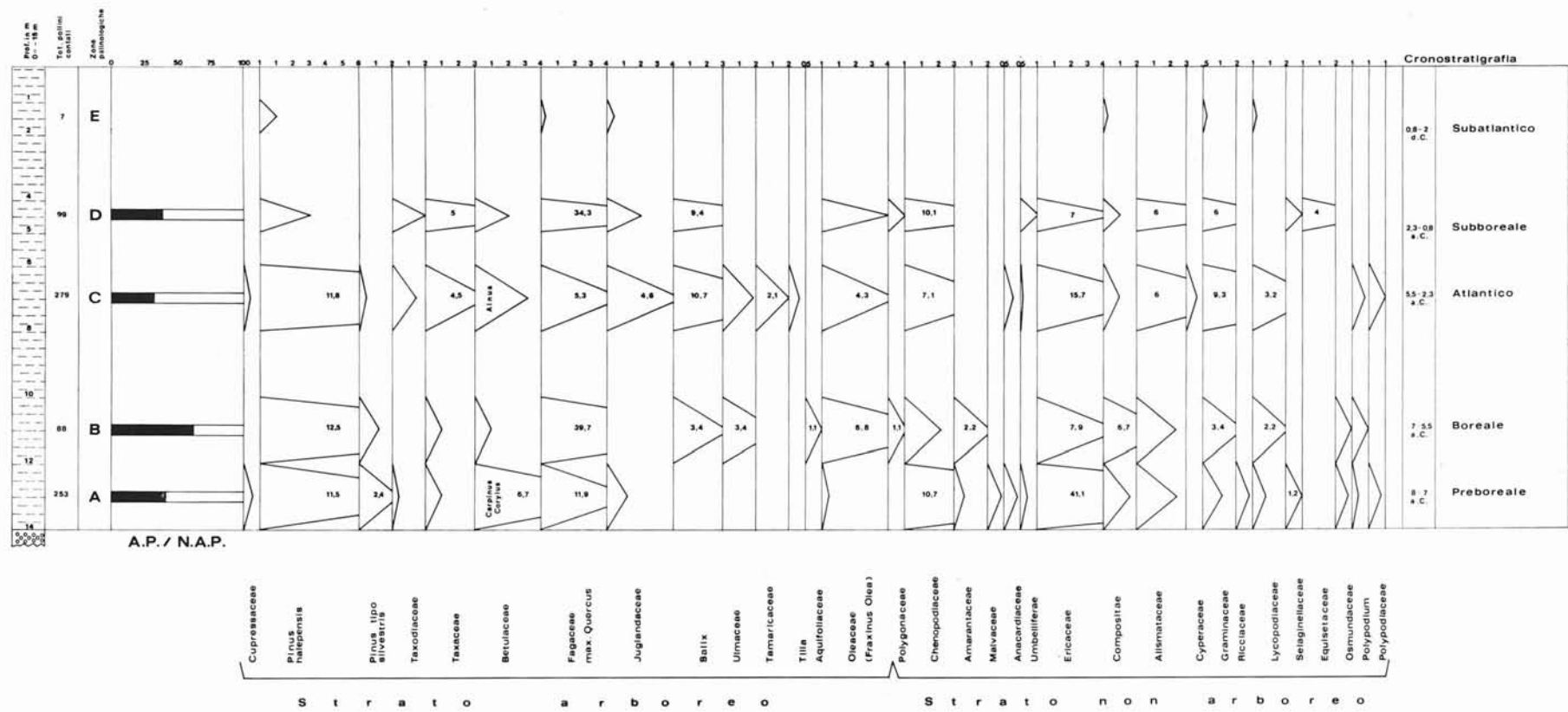


FIG. 3 - Diagramma pollinico dei sedimenti olocenici del Golfo di Cagliari.



I quattro stadi, che corrisponderebbero al Preboreale, Boreale, Atlantico e Subboreale, sono stati desunti dal diagramma pollinico.

È la prima volta che nell'Olocene della Sardegna si rende possibile una Stratigrafia di dettaglio, in un campo in cui scarseggiano dati relativi anche a terreni del restante territorio italiano.

#### BIBLIOGRAFIA

- BERTOLANI MARCHETTI D. (1964) - *Ricerche palinologiche in sedimenti torbosi a Porto Conte presso Alghero (Sardegna)*. Arch. Bot. Biogeogr. It., 40, 214-218.
- BERTOLDI R. (1968) - *Ricerche pollinologiche sullo sviluppo della vegetazione tardiglaciale e postglaciale nella regione del Lago di Garda*. St. Trent. Sc. Nat., ser. B, 45, 87-162.
- BERTOLDI R. (1969) - *Primi risultati palinologici della serie lacustre di Nuraghe Casteddu (Sardegna orientale)*. Ateneo Parmense - Acta Naturalia, 5, 1-4.
- BERTOLDI R. (1977) - *Studio palinologico della serie di Le Castelle (Calabria)*. Rend. Acc. Naz. Lincei, Cl. Sc. Fis. Mat. Nat., ser. 8, 62, 547-555.
- BERTOLDI R. & ANDREOLLI P. G. (1977) - *Analisi pollinologiche del deposito lacustre postglaciale di S. Massenza*. Natura Alpina, 28, 75-81.
- BOTTEMA S. (1974) - *Implications of a pollen diagram from the Adriatic Sea*. Geol. Mij., 53, 401-405.
- DI NAPOLI ALLIATA E. (1967) - *Il Quaternario del Golfo di Cagliari: studio di carote prelevate nella piattaforma continentale*. Quaternaria, 10, 83-93.
- FANUCCI F., FIERRO G., ULZEGA A., GENNESSAUX M., REHAULT J. P. & VIARIS DE LESEGO L. (1976) - *The continental shelf of Sardinia; structure and sedimentary characteristics*. Boll. Soc. Geol. It., 95, 1201-1217.
- FRANK A. M. E. (1969) - *Pollen Stratigraphy of the Lake of Vico (Central Italy)*. Palaeog., Palaeocl., Palaeoc., 6, 67-85.
- GANDIN A. (1970) - *Dati preliminari sulle microfaune di tre sondaggi nel Golfo di Cagliari*. Boll. Soc. Geol. It., 89, 507-512.
- (in corso di stampa) - *Considerazioni ecologiche e stratigrafiche su tre sondaggi nel Golfo di Cagliari*. Giorn. Geol.
- PAOLI P. & CELLAI CIUFFI G. (1973) - *Analisi polliniche di sedimenti lacustri presso Passo Porcareccio (Appennino tosco-romagnolo)*. Webbia, 28, 427-444.
- PECORINI G. & POMESANO CHERCHI A. (1969) - *Ricerche geologiche e litostratigrafiche sul Campidano meridionale*. Mem. Soc. Geol. It., 7, 421-451.
- SEGRE A. G. (1968) - *Linee di riva sommerse e morfologia della piattaforma continentale italiana relative alla trasgressione marina versiliana*. Quaternaria, 2, 1-14.