Vol. VI SERIE QUARTA Supplemento

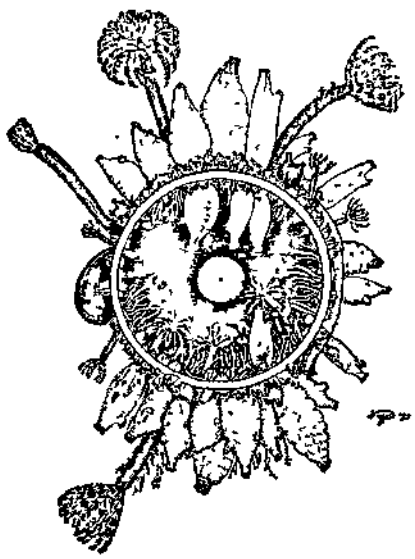
IL NATURALISTA SICILIANO

Organo della Società Siciliana di Scienze Naturali

Contributi del Gruppo Algologia

ATTI DEL 13° CONGRESSO NAZIONALE DELLA SOCIETÀ ITALIANA DI BIOLOGIA MARINA (S.I.B.M.) CEFALÙ (PALERMO) 25 - 29 MAGGIO 1981

FASCICOLO 1°
FITOBIOLOGIA MARINA E POSTERS



Editori:
Giuseppe Giaccone
Silvano Riggio

Pubblicazione finanziata dalla Banca del Popolo di Trapani
in occasione del suo primo centenario
(1883 - 1983)

Pubblicato il 20 Febbraio 1983

TIPOGRAFIA LUXOGRAPH
PALERMO
1982

SOCIETÀ SICILIANA DI SCIENZE NATURALI

Consiglio Direttivo per il triennio 1981-84

Marcello Carapezza (Presidente); Vittorio Emanuele Orlando (Vicepresidente); Bruno Massa (Segretario); Enzo Burgio (Tesoriere); Maria Gabriella di Palma (Bibliotecaria); Giovanna Dia, Salvatore Garofalo, Pietro Mazzola, Michelangelo Rossitto (Consiglieri).

Comitato di Redazione de « Il Naturalista Siciliano »

Giuliano Ruggieri (Direttore Responsabile); Attilio Carapezza (Redattore Capo); Michela Zagra (Segretaria di Redazione); Andrea Di Martino, Marco Leone, Silvano Riggio (Redattori).

Presentazione dei dattiloscritti: al Segretario della Società Siciliana di Scienze Naturali, Bruno Massa, Istituto di Zoologia, via Archirafi 18, 90123 Palermo.

Tipi di manoscritti: IL NATURALISTA SICILIANO *è dedicato alla illustrazione della fauna, della flora e delle produzioni naturali della Sicilia. Sono quindi invitati lavori a carattere sistematico, biogeografico, ecologico ed etologico, inerenti sostanzialmente o parzialmente all'isola e alle regioni circostanti.* Possono pubblicare solo i soci della S.S.S.N. Ogni fascicolo della rivista sarà composto da un massimo di 6 lavori e contenuto entro il limite massimo di 4/16. La quota fissa di stampa (salvo aumenti dei costi tipografici) è stabilita in L. 12.000 a pagina e dà diritto a 100 estratti senza copertina. Il costo dei clichés B/N è a carico della rivista. I lavori di una facciata sono considerati « brevi note » ed inseriti gratuitamente. La quota per copertine cartonate, maggior numero di estratti, clichés a colori, lavori superiori a 16 pp., dovrà essere concordata direttamente con la segreteria.

Vol. VI SERIE QUARTA Supplemento

IL NATURALISTA SICILIANO

Organo della Società Siciliana di Scienze Naturali

Contenuto del fascicolo

Premessa

Contributi del Gruppo Algologia

Mario Cormaci, Anna Duro e Giovanni Furnari — *Considerazioni sugli elementi fitogeografici della flora algale della Sicilia*

Armando Battiato, Francesco Cinelli, Mario Cormaci, Giovanni Furnari e Lucia Mazzella — *Studio preliminare della macroflora epifita della* Posidonia oceanica *(L.) Delile di una prateria di Ischia (Golfo di Napoli)* (Potamogetonaceae, Helobiae)

Paolo Franco, Giorgio Socal e Franco Bianchi — *Fitoplancton nell'Adriatico settentrionale. Crociere 1978*

C. Lenzi Grillini, D. Marino, M. Marzocchi, M. Modigh, M. Montresor, C. Salafia, A. Solazzi e C. Tolomio — *Studio preliminare sul fitoplancton e sulla produzione primaria del porto di Ischia*

Elvio Toselli — *Pori e tricocisti dell'amphiesma di* Protoperidinium diabolus *(Cleve) Balech. Osservazioni preliminari* (Dinophyceae, Peridiniales)

Loredana Rizzi Longo, Giuseppe Giaccone, Manlio Princi e Valentina Tortul — *Variazioni dell'attività metabolica di alghe marine bentoniche in coltura in presenza di liquami industriali*

Laura Talarico e Vera Kosovel — *Osservazioni preliminari sulla risposta dei pigmenti fotosintetici di* Gracilaria verrucosa (*Huds.) Papenfuss all'inquinamento di liquami urbani e industriali* (Gigartinales, Florideophyceae)

Paolo Colombo, Maria Francesca Curdo e Giuseppe Giaccone — *Biologia dello sviluppo di un endemismo mediterraneo del genere* Cystoseira (Phaeophyceae, Fucales): Cystoseira sedoides *C. Agardh*

V. Amico, R. Chillemi, S. Sciuto, C. Tringali, M. Cormaci e G. Furnari — *L'utilizzazione dei dati chimici nella tassonomia algale*

Sebastiano Genovese — *La campagna di immersioni nello stretto di Messina con il motoscafo «Forel» di J. Piccard*

Atti del 13° Congresso della S.I.B.M.

Posters

G. Alabiso, V. Scotto, G. Marcenaro - A. Mazzola, R. Ceccarelli, S. Giliberto - R. Minervini, R. Sequi, F. Barbato - R. Minervini, M. Giannotta - A. Ponticelli « L. Relini Orsi, M. Semeria - L. Relini Orsi, L. Tunesi - M. Wurtz - R. Brunetti, L. Beghi - M. Gherardi, E. Lepore - R. Cattaneo - G. Marano, G. Bello, A. M. Pastorelli, G. Motulese - I. Morselli, M. Mari - G. Piscitelli, L. Scalera-Liaci, C. Blonda - R. Zunarelli Vandini, A. M. Cognetti Varriale - L. Rottini-Sandrini - D. Pessani Rappini - V. Romairone, V. Zoli, S. Geraci - N. Casavola, G. Marano, C. Saracino, L. De Martino, E. Rizzi - M. Cervelli, G. Fava - M. Cormaci, A. Duro, G. Furnari - E. Gaino - M. Sciscioli, E. Lepore, M. Gherardi, L. Scalera-Liaci - R. Zunarelli Vandini - P. M. Bisol, R. Costa - G. Marano, N. Casavola, R. Vaccarella, L. De Martino, V. De Zio, M. Pagano, A. M. Pastorelli, C. Saracino - C. Nasci, G. Campesan, V. U. Fossato - M. Mauri, E. Orlando - A. Quaglia - B. Tacchi, M. Montanari, R. Di Cintio - M. Montanari, R. Di Cintio - C. Costa, G. Ortolani, S. Riggio - A. Lugaro, G. Genchi - A. Lugaro, G. Genchi - P. Lamia, P. Morana, S. Riggio, A. Romeo « S. Riggio - A. Romeo, L. Scordato - A. Romeo, G. Butera, L. Scordato -

PRESENTAZIONE

I congressi scientifici hanno lo scopo di fare circolare in tempi brevi i risultati di ricerche specialistiche tra gli addetti ai lavori. Ma sia coloro che presentano le comunicazioni e ancora più i responsabili dell'organizzazione del congresso si prefiggono di dare ai contenuti esposti una forma qualificata ed una diffusione ampia e capillare.

La Società Italiana di Biologia Marina (S.I.B.M.) tra le condizioni che pone agli organizzatori dei suoi congressi c'è quella dell'impegno finanziario a pubblicare gli Atti.

L'Università di Palermo, tramite gli Istituti di Zoologia e di Botanica della Facoltà di Scienze e nelle persone dei titolari dei corsi ufficiali di Ecologia e di Algologia ha promosso l'organizzazione del 13° Congresso Nazionale S.I.B.M. (Cefalù, 25-28 maggio 1981) ed i professori titolari di questi corsi (Silvano Riggio e Giuseppe Giaccone) si sono assunti anche l'onere di fare da Editori agli Atti.

Già in sede di Congresso gli Editori hanno proposto come sede degli Atti la rivista « Il Naturalista Siciliano », organo ufficiale della Società Siciliana di Scienze Naturali; la proposta è stata accettata dall'Assemblea dei soci.

La lunga vita di questa rivista (fondata nel 1881) e la sua larghissima diffusione in Italia e all'Estero (è inclusa negli scambi ufficiali di istituzioni di altissimo prestigio come la Smithsonian Institution, British Muse um, ecc.) assicura sia la qualificazione scientifica dei lavori (tutti sottoposti al giudizio di revisori specialisti nei settori trattati e del Comitato di Redazione), sia della diffusione dei risultati presentati.

Gli Istituti Universitari non possono coprire con i fondi in dotazione, già molto scarsi, attività così qualificate e vitali per il progresso della Scienza come sono i Congressi e la pubblicazione dei loro Atti.

Gli Organizzatori hanno chiesto ed ottenuto fondi e servizi per l'organizzazione del Congresso ai seguenti Enti:

Contributi

Amministrazione Provinciale di Palermo
Assessorato Regionale ai Beni Culturali
Camera di Commercio di Palermo
Cassa Centrale di Risparmio di Palermo
Ente Provinciale per il Turismo di Palermo
Ente Nazionale Democratico di Azione Sociale e Gruppo Ricercatori ed Operatori Subacquei Palermo (E.N.D.A.S. - G.R.O.SUB)
Presidenza della Regione Siciliana
Università di Palermo

Servizi

Amministrazione Comunale di Cefalù
Azienda Autonoma per il turismo di Cefalù
Federazione Italiana di Pesca Sportiva ed Attività subacquee (F.I.P.S. Sicilia)
Unione Malacologica Italiana (sezione siciliana)

Per la pubblicazione degli Atti si sono in parte utilizzati i fondi di alcuni Enti elencati sopra come contributori, ma il contributo che ha reso possibile la pubblicazione degli Atti è stato quello della Banca del Popolo di Trapani. Questo Istituto di credito, tenuto conto dell' attinenza dei temi congressuali che le funzioni di promozione umana, civile, sociale ed economica che pervengono alle aziende creditizie, ha voluto sponsorizzare l'edizione degli Atti.

Questa iniziativa della Banca del Popolo di Trapani si aggiunge ad altre in campo culturale (Istituzione di premi per monografie scientifiche tra le quali uno che ha come tema l' Acquacultura) intraprese in occasione della celebrazione del suo primo centenario di vita (1883-1983).

Gli Editori al fine di facilitare l'utilizzazione degli Atti, in accordo con il Comitato di Redazione della Rivista, hanno deciso di presentare gli elaborati in tre fascicoli, che costituiscono supplementi al VI volume della rivista.

Il primo fascicolo comprende oltre alla raccolta di contributi presentati in sede congressuale mediante Posters su temi liberi di Biologia Marina, anche una raccolta di argomenti di Biologia Vegetale Marina, che sono stati discussi durante riunioni specialistiche in sede congressuale e

poi approfonditi in un Convegno organizzato dal C.L.E.M. presso la Fondazione « Gli Ulivi » di Massa Lubrense (NA). Gli Editori con questo intendono promuovere e diffondere le ricerche di Biologia Vegetale Marina, che ancora in Italia interessa un numero relativamente scarso di Biologi.

Il secondo fascicolo riporta i temi relativi a: 1) *Ecologia e valorizzazione degli stagni, lagune e saline; 2) Problemi della pesca.*

Il terzo fascicolo tratta gli argomenti relativi a: 1) *Caratteristiche e potenzialità del sistema litorale: metodologia di studio e prospettive per la valorizzazione; 2) Il punto sulle barriere artificiali: problemi e prospettive.*

Gli Editori ringraziano gli organi direttivi della Società Siciliana di Scienze Naturali, ed in particolare la segretaria di Redazione della rivista dr. Michela Zagra per la cordiale comprensione e per la fattiva collaborazione nella pubblicazione di questi Atti.

GLI EDITORI

Prof. GIUSEPPE GIACCONE
docente di Algologia

Prof. SILVANO RIGGIO
docente di Ecologia

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.), 1 1982, pp. 7-14

MARIO CORMACI, ANNA DURO & GIOVANNI FURNARI

CONSIDERAZIONI SUGLI ELEMENTI FITOGEOGRAFICI DELLA FLORA ALGALE DELLA SICILIA

RIASSUNTO

Viene condotto uno studio fitogeografico delle alghe marine bentoniche presenti lungo le coste della Sicilia. Sono stati definiti gli areali delle varie specie sulla base dei più recenti lavori floristici.

La difficoltà di inquadramento di molte specie negli elementi fitogeografici già noti, ha spinto gli AA. a proporne degli altri.

SUMMARY

Phytogeographic considerations on the benthic algal flora of Sicily.

The authors carried out a phytogeographical study of the benthic algal flora of Sicily. This study permitted the definition of the areas of the Sicilian algae on the basis of the most recent floristical studies.

Nevertheless, some difficulties arose regarding the phytogeographical elements so that it was necessary to define some new phytogeographical categories.

Key words: phytogeography - algae - Sicily.

La flora di un territorio sia terrestre che marino è caratterizzata, da un punto di vista corologico, dagli elementi fitogeografici che la compongono. Tali elementi più facilmente individuabili per le piante terrestri, lo sono molto meno per i vegetali marini e soprattutto per le alghe. Per

esse, infatti, sono molto rari i reperti fossili la cui presenza potrebbe dare indicazioni più precise sulla distribuzione delle specie nel passato ed eventuali variazioni dei loro areali.

Si deve a FELDMANN (1937) un primo inquadramento della flora algale mediterranea secondo definiti elementi fitogeografici. Altri schemi di classificazione degli elementi fitogeografici delle alghe marine erano stati già proposti da vari Autori (BOERGESEN, 1908; BOERGESEN & JONSSON, 1908; JONSSON, 1912; HOYT, 1920; SETCHELL, 1926, 1935; OKAMURA, 1932) ed altri sono stati proposti successivamente quali quello di SMITH (1944), CHAPMAN (1946), ERCEGOVIC (19.57), VAN DEN HOEK & DONZE (1967), BOUDOURESQUE (1970). La proliferazione di tali schemi fitogeografici, se da un lato riflette la obiettiva difficoltà dell'inquadramento fitogeografico delle alghe marine, dall'altro risente del sempre maggiore sviluppo delle ricerche floristiche e della loro estensione ad aree scarsamente o affatto studiate in precedenza con conseguente variazione, per molte specie, degli areali per esse già noti.

In tutti gli schemi sin qui proposti, gli elementi fitogeografici — a parte naturalmente quello endemico — appaiono o corrispondenti alle regioni geografiche del globo (BOERGESEN, 1908; HOYT, 1920; SETCHELL, 1926, 1935) o corrispondenti ad un singolo oceano — ad eccezione dell'elemento Indo Pacifico presente negli schemi di OKAMURA (1932), FELDMANN (1937) e CHAPMAN (1946) — o a determinate aree di un solo oceano, come ad esempio alcuni elementi proposti da OKAMURA (1932), da FELDMANN (1937) e da CHAPMAN (1946).

Tali elementi, in ogni caso, sono caratterizzati da specie ad areale continuo o compreso tra fasce delimitate da paralleli, come ad esempio gli elementi pantropicale, boreale freddo, boreale caldo, ecc.

Lo studio degli areali delle specie algali della Sicilia ([1]) effettuato dagli Autori, ha mostrato, anche alla luce di recenti lavori floristici riguardanti in particolare le coste circumafricane (JOHN & LAWSON, 1974; JAASUND, 1976; SIMONS, 1976), australiane e neozelandesi (BALDOCK, 1976; SHEPERD & WOMERSLEY, 1976; SOUTH & ADAMS, 1976) e del sud-America (DIAZ - PIFERRER, 1970; DAWSON, ACLETO & FOLDVIK, 1964; OLIVEIRA FILHO, 1974, 1976), che molte specie presentano degli areali difficilmente ascrivibili a quelli caratterizzanti gli elementi fitogeografici

([1]) Lo studio riguarda le specie algali citate per la Sicilia da ARDISSONE (1864, 1883, 1886), BATTIATO, CORMACI & FURNARI (1980), CORMACI & FURNARI (1979), GIACCONE (1969), GIACCONE & DE LEO (1964-66), GIACCONE & RIZZI LONGO (1976), GIACCONE & SORTINO (1964), LANGENBACH (1873), LEVRING (1942), MAZZA (1904, 1905-26), PREDA (1908-1909), SORTINO (1967, 1968), TORNABENE (1846).

esistenti. In particolare molte specie si riscontrano in due oceani (Indiano e Atlantico, Atlantico e Pacifico, Indiano e Pacifico), altre in tre.

Molte specie sono inoltre presenti in entrambi gli emisferi con o senza limitazioni latitudinali. Diverse specie già classificate in determinati elementi fitogeografici, allo stato attuale delle conoscenze non possono più farvi parte, presentando oggi areali fortemente diversi da quelli noti precedentemente per esse in letteratura. Tali diversità in alcuni casi consistono in un ampliamento dell'areale senza interromperne la continuità, in altri casi determinano l' instaurarsi di un areale disgiunto. Ad esempio *Lophosiphonia obscura* e *Wurdemannia miniata,* secondo FELDMANN appartenenti all'elemento atlantico - tropicale, sono presenti la prima anche nell'oceano Indiano e nel Pacifico a varie latitudini, la seconda presenta una distribuzione pantropicale; altre specie quali *Stilophora rhizodes* e *Chondria dasyphylla* considerate appartenenti all'elemento Atlantico boreale, sono anche presenti, la prima nell'oceano Indiano a varie latitudini, la seconda nell'oceano Indiano e nel Pacifico sempre a varie latitudini.

***

Da questo studio degli areali, risulta che un nutrito numero di specie della flora algale della Sicilia sono presenti nell'oceano Atlantico e nell'oceano Indiano. Per molte di queste specie la presenza nell'oceano Indiano è di recente acquisizione, ma ciò non implica, necessariamente, che si tratti di neo-insediamenti, dato che carenti sono i lavori floristici riguardanti le coste di tale oceano e quelli accurati sono tutti abbastanza recenti.

L'ipotesi del neo-insediamento è invece possibile farla o per quelle specie, come *Schottera nicaeensis* segnalata per la prima volta soltanto di recente in aree precedentemente ben studiate (LEWIS & KRAFT, 1979), o per quelle specie presenti nell'oceano Indiano soltanto nel mar Rosso — o aree vicine — solo dopo l'apertura del canale di Suez (ad es. *Botryocladia chiajeana, Chrysimenia ventricosa, Dudresnaya verticillata,* ecc.). D'altra parte, sulla base dell'esistenza di numerose specie, quali ad esempio *Cladophora prolifera, Dilophus fasciola, Stilophora rhizodes,* ecc., variamente diffuse in Atlantico e segnalate nel mar Rosso e/o in altre aree dell'oceano Indiano prima dell'apertura del canale di Suez, si configura un areale Indo-atlantico. E' pertanto possibile ipotizzare un elemento Indo - Atlantico cui fanno parte tutte le specie presenti nei due oceani, con le limitazioni sopra esposte. Per le specie ad areale fortemente disgiunto (ad es. quelle nord-europeo-australiane) tale fatto potrebbe essere legato a precise caratteristiche di queste specie delle quali sarebbe quindi

interessante studiare la biologia e l'ecologia al fine di spiegare il loro confinamento a tali latitudini.

In base alla distribuzione delle specie, l'elemento Indo - Atlantico può suddividersi in *olo-* (per le specie presenti alle varie latitudini, quali: *Gracilaria foliifera, Stilophora rhizodes,* ecc.); *temperato-freddo-* (per le specie presenti alle medio alte latitudini e quindi assenti nella fascia tropicale, quali: *Chylocladia verticillata, Giraudya sphacelarioides, Lomentaria clavellosa,* ecc.); *tropicale-* (per quelle specie presenti prevalentemente nella fascia tropicale, quali: *Scinaia complanata, Galaxaura oblongata,* ecc.).

* * *

Un altro gruppo di specie è presente nell'oceano Atlantico e nell'oceano Pacifico. Di queste, alcune sono distribuite soltanto nell'emisfero Nord alle medio alte latitudini, e pertanto sono da considerarsi specie Circumboreali (ad es. *Ulothrix pseudoaccfla, Gymnogongrus griffithsiae, Cutleria adspersa,* ecc.); altre sono ampiamente distribuite in questi due oceani e spesso in entrambi gli emisferi (ad es. *Codium adherens, Corallina officinalis, Gymnothamnion elegans,* ecc.); altre ancora sono presenti in entrambi gli emisferi ma solo a determinate latitudini (ad es. *Asparagopsis armata, Amphiroa cryptharthrodia, Halopteris filicina,* ecc.). Per queste ultime, come già detto per l'elemento Indo - Atlantico, il confinamento a determinate aree, che nel caso delle specie temperato fredde determina un areale disgiunto, è certamente legato a loro specifiche esigenze ecologiche. Per le specie distribuite in questi due oceani, si configura pertanto un elemento Atlantico - Pacifico. Esso può articolarsi in: *olo-* (per le specie presenti alle varie latitudini in entrambi gli emisferi); *temperato - freddo-* (per le specie presenti alle medio alte latitudini, sempre in entrambi gli emisferi); *tropicale-* (per quelle specie a distribuzione prevalentemente tropicale). Infine, per le specie presenti in questi due oceani alle medio alte latitudini dell'emisfero Nord, si può mantenere il termine Circumboreale, peraltro già usato da FELDMANN (1937).

***

Un altro gruppo di specie è invece distribuito nei tre oceani. Quelle ad ampia distribuzione sono da considerare Cosmopolite (ad es. *Gelidium pusillum, Giffordia mitchellae, Bryopsis hypnoides,* ecc.). Quelle presenti soltanto nella fascia tropicale, ad es.: *Halimeda tuna, Wurdemannia miniata, Herposiphonia secunda,* ecc., sono inquadrabili nel già descritto elemento Pantropicale (FELDMANN, 1937). Due gruppi di specie meritano

particolare attenzione per il loro tipo di distribuzione in detti oceani. Un primo gruppo è rappresentato da quelle specie ampiamente distribuite in due o in uno dei tre oceani e segnalate nell'altro o negli altri due, soltanto in poche stazioni (ad es. *Acrosorium uncinatum, Gracilaria bursa-pastoris, Halymenia floresia,* ecc.). Queste potrebbero inquadrarsi in un elemento Sub Cosmopolita.

L'altro gruppo è invece rappresentato da specie presenti nei due emisferi soltanto alle medio alte latitudini (ad es. *Punctaria latifolia, Cladostephus hirsutus,* ecc.). Per tali specie, ad areale disgiunto, si può configurare un elemento Circumboreo - Australe.

* * *

Le rimanenti specie algali della Sicilia sono inquadrabili in due grossi gruppi, uno costituito dalle specie a distribuzione atlantica e l'altro da quelle a distribuzione mediterranea.

L'elemento Atlantico è stato suddiviso variamente dai diversi Autori con suddivisioni da molto ampie (FELDMANN, 1937) a molto particolareggiate (VAN DEN HOEK & DONZE, 1967). In base agli areali da noi riscontrati tale elemento potrebbe suddividersi come segue: *olo-* (per le specie presenti alle varie latitudini in entrambi gli emisferi, ad es. *Codium decorticatum); boreale-* (per le specie presenti nell'emisfero nord alle medio alte latitudini) ([2]); *tropicale-* (comprendente le specie distribuite prevalentemente nella fascia tropicale, ad es.: *Dasycladus vermicularis); boreo-tropicale-* (comprendente le specie presenti nella fascia tropicale e nella zona boreale, ad es. *Acinetospora crinita)* ([3]); *temperato-freddo-* (comprendente le specie ad areale disgiunto presenti alle medio alte latitudini di entrambi gli emisferi, ad es. *Apoglossum ruscifolium).*

Infine si può ipotizzare un *atlantico - australe* e un *atlantico - tropico-australe;* questi ultimi due gruppi solo per analogia rispettivamente con il *boreale-* e il *boreo - tropicale* - in quanto nessuna specie con tale tipo di areale è stata riscontrata tra quelle studiate.

([2]) D'accordo con FELDMANN (1937), riteniamo che le specie boreali presenti solo sulle coste europee sono di affinità più calda rispetto a quelle presenti anche sulle coste americane; pertanto il *boreale* viene ulteriormente suddiviso in *boreale - europeo* cui appartiene ad es. *Ptilothamnion piuma,* e *boreale euro-americano* cui appartiene ad es. *Seirospora seirosperma.*

([3]) Queste specie che nella zona tropicale sono generalmente presenti lungo le coste americane e africane, a nord di tale zona possono continuare a riscontrarsi in entrambe le coste dell'atlantico o essere presenti soltanto lungo le coste europee; queste ultime, il cui areale sembra essere influenzato dalla corrente del Golfo, sono meno euriterme rispetto alle prime, presenti anche lungo le coste nord-americane interessate dalla corrente fredda del Labrador.

Le specie per le quali non si hanno segnalazioni al di fuori del Mediterraneo costituiscono l'elemento endemico o mediterraneo. Tuttavia per questo elemento si preferisce la seconda dizione, cioè Mediterraneo (già usata da ERCEGOVIC, 1957; da VAN DEN HOEK & DONZE, 1967 — anche se con diverse caratterizzazioni — e da BOUDOURESQUE 1970), perché di esso riteniamo facciano parte quelle specie ampiamente distribuite in Mediterraneo e presenti anche in Atlantico in zone adiacenti allo stretto di Gibilterra, d'accordo con BOUDOURESQUE (1970), e/o in mar Rosso ed aree strettamente adiacenti, se ivi segnalate dopo l'apertura del canale di Suez (ad es. *Peyssonnelia squamaria, Goniolithon byssoides,* ecc.).

* * *

Infine, un esiguo numero di specie appartiene al già definito elemento Indo-Pacifico. Per esse è ipotizzabile un ingresso in Mediterraneo attraverso il canale di Suez. Tuttavia per quelle specie, come *Acanthophora najadiformis*, presenti nell'oceano Indiano e nel Mediterraneo prima dell'apertura del canale di Suez, è più probabile l'ipotesi di un loro areale continuo risalente alla Tetide, successivamente reso disgiunto in seguito ai mutamenti geologici avvenuti in quell'area.

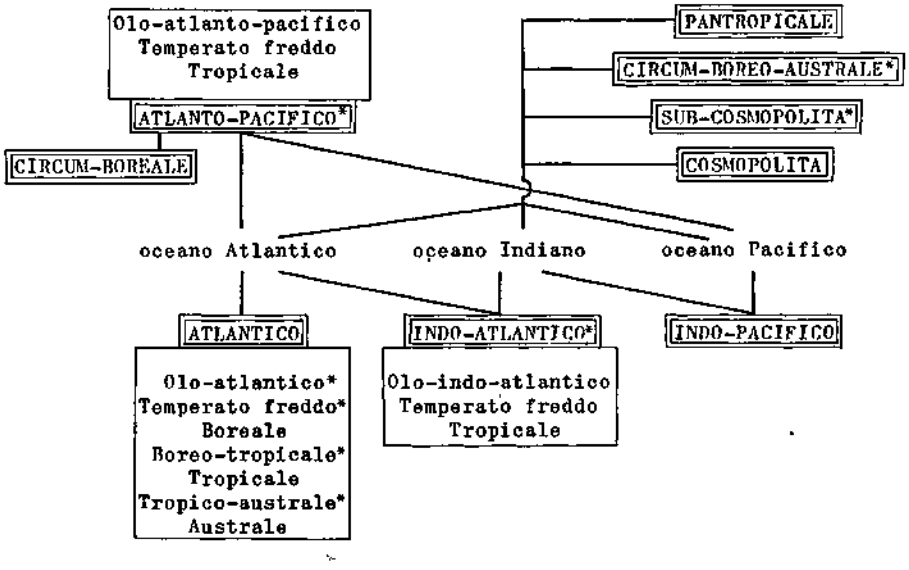


Fig. 1. — Quadro riassuntivo delle categorie fitogeografiche riportate nel testo. Con asterisco quelle di nuova proposta.

In conclusione, lo studio degli areali delle alghe marine bentoniche della Sicilia ha portato da un lato alla conferma di elementi fitogeografici già descritti; dall'altro alla individuazione di nuovi elementi (Fig. 1), la cui validità va confermata da studi analoghi condotti sulle altre specie presenti in Mediterraneo. Ed è appunto nella prospettiva di un inquadramento fitogeografico della flora algale del Mediterraneo, che tale studio vuole apportare un contributo.

BIBLIOGRAFIA

ARDISSONE F., 1864 — Enumerazione delle alghe di Sicilia. — Genova.

ARDISSONE F., 1883 — Phycologia mediterranea. I. — Varese.

ARDISSONE F., 1886 — Phycologia mediterranea. II. — Varese.

BALDOCK R. N., 1976 — The Griffithsieae group of the Ceramiaceae (Rhodophyta) and its southern australian representatives. — *Aust. J. Bot.,* 24: 509-593.

BATTIATO A., CORMACI M. & FURNARI G., 1980 — Alghe marine della costa Iblea. Atti III Convegno Siciliano di Ecologia. Iblei: La Natura e l'uomo. Noto.

BOERGESEN F., 1908 — The algae-vegetation of the Faeroese coasts with remarks on the phytogeography. — Botany of the Faeroes. III: 683-834.

BOERGESEN F. & JONSSON H., 1908 — The distribution of the marine algae of the Arctic sea and of the northernmost part of the Atlantic. — Botany of the Faeroes. III. Appendix: 1-28.

BOUDOURESQUE Ch. F., 1970 — Recherches de bionomie analytique, structurale et expérimentale sur les peuplements benthiques sciaphiles de Méditerranée occidentale (fraction algale). — Thèse. Marseille.

CHAPMAN V. J., 1946 — Marine algal ecology. — *Bot. Rev.,* 12 (10): 628-674.

CORMACI M. & FURNARI G., 1979 — Flora algale marina della Sicilia orientale: Rhodophyceae, Phaeophyceae e Chlorophyceae. — *Inform. Bot. Ital.,* 11 (2): 221-250.

DAWSON Y. E., ACLETO C. & FOLDVIK N., 1964 — The seaweeds of Perù. — *Nova Hedw.,* 13: 1-111.

DIAZ-PIFERRER M., 1970 — Adiciones a la flora marina de Venezuela. — *Carribb. Journ. of Science,* 10 (3-4): 159-198.

ERCEGOVIC A., 1957 — La flore sous-marine de l' ilot de Jabuka. — *Acta Adriatica,* 8 (8): 1-130.

FELDMANN J., 1937 — Recherches sur la végetation marine de la Mediterranée. — *La côte des Albères. Rev. Algol,* 10: 1-339.

GIACCONE G., 1969 — Raccolte di fitobenthos sulla banchina continentale italiana. — *Giorn. Bot. Ital,* 103: 485-514.

GIACCONE G. & DE LEO A., 1964/1976 — Flora e vegetazione algale del golfo di Palermo. Primo e secondo contributo. — *Lav. Ist. Bot. e Giard. Col.,* Palermo, 21 e 22.

GIACCONE G. & RIZZI LONGO L., 1976 — Revisione della flora dello stretto di Messina. (Note storiche, bionomiche e corologiche). — *Mem. Biol. Mar. Oceanogr. N.S.,* VI (4): 69-123.

GIACCONE G. & SORTINO M., 1964 — Flora e vegetazione algale dell'isola delle Femmine (Palermo). — *Lav. Ist. Bot. e Giard. Col.,* 21, Palermo

HOEK VAN DEN C. & DONZE M., 1967 — Algal phytogeography of the european atlantic coasts. — Blumea, 15 (1): 63-89.
HOYT W. D., 1920 — The marine algae of Beaufourt, N.C. and adjacent regions. — *U.S. Bur. Fish. Bull.*, 36: 368-556.
JAASUND E., 1976 — Intertidal seaweeds in Tanzania. — *Univ. of Troms.*
JOHN D. M. & LAWSON G. W., 1974 — Observations on the marine algal ecology of Gabon. — *Bot. Mar.*, 17: 249-254.
JONSSON H., 1912 — The marine algal vegetation of Iceland. — *The Botany of Iceland.* I: 1-186.
LANGENBACH G., 1873 — Die Meeresalgen der inseln Sicilien und Pantelleria. — Berlino.
LEVRING T., 1942 — Meeresalgen aus den Adriatischen Meer, Sicilie und dem Golf von Neapel. — *Kungl. Physiogr. Soellsk.*, 12 (3): 25-41.
LEWIS J. A. & KRAFT G. T., 1979 — Occurrence of a european red alga (Schottera nicaeensis) in southern australian waters. — *J. Phycol.*, 15: 226-230.
MAZZA A., 1904 — Un manipolo di alghe marine della Sicilia. — *Nuova Notarisia.* 15: 5-30, 49-75, 115-149.
MAZZA A., 1905/1926 — Saggio di algologia oceanica. — 1-4: 1-2096. Padova.
OKAMURA K., 1932 — The distribution of marine algae in Pacific waters. — *Records of Oceanographic works in Japan.* 4 (1): 30-150.
OLIVEIRA FILHO E. C. de, 1974 — An annotated list of the Brazilian seaweeds in Dickie's herbarium. — *Bot. Journ. Linn. Soc*, 69 (3): 229-238.
OLIVEIRA FILHO E. C. de, 1976 — Deep water marine algae from Espirito Santo State (Brazil). — *Bol. Botan. Univ. S. Paulo.* 4: 73-80.
PREDA A., 1908/1909 — Flora italica cryptogama. Parte II. — *Algae. Soc. Bot. Ital.*, 1 (2-3): 1-462.
SETCHELL W. A., 1926 — Phytogeographical notes on Tahiti. II. Marine vegetation. — *Univ. Calif. Publ. Bot.*, 12 (8): 291-324.
SETCHELL W. A., 1935 — Marine plants and pacific paleogeography. — Fifth Pacific Science Congress: 3117-3131.
SHEPERD S. A. & WOMERSLEY H. B. S., 1976 — The subtidal algal and seagrass ecology of St. Francis island, South Australia. — *Trans. Royal Soc. South Australia.* 100 (4): 177-191.
SIMONS R. H., 1976 — Seaweeds of Southern Africa: guide-lines for their study and identification. — *Fisheries bulletin S. Africa. Cape Town.* 7: 1-113.
SMITH G. M., 1944 — Marine algae of the Monterey Peninsula. — Stanford University Press.
SORTINO M., 1967 — Flora e vegetazione terrestre e marina del litorale di Palma di Montechiaro (Agrigento). — *Lav. Ist. Bot. e Giard. Col.*, 23, Palermo.
SORTINO M., 1968 — Flora e vegetazione portuale della costa meridionale della Sicilia. I. Flora sommersa del porto di Licata (Agrigento). — *Lav. Ist. Bot. e Giard. Col.*, 24, Palermo.
SOUTH G. R. & ADAMS N. M., 1976 — The marine algae of the Kaikoura coast. A list of species. — *Nat. Mus. New Zealand Misc.*, ser. 1: 1-71.
TORNABENE F., 1846 — Saggi di geografia botanica per la Sicilia. — Napoli.

Indirizzo degli Autori. — Istituto di Botanica dell' Università di Catania, Via A Longo 19, 95125 Catania (I).

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.), 1 1982, pp. 15-27

ARMANDO BATTIATO, FRANCESCO CINELLI, MARIO CORMACI,
GIOVANNI FURNARI & LUCIA MAZZELLA

STUDIO PRELIMINARE DELLA MACROFLORA EPIFITA DELLA *POSIDONIA OCEANICA* (L.) DELILE DI UNA PRATERIA DI ISCHIA (GOLFO DI NAPOLI) *(Potamogetonaceae, Helobiae)*

RIASSUNTO

In questo lavoro vengono esaminate le caratteristiche del sistema fogliare e della sua comunità epifita di una prateria di *Posidonia oceanica* di Lacco Ameno d'Ischia (Napoli) lungo un gradiente di profondità.

La densità massima della prateria è stata osservata a -5 m (700 fasci per m^2) mentre il valore massimo di superficie fogliare si osserva a -15 m. Le epifite a maggiore copertura sono rappresentate da *Fosliella sp. pl.* e *Myrionema orbiculare.*

SUMMARY

Preliminary study of the epiphytic macroflora of a Posidonia oceanica *prairie at Ischia (gulf of Naples).*

In this study, the characteristics of the foliar system and the epiphytic community of a *Posidonia oceanica* prairie at Lacco Ameno of Ischia (Naples) along a depth gradient are examined.

The greatest density of the prairie was noted at a depth of 5 m (700 bundles per m^2), while the greatest value of the foliar area occurred at a depth of 15 m. The most covering epiphyte species resulted *Fosliella sp. pl.* and *Myrionema orbiculare.*

Key words: epiphyte species - *Posidonia* - *Ischia.*

INTRODUZIONE

L'importanza ecologica della flora epifita foliare della *Posidonia oceanica* è stata evidenziata in ricerche recenti (AUGIER & BOUDOURESQUE, 1967; VAN DER BEN, 1971; CHESSA *et al.,* in press; MAZZELLA *et al.,* 1981; MAZZELLA *et al.,* in press; PANAYOTIDIS, 1980; WITTMAN *et al.,* 1981).

La peculiarità del substrato, per la sua stagionalità e differente velocità di crescita nel corso dell'anno, rappresenta un fattore critico per l'insediamento degli epifiti.

In questo lavoro, che rappresenta una fase delle ricerche effettuate da alcuni aderenti al Gruppo di Lavoro di Algologia della Società Botanica Italiana, vengono esaminate le caratteristiche del sistema foliare e della sua comunità epifita lungo un gradiente di profondità. Lo scopo del lavoro è di osservare le variazioni della macroflora epifita in funzione dell'età delle singole foglie nell'ambito di ciascun livello batimetrico nonchè le variazioni in funzione della profondità.

Lavori riguardanti la distribuzione della prateria intorno all'isola di Ischia e il ritmo di crescita della pianta sono stati effettuati nell'ambito del Progetto « Posidonia » del Laboratorio di Ecologia del Benthos (COLANTONI et al., 1979; OTT, 1979, 1980; WITTMANN *et al.,* 1981).

MATERIALI E METODI

Il campionamento è stato effettuato nel settembre 1980 nella prateria di Lacco Ameno d'Ischia lungo un transetto da -1 m a -30 m. Le stazioni di campionamento sono state scelte alle quattro profondità di -1 m; -5 m; -15 m e -30 m. In ogni stazione è stata misurata la densità della prateria secondo le metodiche indicate da GIRAUD *et al.* (1979). Lo studio è stato condotto su un campione significativo di cinque fasci per ogni stazione. Le foglie di ciascun fascio sono state numerate progressivamente dalla più giovane n. 1 (al centro del ciuffo) alla più vecchia n. 5 (OTT, 1980); quindi, di tutte le foglie (dalla n. 1 alla n. 5) di ogni stazione è stata calcolata rispettivamente la superficie fogliare media (Fig. 1), nonché il numero medio (Fig. 2) e il grado di ricoprimento (Fig. 3) delle epifite presenti.

Valutando il campione *in toto* è stata evidenziata l'importanza di ciascuna delle tre classi algali rappresentate nella flora epifita (Rhodophyceae, Phaeophyceae e Chlorophyceae; Tab. 1). Inoltre è stata calcolata

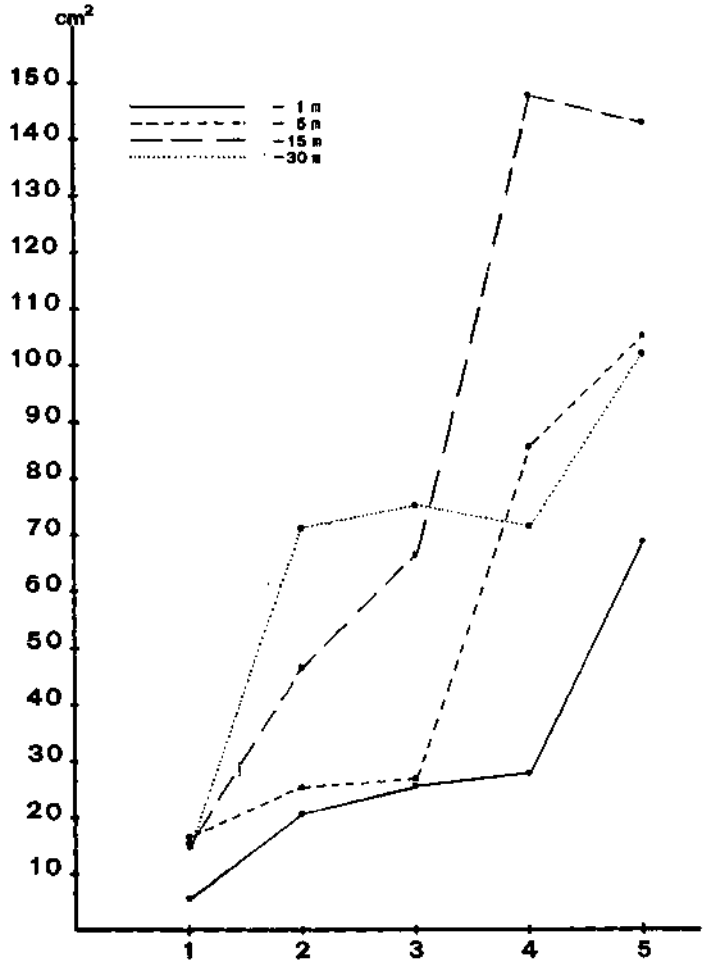


Fig. 1. — Superficie media delle varie foglie in ogni stazione.

l'incidenza percentuale dei gruppi ecologici più significativi (Fig. 4) rappresentati in ogni stazione. Infine, tra i diversi campioni, è stato calcolato l'indice di Sorensen (Fig. 5).

RISULTATI

La prateria nelle differenti stazioni di campionamento mostra una diversa densità. Precisamente, sono stati contati 250 fasci/m^2 a -1 m;

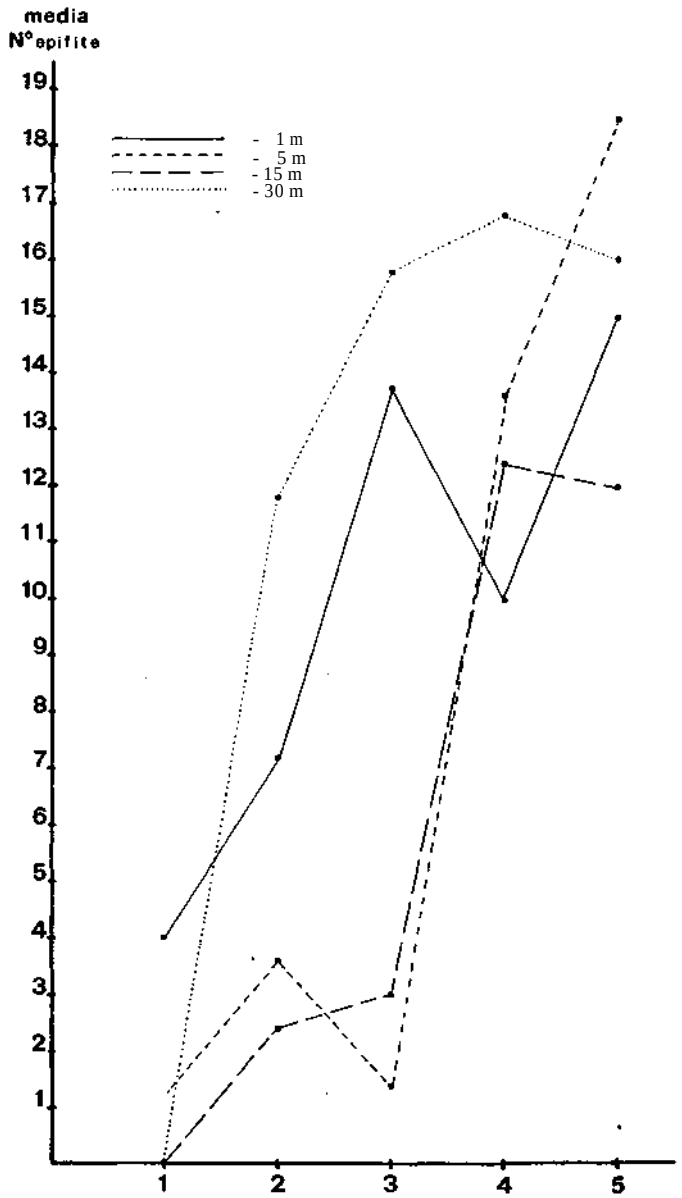


Fig. 2. — Numero medio di epifite sulle varie foglie in ogni stazione

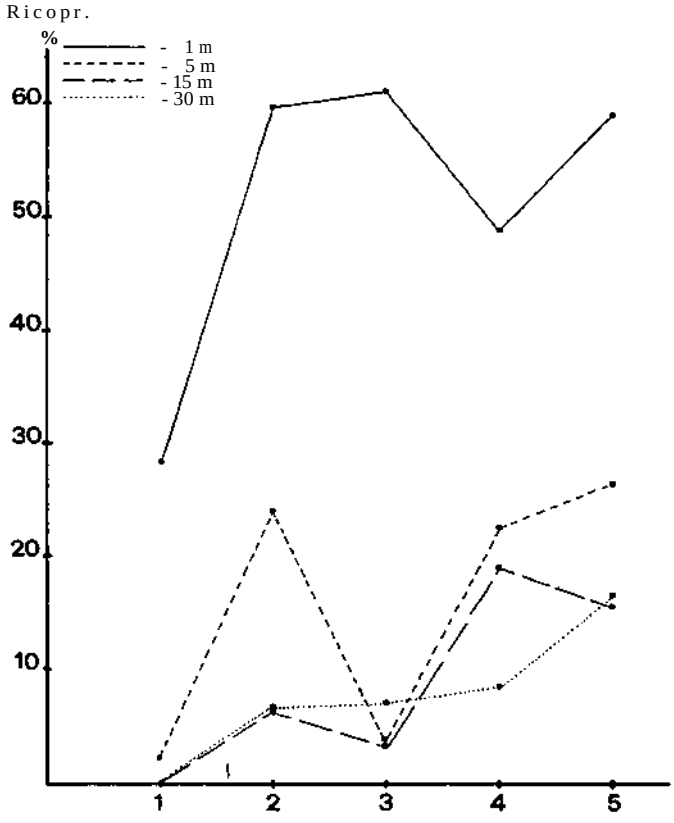


Fig. 3. — Ricoprimento percentuale medio delle epifite sulle varie foglie in ogni stazione.

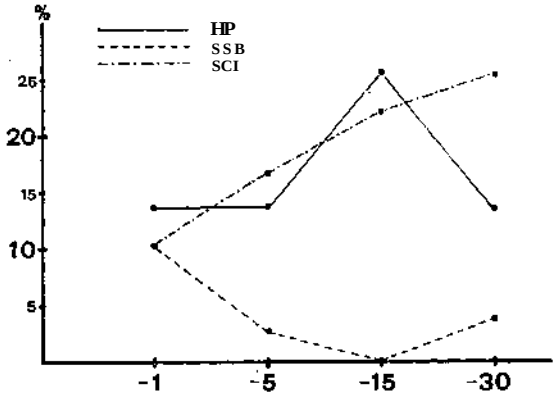


Fig. 4. — Incidenza percentuale nelle 4 stazioni dei gruppi ecologici più significativi.

700/m^2 a -5 m; 530/m^2 a -15 m; 130/m^2 a -30 m. Anche la superficie fogliare varia lungo il transetto di profondità. Confrontando i valori della densità della prateria e della superficie fogliare, si può notare che non c'è corrispondenza tra i due parametri. Mentre il valore massimo di densità (700/m^2) si riscontra a -5 m, il valore massimo di superficie fogliare si osserva a -15 m (Fig. 6). Appare, quindi, che al variare delle condizioni ecologiche che si possono riscontrare lungo il transetto (variazioni di esposizione all' idrodinamismo ed alla luce) la prateria dà risposte differenti (variazioni di densità e superficie foliare). Tuttavia, poiché il valore della superficie foliare risente delle variazioni stagionali, è prematuro trarre delle considerazioni conclusive riguardando tale contributo osservazioni di un solo campionamento.

Per quanto riguarda la comunità epifita si può osservare che essa in tutte le stazioni è rappresentata da un maggior numero di specie (Fig. 2) e da maggiori valori di ricoprimento (Fig. 3) nelle foglie aventi una superficie maggiore (Fig. 1) cui corrisponde in questa stagione un maggior tempo di esposizione alla loro colonizzazione.

Sono state determinate 81 tra specie e varietà (Tab. 2) di cui 5 Chlorophyceae, 15 Phaeophyceae e 61 Rhodophyceae. Le epifite a maggiore copertura sono rappresentate dalle diverse specie del genere *Fosliella* e da *Myrionema orbiculare;* ciò concorda con quanto osservato da VAN DER BEN (1971).

Fra le Rodoficee (la classe più rappresentata) le famiglie che rivestono una maggiore importanza in tutte le stazioni e per numero di specie e per

	30	15	5	1
30				
15	0,3			
5	0,3	0,3		
1	0,2	0,2	0,4	

Fig. 5. — Indice di Sorensen.

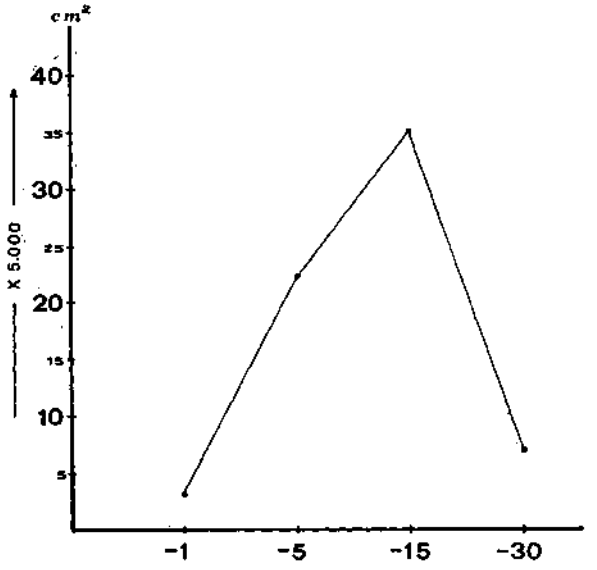


Fig. 6. — Superficie foliare assoluta rilevata nelle 4 stazioni in base alla superficie foliare media e al numero di fasci per mq.

copertura, sono le Rhodomelaceae, le Ceramiaceae e le Corallinaceae. Queste ultime rappresentano l'insediamento primario e raggiungono il maggiore valore di copertura assieme alla Feoficea *Myrionema orbiculare.* Le altre due famiglie, sono rappresentate da un maggior numero di specie, ma generalmente, da uno scarso ricoprimento e costituiscono per la maggior parte un insediamento secondario, soprattutto nelle porzioni apicali delle foglie più vecchie.

Tab. 1 — Numero di specie e loro valore percentuale riscontrato per ciascuna classe nelle varie stazioni.

	−1m		−5m		−15m		−30m	
	n. specie	%	n. specie	%	n. specie	%	n. specie	%
Rhodophyceae	21	72,4	27	75	21	75	38	76
Phaeophyceae	5	17,2	7	19,4	7	25	11	22
Chlorophyceae	3	10,4	2	5,6	—	—	1	2

Tab. 2 — Flora epifita delle foglie di *Posidonia oceanica* (L.) Delile ordinata secondo i gruppi ecologici: HP (specie della fronda delle praterie di Posidonia); SSB (specie sciafile superficiali di ambiente battuto ad affinità calda e fredda); SIC (specie sciafile infra- e circalitorali); ISR (specie infralitorali di substrato roccioso); SC + SCI + SCIT (specie sciafile di ambiente calmo infralitorali, circalitorali e tolleranti); PhI + PhIC + PhIP (specie fotofile infralitorali); RMS + RMM + RM (specie ad affinità mediolitorale); SRh (specie reofile); CC + CCT (specie coralligene circalitorali e tolleranti); ETN (specie tionitrofile); LR (specie a larga ripartizione ecologica).

Alghe epifite	Stazioni			
	-30 m	-15 m	-5 m	-1 m
HP				
Castagnea cylindrica	+	+		
Castagnea irregularis	+			
Chondria mairei	+	+	+	
Fosliella ischitana	+	+	+	+
Fosliella lejolisii	+	+	+	+
Giraudya sphacelarioides	+	+	+	+
Myrionema orbiculare	+	+	+	+
Myriactula stellulata		+		
SSB (SSBc+SSBf)				
Dasya arbuscula				+
Dermatolithon hapalidioides				+
Polysiphonia furcellata	+			
Polysiphonia setigera	+			
Sphacelaria furcigera			+	+
SIC				
Heterosiphonia wurdemannii	+			
Hypoglossum woodwardii	+			
Polysiphonia dichotoma		+	+	+
Pringsheimiella scutata	+			
Fosliella zonalis	+	+	+	
ISR				
Acrochaetium daviesii	+		+	+
Ceramium byssoideum	+		+	
Ceramium diaphanum			+	+
Ceramium diaphanum var. zostericola			+	
Dasya punicea	+	+		
Dermatolithon litorale	+		+	+
Goniotrichum alsidii	+		+	+
Polysiphonia breviarticulata				+
Polysiphonia urceolata	+	+		
Sphacelaria fusca	+			
SC + SCI + SCIT				
Nitophyllum micropunctatum		+		
Aglaothamnion tenuissimum			+	
Callithamnion corymbosum	+	+	+	
Ceramium codii	+			
Ceramium comptum	+			
Champia parvula				+
Cladophora lehmanniana	+	+	+	
Dictyota linearis	+	+		
Fosliella cruciata				

	Stazioni							
	-30	m	-15	m	-5	m	-1	m
Fosliella farinosa	+		+		+		+	
Fosliella minutula	+							
Griffthsia schousboei	+							
Halopteris filicina	+							
Halodyction mirabile	+							
Lejolisia mediterranea			+					
Lomentaria clavaeformis	+							
Polysiphonia mottei	+							
Ptilothamnion pluma					+		+	
Spermothamnion flabellatum f. dispora					+			
PhI + PhIC + PhIP			+		+			
Ectocarpus siliculosus var. pygmaeus					+			
Ceramium tenuissimum	+		+		+			
Chondria dasyphylla	+		+					
Chondria tenuissima	+				+			
Crouania attenuata					+		+	
Ectocarpus siliculosus var. confervoides	+				+			
Herposiphonia secunda							+	
Herposiphonia tenella	+		+		+			
Laurencia obtusa	+							
Myrionema strangulans	+		+		+		+	
Sphacelaria cirrosa	+							
Wrangelia penicillata							+	
RMS + RMM + RM					+			
Chaetomorpha aerea	+						+	
Cladophora dalmatica	+				+		+	
Ceramium tenerrimum			+					
Polysiphonia tenerrima								
Polysiphonia sertularioides	+							
SRh								
Asperococcus fistulosus	+		+					
CC + CCT	+				+		+	
Antithamnion cruciatum var. profundum					+			
Ceramium bertholdii	+							
Dasyopsis spinella			+					
Elachista stellaris	+							
Polysiphonia elongata								
Seirospora apiculata	+				+		+	
ETN					+		+	
Erythrotrichia carnea								
Cladophora sericea							+	
LR	+						+	
Acrochaetium sp.							+	
Aglaothamnion sp.					+			
Ceramium sp.					+			
Griffithsia sp.			+					
Laurencia sp.			+					
Polysiphonia sp.			+				+	
Fosliella sp.								
Seirospora sp.								

Di particolare interesse ci sembra il ritrovamento della *Fosliella ischitana* Boudouresque et Cinelli e l' osservazione di quello che potrebbe essere il suo disco germinativo (Tav. 1, n. 3 e 4); la relativa abbondanza della *Fosliella cruciata* Bressan (Tav. 1, n. 5) e della *Chondria mairei* G. Feldmann, quest'ultima con gametofiti femminili (Tav. 1, n. 1) e con tetrasporofiti (Tav. 1, n. 2); il ritrovamento di diversi talli di *Spermothamnion flahellatum* Bornet f. *dispora* G. Feldmann provvisti tutti di bisporocisti (Tav. 2, n. 1 e 2) il cui habitus corrisponde a quello degli esemplari rinvenuti da VAN DER BEN (1971). Da rilevare infine che oltre a *Castagnea cilindrica* Sauvageau e *C. irregularis* Sauvageau sono stati riscontrati diversi esemplari di *Castagnea* con dimensioni dei filamenti assimilatoli intermedie tra quelle di *C. cylindrica* (200-250 µm) e C. *irregularis* (400-600 µm); ciò concorda con quanto rilevato da VAN DER BEN (1971) circa la validità di tale carattere (lunghezza dei filamenti assimilatori) per distinguere le due specie.

Valutando la flora secondo i gruppi ecologici (BOUDOURESQUE & CINELLI, 1971) è possibile fare alcune considerazioni: le specie HP (Herbier Posidonie) sono maggiormente rappresentate nella prateria di -15 m ove massima è la superficie foliare; le specie SSB (superficiali sciafile di moda battuta) tendono a scomparire nella prateria più profonda di -30 m, mentre le SCI (sciofile infralitorali) hanno un andamento inverso (Fig. 4).

Infine i bassi valori dell'indice di Sorensen (Fig. 5) evidenziano come il popolamento epifitico sia differenziato alle diverse profondità soprattutto dalle specie dell'insediamento secondario. In particolare, si rileva che il popolamento di -15 m ha un basso indice di similitudine sia nei confronti dei popolamenti superficiali che di quello più profondo.

CONCLUSIONI

Tale studio, anche se limitato ad una sola stagione, ci ha consentito di evidenziare come lungo il transetto di profondità varii sia la struttura stessa della prateria (densità e superficie foliare) sia la struttura della comunità epifita (legata soprattutto alla componente di insediamento secondario) che è strettamente correlata alla prima.

Riteniamo che uno dei fattori che possono influenzare tali variazioni, e della superficie foliare e della struttura della comunità epifita, sia l'idro dinamismo come evidenziato in altri lavori (FRESI *et al.,* in press; CHESSA *et al.,* in press).

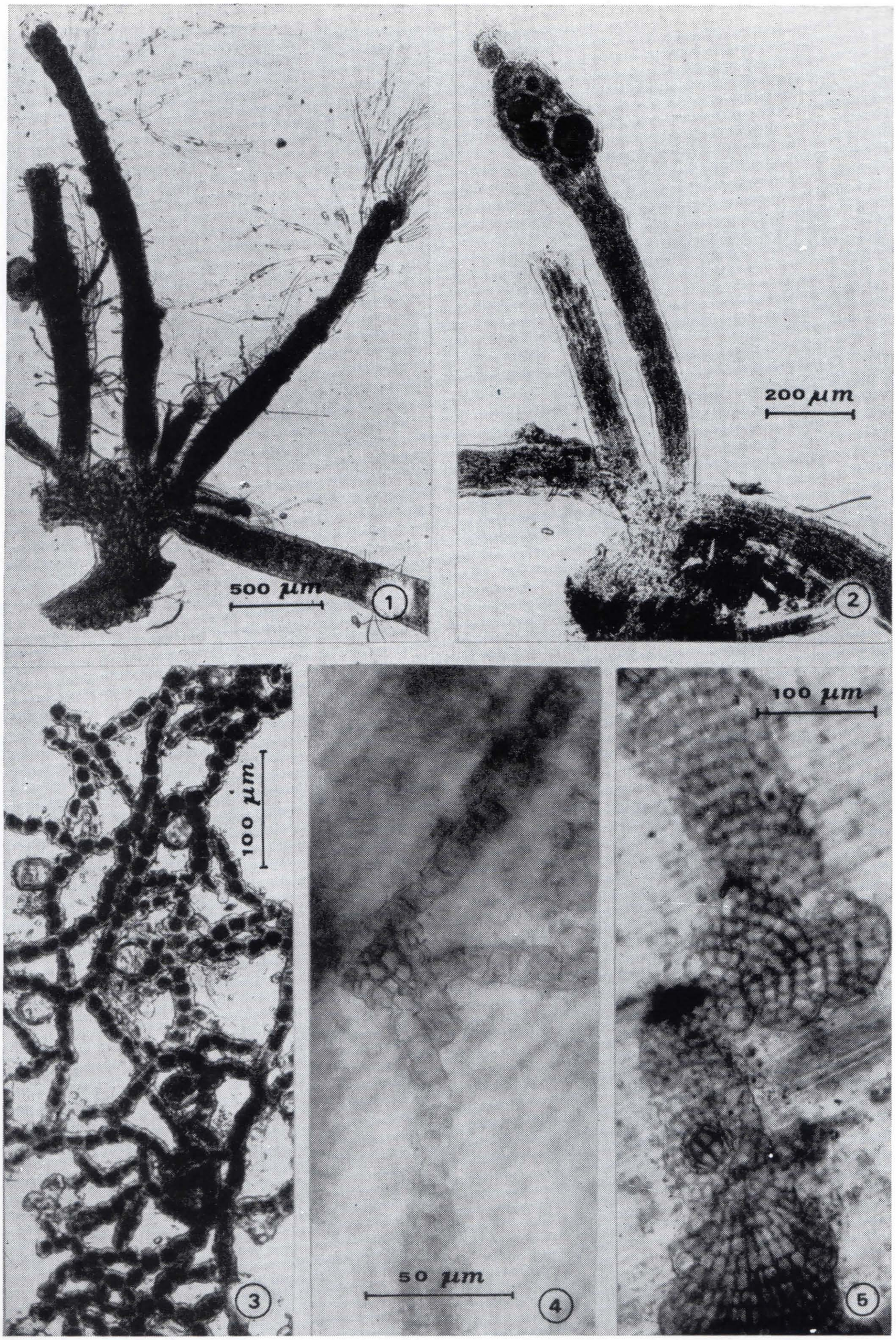


TAVOLA 1

n. 1 — *Chondria mairei* G. Feldmann: gametofito femminile con un cistocarpo maturo.
n 2 — *Chondria mairei* G. Feldmann: tetrasporofito.
n. 3 — *Fosliella ischitana* Boudouresque et Cinelli: tallo decalcificato e colorato con liquido di Lugol.
n. 4 — *Fosliella ischitana* Boudouresque et Cinelli: disco germinativo (?).
n. 5 — *Fosliella cruciata* Bressan: *habitus* con disco germinativo.

TAVOLA 2

n. 1 — *Spermothamnium flabellatum* Bornet f. *dispora* G. Feldmann: *habitus.*

n. 2 — *Spermothamnium flabellatum* Bornet f. *dispora* G. Feldmann: particolare delle bisporocisti.

n. 3 — *Castagnea* cfr. *cylindrica* Sauvageau: *habitus.*

n. 4 — *Fosliella* sp.: *habitus.*

BIBLIOGRAFIA

AUGIER H. & BOUDOURESQUE C. F., 1967 — Vegetation marine de l'ile de Port-Cros (Parc National). I. La baie de La Palu. — *Bull Mus. Hist. Nat. Marseille,* Marseille, 27: 93-124.

BOUDOURESQUE C. F. & CINELLI F., 1971 — Le peuplement algal des biotopes sciaphiles superficiels de mode battu de l'ile d'Ischia (Golfe de Naples, Italie). — *Pubbl. Staz. Zool. Napoli,* Napoli, 39: 1-43.

CHESSA L. A., FRESI E., WITTMANN K. & FRESI-ANGIONI P., (in press) — La comunità epifitica delle foglie di *Posidonia oceanica* (L.) Delile: Analisi del ricoprimento lungo un gradiente batimetrico.

COLANTONI P., GALLIGNANI P., CINELLI F. & FRESI E., 1979 — Premières données sur la sedimentologie et la distribution de *Posidonia oceanica* autour de l'ile d'Ischia, Golfe de Naples (Italie). — *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.,* Monaco Principate, 25/26 (4): 203-204.

FRESI E., CHIMENZ C. & MARCHIO G., (in press) — Zonazione dei Briozoi ed Idroidi in una prateria di *Posidonia oceanica* (L.) Delile.

GIRAUD G., BOUDOURESQUE C. F., CINELLI F., FRESI E. & MAZZELLA L., 1979 — Observations sur l' herbier de *Posidonia oceanica* de l'ile d'Ischia (Italie). — *Giorn. Bot. Ital.,* Firenze, 113: 261-274.

MAZZELLA L., CINELLI F., OTT J. & KLEPAL W., 1981 — Studi sperimentali « in situ » sull' epifitismo della *Posidonia oceanica* Delile. — *Quad. Lab. Tecnol. Pesca,* Ancona, 3 (1): 481-492.

MAZZELLA L., WITTMANN K. & FRESI E., (in press) — La comunità epifitica e suo ruolo nella dinamica dell'ecosistema Posidonia.

OTT J. A., 1979 — Persistence of a seasonal growth rhythm in *Posidonia oceanica* (L.) Delile under constant condicions of temperature and illumination. — *Mar. Biol.* Letters, 1: 99-104.

OTT J. A., 1980 — Growth and production in *Posidonia oceanica* (L.) Delile. — *P.S.Z.N. Marine Ecology,* 1: 47-64.

PANAYOTIDIS P., 1980 — Contribution à l'étude qualitative et quantitative de l' association *Posidonietum oceanicae* Funk, 1927. — *These Universitè d'Aix-Marseille II.,* Marseille.

VAN DER BEN D., 1971 — Les épiphytes des feuilles de *Posidonia oceanica* Delile sur les côtes de la Mediterranée. — *Mem. Inst. roy. Sci. nat. Belgique,* 168: 1-101.

WITTMANN K., MAZZELLA L. & FRESI E., 1981 — Age specific patterns of leaf growth: their determination and importance for epiphytic colonization in *Posidonia oceanica* (L.) Delile. — *Rapp. Comm. int. Mer Médit.,* Monaco Principate, 27 (2): 189-191.

Indirizzo degli Autori. — A. BATTIATO, M. CORMACI, G. FURNARI - Istituto di Botanica dell'Università di Catania (I). — F. CINELLI - Istituto di Zoologia dell'Università di Pisa (I). — L. MAZZELLA - Laboratorio di Ecologia del Benthos della Stazione Zoologica di Napoli-Ischia (Napoli) (I).

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl), 1 1982, pp. 29-38

PAOLO FRANCO, GIORGIO SOCAL, FRANCO BIANCHI

FITOPLANCTON NELL'ADRIATICO SETTENTRIONALE. CROCIERE 1978

RIASSUNTO

Dai risultati di due crociere oceanografiche nell'Adriatico settentrionale effettuate nel luglio e dicembre 1978, viene esaminata e discussa la distribuzione della biomassa e delle comunità fitoplanctoniche in relazione alla struttura di densità delle acque nel bacino.

La marcata stratificazione estiva della colonna d'acqua corrisponde ad una eterogenea distribuzione verticale del fitoplancton, con più elevati valori di biomassa negli strati superficiali, diluiti da apporti fluviali. L'instabilità verticale del tardo autunno, ed un attivo sistema frontale lungo la costa occidentale, separante le acque diluite dal resto del bacino, generano una distribuzione con prevalente eterogeneità orizzontale.

La comunità è generalmente dominata da diatomee (prevalentemente da *Nitzschia* sp.).

SUMMARY

Phytoplankton distribution in the Northern Adriatic Sea (Cruises 1978).

Data on the phytoplankton biomass and abundance, in relation to the thermohyaline structure of the basin waters, collected during two Oceanographic cruises in the Northern Adriatic Sea in July and December 1978, are reported.

The strongly stratified structure of the water column during the summer is related to an heterogeneous distribution of the phytoplankton biomass, which is higher in the surface layers, diluted by river inputs, than in the deeper ones, and to a diversified composition of the phytoplankton communities.

In winter, a frontal system separates the coastal diluted waters from the offshore ones, with higher salinity and temperature, and with an almost completely unstable water column.

The phytoplankton biomass is relatively more abundant in the frontal zones, and seems to be limited in the coastal belt by the low temperature and high turbidity.

Diatoms appear to be the dominant taxonomic group: *Nitzschia seriata* Cl. is the most widely distributed species.

Key words: Phytoplankton - Adriatic sea.

Durante quattro crociere oceanografiche con la nave U. D'Ancona, eseguite nel corso del 1978 nell'Adriatico settentrionale ([1]), sono stati raccolti dati relativi alla distribuzione del fitoplancton, come abbondanza numerica e concentrazione in clorofilla *a,* oltre che dei parametri oceanografici fondamentali e dei nutrienti disciolti ed altri parametri fisici e biologici.

Vengono qui esposti i risultati relativi alle variabili direttamente concernenti il fitoplancton, considerate in due diverse situazioni stagionali (luglio e dicembre 1978) ed in rapporto alla struttura idrologica del bacino.

MATERIALI E METODI

I prelievi sono stati condotti su alcune delle stazioni eseguite durante le crociere, situate tra le latitudini 44° 35' e 45° 15' (fig. 1), a quote diverse, con bottiglie a rovesciamento Niskin GO e NIO (FRANCO, SOCAL e BIANCHI, 1979). I campioni di fitoplancton, fissati in formalina neutralizzata con esametilentetramina, sono stati contati in doppio secondo ÜTHERMÖL (1931). La clorofilla *a* è stata determinata su campioni filtrati su fibra di vetro (Whatman GF/C), disgregati per macinazione in mulino a biglie ed estratti con acetone al 90 % v/v sec. STRICKLAND e PARSONS (1972); la concentrazione della clorofilla nell'estratto acetonico è stata misurata per via spettrofotometrica e calcolata con le equazioni SCOR-UNESCO (1966).

Nell'analisi qualitativa della comunità fitoplanctonica sono stati presi in considerazione solo i generi e le specie dominanti. L'elaborazione statistica è stata condotta sui dati normalizzati con trasformazione logaritmica.

([1]) Ricerche svolte dal Reparto di Ecologia Planctonica e Produttività dell'Istituto di Biologia del Mare, Venezia, nell'ambito del Progetto finalizzato Oceanografia e Fondi Marini.

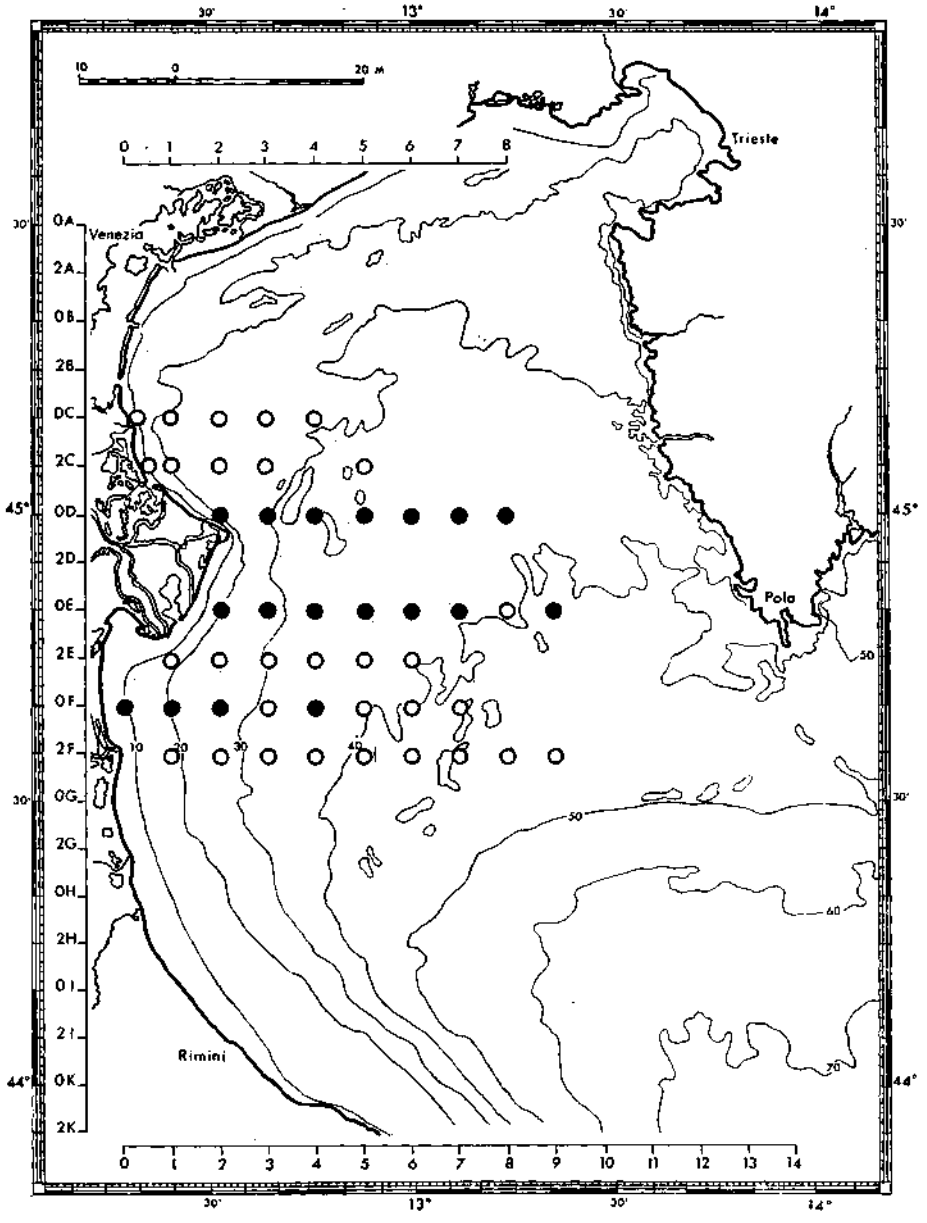


Fig. 1. — Distribuzione delle stazioni eseguite durante le crociere. (I simboli pieni corrispondono ai campionamenti di fitoplancton per conteggio).

RISULTATI

Crociera estiva

L'idrologia del bacino, tipica della fase estiva (FRANCO, 1970; 1973; FRANCO, SOCAL e BIANCHI, 1979) è caratterizzata da una marcata stabilità verticale e da una distribuzione fortemente stratificata della biomassa fitoplanctonica nella colonna d'acqua (fig. 2). Le acque superficiali, sovrastanti il picnoclino principale, che separa le acque superficiali da quelle che non hanno subito diluizione, sono influenzate dalla piume del Po e convogliano

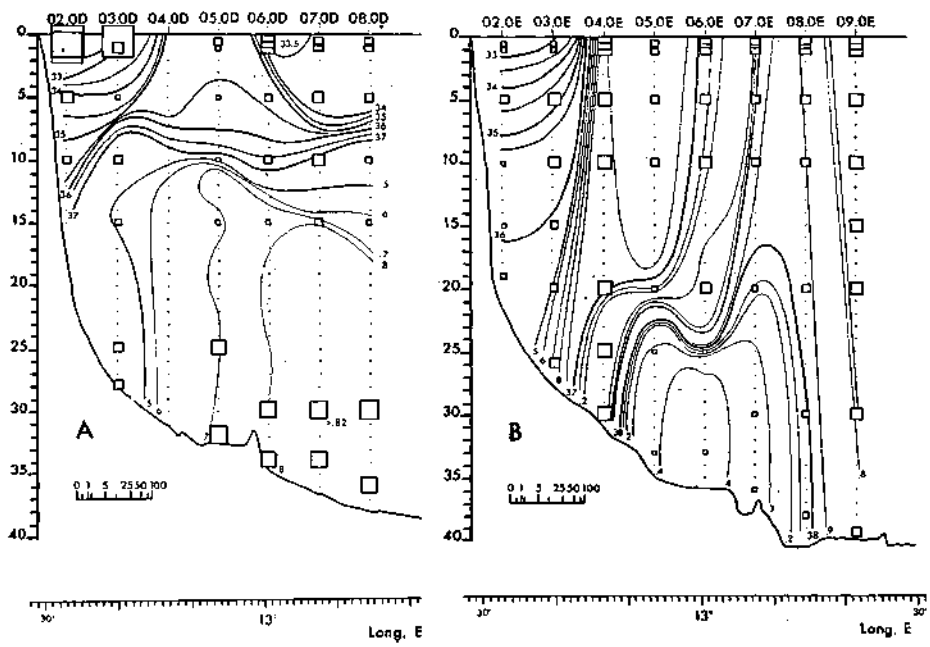


Fig. 2. — Distribuzione della clorofilla *a* (µg x l^{-1}) nelle due situazioni stagionali esaminate: A) 8 luglio 1978, nella sezione a latitudine 45° N; B) 8 dicembre 1978, nella sezione a latitudine 44° 50' N. I simboli sono di dimensioni proporzionali alla concentrazione e sovrapposti alle isoaline interpolate da misure con STD (da FRANCO, SOCAL e BIANCHI, 1979).

un carico fitoplanctonico medio di 2,18 x 10^6 cellule l^{-1} (con un massimo di 11,86 x 10^6 in acque a salinità minore di 29 x 10^{-3}, in una stazione situata poco a Sud del delta). Le concentrazioni di clorofilla *a* sono in media di circa 1,5 [µg x l^{-1}; il massimo è ancora localizzato in acque a bassa salinità in posizione similare. Le acque sottostanti il picnoclino, caratteriz-

zate da salinità maggiori di 37 x 10^{-3} e temperature dell'ordine dei 14°C, presentano abbondanze numeriche significativamente inferiori, con una media di 0,23 ed un minimo di 0,02 x 10^6 cellule x l^{-1}, corrispondenti ad una concentrazione media di clorofilla *a* di 0,74 ed un minimo di 0,28 µg x l^{-1} (tab. 1).

Tab. 1 — Valori medi dell'abbondanza (numero di cellule x l^{-1}) e della biomassa (clorofilla *a* µg x l^{-1}) fitoplanctoniche negli intervalli di salinità indicati.

Crociera	Salinità x 10^3	Abbondanza Numerica x 10^6	Clorofilla *a*
Luglio	S < 37	2,183	1,53
	S > 37	0,228	0,74
Dicembre	S < 36,5	0,116	0,64
	36,5 < S < 37	0,161	0,98
	S > 37	0,158	1,13

La comunità fitoplanctonica è prevalentemente costituita da diatomee, sia in acque superficiali che profonde, ma con percentuali significativamente maggiori nelle acque a salinità inferiori a 37 x 10^{-3} (tab. 2). Il genere *Nitzschia,* rappresentato principalmente da *Nitzschia seriata* Cl. è quello a più lunga diffusione (fig. 3) e risulta particolarmente abbondante in acque maggiormente influenzate dalla diluizione fluviale (9,28 x 10^6 cellule x l^{-1}). Distribuzione analoga mostra *Rhizosolenia* (principalmente R. *alata* Brigthw., *R. alata forma gracillina* (Cl.) Gran e *R. fragilissima* Berg.) con massimi superiori a 1 x 10^6 cellule x l^{-1} e larga diffusione nelle acque sovrastanti il picnoclino principale. Anche alcune diatomee pennate, quali *Fragilaria crotonensis* Kitton e *Asterionella japonica* CL, ed alcune Naviculaceae sono numericamente abbondanti in acque superficiali influenzate dall'apporto del Po, a salinità inferiori a 20 x 10^{-3}. *Chaetoceros,* assente o con abbondanze minime nelle stazioni occidentali di maggior influenza padana, diviene progressivamente più abbondante nelle stazioni orientali ed è il più frequente in corpi d'acqua profondi con salinità maggiori di 37 x 10^{-3}.

I dinoflagellati, pur raggiungendo le abbondanze più elevate nelle acque di piume, costituiscono in termini relativi ed in media soltanto il 2,5% del fitoplancton totale nelle acque superficiali, mentre divengono una frazione percentuale significativamente maggiore in acque profonde, particolarmente in masse d'acqua segregate e caratterizzate da concentra-

zioni relativamente elevate di nutrienti derivanti da processi di mineralizzazione (FRANCO, SOCAL e BIANCHI, 1979). Le specie più abbondanti sono *Prorocentrum micans* Ehr. (> 0,10 x 10^6 cellule x l^{-1}) in acque superficiali e *Gymnodinium* sp. in acque profonde.

La distribuzione dei microflagellati non determinati non sembra influenzata dalla struttura di densità della colonna d'acqua, mostrando percentuali medie pressochè uguali sia in acque superficiali che profonde. Fra gli altri gruppi tassonomici è infine frequente il rinvenimento in acque profonde del silicoflagellato *Distephanus speculum* (Ehr.) Haeckel.

Crociera autunno-invernale

Le caratteristiche idrologiche del bacino, nella transizione alla situazione invernale, subiscono una profonda modificazione con la formazione di un netto sistema frontale separante le acque costiere, diluite dall'apporto fluviale, da masse d'acqua a salinità e densità più elevate (FRANCO, 1972, 1973; FRANCO, SOCAL e BIANCHI, 1979).

La distribuzione del fitoplancton è in evidente relazione con l'idrologia del bacino (fig. 2); le acque costiere, a temperatura inferiore a 10°C e salinità a 36,5 x 10^{-3}, presentano un'abbondanza media di 0,12 x 10^6 cellule x l^{-1}, corrispondente ad una concentrazione media di 0,64 µg x l^{-1} di clorofilla *a*.

In queste masse d'acqua sono numericamente abbondanti i microflagellati (tab. 2) che raggiungono un valore massimo di 0,14 x 10^6 cellule per l^{-1} e la predominanza percentuale in un'area costiera situata a sud del delta padano, ove sono invece esigue le concentrazioni delle diatomee, dell'ordine di 10^3 cellule x l^{-1}, rappresentate soprattutto da *Nitzschia* e *Navicula*.

Le acque ad est del fronte occidentale presentano abbondanze nu-

Tab. 2 — Abbondanze percentuali medie dei principali gruppi tassonomici, corrispondenti agli intervalli di salinità indicati.

Crociera	Salinità x 10^3	Diatomee % %	Dinoflagellati %	Microflagellati %
Luglio	S < 37	73,40	2,48	21,21
	S > 37	55,31	13,10	21,86
Dicembre	S < 36,5	32,12	1,36	57,06
	36,5 < S < 37	62,42	1,01	28,49
	S > 37	66,77	1,31	22,78

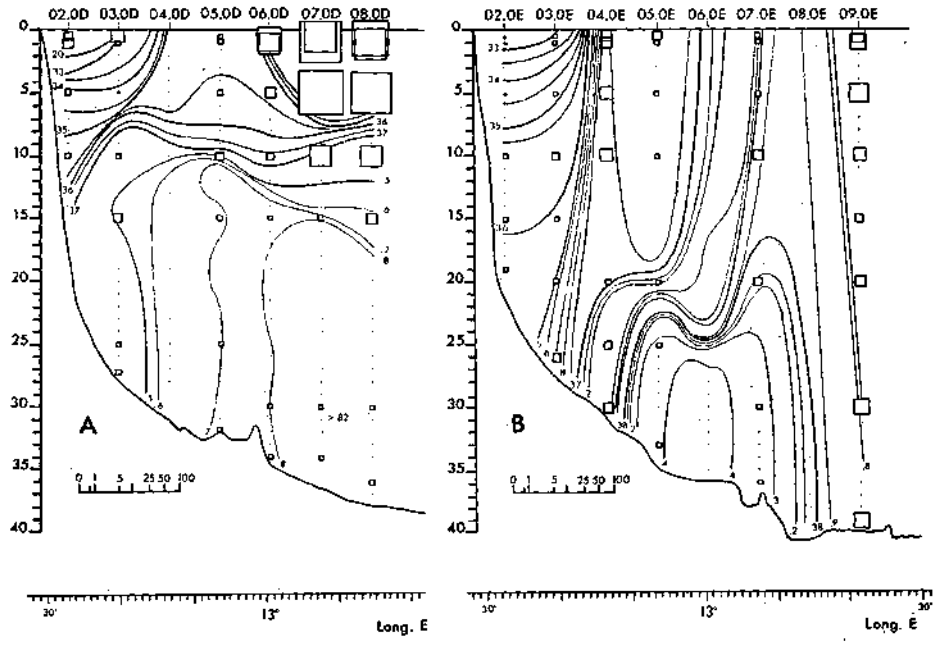


Fig. 3. — Distribuzione dell'abbondanza numerica di *Nitzschia* (cellule x l^{-1} x 10^5) nelle due situazioni stagionali esaminate: A) 8 luglio 1978, sezione a latitudine 45° N; B) 8 dicembre 1978, sezione a latitudine 44° 50' N (vedi fig. 2).

meridie e concentrazioni di clorofilla *a* più elevate (tab. 1); nei campioni provenienti da questa massa d'acqua il rapporto microflagellati/diatomee indica la netta dominanza delle seconde. Nel nucleo profondo di acque dense, a salinità maggiore di 38 x 10^{-3}, nella parte centrale del bacino si riscontrano valori minimi di abbondanza e di biomassa (0,04 x 10^6 cellule x l^{-1} ed una concentrazione di 0,15 µg x l^{-1} di clorofilla *a).* La diatomea *Ntizcshia seriata* raggiunge il valore massimo di 0,16 x 10^6 cellule x l^{-1} in acque a salinità comprese tra 36,5 e 37 x 10^{-3}, presumibilmente derivanti dal mescolamento verticale delle acque diluite presenti nel bacino prima della formazione del fronte costiero e della instabilizzazione verticale della colonna d'acqua (FRANCO, 1972) e salvo rare eccezioni, è ancora la forma dominante, con percentuali fino al 63 % del totale (fig. 3). Tra le diatomee appaiono, inoltre, con distribuzione variabile, i generi *Chaetoceros. Navicula* e *Leptocylindrus.*

Le abbondanze dei dinoflagellati, infine, non superano mai valori di qualche migliaio di cellule x l^{-1} e percentuali medie dell'ordine dell' 1% del totale (tab. 2).

DISCUSSIONE

La struttura fisica delle acque del bacino settentrionale dell'Adriatico è caratterizzata dalla presenza di gradienti di densità marcati, separanti e generati da masse d'acqua con caratteristiche termoaline molto diverse, ed i cui rapporti di mescolamento reciproco risultano controllati nel piano orizzontale da sistemi frontali, e verticalmente da picnoclini.

I risultati fin qui esposti permettono di indicare, anche se ad un livello qualitativo, gli effetti di queste caratteristiche strutturali e delle loro conseguenze dinamiche sulla distribuzione ed i caratteri delle associazioni fitoplanctoniche e della loro biomassa in due diverse situazioni stagionali.

Nella situazione estiva un sistema di picnoclini ad andamento orizzontale, in parte confluenti con il sistema frontale della piume alimentata dal Po, separa acque variamente diluite da apporti d'acque dolce continentale e quelle non diluite: alla stabilità verticale corrisponde negli strati di transizione una forte riduzione del trasporto turbolento verticale e ne risulta una efficace separazione delle masse d'acqua superficiali e profonde.

Nello strato superficiale, l'advezione laterale e le variabili condizioni di mescolamento turbolento generano gradienti definiti nella distribuzione dei nutrienti, derivanti da quelli di apporto fluviale e dal loro riciclo, e dal particellato, vivente e detritico, derivante dalla loro utilizzazione e dai processi di grazing.

Conseguenza delle condizioni strutturali descritte sulla biomassa fitoplanctonica sono concentrazioni elevate localizzate sia nella zona di iniezione della piume, nella quale la coesistenza dell'apporto di nutrienti e della stabilizzazione verticale genera le condizioni per un bloom persistente, sia in corrispondenza alle discontinuità termoaline, e concentrazioni medie significativamente diverse nelle masse d'acqua da esse separate. Le comunità fitoplanctoniche risultano inoltre fortemente differenziate sia in senso verticale, in strati anche molto prossimi ma stabili, sia in senso orizzontale, in dipendenza delle variabili condizioni di turbolenza, delle diverse concentrazioni e dei diversi rapporti reciproci fra i nutrienti disciolti disponibili, ed in entrambe le condizioni, per la diversa attenuazione subita dall'energia luminosa, sia in termini quantitativi che di distribuzione spettrale (FRANCO, in stampa).

Nella situazione autunno-invernale le acque influenzate da processi di diluizione fluviale e costiera sono separate da quelle circolanti nel resto del bacino da un netto sistema frontale. Altre discontinuità termoaline separano masse d'acqua instabilizzate dal raffreddamento superficiale

e derivanti da diluizioni precedenti da altre di più recente advezione nel bacino.

Le basse temperature e la forte attenuazione dell'energia radiante sembrano costituire i fattori limitanti l'accrescimento fitoplanctonico nella massa d'acqua occidentale, nonostante la larga disponibilità di nutrienti e le condizioni di parziale stabilizzazione verticale (FRANCO, SOCAL e BIANCHI, 1979). Dato che le osservazioni sono state effettuate in una fase intermedia fra la struttura autunnale e quella invernale, il fenomeno è probabilmente transitorio e prelude allo sviluppo e la stabilizzazione di popolazioni invernali, come suggeriscono osservazioni precedenti (VOLTOLINA, 1971; FRANCO, 1973). Valori di biomassa più elevati coincidono invece con le zone di convergenza associate al sistema frontale occidentale ed a quelli, meno marcati, orientali, e sono dovuti alla presenza di comunità di fitoplanctonti fra loro sensibilmente diverse.

In entrambe le situazioni stagionali la biomassa tocca valori minimi in corpi d'acqua profondi a densità elevata e tranne che in parte delle acque costiere invernali, ove microflagellati non determinati raggiungono l'abbondanza relativa del 57 %, nell'associazione prevalgono numericamente le diatomee, osservazione che risulta in accordo con alcune precedenti (ad es. VOLTOLINA, 1969; 1970; 1971; MARZOCCHI, SOLAZZI, TOLOMIO, FAVERO e CAVOLO, 1979) ed in parziale disaccordo con altre (ad es. REVELANTE e GILMARTIN, 1976).

Fra le diatomee quella a più larga diffusione è *Nitzschia* (specialmente *N. seriata;* si vedano anche STIRN, 1968; VOLTOLINA, 1971; 1972) con massimi estivi superiori a $9{,}00 \times 10^6$ ed invernali intorno a $0{,}16 \times 10^6$ cellule $\times l^{-1}$, sempre in acque diluite. Altri due generi costituiscono una frazione significativa della comunità planctonica: *Rhizosolenia,* nel periodo estivo più abbondante nelle acque della piume padana, e *Chaetoceros,* distribuito complessivamente con un gradiente analogo a quello della salinità.

I dinoflagellati infine costituiscono una. frazione apprezzabile del numero totale dei fitoplanctonti solo durante la crociera estiva, nei corpi d'acqua profondi, ad elevate densità e concentrazione di nutrienti da rigenerazione.

BIBLIOGRAFIA

FRANCO P., 1970 — Oceanography of Northern Adriatic Sea. I. Hydrologic features: Cruises July - August and October - November 1965. — *Archo Oceanogr. Limnol.,* Venezia, 16 suppl., 93 p.

FRANCO P., 1972 — Oceanography of Northern Adriatic Sea. II. Hydrologic features: Cruises January - February and April - May 1966. — *Archo Oceanogr. Limnol.,* Venezia, 17 suppl., 97 p.

FRANCO P., 1973 — L'influenza del Po sui caratteri oceanografici e sulla distribuzione della biomassa planctonica dell'Adriatico settentrionale. — *Ann. Univ. Ferrara,* Ferrara, Sez. I, suppl., 95-117.

FRANCO P., 1982 — Distribuzione verticale della produzione primaria e struttura della colonna d'acqua nell'Adriatico settentrionale, Atti 5° Congr. AIOL (in stampa).

FRANCO P., SOCAL G., BIANCHI F., 1979 — Nutrienti e biomassa fitoplanctonica nell'Adriatico settentrionale. Crociere 1978. — *Atti Conv. Prog. Final. Oceanogr. Fondi Marini,* Roma, 47-60.

MARZOCCHI M., SOLAZZI A., TOLOMIO C, FAVERO P., CAVOLO F., 1979 — Composizione del fitoplancton in alcune stazioni costiere del Medio ed Alto Adriatico Occidentale (1977). — *Atti Conv. Prog. Final. Oceanogr. Fondi Marini,* Roma, 95 - 106.

REVELANTE N., GILMARTIN M., 1976 — The effect of Po River discharge on Phytoplankton dynamics in the Northern Adriatic Sea. — *Mar. Biology,* Hamburg, 34, 259-271.

STIRN J., 1968 — The importance of *Nitzschia seriata* Cléve in the Northern Adriatic Phytoplankton. — *Rapp. Commn int. Mer Méditer.,* Monaco, 19, 557-580.

STRICKLAND J. D. H., PARSON T. R., 1972 — A practical handbook of seawater analysis. — *Bull. Fish. Res. Bd Can.,* Ottawa, 167, 310 p.

ÜTERMÖHL H., 1931 — Neue Wege in der quantitative Erfassung des Planktons. — *Verb. Int. Ver. Limnol.,* Berlin, 5, 567.

VOLTOLINA D., 1969 — Distribuzione quantitativa e qualitativa del fitoplancton nell'Adriatico settentrionale. I. Estate 1965. — *Archo Oceanogr. Limnol.,* Venezia, 16, 173-187.

VOLTOLINA D., 1970 — Distribuzione quantitativa e qualitativa del fitoplancton nell'Adriatico settentrionale. II. Autunno 1965. — *Archo Oceanogr. Limnol.,* Venezia, 16, 227-246.

VOLTOLINA D., 1971 — Distribuzione quantitativa e qualitativa del fitoplancton nell'Adriatico settentrionale. III. Inverno 1966. — *Archo Oceanogr. Limnol.,* Venezia, 17, 71-93.

1966 — Determination of photosynthetic pigments in sea water. — *Monographs on oceanographic methodology,* No. 1, UNESCO, Paris, 69 p.

Indirizzo degli Autori. — Istituto di Biologia del Mare - Riva Sette Martiri, 1364/A, 30122 Venezia (I).

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.), 1 1982, pp. 39-52

C. LENZI GRILLINI, D. MARINO, M. MARZOCCHI, M. MODIGH,
M. MONTRESOR, C. SALAFIA, A. SOLAZZI, C. TOLOMIO

STUDIO PRELIMINARE SUL FITOPLANCTON E SULLA PRODUZIONE PRIMARIA DEL PORTO D'ISCHIA

RIASSUNTO

Il bacino portuale di Ischia è caratterizzato, rispetto all'ambiente esterno, da maggiori concentrazioni di fitoplancton e di clorofilla cui fanno riscontro notevoli valori di produzione. La presenza massiva di *Thalassiosira* sp. contribuisce in maniera determinante alla composizione del plancton portuale. Alle differenti caratteristiche della componente biologica tra le acque interne e quelle esterne non corrisponde una altrettanto evidente differenza nella concentrazione dei nutrienti. Si conclude per una prevalente influenza dei fattori idrodinamici piuttosto che di quelli nutrizionali nel determinare la fisionomia del popolamento fitoplanctonico.

SUMMARY

A preliminary account of phytoplankton distribution and primary production in the port of Ischia.

The results of a preliminary investigation of the phytoplankton populations of the port of Ischia, carried out in September 1980, are described. As compared to the external environment, port waters are characteristically more productive and richer in number of cells. Differences in chemical-physical parameters were, however, less marked. Dominant port species were *Thalassiosira sp., Nitzschia longissima, Lithodesmium undulatum,* whereas *Leptocylindrus danicus, Eucampia cornuta, Rhizosolenia fragilissima* and *R. stolterfothii* dominated waters outside the harbour. The peculiar hydrodynamic patterns, together with the prevalence of small fast-growing diatoms, are the basic differences between the port of Ischia and other harbour basins, for which the available literature reports a prevalence of flagellates.

Vertical turbulence, due to heavy navigation to and from the port, is, in fact, one of the main factors determining the structure of the phytoplankton population.

Key words: phytoplankton - port of Ischia.

INTRODUZIONE

Lo studio delle comunità fitoplanctoniche dei bacini portuali risulta interessante sia per le peculiari caratteristiche dell'ambiente, sia perché in esso si misurano gradienti biologici e mesologici particolarmente marcati.

Scarse sono in generale le informazioni sul plancton dei porti (BRIAN, 1947; YAMAZI, 1964; MAGAZZÙ e ANDREOLI, 1973; LENZI GRILLINI e BUDINI GATTAI, 1979; PATRITI, 1979) ed, in genere, limitate alla fra zione animale (LEVI, 1969; PICONE *et al.,* 1978; BASSO, CEVASCO *et al.,* 1980; BASSO, DELLA CROCE *et al.,* 1980; CEVASCO *et al.,* 1980; ZUNINI SERTORIO *et al.,* 1980).

Il porto di Ischia è stato già soggetto di ricerche (CINELLI *et al.,* 1975; MAZZELLA *et al.,* 1978, etc.) riguardanti però la sola componente bentonica. Questo porto (Fig. 1) è un piccolo bacino naturale di origine vulcanica, comunicante con il mare attraverso uno stretto passaggio che si apre in direzione Nord-Est. La morfologia e l'orientamento dell'imboccatura rendono molto scarsi gli scambi con l'esterno per cui i principali fattori idrodinamici sono le oscillazioni di marea e la turbolenza creata dai natanti. Quest'ultima gioca un ruolo di primo piano nella dinamica delle acque portuali in quanto le dimensioni dei natanti sono tali da produrre correnti di entrata e di uscita di una certa entità. La prevalente fonte di inquinamento è da attribuirsi agli scarichi cloacali, alle terme e, in minor misura, ai residui di olii ed idrocarburi dovuti al traffico nautico.

MATERIALI E METODI

I campionamenti ed i rilevamenti sono stati effettuati il 23 settembre 1980 in 5 stazioni (fig. 1). I dati raccolti si riferiscono a 0, -1, -2, -4, 8 metri a seconda delle stazioni.

Il fitoplancton, raccolto con bottiglia Niskin, è stato fissato con formalina neutra al 4%.

Per l'analisi quantitativa è stato seguito il metodo di ÜTERMÖHL (1958). Per la determinazione specifica si è fatto riferimento a PERAGALLO H. e M. (1897-1908), VAN HEURCK (1896), HUSTEDT (1930-1959-1961),

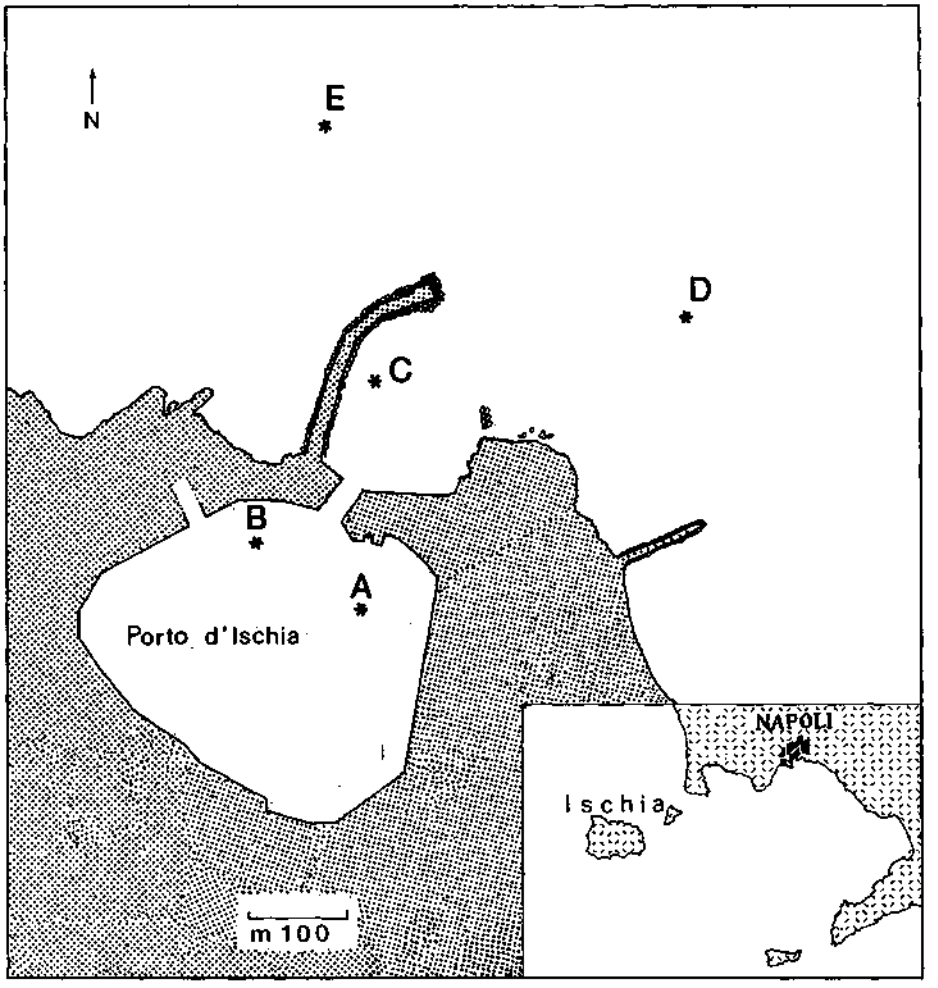


Fig. 1. — Porto d'Ischia con indicazione delle stazioni.

SCHILLER (1930-1933-1937), GEMEINHARDT (1930), VAN DER WERFF e HULS (1957-1974), HENDEY (1964).

Sono stati inoltre misurati i seguenti parametri: temperatura (termometro a rovesciamento), salinità (salinometro (RS7 Beckman), ossigeno (metodo Winkler), nitriti, nitrati e silicati (Autoanalyzer AA.II Technicon), ammoniaca (KOROLEFF, 1976), ortofosfati, clorofilla, solidi sospesi, produzione primaria (STRICKLAND e PARSONS, 1968).

Per ciò che riguarda la luce è stata rilevata la P.A.R. (Photosynthe-

tically Active Radiation) mediante fotometro Lambda 185 A, mentre l'intensità luminosa nell'ambito del visibile è stata misurata con un fotometro Thalassia - Trieste.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Il bacino portuale di Ischia è caratterizzato da acque ben rimescolate, come è rilevabile dai profili della temperatura e della salinità. Diverso è invece l'andamento di questi parametri nelle stazioni esterne al porto (D ed E) ove appare un gradiente termoalino ben evidente in acque caratterizzate da temperature più basse e salinità più alte rispetto a quelle portuali (fig. 2).

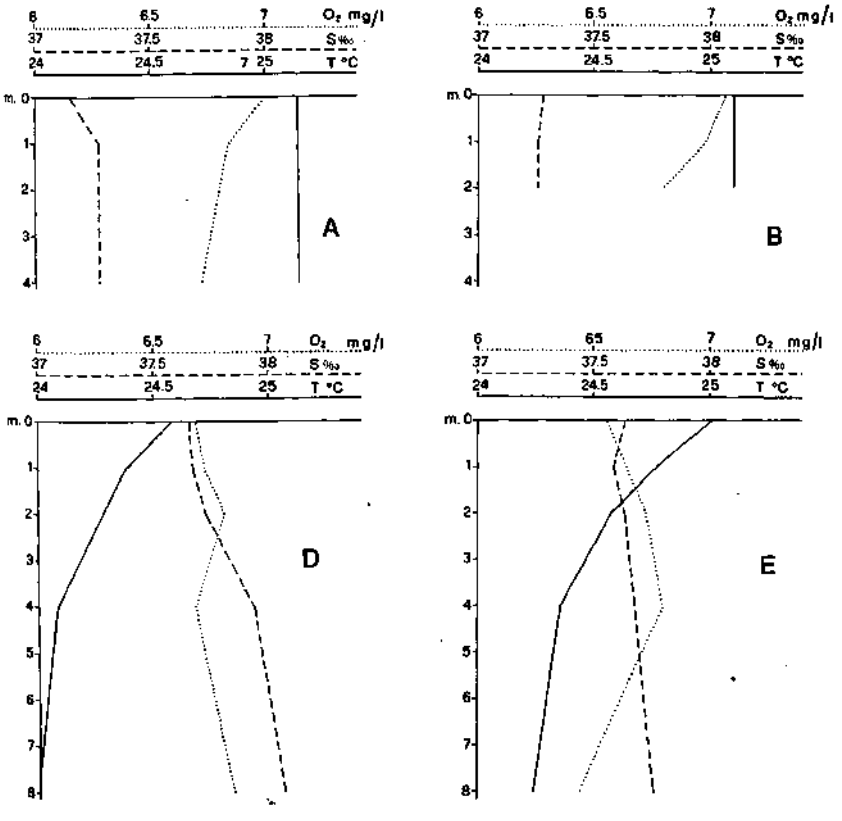


Fig. 2. — Distribuzione verticale di Temperatura, Salinità ed Ossigeno nelle stazioni A, B, D, E.

Le differenze osservate sono da attribuire a vari fattori: la presenza di scarichi all'interno del bacino, che tende ad abbassarne la salinità, la morfologia del porto, che non consente un sufficiente scambio di acqua con l'esterno; l'intenso traffico di natanti, che impedisce la formazione di gradienti verticali. L'assenza di stratificazione assicura inoltre una buona ossigenazione lungo tutta la colonna d'acqua, almeno fino alla profondità alla quale è stato possibile campionare, cioè circa un metro dal fondo.

Ben ossigenate sono anche le acque esterne, con una lieve differenza fra la stazione D e la stazione E nei valori rilevati ai livelli più profondi, dovuta probabilmente alla presenza di una prateria a *Posidonia oceanica* (stazione D).

Di particolare interesse risulta la distribuzione delle concentrazioni dei sali nutritivi (Figg. 3-4) per alcuni dei quali sono state rilevate mar-

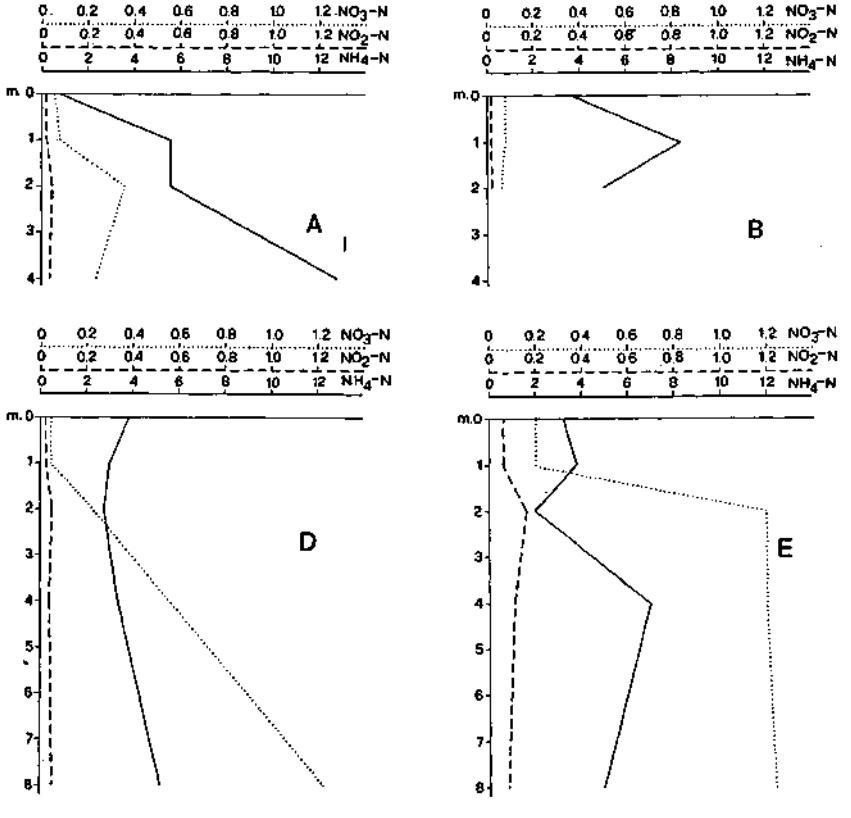


Fig. 3. — Distribuzione verticale di Nitriti, Nitrati ed Ammoniaca (µg at/l) nelle stazioni A, B, D, E.

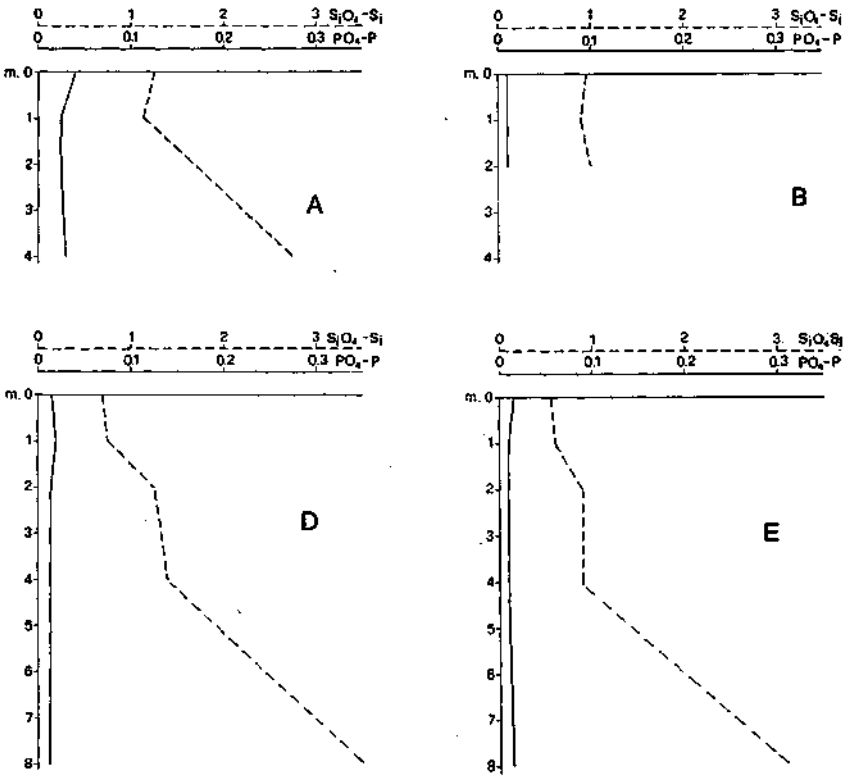


Fig. 4. — Distribuzione verticale di Fosfati e Silicati (µg at/l) nelle stazioni A, B, D, E.

cate differenze tra le acque interne e quelle esterne. Per quanto riguarda infatti i sali di azoto si è osservato uno spostamento dell'equilibrio tra i vari stati di ossidazione nei campioni del porto, dove è notevole la concentrazione di ammoniaca, specialmente nei livelli più profondi della stazione A. Viceversa nelle acque esterne la concentrazione dei nitrati, oltre ad essere globalmente maggiore, tende ad aumentare dalla superficie al fondo (oltre 1 µg at/l), a scapito dell'azoto in forma ridotta.

Sono presenti quantità poco rilevanti di $P\text{-}PO_4$ in tutte le stazioni, tranne che nella A, ove il lieve incremento è probabilmente dovuto agli scarichi urbani.

Per i silicati si osserva una tendenza generale ad un aumento verso il fondo, senza marcate differenze fra le stazioni interne e quelle esterne.

Nel porto si ha una rapidissima estinzione della luce in pochi metri (Fig. 5) a causa della grande quantità di materiale in sospensione (Fig. 6),

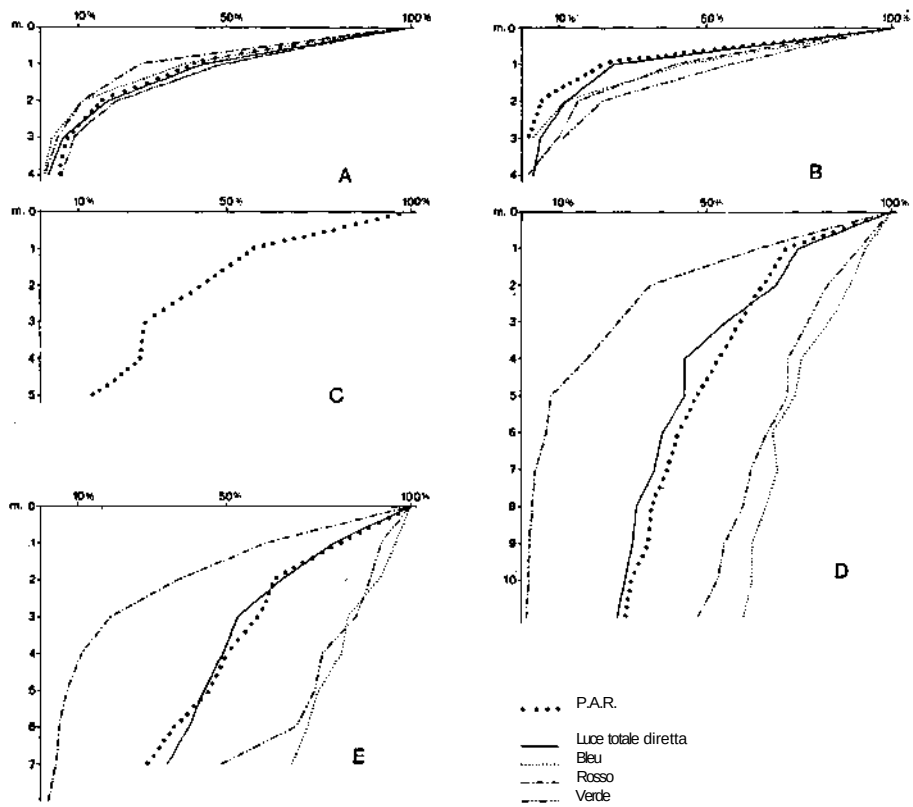


Fig. 5. — Distribuzione verticale delle varie componenti della luce (espressa in percentuale rispetto alla superficie) nelle cinque stazioni.

mentre in mare, anche presso il fondo, sono stati misurati valori elevati di radiazione luminosa. La scarsa trasparenza delle acque portuali non limita tuttavia la produzione primaria (Fig. 6), che raggiunge a tutte le profondità valori notevoli (80-90 mg C/m^3/giorno). Tale elevata produzione, cui fanno riscontro per le stazioni esterne valori 80 volte minori, è sostenuta da una notevole biomassa fitoplanctonica (fig. 6), come risulta sia dalle misure di clorofilla (oltre 7 mg/m^3 di clorofilla *a)* che dal numero totale di cellule (oltre 9 x 10^6 cellule/litro). La specie maggiormente rappresentata è una piccola diatomea del genere *Thalassiosira,* che costituisce circa il 90 % del popolamento microalgale. Tale forte dominanza è rilevabile (Fig. 7) anche dai bassi valori assunti dall'indice D (~ 1) (MARGALEF, 1956).

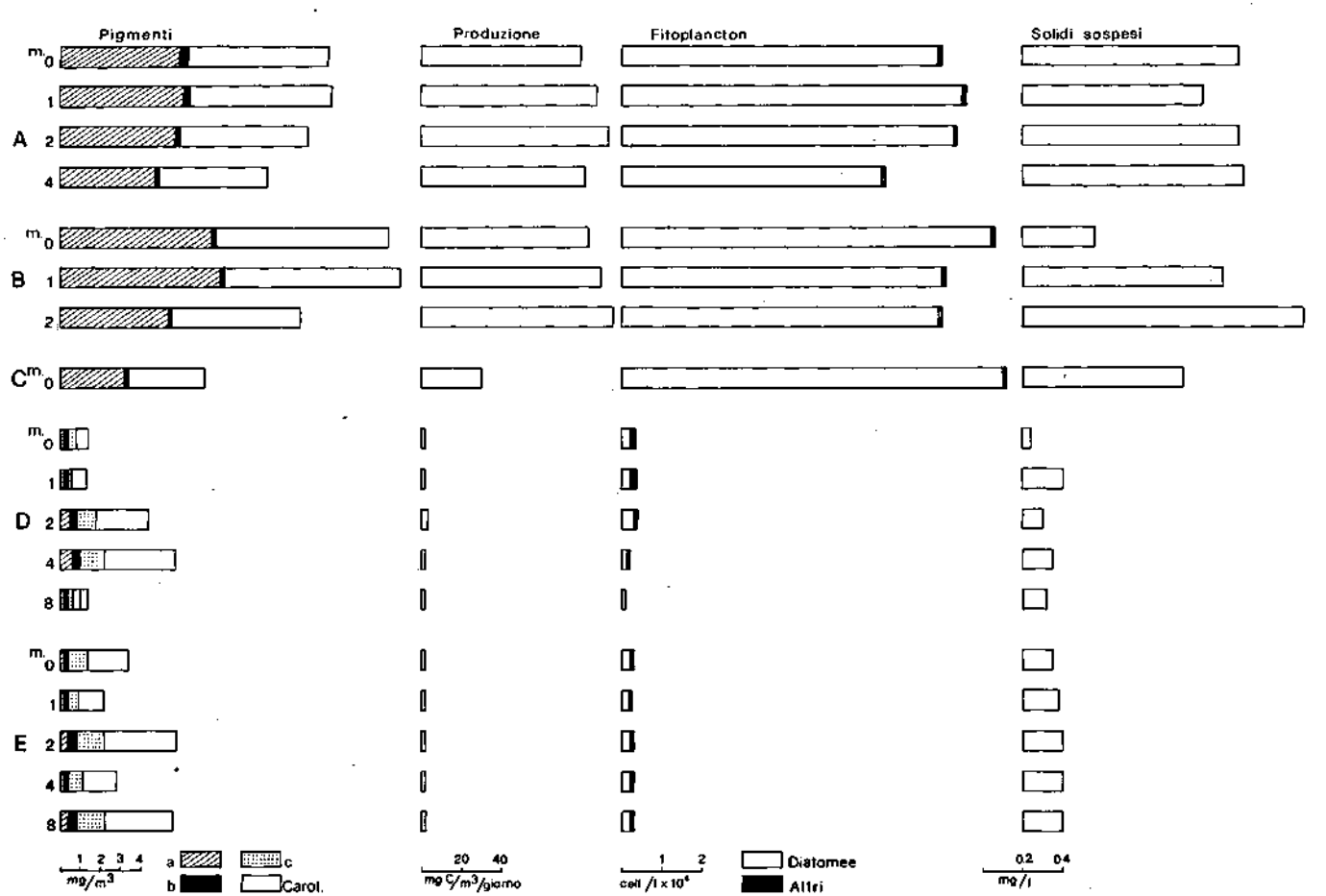


Fig. 6. — Distribuzione della biomassa fitoplanctonica (Clorofilla a, b, c, Carotenoidi e numero di cellule), della Produzione e della quantità di solidi in sospensione ai diversi livelli delle cinque stazioni.

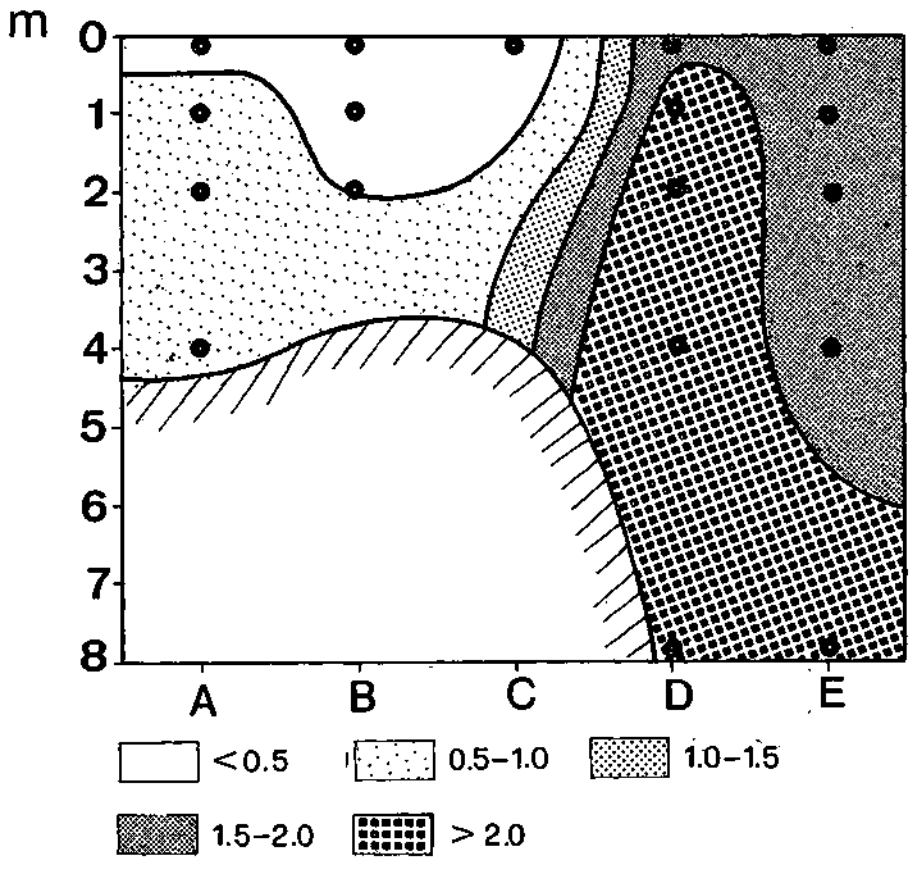


Fig. 7. — Distribuzione dei valori dell'indice di diversità D nelle cinque stazioni idealmente allineate. I punti indicano le profondità alle quali si è campionato.

Le indicazioni fornite dalla composizione specifica dei campioni delle stazioni del porto confermano che il popolamento è riferibile alla fase 1 della successione (MARGALEF, 1958).

Nelle acque esterne al porto, il plancton è sempre dominato dalle Diatomee ma il popolamento appare più differenziato (D ~ 2). In tali stazioni insieme a specie di piccole dimensioni ad elevato rapporto superficie/volume *(Leptocylindrus danicus, Thalassiosira* sp. etc.) sono importanti anche specie più grandi quali *Rhizosolenia stolterfothii, Eucampia cornuta* etc. Tale tipo di associazione corrisponde ad una fase più matura della successione (fase 2 di MARGALEF).

L'aspetto più rilevante che emerge è la distribuzione di alcune specie

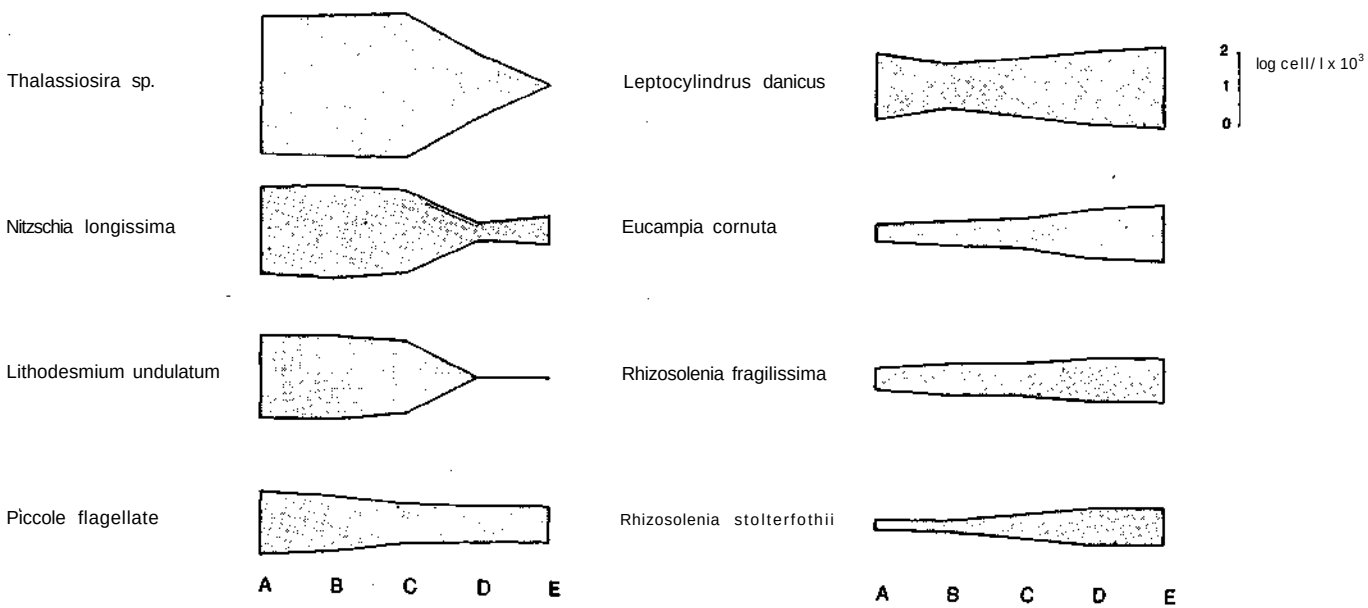


Fig. 8. — Densità cellulare nelle singole stazioni.

che palesano concentrazioni assai diverse tra stazioni interne ed esterne (Fig. 8). Alcune forme si ritrovano in quantità massiva quasi esclusivamente nel porto, mentre sono assai scarse o mancano del tutto nelle acque antistanti: *Thalassiosira* sp., *Nitzschia longissima* e *Lithodesmium undulatum.* Altre invece si presentano in quantità ridotta nel bacino portuale, rispetto alle stazioni esterne, ove non raggiungono però valori di dominanza così elevata come quelli del primo gruppo: *Leptocylindrus danicus, Eucampia cornuta, Rhizosolenia fragilissima, Rhizosolenia stolterfothii.*

CONCLUSIONI

Dall'analisi dei risultati emergono chiare differenze fra le stazioni interne e quelle esterne. Ciò viene evidenziato più dalle caratteristiche biologiche che dai dati chimico-fisici. All'interno del bacino portuale la biomassa fitoplanctonica e la produzione primaria sono maggiori, mentre la diversità specifica è nettamente inferiore. I bassi valori assunti dall'indice di diversità sono dovuti alla fortissima dominanza di *Thalassiosira* sp. su di un popolamento peraltro molto differenziato e costituito quasi esclusivamente da diatomee. Lo spettro floristico appare vario anche ai livelli più profondi, in condizioni ambientali meno favorevoli, ove assieme alle forme planctoniche si trovano specie bentoniche quali ad esempio, *Campylodiscus clypeus, Surirella striatula, Auliscus sculpta.*

L'abbondante biomassa autotrofa all'interno del porto è costituita dunque in massima parte da specie piccole e prive di flagelli che trovano le condizioni migliori di sviluppo in ambienti ove ad una buona disponibilità di nutrienti si unisce una notevole turbolenza verticale. Tale assenza di stratificazione consente tra l'altro una omogenea distribuzione delle cellule vegetali lungo la colonna riportandole continuamente verso gli strati superficiali ben illuminati. Notiamo inoltre che all'interno del porto d'Ischia, pur se in numero minore, si ritrovano le stesse specie presenti in mare aperto per cui è la forte dominanza di una sola specie che caratterizza il plancton del porto più che un sostanziale cambiamento delle spettro floristico.

In altri bacini portuali di dimensioni maggiori, con acque spesso stratificate e con un notevole apporto di sostanze inquinanti, sono state invece osservate forti dominanze di forme flagellate indicanti situazioni seriamente compromesse dal punto di vista ecologico. Citiamo ad esempio l'abbondanza di *Cystodinium* sp. e *Gymnodinium tenuissimum* nel porto di Livorno (LENZI GRILLINI e BUDINI GATTAI, 1979), di *Prorocentrum minimum* nel Golfo di Napoli (YAMAZI, 1964), di dinoflagellati in genere

nel porto di Genova (BRIAN, 1947) e di *Amphidinium globosum* nel porto di Marsiglia (PATRITI, 1979).

Dall'insieme di queste considerazioni si può ritenere che l'ambiente in esame non è in evidente stato distrofico. D'altro canto c'è da aggiungere che, pur trattandosi di un bacino chiaramente eutrofizzato non vi si riscontrano concentrazioni di nutrienti così elevate come in altre zone costiere del Golfo di Napoli (CARRADA *et al.*, 1980; TOMAS, 1980).

Si conferma pertanto il ruolo rilevante dei fattori idrodinamici nel determinare il profilo biologico di questo ambiente portuale. Infatti, se da un lato è stato dimostrato che la scarsità del moto ondoso all'interno influisce notevolmente sulla struttura dei popolamenti bentonici (MAZZELLA *et al.*, 1978; SCIPIONE *et al.*, 1981; IDATO *et al.*, 1981), dall'altro sembrerebbe, da questa prima indagine, che la turbolenza verticale sia altrettanto importante nel determinare le caratteristiche della componente fitoplanctonica.

Ringraziamenti — Gli autori ringraziano V. SAGGIOMO, V. TRAMONTANO e G. FORLANI della Stazione Zoologica per il prezioso aiuto fornito durante i prelievi e nelle analisi di laboratorio.

BIBLIOGRAFIA

BASSO M. P., CEVASCO M. G., DELLA CROCE N. e PICONE P., 1980 — Caratteristiche ecologiche e popolamento zooplanctonico in ambienti portuali del Mar Ligure e Alto Tirreno. — *Catt. Idrob. e Pesc. Univ. Genova,* Rapp. Tecn., 12: 1-50.

BASSO M. P., DELLA CROCE N. e PICONE P., 1980 — Ecologia e biologia dei porti del Mar Ligure e Alto Tirreno. 8. Popolamento zooplanctonico (Ottobre-Novembre 1974). — Atti 3° Congresso Ass. Ital. Oceanol. e Limnol., Sorrento (18-20 Dicembre 1978), 189-195.

BRIAN A., 1947 — Osservazioni sul fitoplancton del Porto di Genova. — *Ann. Mus. civ. Stor. Nat. Genova,* 63; 52-64.

CARRADA G. C, HOPKINS T. S., BONADUCE G., IANORA A., MARINO D., MODIGH M., RIBERA D'ALCALÀ M. and SCOTTO DI CARLO B., 1980 — Variability in the hydrographic and biological features of the Gulf of Naples. — *P.S.Z.N. I. Mar. Ecol.,* 1: 105-120.

CEVASCO M. G., PICONE P. e DELLA CROCE N., 1980 — Ecologia e biologia dei porti del Mar Ligure e Alto Tirreno. 10. Popolamento zooplanctonico (Maggio 1975). — *Atti Soc. ital. Sci. Nat. Museo civ. Stor. nat. Milano,* 121 (1-2): 61-68.

CINELLI F., FRESI E. et MAZZELLA L., 1975 — Note préliminaire sur les biocénoses superficielles du port d'Ischia (golfe de Naples) avec quelques données chimico-physiques. — *Rapp. Comm. int. Mer Médit.,* Monaco Principate, 23 (2): 95-97.

GEMEINHARDT K., 1930 — « Silicoflagellatae ». — *Kryptogamen-Flora von Deutschlana, Österreich und der Schweiz.* L. Rabenhorst (ed), Vienna, 10, pp. 1-87.

HENDEY N. L, 1964 — An introductory account of the smaller algae of British coastal

waters. Part. V. Bacillariophyceae (Diatoms). — *Fishery Investigations London,* IV, pp. 1-317, I - XLV.

HUSTEDT F., 1930-59-61 — Die Kieselalgen Deutschlands, Österrerichs und der Schweiz mit Beriicksichtigung der iibrigen Lander Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. In: Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz, L. Rabenhorsts (ed.), 7 (1, 2, 3) pp. 1-920, 1-845, 1-816.

IDATO E., CINELLI F., FRESI E., MAZZELLA L., PONTICELLI M. P. e SCIPIONE M. B., 1981 — Ricerche sui popolamenti bentonici di substrato duro del Porto di Ischia. Infralitorale fotofilo: IV. Molluschi. — *Quad. Lab. Tecnol. Pesca,* 3 (1 suppl.): 519-533.

KOROLEFF F., 1976 — «Determination of Ammonia». In: Grasshof K. (ed.), «Methods of Sea Water Analysis ». Verlag Chemie, New York: 126-133.

LENZI GRILLINI C., BUDINI GATTAI F., 1979 — Comunità fitoplanctoniche del Porto di Livorno e delle acque costiere antistanti. — *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem.,* Firenze, ser. B, 86 (suppl.): 273-277.

LEVI D., 1969 — Osservazioni sul plancton del porto di Civitavecchia. — *Pubbl. Staz. Zool. Napoli,* 37: 421-433.

MAGAZZU' G. e ANDREOLI C, 1973 — Ciclo annuale della produzione primaria e del fitoplancton in una zona di avanporto (Milazzo). — Atti 5° Coll. int. oceanogr. med. Messina: 379-398.

MARGALEF R., 1956 — Informacion y diversidad especifica en las comunidades de organismos. — *Inv. Pesq.,* Barcelona, 3: 99-106.

MARGALEFF R., 1958 — « Temporal succession and spatial heterogeneity in phytoplankton ». In: « Perspectives in marine biology ». A. A. Buzzati - Traverso (ed.). — *California, University Press:* 323-349.

MAZZELLA L., CINELLI F., FRESI E. e PONTICELLI M. P., 1978 — Ricerche sui popolamenti bentonici di substrato duro del porto di Ischia. Infralitorale fotofilo: II. Microflora a diatomee. — *Giorn. Bot. Ital.,* Firenze, 112 (1-2): 13-27.

PATRITI G., BLANC F. et CUBIZOLLES - BASTIONI F., 1979 — Système planctonique en milieu portuaire (Port de Marseille). Structure et fonctionnement. Etude chronologique. — *Tethys,* Marseille, 9 (2): 137-148.

PERAGALLO M. H. et PERAGALLO M., 1897-1908 — Diatomées marines de France et des districts maritims voisins. — *A Grez-sur-Loing (S. et* AL), pp. 1-490, I - CXXXVII.

PICONE P., DELLA CROCE N. e BASSO *M.* P., 1978 — Ecologia e biologia dei porti del Mar Ligure e Alto Tirreno. 7. Popolamento zooplanctonico (Luglio 1972). — *Atti* 2° *Congresso Ass. Ital. Oceanol. e Limnol.,* Genova (29-30 Novembre 1976): 217-222.

SCIPIONE M. B., CARNEVALE G., CINELLI F., FRESI E., MAZZELLA L., PONTICELLI M. P. e TARAMELLI E., 1981 — Ricerche sui popolamenti bentonici di substrato duro del Porto di Ischia. Infralitorale fotofilo. III. Anfipodi. — *Quad. Lab. Tecnol. Pesca,* 3 (1 suppl.): 505-517.

SCHILLER J., 1930 — « Coccolithinae ». In: Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. L. Rabenhorst (ed.), 10, pp. 89-273.

SCHILLER J., 1933-37 — «Dinoflagellatae in monographischer Behandlung». In: Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. L. Rabenhorst (ed.), 10 (3), pp. 1-617, 1-589.

STRICKLAND J. D. H. and PARSONS T. R., 1968 — A practical handbook of seawater analysis. — *Fish. Res. Bd. Canada,* Bulletin 167, pp. 1-311.

TOMAS C. R., 1980 — Primary production in the Gulf of Naples: Winter-Spring 1980. — *Rapp. Comm. int. Mer. Médit.*, (in corso di stampa).

ÜTERMÖHL H., 1958 — Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Metbodik. — *Mitt. int. Ver. theor. angew. Limnol.*, 9: 1-38.

VAN DER WERFF A. en HULS H., 1957-74 — Diatomeënflora van Nederland. Abconde, Den Haag.

VAN HEURCK H., 1896 — A treatise on the Diatomaceae. Traslated by W. E. Baxter, W. Wisley and Son, London, pp. 1-558, I - XXXV.

YAMAZI I., 1964 — Structure of the netted plankton communities in the inner area of the Gulf of Naples in September 1962. — *Publ. Staz. Zool. Napoli*, 34: 98-136.

ZUNINI SERTORIO T., DELLA CROCE N. e PICONE P., 1980 — Ecologia e biologia dei porti del Mar Ligure e Alto Tirreno. 11. Parametri ambientali e popolamento zooplanctonico del Porto di Genova. — *Atti Accad. Ligure Sci. Lett.*, 37: 3-21.

Indirizzo degli Autori. — C. LENZI GRILLINI - Laboratorio di Ecologia Vegetale dell'Università di Firenze, Via Lamarmora 4, 50121 Firenze (I). — D. MARINO, M. MODIGH - Stazione Zoologica di Napoli, Villa Comunale, 80121 Napoli (I). — M. MONTRESOR, C. SALAFIA, A. SOLAZZI, C. TOLOMIO - Istituto di Botanica e Fisiologia Vegetale dell'Università di Padova, Via dell'Orto Botanico 15. 35100 Padova (I).

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.), 1 1982, pp. 53-59

ELVIO TOSELLI

PORI E TRICOCISTI DELL'AMPHIESMA DI *PROTOPERIDINIUM DIABOLUS* (CLEVE) BALECH *(Dinophyceae, Peridiniales):* OSSERVAZIONI PRELIMINARI *

RIASSUNTO

Vengono esaminati alcuni aspetti della morfologia della teca del dinoflagellato marino Protoperidinum diabolus per mezzo della microscopia elettronica a scansione. Mediante tecniche di fissazione e preparazione differenti è stato possibile osservare nuovi dettagli morfologici riferiti all' amphiesma di questa specie e in particolare ad alcune strutture emergenti dalla cellula. Le osservazioni sono discusse in relazione a studi di altri autori su specie dello stesso o di altri generi.

SUMMARY

Pores and thrichocysts of the amphiesma of Protoperidinium diabolus *(Cleve) Balech (dinophyceae): preliminary observations.*

Some aspects of the thecal morphology of the armoured marine dinoflagellate *Protoperidinium diabolus* were studied by means of S.E.M. Two specific preparation methods were used: the first by fixing the specimens with O_4O_5, washing in distilled water, dehydrating in acetone, critical point drying and spattering with Au-Pd; the second by fixing the specimens with Lugol's solution, washing in distilled water, dehydrating in acetone, air drying and coating with Au-Pd. The specimens prepared in the second way emphasize the surface of the thecal plates and their features because the outer amphiesmal layers are completely absent. In such a way it was possible to examine both the scattered pores and the thecal plates' ornaments (Plates I and II, Fig. A and B). New morphological details

* Lavoro eseguito nell'ambito di un programma finanziato dal Consiglio Nazionale delle Ricerche e diretto dal prof. Edmondo Honsell.

of these structures, which appear to be extruded on the surface of the outer membrane, are described. The possible relationship between the pores of the thecal plates and the extrusions is discussed, with particular reference to the cingular area and to studies carried out by other authors on species of this and other genus.

Key words: thecal morphology - S.E.M. - critical point.

Mediante osservazioni al S.E.M. sono stati studiati alcuni aspetti morfologici dell'amphiesma di cellule di *Postoperidinium diabolus* (Cleve) Balech (1974, 1976), tratte da popolazioni naturali presenti nel Golfo di Trieste.

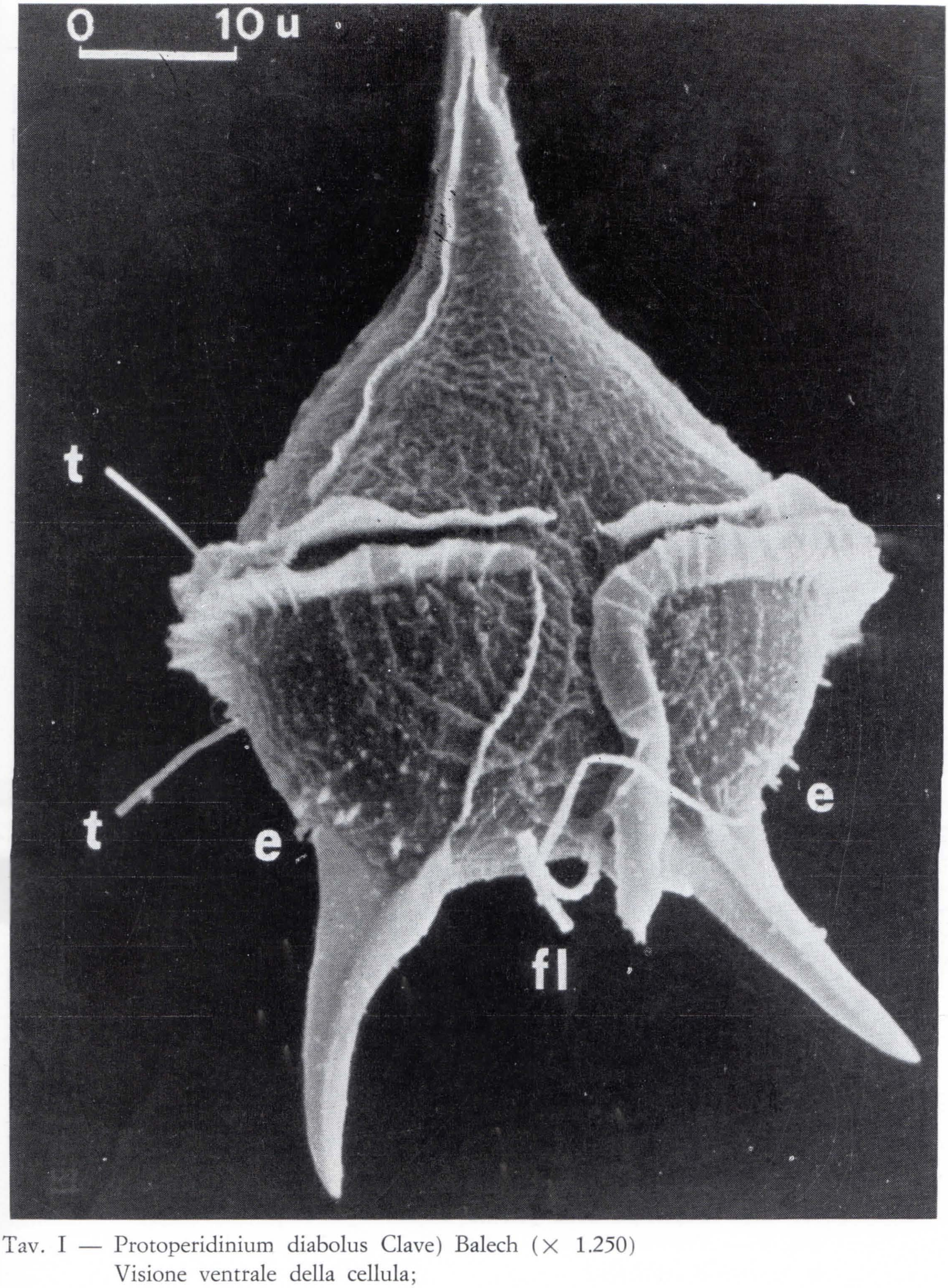
Sono state utilizzate due differenti preparazioni: parte dei campioni è stata fissata in O_5O_4, lavata in acqua distillata, passata in acetone, essicata con il punto critico e metallizzata con Au-Pd in modo da poter osservare la superficie esterna dell'amphiesma rimasto integro nella sua serie concentrica di membrane (SCHUTT, 1895; LOEBLICH III, 1969). In particolare la membrana pare appoggiarsi e aderire ad una struttura rigida sottostante, le placche thecali, delle quali si intravedono le suture di giunzione; la cellula frequentemente provvista di strutture emergenti dall'amphiesma (Tav. I e III, Fig. A e B). Parte dei campioni è stata fissata invece in Lugol, lavata in acqua distillata, passata in acetone, essiccata all'aria e metallizzata con Au-Pd. Questa seconda preparazione permette la osservazione della superficie esterna delle placche thecali (TAYLOR, 1973; 1978) in quanto vengono eliminate le membrane amphiesmali (Tav. II, Fig. A e B): sono così osservabili le sculture e ornamentazioni delle piastre, delle bande intercalari e i pori. Dalla comparazione dei risultati ottenuti per mezzo delle due diverse tecniche di fissazione e preparazione emergono le seguenti particolarità morfologiche:

1) i pori sono piccoli canali che appaiono unicamente nei campioni preparati con la seconda tecnica e sembrano perforare le placche thecali (Tav. II, Fig. A e B);

2) le spine sono sculture di forma piramidale che appaiono visibili con entrambe le tecniche di preparazione; poiché sono proprie delle placche esse appaiono con un contorno lineare e definito con la seconda tecnica (Tav. II, Fig. A e B), mentre negli altri campioni esse sono ricoperte dalle membrane amphiesmali esterne (Tav. III, Fig. A);

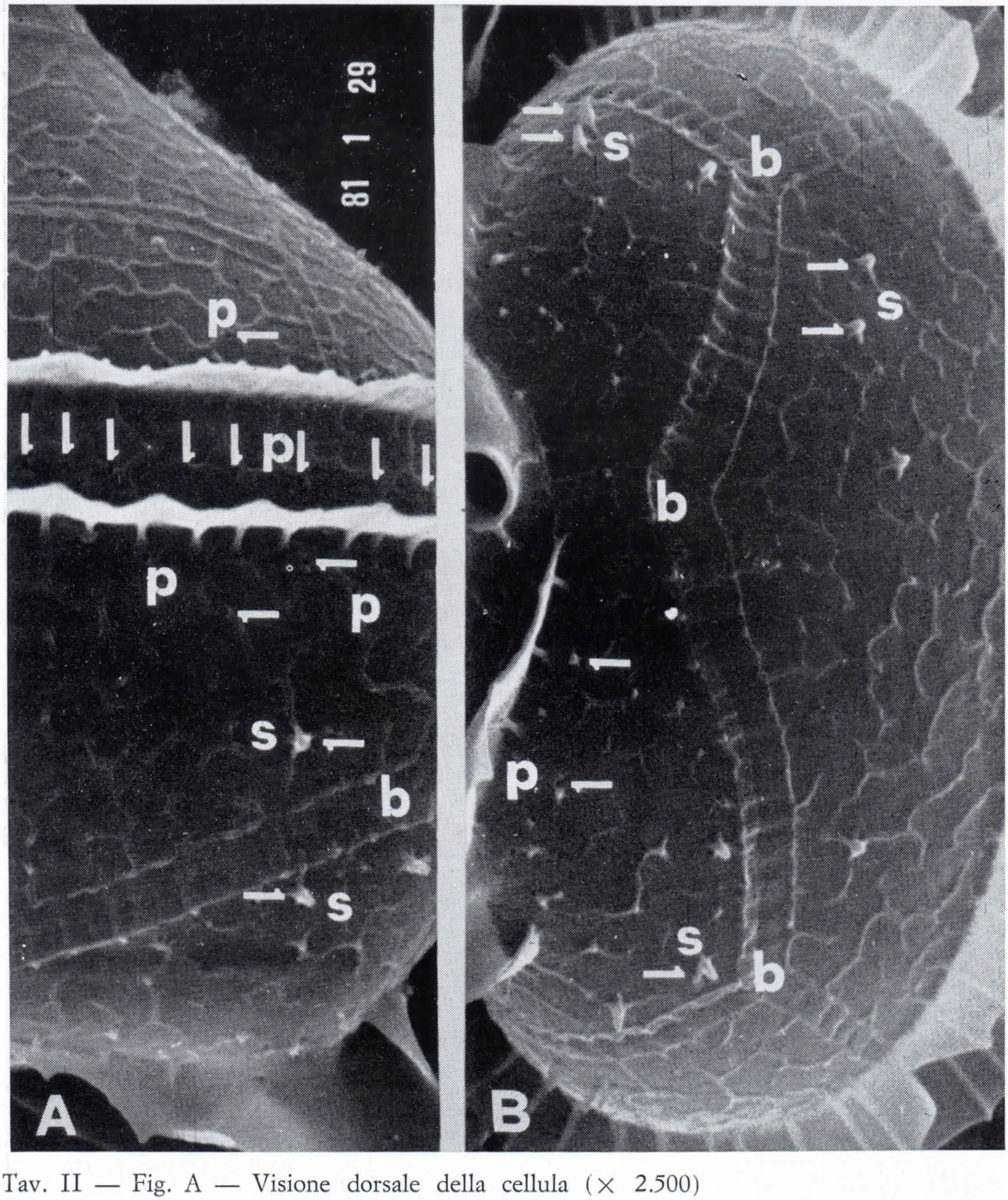
3) Le strutture filamentose lunghe dai 10 ai 15 µ/e con diametro variabile tra 0.6 e 0.7 µ sono state interpretate come tricocisti; esse sono state osservate in singole cellule preparate con la prima tecnica (Tav. I, Tav. III, Fig. B);

4) le piccole strutture che sembrano venir espulse dalla cellula sono



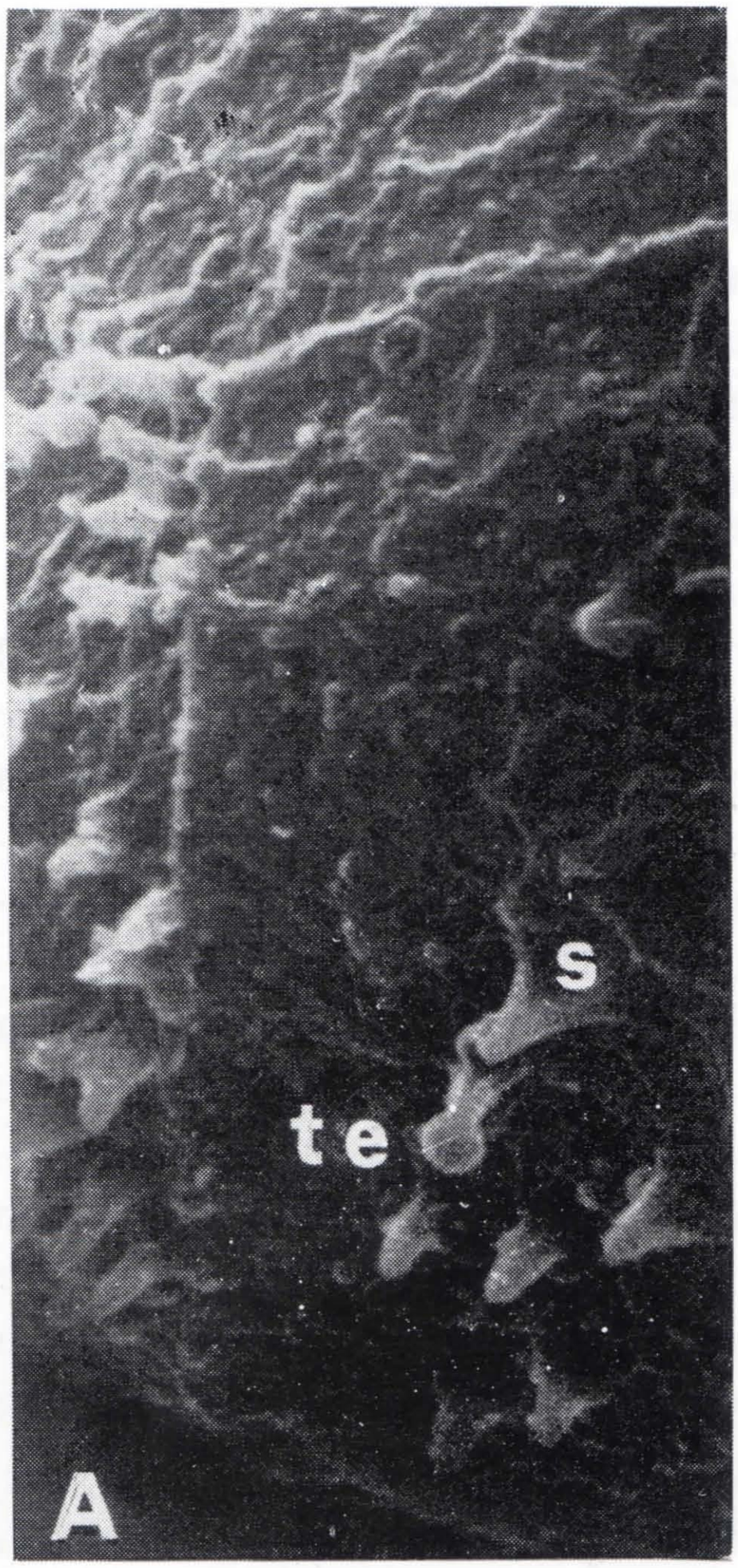
Tav. I — Protoperidinium diabolus Clave) Balech (× 1.250)
Visione ventrale della cellula;
f.l. = flagello longitudinale
t. = tricocisti
e. = strutture emergenti

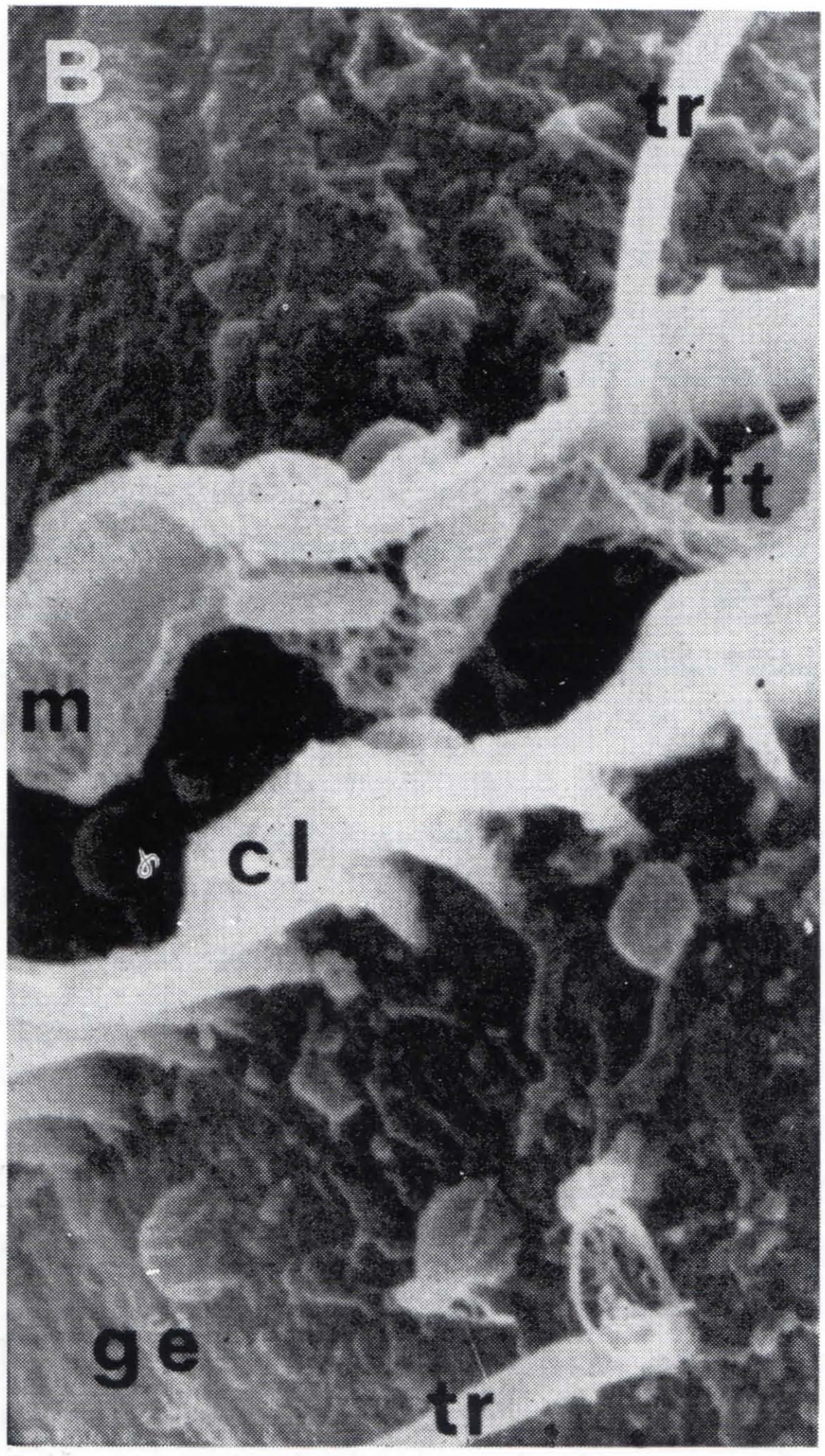
Tav. I — Protoperidinium diabolus Clave) Balech (× 1.250)
Ventral view of the cell;
f.l. = longitudinal flagellum
t. = trichocysts
e. = extrusion



Tav. II — Fig. A — Visione dorsale della cellula (× 2.500)
Superficie delle placche thecali.
Fig. B — Visione antapicale della cellula (× 2.500)
b = bande intercalari
p = pori
s = spine

Tav. II — Fig. A — Dorsal view of the cell (× 2.500)
Surface of thecal plates.
Fig. B — Antapical view of the cell (× 2.500)
b = intercalary bands
p = pores
s = thorns





Tav. III — Fig. A — Particolare dorsale della cellula (× 5.000)
Area ipotecale
t.e. = emergenze capitate
s. = spine
Fig. B — Particolare cingolare della cellula (× 5.000)
Area cingolare
f.t. = flagello trasversale
m. = filamenti del mastigonema
c.l. = alette cingolari
tr. = tricocisti
g.e. = emergenze globulari

generalmente simili a filamenti di piccole dimensioni e presentano una caratteristica costrizione in prossimità dell'apice, che viene ad assumere un aspetto globulare; esse appaiono visibili unicamente nei campioni preparati con la prima tecnica (Tav. III, Fig. A).

Queste brevi osservazioni vogliono contribuire ad una maggiore com-

prensione delle relazioni esistenti fra alcune strutture emergenti dalla membrana esterna dell'amphiesma ed i pori esistenti sulla placche thecali. I tricocisti sono organelli eiettili descritti in alcuni generi di Dinophyceae (DRAGESCO & HOLLANDE, 1965; LOEBLICH III, 1969; DODGE & CRAWFORD, 1970; DODGE, 1973). La stretta interdipendenza fra la presenza e la funzione dei pori e l'emissione dei tricocisti è stata successivamente discussa criticamente da BALECH (1973) sulla base di considerazioni morfologiche e fisiologiche. Egli assegna ai pori un ruolo attivo principalmente negli scambi con l'ambiente durante le fasi di accrescimento thecale. Nel corso di osservazioni su *Zooxantella microadriatica* (Freudenthal) Loeblich III & Sherley (= *Symbiodinium microadriaticum* Freudenthal) LOEBLICH III & SHERLEY (1979) affermano che la funzione dei pori in quella specie è sconosciuta e constatano, viceversa, la frequente presenza di strutture filamentose che sembrano venir espulse dalla cellula. Le osservazioni su *Protoperidinium diabolus* sembrano confermare che il notevole numero di pori presenti generalmente su ogni placca thecale è direttamente correlabile con le strutture filamentose che appaiono simili a quelle descritte per *Zooxanthella microadriatica.* E' stata osservata inoltre una serie di piccole formazioni emergenti (emergenze globulari) che potrebbero venir interpretate come stadi intermedi di sviluppo delle diverse strutture emergenti (Tav. III, Fig. B); in particolare queste emergenze globulari si presentano con una caratteristica disposizione regolare lungo l'asse mediano delle placche cingolari, coincidendo con la localizzazione dei pori su queste placche (Tav. II, Fig. A).

Successive osservazioni su altre specie e altri generi di Dinophyceae, effettuate sia in popolazioni naturali sia in coltura, permetteranno i necessari approfondimenti su questa tematica.

BIBLIOGRAFIA

BALECH E., 1974 — El genero Protoperidinium Berg, 1881 (Peridinium Ehrenberg 1831, partium). — *Rev. Mus. argent. Cien. nat. Bernardino Rivadavia,* Buenos Aires, Hidrobiologia, 4.

BALECH E., 1976 — Sur quelques Protperidium (Dinoflagellata) du Golfe du Lion. — *Vie et Milieu,* Paris, 26.

DODGE J. D. & CRAWFORD R. M., 1970 — A survey of thecal fine structure in the Dinophyceae. — *Bot. J. Lin. Soc.,* London, 63.

DODGE J. D., 1973 — The fine structure of the Algal cells. — *Academic Press,* London-New York, 261 pp.

DRAGESCO J. & HOLLANDE A., 1965 — Sur la presence de trichocystes fibreux chez les Peridiniens; leur homologie avec les trichocysts fusiformes des Cilies. — *C.R. Acad. Sc.,* Paris, 260.

LOEBLICH III A. R., 1969 — The amphiesma of dinoflagellate cell covering. — *Proc. North. Am. Paleontol.* Convention, Sept. 1969 Part. G.

LOEBLICH III A. R. & SHERLEY J. L., 1979 — Observations on the theca of the motile phase of free-living and symbiotic isolates of *Zooxanthella microadriatica* (Freudenthal) Comb. Nov. — *J. mar. biol. Ass. U.K.,* Cambridge, 59.

SCHUTT F., 1895 — Die Peridineen der Plankton-Expedition. — *Ergebnisse Plankton-Exp ed.* Humboldt-Stiftung 4.

TAYLOR F. J. R., 1973 — Topography of cell division in the structurally complex dinoflagellate genus *Ornithocercus.* — *J. Phicol.,* Kansas, 9.

TAYLOR F. J. R., 1978 — Dinoflagellata, in Phytoplankton manual — *Ed. A. Sournia, UNESCO,* Paris.

Indirizzo dell'Autore — ELVIO TOSELLI - Istituto di Botanica dell'Università - Via Valerio 30, 34100, Trieste (I).

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.), 1 1982, pp. 61-69

LOREDANA RIZZI LONGO, GIUSEPPE GIACCONE, MANLIO PRINCI, VALENTINA TORTUL

VARIAZIONI DELL'ATTIVITÀ METABOLICA DI ALGHE MARINE BENTONICHE IN COLTURA IN PRESENZA DI LIQUAMI INDUSTRIALI

RIASSUNTO

In questa ricerca vengono studiati, mediante prove autoecologiche di laboratorio, gli effetti di liquami industriali diversi sulla fotosintesi e sulla respirazione di *Gracilaria verrucosa* e di *Valonia aegagropila* acclimate in coltura. Le risposte metaboliche date dalle alghe evidenziano nella maggior parte dei casi una generale tossicità dei liquami di provenienza industriale. Si può riscontrare stimolazione delle funzioni considerate quando il liquame contiene nutrienti a concentrazioni non troppo elevate, inibizione delle stesse se sono presenti sostanze non biodegradabili. *Gracilaria* conferma la sua accentuata nitrofilia e assume comportamento eterotrofo ad elevate concentrazioni di nutrienti. Si può verificare sinergismo tra le sostanze presenti nel liquame.

SUMMARY

Effects of industrial waste waters on the metabolic activity of marine algae.

As part of an extensive research on the influence of pollutants on metabolism of marine algae, the effects of industrial effluents on the photosynthesis and respiration of *Gracilaria verrucosa* and *Valonia aegogropila* were investigated by means of autoecological tests. In most cases, the metabolic responses of the algae gave evidence of a general toxicity of industrial effluents; in some cases, however, a synergism was observed between the substances

Lavoro eseguito nell'ambito del P.F. « Oceanografia e Fondi Marini » s.p. « Risorse Biologiche ».

contained in them, which stimulated the metabolic activities if the effluent was rich in nutrients, whereas inhibition phenomena were observed in the presence of non-biodegradeable substances. The markedly nitrophilic behaviour of *Gracilaria* was confirmed: it appeared to become heterotrophic at high nutrient concentrations.

Key words: Gracilaria - *Valonia* - bioassays - industrial pollution - photosynthesis.

INTRODUZIONE

Le conoscenze relative alle variazioni indotte dalle sostanze inquinanti sul metabolismo degli organismi viventi sono piuttosto scarse: mentre esistono numerose pubblicazioni che rilevano la dipendenza esistente tra i liquami sversati in un determinato ambiente recettore e le specie algali che vi dominano, pochi sono gli studi autoecologici in relazione allo inquinamento. Da più parti è stata invece riconosciuta l'importanza della sperimentazione degli effetti delle sostanze inquinanti su singoli organismi viventi; anche la legge 319/76 (e le sue successive modifiche), che regolamenta la composizione qualitativa e quantitativa degli scarichi di qualsiasi tipo sversati in acque private e pubbliche, prevede saggi di tossicità da effettuarsi su organismi animali.

Ci è sembrato importante saggiare gli effetti dell'inquinamento anche sui vegetali, studiando in particolare le modificazioni subite dalla loro attività fisiologica fondamentale, la fotosintesi clorofilliana. A questa scelta siamo arrivati a seguito di tutta una serie di esperienze, volte alla ricerca del tipo di sperimentazione più adatto. Dopo aver messo a punto i metodi di coltura delle alghe in laboratorio e le tecniche migliori relative ai saggi di tossicità (GIACCONE e coll., 1975), abbiamo effettuato prove di vario tipo su un'ampia gamma di alghe bentoniche, alcune delle quasi sono risultate particolarmente adatte a queste ricerche di tipo autoecologico che vengono attuate in coltura statica; in particolare abbiamo saggiato (GIACCONE e coll., 1976) gli effetti dell'inquinamento organico sull'accrescimento e su altri processi metabolici di alghe autoctone del Golfo di Trieste.

Per chiarire ulteriormente le variazioni indotte dall'inquinamento di tipo industriale sul metabolismo dei vegetali marini, abbiamo intrapreso una serie di esperienze in coltura controllata tese ad evidenziare la resa fotosintetica, in presenza di liquami industriali, delle alghe risultate più adatte ai biosaggi. I risultati ottenuti dallo studio della fotosintesi (GIACCONE e coll., 1976, 1979) sono stati più significativi di quelli ottenuti dall'esame di altre funzioni e strutture considerate in ricerche precedenti (danno al plastidio, accrescimento del tallo, portamento, riproduzione, ecc.),

per cui abbiamo scelto la misura dell'inibizione-stimolazione dell'attività fotosintetica, quale parametro più immediato e sicuro di tossicità di un liquame.

METODOLOGIA

Le alghe usate per i biosaggi sono *Gracilaria verrucosa* (Huds.) Papenfuss e *Valonia aegagropila* C. Ag., specie galenofile e per questo particolarmente adatte alla sperimentazione in coltura statica. *Gracilaria verrucosa,* radofita ricca di agar, è presente nel Golfo di Trieste, in stazioni calme e riparate, ma è particolarmente abbondante nella Laguna di Grado, da cui provengono gli esemplari da noi coltivati. *Valonia aegagropila, Cloroficea sifonale,* proviene invece dalla Laguna di Orbetello, e si è acclimatata molto bene in coltura, dove si è accresciuta notevolmente per via vegetativa.

Le alghe vengono coltivate in acqua di mare sterilizzata di composizione chimico-fisica costante, addizionata della soluzione nutritizia Schreiber, entro celle predisposte in modo da ricostruire le condizioni di luminosità (104 lux, fotoperiodo di 12 ore) e di temperatura (18°C) proprie del loro ambiente naturale. Le prove di tossicità vengono effettuate in queste stesse condizioni di temperatura e di luce, variando solo il mezzo di coltura. A questo riguardo, sono stati scelti per le particolari caratteristiche fisico-chimiche determinate presso il Laboratorio Chimico Provinciale di Trieste, otto scarichi industriali provenienti da lavorazioni diverse. Sono stati analizzati gli effetti delle acque reflue dell'inceneritore dei rifiuti urbani, di un macello, di un cartiera, di un impianto di lavorazione delle ossa, di un impianto di lavorazione del tabacco, di un'industria alimentare, di un'industria meccanica. Dalle acque reflue di questi impianti sono stati prelevati dei campioni, con i quali sono stati eseguiti i biosaggi. Le determinazioni analitiche eseguite sui campioni di liquame, la cui composizione è riportata in Tab. 1, sono state effettuate secondo i metodi riportati in « Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater » (1971). L'acqua di mare utilizzata per le colture, per le prove di controllo e per i biosaggi è sempre la stessa ed ha caratteristiche fisico-chimiche note e costanti.

Per valutare la risposta fisiologica di *Gracilaria* e *Valonia* in presenza dei liquami industriali, parti idonee (~10 g) delle due alghe vengono immesse in bottiglie da BOD contenenti una soluzione composta da una parte del liquame prescelto e da quattro parti di acqua di mare. Parti analoghe delle due alghe vengono immesse, per controllo, in bottiglie da BOD contenenti solo acqua di mare. Le bottiglie vengono tenute nella

TABELLA 1

Analisi chimico-fisica dei liquami industriali utilizzati per le prove di tossicità

Liquami	pH	BOD_5 mg/l	COD mg/l	PO_4^{---} mg/l	NH_4^+ mg/l	NO_2^- mg/l	NO_3^- mg/l	MBAS mg/l	Fenoli mg/l	Idroc. mg/l	S. grasse mg/l	Torb. FTU
Liquame 1 inceneritore	9,75	62,00	383,00	0,05	2.30	820.00	—	0,02	—	—	—	—
Liquame 2 macello	7,7	32,00	83,00	7,40	0,34	0 ,20	122,00	<0,02	—	—	—	—
Liquame 3 ind. d. carta	7,2	110,00	160,00	<0,02	—	—	—	—	—	0,03	—	3
Liquame 4 ind. d. carta	7,5	40,00	190,00	<0,02	—	—	—	—	1,00	0,28	—	8
Liquame 5 lav. ossa	7,5	330,00	360,00	1,80	80,50	0,70	—	<0,02	—	—	2,00	—
Liquame 6 lav. tabacco	7,4	105,00	225,00	4,60	5,46	0,06	0,30	5,20	—	—	—	—
Liquame 7 ind. aliment.	7,1	76,00	102,00	38,00	26,00	68,00	<0,50	0,47	—	—	1,20	—
Liquame 8 ind. meccanica	8,5	22,00	33,00	0,67	0,35	0,25	3,81	0,47	1,00	—	—	—

cella climatizzata per due ore in parallelo alla luce e al buio. Le risposte metaboliche delle alghe vengono rilevate misurando, con il metodo Winkler, l'ossigeno disciolto (O.D.) presente nelle bottiglie al termine dell'esperienza, valutandone il consumo o la liberazione in mg/l per grammo di peso secco dell'alga. Questo dato esprime la fotosintesi apparente per le prove alla luce, l'attività respiratoria per le prove al buio.

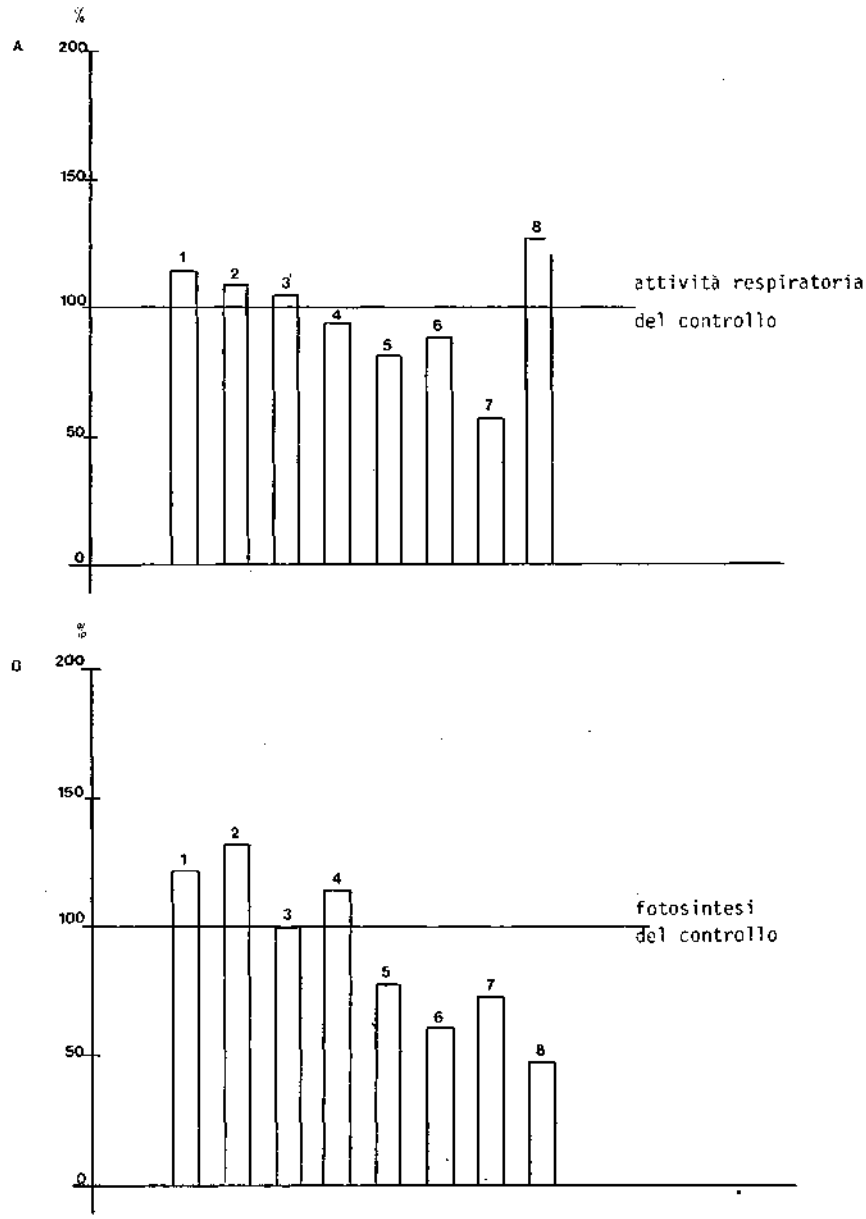
I dati delle prove di tossicità vengono confrontati e rapportati in percentuale con quelli delle prove di controllo. I valori così ottenuti sono stati tradotti graficamente in istogrammi, la cui altezza indica il rapporto percentuale tra la fotosintesi apparente e la respirazione nel test e nel controllo $\left(\frac{\text{O.D./g peso secco (test)}}{\text{O.D./g peso secco (controllo)}} \cdot 100\right)$. La media dei dati relativi alle prove in bianco è stata assunta come valore standard e posta convenzionalmente pari ad una produttività fotosintetica del 100 %. L'altezza degli istogrammi indica le deviazioni dalla normale attività fotosintetica e respiratoria dell'alga indotte dallo scarico inquinante: il superamento della linea indicante la risposta fisiologica delle alghe nelle prove di controllo indica una stimolazione dell'attività fotosintetica per le prove alla luce, mentre per le prove al buio indica una inibizione della respirazione.

DISCUSSIONE DEI RISULTATI

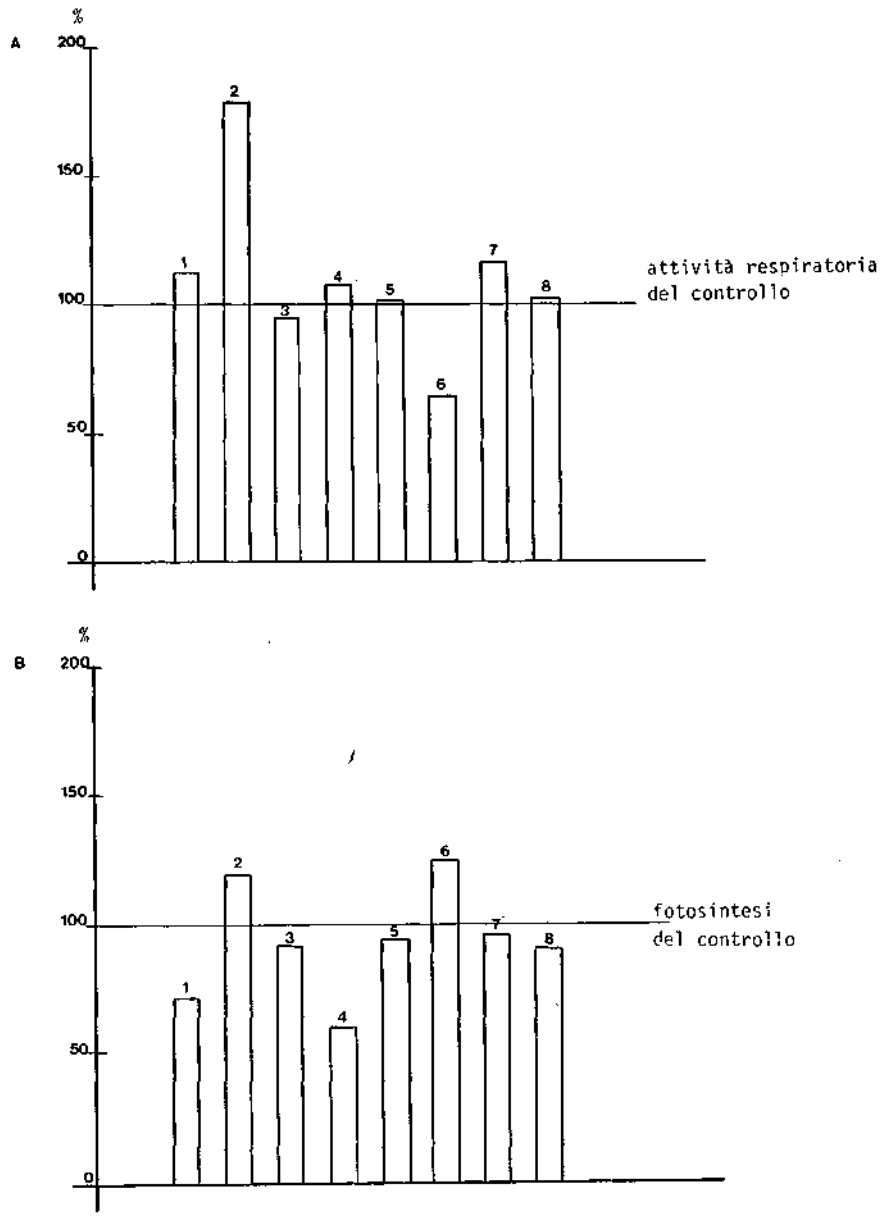
Come si può notare nelle Tav. 1 e 2), le risposte metaboliche sono molto diverse nelle due alghe e per ogni liquame considerato. Le risposte date da *Gracilaria* sono più rapide e definite di quelle date da *Valonia* e, spesso, di più facile interpretazione.

Alcuni liquami (1, 2, 5, 7) contengono nutrienti ma l'effetto indotto sul metabolismo delle due alghe è diverso: solo il liquame refluo del macello (2) stimola in entrambe le fotosintesi apparente, probabilmente per l'elevata quantità di nitrati in esso contenuti. Alte concentrazioni di ione ammonio (5, 7) sembrano danneggiare *Valonia,* mentre innescano un comportamento eterotrofo in *Gracilaria.* Viene inoltre confermato il diverso metabolismo dell'azoto ammoniacale, assorbito più rapidamente ed utilizzato in maggiori quantità rispetto all'azoto nitrico o nitroso dalle specie algali in questione, come già supposto in GIACCONE e coll. (1976).

Il liquame refluo della lavorazione del tabacco (6) possiede un'elevata quantità di tensioattivi anionici (MBAS): si nota inibizione della fotosintesi apparente e stimolazione della respirazione in *Gracilaria.* Si pensa che questo sia in relazione con l'instaurarsi di un metabolismo eterotrofo in



Tav. 1 — Andamento della respirazione (A) e della fotosintesi apparente (B) di *Gracilaria verrucosa* in presenza di scarichi industriali.



Tav. 2 — Andamento della respirazione (A) e della fotosintesi apparente (B) di *Valonia aegagropila* in presenza di scarichi industriali.

questa specie, come già supposto in GIACCONE e coll. (1979). Il metabolismo di *Valonia* viene invece stimolato, forse per le concentrazioni piuttosto alte di fosfati e azoto ammoniacale nel liquame.

Il liquame refluo dell'industria meccanica (8) è fortemente tossico: inibisce le attività metaboliche in ambedue le specie considerate, in particolare in *Gracilaria;* ciò è presumibilmente dovuto alla presenza di metalli che, seppure in questo caso non ricercata, rappresenta una costante in liquami derivati da questo tipo di lavorazione.

In linea generale si può comunque affermare che i liquami di provenienza industriale sono tossici, in quanto inibiscono le funzioni metaboliche principali di queste alghe, pur essendo esse specie eurivalenti, a meno che non siano presenti nutrienti nel liquame, nel qual caso tale inibizione risulta mascherata.

I liquami dell'industria della carta (3, 4) differiscono tra loro soprattutto per la torbidità, che sembra danneggiare *Valonia* più di *Gracilaria.*

E' da tener presente che entrambe le specie algali considerate sono eurivalenti, per cui i valori di accettabilità dei vari parametri esaminati devono essere ulteriormente abbassati per risultare non dannosi al metabolismo di altre specie bentoniche marine meno resistenti.

CONCLUSIONI

In base ai risultati ottenuti dall'analisi chimica e dai biosaggi, i liquami industriali presi in esame possono essere suddivisi in due gruppi. Nel primo gruppo sono compresi liquami in cui prevalgono nutrienti: a basse concentrazioni di azoto ammoniacale essi inducono un effetto stimolante sulla fotosintesi apparente, mentre a concentrazioni maggiori innescano un'azione eutrofizzante in *Gracilaria* e inibente in *Valonia.* Il secondo gruppo è costituito da liquami in cui prevalgono sostanze non biodegradabili (rapporto BOD/COD basso): in questo caso le risposte metaboliche ottenute sono differenziate. Ciò è presumibilmente dovuto all'effetto sinergico delle sostanze presenti, alcune delle quali mascherano la tossicità del liquame. Quando il liquame non contiene sostanze stimolanti, la tossicità dello scarico appare infatti in tutta la sua evidenza (come succede per i liquami reflui dell'industria meccanica) inibendo completamente le attività metaboliche delle alghe. Il sinergismo tra i parametri deve quindi essere preso in debita considerazione per spiegare l'effetto complessivo di ogni liquame.

BIBLIOGRAFIA

GIACCONE G., RIZZI LONGO L., PRINCI M., 1975 — Effets des eaux polluées sur cultures d'algues marines benthiques: méthodes et résultats préliminaires. — *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, Monaco, 23: 81-82.

GIACCONE G., PRINCI M., RIZZI LONGO L., 1976 — Risposte morfologiche e fisiologiche di alghe marine in coltura all'inquinamento di liquami urbani e industriali. — *Ingegneria Ambientale - Inquinamento e Depurazione*, Milano, 6: 572-582.

GIACCONE G., PRINCI M., FEOLI E., LOKAR COASSINI L., RIZZI LONGO L., TORTUL V., 1979 — Valutazione delle risorse vegetali lagunari del Basso Tirreno e sperimentazione di coltivazione controllata dell'alga rossa *Gracilaria verrucosa* e di altre agarofite in Sicilia. — *Atti del Convegno Scientifico Nazionale. Proget to Finalizzato Oceanografia e Fondi Marini*, Roma, 423-435 pp.

LEGGE N. 319, 10 maggio 1976 — Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento. — *Gazzetta Ufficiale*, Roma, 141.

Indirizzo degli autori. — Istituto di Botanica - Via A. Valerio 30, 34100 Trieste (I).

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.), 1 1982, pp. 71-80

LAURA TALARICO e VERA KOSOVEL

OSSERVAZIONI PRELIMINARI SULLA RISPOSTA DEI PIGMENTI FOTOSINTETICI DI *GRACILARIA VERRUCOSA* (HUDS.) PAPENFUSS ALL'INQUINAMENTO DI LIQUAMI URBANI ED INDUSTRIALI *

(Gigartinales, Florideophyceae)

RIASSUNTO

Vengono riportati i dosaggi quantitativi della clorofilla e della ficoeritrina di *Gracilaria verrucosa,* prelevata mensilmente da stazioni di coltura diverse dall'ambiente naturale, in prossimità di scarichi fognari ed industriali. Pur conservando andamento generale simile all'ambiente naturale, in ambiente inquinato i due pigmenti presentano concentrazioni assolute generalmente maggiori, con forti escursioni rispetto ai valori normali. Questo comportamento viene interpretato come risposta dell'apparato fotosintetico a fattori ambientali come temperatura e torbidità dell'acqua e soprattutto alla presenza rilevante di sali di azoto. La correlazione positiva fra attività fotosintetica e concentrazione di ficoeritrina riscontrata fino a luglio in natura, non si osserva più in maggio, indicando probabilmente un calo precoce di produttività dell'alga in ambiente inquinato.

SUMMARY

Preliminary observations on the response of the photosynthetic pigments from Gracilaria verrucosa (Huds.) Papenfuss (Gigartinales, Florideophyceae) *to municipal and industrial wasterwaters.*

The red alga *Gracilaria verrucosa* was collected in its natural environment and transferred to sites near municipal and industrial wastewater disposals. Photosynthetic pigments response to he polluted environment was tested by analysing their content over a period of seven months. Chlorophyll and phycoerythrin concentrations are sharply increased by the

* Lavoro eseguito con il contributo a.a. '80/81 del Ministero della Pubblica Istruzione

temperature and turbidity of he polluted water and primarily by the notable presence of nitrogen salts. The correlation between photosynthetic activity under controlled conditions and phycoerythrin concentration, which occurs in the natural environment until July, is no longer observed on May, indicating that the productivity of the species begins to decline earlier in the polluted environment.

Key words: Gracilaria verrucosa - phycoerythrin - chlorophyll - organic pollution - ecophysiology.

INTRODUZIONE

Gracilaria verrucosa (Huds.) Papenfuss è una Rhodophyta dal tallo rosso bruno che si presenta in filamenti di lunghezza variabile da 20 a 30 cm. Specie perenne, a larghissima diffusione, dai mari nordeuropei (STOKKE, 1957) al Mediterraneo (LEVRING et al., 1969), dalle coste del Giappone alle lagune africane (ISAAC, 1956), è tipica di acque marine e salmastre. Di grande interesse industriale in quanto ottima fornitrice di agar (COASSINI LOKAR, 1970), è una specie fortemente nitrofila che vive in ambienti soggetti all'inquinamento organico. In colture inquinate sperimentalmente si è visto che il suo rendimento fotosintetico, in presenza di liquami non tossici, è notevole e comporta un significativo abbattimento dei nutrienti di cui i liquami sono ricchi (GIACCONE et al., 1976; GIACCONE et al., 1979). Presso l'Istituto di Botanica di Trieste da alcuni anni sono in corso ricerche su questa specie di cui conosciamo ampiamente la morfologia ultrastrutturale ed il contenuto in pigmenti fotosintetici. In particolare sono state messe a punto le tecniche di estrazione e dosaggio quantitativo dei pigmenti fotosintetici lipo- e idrosolubili (TALARICO BIASIACCHI e KOSOVEL, 1975) dei quali sono state studiate anche le proprietà chimico fisiche ed ultrastrutturali (TALARICO and KOSOVEL, 1978). La possibilità che questa specie possa fungere da filtro biologico per l'abbattimento dei nutrienti e dei biostimolanti degli scarichi fognari (GIACCONE et al., 1976) fa ritenere interessante lo studio del grado di tollerabilità di *Gracilaria* rispetto a mezzi inquinanti come i liquami organici ed industriali.

Nostro proposito è quello di chiarire quale sia il comportamento dell'apparato fotosintetico come risposta quantitativa dei pigmenti lipo- e idrosolubili in vista di un confronto con i dati relativi all'attività fotosintetica (attualmente in corso di elaborazione) in ambienti diversi da quello naturale. A tale scopo abbiamo raccolto i dati relativi ai pigmenti dell'alga prelevata dall'ambiente naturale e messa in coltura in stazioni a caratteristiche chimico fisiche diverse del Golfo di Trieste.

Nel presente lavoro riportiamo i dati preliminari relativi ad alcuni

campionamenti effettuati mensilmente nelle varie stazioni per un confronto con quelli sulle variazioni stagionali dei pigmenti fotosintetici (KOSOVEL e TALARICO, 1979) e sull'attività fotosintetica in condizioni controllate (FEOLI e LAUSI, 1979) e « in situ » (SIMONETTI et al., 1970), già rilevati nel suo ambiente naturale.

METODOLOGIE

I campioni prelevati nella laguna di Grado (Gorizia) sono stati posti direttamente in coltura in nasse o calze da pesca ancorate a riva a una profondità variabile da 1 a 3 metri in acque pulite (Aurisina, Miramare), in prossimità di scarichi fognari (Grignano) ed industriali misti a fogna (Servola). I prelievi sono stati fatti, per quanto possibile, mensilmente. Di ciascun campione, parte è stata usata per l'estrazione e l'analisi dei pigmenti, parte è stata utilizzata per le prove dell'attività fotosintetica e respiratoria. Al prelievo di materiale è stata eseguita l'analisi chimico fisica dell'acqua effettuata secondo i metodi pubblicati su « Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater » - 13 Ed. 1971.

Per l'analisi dei pigmenti idrosolubili, l'alga accuratamente pulita e pesata, è stata triturata in mortaio con sabbia di quarzo a 4°C, in tampone fosfato 0,005 M a pH 6,8, e lasciata diffondere in ambiente poco illuminato. I controlli periodici del supernatante sono stati eseguiti allo spettrofotometro (DBG Beckmann) dopo centrifugazione a 5.000 giri per dieci minuti. Il dosaggio quantitativo è stato effettuato in base al coefficiente di estinzione per il massimo di 565 mm della ficoeritrina di *Gracilaria* precedentemente calcolato (TALARICO e KOSOVEL, 1975).

L'analisi dei pigmenti liposolubili è stata effettuata su estratti acetonici all' 80 % ottenuti previa triturazione a freddo e in luce attenuata. Il supernatante è stato separato per centrifugazione blanda del sedimento al quale si è aggiunto acetone ripetendo l'operazione finché l'estratto non rimaneva incolore. L'estratto acetonico totale è stato esaminato allo spettrofotometro. Il dosaggio quantitativo della clorofilla è stato fatto in base al coefficiente di estinzione di Mc KINNEY (1940).

RISULTATI

In Tav. 1 sono riportati i dati relativi all'analisi delle acque delle diverse stazioni di campionatura. Si può dedurre che per le tre stazioni di riferimento (A, M, G) l'ambiente risulta abbastanza pulito, essendo i

Tav. 1 — Quadro riassuntivo delle determinazioni analitiche dell'acqua relative alle diverse stazioni di campionatura: M = Miramare. A = Aurisina, G = Grignano, Gr = Grado.

TEMP °C	pH	TORB FTU	NH_4+ γ/l	NO_2 γ/l	PO_4 γ/l	MBAS mg/l	SiO_2 γ/l	Sal. gr/l	Cl− gr/l	IDROC. mg/l	Stazione
19,8	8,25	0,78	93	11	15	0,02	800	38,79	—	0,5	M ott. 79
—	8,20	0,30	150	11	36	0,02	220	—	20,10	—	M apr. 80
—	8,20	0,55	13	5	136	0,02	600	—	16,70	—	A mag. 80
—	8,30	0,30	40	7	16	0,02	175	—	20,56	—	A ago. 80
—	8,30	—	76	16	115	0,02	325	36,24	—	0,5	G nov. 79
—	8,30	0,20	20	18	15	0,02	205	—	21,27	—	G apr. 80
—	8,20	0,25	46	9	21	0,02	390	—	20,56	—	G ago. 80
—	8,25	0,50	20	17	36	0,02	455	—	18,19	—	Gr mar. 80
—	8,20	0,70	53	14	15	0,02	190	—	20,56	—	Gr mag. 80
—	8,40	0,60	10	20	15	0,02	440	—	17,25	—	Gr giu. 80
—	8,40	0,60	39	9	15	0,02	115	—	19,85	—	Gr ago. 80
13,9	8,30	0,95	115	21	33	0,02	275	37,94	—	0,7	S nov. 80
11,5	8,20	0,60	111	58	56	0,02	270	36,37	—	0,5	S dic. 80
6,0	8,25	1,35	1190	57	569	0,28	710	34,96	19,38	0,5	S gen. 81
6,8	8,25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	S feb. 81
11,5	8,30	3,8	1390	66	1050	0,10	670	31,13	11,8	0,5	S mar. 81
16,3	8,30	2,5	3000	51	507	0,24	545	34,09	18,90	0,5	S apr. 81
19,1	8,15	6,5	970	96	750	0,30	1750	36,67	20,33	3,3	S mag. 81
23,2	8,65	2,0	159	33	104	0,10	300	30,70	17,02	0,5	S giu. 81

parametri misurati contenuti nell'ambito di variabilità normale per l'acqua del Golfo di Trieste. Diverso è invece l'ambiente della quarta stazione (S) dove l'acqua è maleodorante, presenta torbidità esaltata da particelle in sospensione, dato che non è soggetta per la sua posizione geografica ad una buona depurazione. Essa è una fonte considerevole di nitrati e di fosfati presenti questi ultimi anche in periodi freddi. La loro concentrazione è molto elevata ed i tensioattivi anionici sono presenti in quantità superiori alla norma. Si riscontrano variazioni di salinità che in media appare bassa per l'apporto di acqua dolce proveniente dagli scarichi industriali. L'apporto di acqua calda influisce sull'ossigenazione, sulla temperatura e sulla stratificazione delle acque a differente concentrazione salina. L'ambiente lagunare naturale (GR), oltre a presentare una certa torbidità determinata dall'ambiente chiuso, ha comunque un minor apporto di nitrati e di tensioattivi anionici, forse per la minor concentrazione urbana, rispetto alle acque del nostro golfo.

La risposta quantitativa della ficoeritrina in rapporto all'andamento medio nell'ambiente naturale nei mesi indicati (Fig. 1) rivela per questa

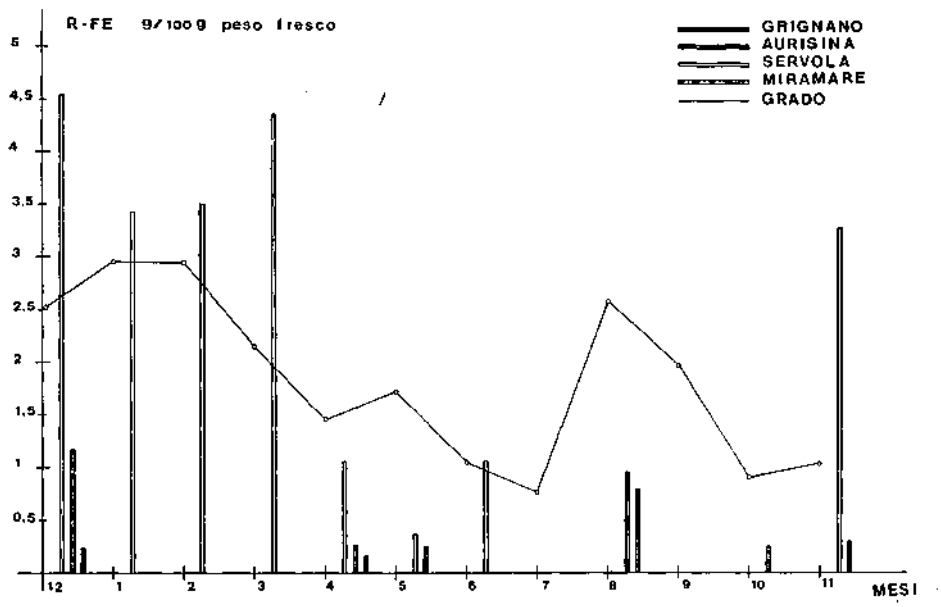


Fig. 1. — Variazioni quantitative (espresse in densità ottica) della R-ficoeritrina di campioni di alga raccolti nelle diverse stazioni nei mesi indicati, in rapporto all'andamento annuale medio nell'ambiente naturale. Ciascun valore di concentrazione mensile risulta dalla media di sei campioni.

stazione un comportamento diverso dalle altre. Infatti la concentrazione del pigmento in quantità assoluta nei mesi invernali è maggiore che nell'ambiente naturale risultando doppia o anche tripla rispetto ai valori normali per poi subire un deciso decremento rispetto a questi nel periodo primaverile con un minimo in maggio (Tavv. 2, 3). Comunque, anche se l'andamento generale è vicino a quello dell'ambiente naturale, la concentrazione assoluta del pigmento è triplicata a livello dei massimi mentre è dimezzata ai minimi.

Tav. 2 — Analisi quantitative della ficoeritrina e della clorofilla di *Gracilaria verrucosa* relative alle stazioni di riferimento (G, M, A) e di prelievo mensile (S).

FE gr/100 gr peso fresco	CHL gr/100 gr peso fresco	Mese	Stazione
0,300	0,677	nov. 79	Grignano
0,234	0,183	dic. 79	Grignano
0,164	0,134	apr. 80	Grignano
0,797	0,066	ago. 80	Grignano
0,251	0,168	ott. 79	Miramare
1,183	0,294	dic. 79	Miramare
0,256	0,144	apr. 80	Miramare
0,241	0,285	mag. 80	Aurisina
0,953	0,039	ago. 80	Aurisina
3,371	0,934	nov. 80	Servola
4,516	0,777	dic. 80	Servola
3,415	0,296	gen. 81	Servola
3,500	0,285	feb. 81	Servola
4,460	0,207	mar. 81	Servola
1,044	0,076	apr. 81	Servola
0,361	0,070	mag. 81	Servola
1,057	0,174	giu. 81	Servola

La risposta della clorofilla che in quantità assolute mantiene valori elevati nel periodo invernale, è più graduale nei mesi successivi in cui la concentrazione decresce fino ad un minimo nel mese di maggio (Fig. 2). Anche la clorofilla presenta escursioni rilevanti (da 2 a 3 volte i valori normali), pur raggiungendo lo stesso valore minimo di concentrazione dell'ambiente naturale (Tavv. 2, 3) con la differenza di un mese.

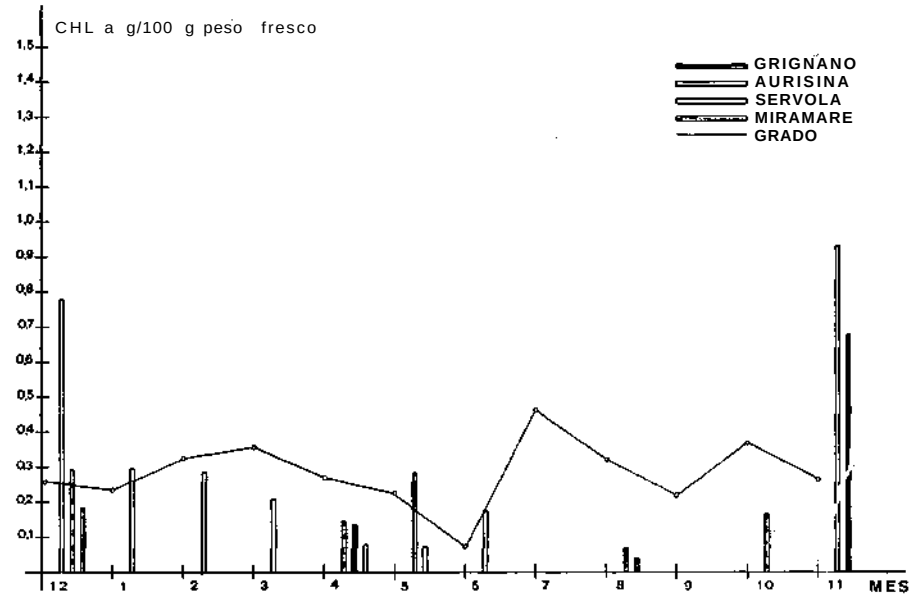


Fig. 2. — Variazioni quantitative (espresse in densità ottica) della clorofilla di campioni di alga raccolti nelle diverse stazioni nei mesi indicati, in rapporto all'andamento annuale medio nell'ambiente naturale. Ciascun valore di concentrazione mensile risulta dalla media di sei campioni.

Tav. 3 — Analisi quantitative della ficoeritrina e della clorofilla di *Gracilaria verrucosa,* relative al campionamento di un anno nell'ambiente naturale (Laguna di Grado).

FE gr/100 gr peso fresco	CHL gr/100 gr peso fresco	Mese	Temperatura °C
2,510	0,260	dic.	0
2,993	0,244	gen.	7,0
2,962	0,324	feb.	8,7
2,141	0,356	mar.	7,0
1,482	0,278	apr.	13,6
1,735	0,226	mag.	15,7
1,073	0,070	giu.	20,8
0,781	0,469	lug.	23,4
2,759	0,321	ago.	28,5
1,969	0,217	sett.	25,5
0,900	0,370	ott.	16,3
1,030	0,267	nov.	9,0

Nelle stazioni di riferimento (A, M, G), ad una prima indagine, entrambi i pigmenti mostrano concentrazioni assolute generalmente minori (Figg. 1, 2).

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Più che alterare l' andamento generale, l'ambiente inquinato sembra favorire la sintesi dei due pigmenti, soprattutto della ficoeritrina che, come abbiamo già osservato, appare maggiormente influenzata da fattori esterni (KOSOVEL and TALARICO, 1979). La complementarietà dei due pigmenti osservata nell'ambiente naturale, dove si assiste ad un'inversione del rapporto quantitativo fra ficoeritrina e clorofilla nel periodo estivo (KOSOVEL and TALARICO, 1979), non si verifica nell'ambiente inquinato, poiché la clorofilla varia proporzionalmente alla ficoeritrina. I valori minimi di concentrazione dei due pigmenti infatti si osservano nello stesso periodo (maggio), con l'anticipo di un mese per la clorofilla e di due per la ficoeritrina.

La correlazione positiva tra concentrazione di ficoeritrina e attività fotosintetica in condizioni controllate riscontrata nell'ambiente naturale (FEOLI e LAUSI, 1979) è rispettata solo fino al mese di maggio, mese nel quale, in condizioni ambientali naturali la produttività dell'alga inizia a diminuire (SIMONETTI et al., 1970). Se questo parametro viene usato per la stima indiretta della produttività dell'alga, come suggerito da FEOLI e LAUSI (1979), si potrebbe ipotizzare un calo di produttività anticipato rispetto alle condizioni naturali.

La maggior produzione di clorofilla e di ficoeritrina in particolare potrebbe essere legata, oltre che alla forte torbidità che influenza la penetrazione della luce, anche alla temperatura che in media risulta più elevata rispetto all'ambiente naturale. Esiste infatti una buona corrispondenza tra l'aumento della temperatura e la diminuzione della concentrazione dei pigmenti, come già rilevato nell'ambiente naturale (KOSOVEL and TALARICO, 1979). Il fatto che le concentrazioni assolute siano molto maggiori può indicare che l'acqua più calda, soprattutto nel periodo invernale, e con minori escursioni termiche in generale, favorisce la produzione di pigmento e quindi l'attività fotosintetica. L'alga, pur presentando limitazioni nella crescita e nella vitalità, mantiene infatti una elevata attività fotosintetica, superiore a quella delle stazioni di riferimento (dati in corso di elaborazione), per cui questa risposta può rappresentare uno degli aspetti dell'adattamento di *Gracilaria* a condizioni ambientali particolari

La maggior produzione di clorofilla e di ficoeritrina può essere messa in relazione alla presenza in queste acque di forti quantità di azoto che,

pur limitando la normale crescita dell'alga, favorisce l'aumento dei pigmenti fotosintetici. Queste osservazioni sono in accordo con quanto riscontrato in *Pterocladia capillacea* (CALABRESE e FELICINI, 1970) dove si verifica un aumento della sintesi dei pigmenti fotosintetici in colture in acqua di mare arricchita con sali di azoto.

La forte produzione di ficoeritrina, la cui quantità si mantiene sempre molto elevata, può essere dovuta, oltre che ad una maggior sensibilità alla luce (BRODY and EMERSON, 1959; BROWN and RICHARDSON, 1968; WAALAND et al., 1974), condizionata in questo ambiente dalla notevole torbidità, anche alla presenza di rilevanti quantità di nitrati. La relazione diretta tra il contenuto di biliproteine e presenza di nitrati è stata verificata infatti dal punto di vista ultrastrutturale anche in *Porphyridium cruentum,* dove in colture arricchite di nitrato di potassio, si osserva la comparsa di ficobilisomi sui tilacoidi dopo 48 ore (GANTT, 1970).

Nitrati e fosfati producono un effetto eutrofizzante stimolando i processi metabolici e in particolare la fotosintesi (GIACCONE et al., 1976) a conferma del buon adattamento di *Gracilaria* in ambienti soggetti ad inquinamento organico (GIACCONE et al., 1979). La risposta quantitativa della clorofilla e della ficoeritrina in questa specie, se confermata dai dati relativi alla sua attività fotosintetica e alla sua produttività, è uno degli aspetti di questo adattamento.

Ringraziamenti. — Si ringrazia vivamente il Dott. Manlio Princi del Laboratorio Chimico Provinciale d'Igiene e Profilassi di Trieste per i dati relativi alle determinazioni analitiche dell'acqua.

BIBLIOGRAFIA

BRODY M. and EMERSON R., 1959 — The effect of wavelength and intensity of light on the proportion of pigments in *Porphyridium cruentum.* — *Am. J. Bot.,* New York, 46: 433-440.

BROWN T. E. and RICHARDSON F. L., 1968 — The effect of growth environment on the physiology of algae: light intensity. — *J. Phycol.,* London, 4: 38-54.

CALABRESE G. e FELICINI G. P., 1970 — Ricerche sui pigmenti delle alghe rosse. I: Analisi qualitativa e quantitativa dei pigmenti di *Pterocladia capillacea* (Gmel.) Born. et Thur. coltivata in presenza di alcune fonti minerali di Azoto. — *Giorn. Bot. Ital.,* Firenze, 104: 81-89.

COASSINI LOKAR L. e BRUNI G., 1970 — Sfruttamento delle Gracilarie dell'Alto Adriatico quali fonti di Agar. — *Quaderni Laboratorio Tecnologia Pesca,* Ancona, 5, 26-38.

FEOLI E. e LAUSI D., 1979 — Attività fotosintetica di *Gracilaria verrucosa* (Huds.) Papenfuss. — *Boll. Soc. Adr. Sc.,* Trieste, 63: 73-81.

GANTT E., 1975 — Phycobilisomes: Light harvesting pigment complexes. — *Bioscience, 25:* 781-788.

GANTT E., 1970 — Physiological and ultrastructural changes on nitrogen deprivation. Disappearance and reappearance of phycobilisomes. — *J. Phycol.,* London, 11 Suppl.

GIACCONE G., PRINCI E., LOKAR COASSINI L., RIZZI LONGO L. e TORTUL V., 1979 — Valutazione delle risorse vegetali lagunari del Basso Tirreno e sperimentazione di coltivazione controllata dell'alga rossa *Gracilaria verrucosa* e di altre agarofite in Sicilia. — *Atti Convegno Scientifico Nazionale Progetto Finalizzato Oceanografia e Fondi Marini,* Roma, 423-435.

GIACCONE G., PRINCI M. e RIZZI LONGO L., 1976 — Risposte morfologiche e fisiologiche di alghe marine in coltura all'inquinamento di liquami urbani ed industriali. — *Ingegneria Ambientale - Inquinamento e Depurazione,* Milano, 5: 572-582.

ISAAC W. E., 1956 — The ecology of *Gracilaria confervoides* (L.) Grev. in South Africa with special reference to its ecology in the Saldauha, Langebaan Lagoon. — *Proc. Int. Seaweed Symp.,* Arkachon, 2: 173-185.

KOSOVEL V. and TALARICO L., 1979 — Seasonal variations of photosynthetic pigments in *Gracilaria verrucosa* (Huds.) Papenfuss (Florideophyceae - Gigartinales). — *Boll. Soc. Adr. Sc.,* Trieste, 63: 5-15.

LEVRING T., HOPPE H. A. and SCHMID O. J., 1969 — Marine Algae, a Survey of Research and Utilization. — Botanica Marina Handbooks, *1 Cram, de Gruyter and Co.,* 244-249.

Mc KINNEY G., 1940 — Criteria of purity of chlorophyll preparation. — *J. Biol. Chem.,* 132: 91-109.

SIMONETTI G., GIACCONE G. e PIGNATTI A., 1970 — The seaweed *Gracilaria confervoides,* an important object for autoecological and cultivation research in the northern Adriatic Sea. — *Helgoland Wiss. Meeresunters,* Hamburg, 20: 89-96.

STOKKE K., 1957 — The red alga *Gracilaria verrucosa* in Norway. — *Nitt. Mag. Bot.,* 5: 101-111.

TALARICO BISIACCHI L. e KOSOVEL V., 1975 — Ricerche sui pigmenti fotosintetici di *Gracilaria verrucosa* (Huds.) Papenfuss. Dosaggio quantitativo della ficoeritrina. — *Giorn. Bot. Ital,* Firenze, 109: 205-219.

TALARICO L. and KOSOVEL V., 1978 — Properties and Ultrastructure of R-phycoerythrin from *Gracilaria verrucosa* (Gigartinales, Florideae) (Huds.) Papenfuss. — *Photosynthetica,* 12 (4): 364-369.

WAALAND J. R., WAALAND S. D. and BATES G., 1974 — Chloroplast structure and pigment composition in the red alga *Griffithsia pacifica:* regulation by light intensity. — *J. Phicol.,* London, 10: 193-199.

Indirizzo degli Autori. — Istituto di Botanica dell'Università degli Studi di Trieste - Via Valerio 30, 34100 Trieste (I).

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.), 1 1982, pp. 81-93

PAOLO COLOMBO, MARIA FRANCESCA CURCIO, GIUSEPPE GIACCONE

BIOLOGIA DELLO SVILUPPO DI UN ENDEMISMO MEDITERRANEO DEL GENERE *CYSTOSEIRA* *(Phaeophyceae, Fucales): CYSTOSEIRA SEDOIDES* C. AGARDH

RIASSUNTO

Mediante colture in laboratorio si è studiata la biologia dello sviluppo di *Cystoseira sedoides*. Le modalità di emissione dei gameti, la tipologia della segmentazione ed i primi stadi di sviluppo manifestano caratteri arcaici. Le maggiori affinità si hanno con *C. baccata* che, come è noto in letteratura, non manifesta affinità con altre specie del genere *Cystoseira,* ma si avvicina molto alle caratteristiche di *Halydris siliquosa.* Queste caratteristiche nella biologia dello sviluppo testimoniano l'antichità di questo interessante endemismo mediterraneo.

SUMMARY

The development biology of a Mediterranean endemism of Cystoseira (*Phaeophyceae Fucales):* Cystoseira sedoides *C. Agardh.*

The development biology of *Cystoseira sedoides* was studied by means of laboratory culture. The way in which gametes are emitted, the type of segmentation, and the first development stages show signs of an archaic nature. The main affinity is with *C. baccata,* which, as is known in the literature, does not show affinity with other species of the genus *Cystoseira,* but is very close to the characteristics of *Halidrys siliquosa.* These characteristics of its development biology evidence the age of this interesting Mediterranean endemism.

Il processo di speciazione e l'evoluzione del genere *Cystoseira* sono stati oggetto di studio solo sporadicamente da parte dei sistematici, ma alcuni algologi dell'area atlantico - mediterranea hanno sentito il bisogno di

dedicargli un serio impegno di ricerca per dipanare almeno qualche punto degli interessanti problemi biologici che queste alghe pongono (VALIANTE, 1883; SAUVAGEAU, 1912; HAMEL, 1931-39; ROBERTS, 1968 e 1978; GUERN, 1962; GIACCONE e BRUNI, 1971 e 1973; ecc.).

Uno dei problemi legati all'attiva ed attuale speciazione di questo genere, soprattutto in Mediterraneo, è quello dell'esistenza di endemismi puntiformi; perché un endemismo possa chiamarsi puntiforme è necessario che si verifichi una stabilità nella sua distribuzione circoscritta.

Questo è certamente il caso di *C. sedoides* C. Agardh, presente solo sulle coste africane dell'Algeria e della Tunisia e su quelle italiane dell'isola di Pantelleria.

Questa specie è considerata da FELDMANN (1937) nella linea evolutiva *tamariscifolia - balearica;* l'opinione di FELDMANN è condivisa da ROBERTS (1978) che la include nel gruppo n. 2 della sua proposta di "affinità filogenetiche". GIACCONE e BRUNI (1973) considerano questa specie non facilmente inquadrabile con il metodo della tassonomia numerica, essa manifesta infatti caratteri comuni sia con il gruppo *C. ericaefolia* che con il gruppo *C. crinito - selaginoides.*

Con l'intenzione di dare una più chiara e documentata posizione filogenetica a questo interessante endemismo, abbiamo sottoposto a coltura alcuni campioni raccolti a Pantelleria nel mese di Ottobre.

Frammenti fertili del tallo sono stati posti in celle climatizzate a temp. 18 - 20 °C, luce bianca diffusa (2.400 lux per 14 ore), acqua di mare filtrata e stagionata in vaschette di vetro neutro di 250 cc. Le osservazioni sono state fatte sugli elementi di riproduzione e di germinazione caduti sui vetrini porta-oggetto immersi nelle vaschette di coltura.

L'anatomia delle varie parti e dei vari stadi è stata studiata sia su preparati freschi sezionati con microtomo congelatore sia, per evitare le inevitabili spaccature da raffreddamento, su preparati fissati, colorati e inclusi in paraffina che permettevano l'osservazione di porzioni più grandi e l'esatta distribuzione ed evoluzione dei concettacoli e delle cripte pilifere.

Come schema di ricerca per le prime fasi di sviluppo ci è sembrato valido quello adottato da GUERN (1962) e lo abbiamo completato anche con informazioni anatomiche sui vari stadi di accrescimento.

Alla fine di questo studio i problemi filogenetici che ci èravamo proposti di affrontare, anziché diminuire, sono aumentati perché nello schema riassuntivo di Guern, la nostra specie si colloca nel gruppo *C. baccata,* ritenuta unica rappresentante di questo tipo di sviluppo del genere *Cystoseira* e con forte affinità invece, con il genere *Halydris* della stessa famiglia *Cystoseiraceae.*

Sul significato di questo risultato sperimentale ritorneremo nella conclusione, ma abbiamo voluto accennarne in premessa per mettere in risalto l'interesse di questo endemismo.

Oltre all'originalità, infatti, della sua distribuzione (rimasta stabile nel canale di Tunisia e nelle aree adiacenti) e nel suo portamento (perfettamente cilindrico), questa specie mostra nella tipologia dello sviluppo e nell'anatomia caratteri di arcaicità, che pongono la sua origine più lontana nel tempo di quanto non si possa pensare.

ANATOMIA

L'anatomia dell'apparato vegetativo delle *Cystoseirae* risulta comune a tutte le specie del genere (Tav. I - 4), quindi non consente una discriminazione interspecifica, ma permette di stabilire in modo preciso i caratteri morfologici dei concettacoli e dei ricettacoli in cui maturano gli elementi riproduttivi.

In *C. sedoides* è possibile trovare cripte pilifere (specie criptifera) anche sui rami e ramuli (Tav. I - 3), i concettacoli sono localizzati alla base delle " foglie" e sono raggruppati in ricettacoli di tre (raramente 2 o 4) concettacoli separati da diaframmi dello spessore di 3-4 cellule (Tav. I - 1, 2).

Nelle " foglie" più giovani i concettacoli appaiono unisessuati e maschili (Tav. II - 1, 3) ma in quelle mature cominciano a formarsi gli oogoni (Tav. II - 4) che prevalgono nelle foglie adulte (Tav. II - 2); da queste osservazioni sembra si possa ipotizzare uno sviluppo proterandrico dei concettacoli che ostacola la fecondazione tra elementi sessuati dello stesso concettacolo.

C. sedoides, infatti, come tipologia di fecondazione si colloca tra le *Cystoseirae* con spermatozoidi muniti di macchia oculare che fecondano l' oosfera libera nell'acqua. Nel caso in cui, invece, la fecondazione dell' oosfera avviene quando ancora questa è attaccata ai bordi del concettacolo con l' endochiton, la proterandria renderebbe più debole la probabilità dell'incontro tra i due gameti.

La disposizione all'interno del concettacolo tra oogoni e anteridi è identica, manca una localizzazione preferenziale tra le due gametocisti; mentre i rami anteridiali si dispongono a ciuffi pennelliformi, gli oogoni sono isolati e portati da una cellula basale che si rende sempre meno evidente con l'avanzare della maturazione (Tav. II - 2, 3, 4).

L' anteridio misura in media 126 × 12 µ, mentre l' oogonio prima dell'emissione dei globuli polari, è in media 138 × 42 µ.

Le parafisi sterili non hanno accrescimento basale di tipo tricotallico, ma intercalare diffuso. L' esochiton resta attaccato alla parete del concet-

tacolo (Tav. II - 2), come l'involucro dell'anteridio. Gli anterozoidi, muniti di stigma colorato, sciamano quando l'anteridio viene spremuto fuori dal¬ l'ostiolo del concettacolo. I nuclei soprannumerari sono evidenti tra l'oosfera e l' endochiton, il mesochiton viene eliminato nel concettacolo, l' endochiton all'uscita dell' ostiolo del concettacolo (Tav. II - 2, 3, 4).

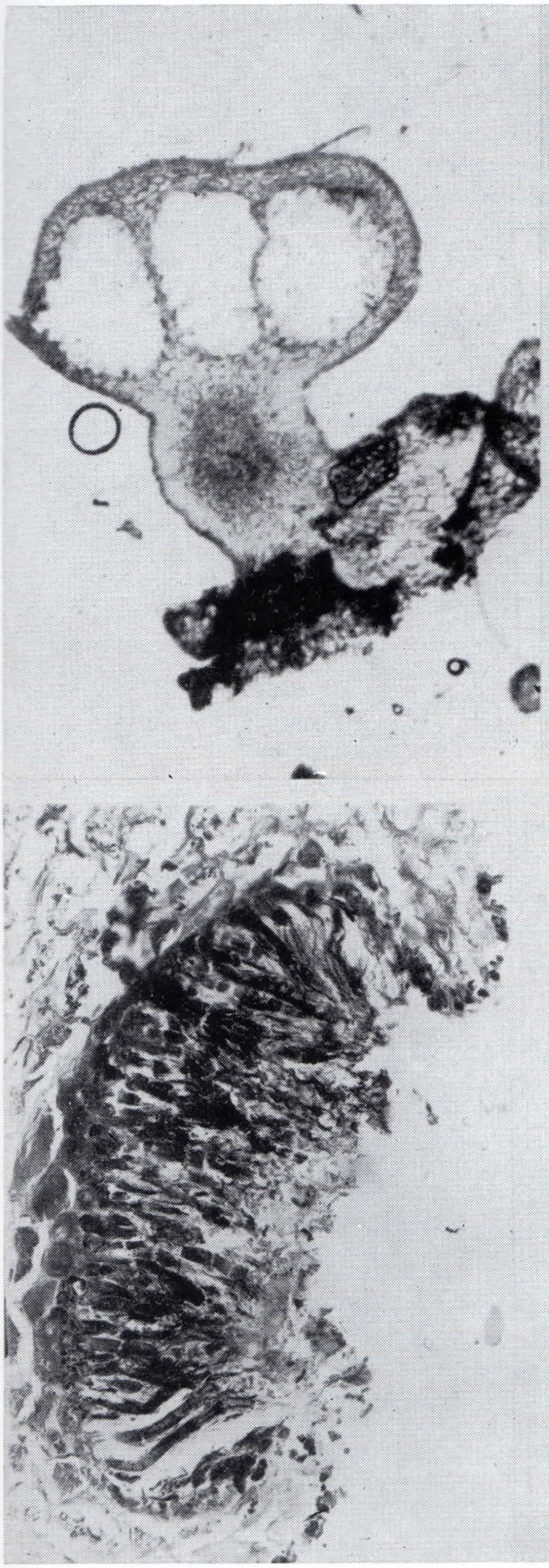
FECONDAZIONE ED " EMBRIOGENESI "

L'oosfera appena sgusciata fuori dall'ostiolo, ha una forma a pera che diventa subito sferica con diametro in media di 120 µ (Tav. IV - 1); avvenuta l'unione tra i due gameti si assiste alla classica formazione della membrana di fecondazione ed alla deformazione in senso ovoidale dello zigote (Tav. IV - 2).

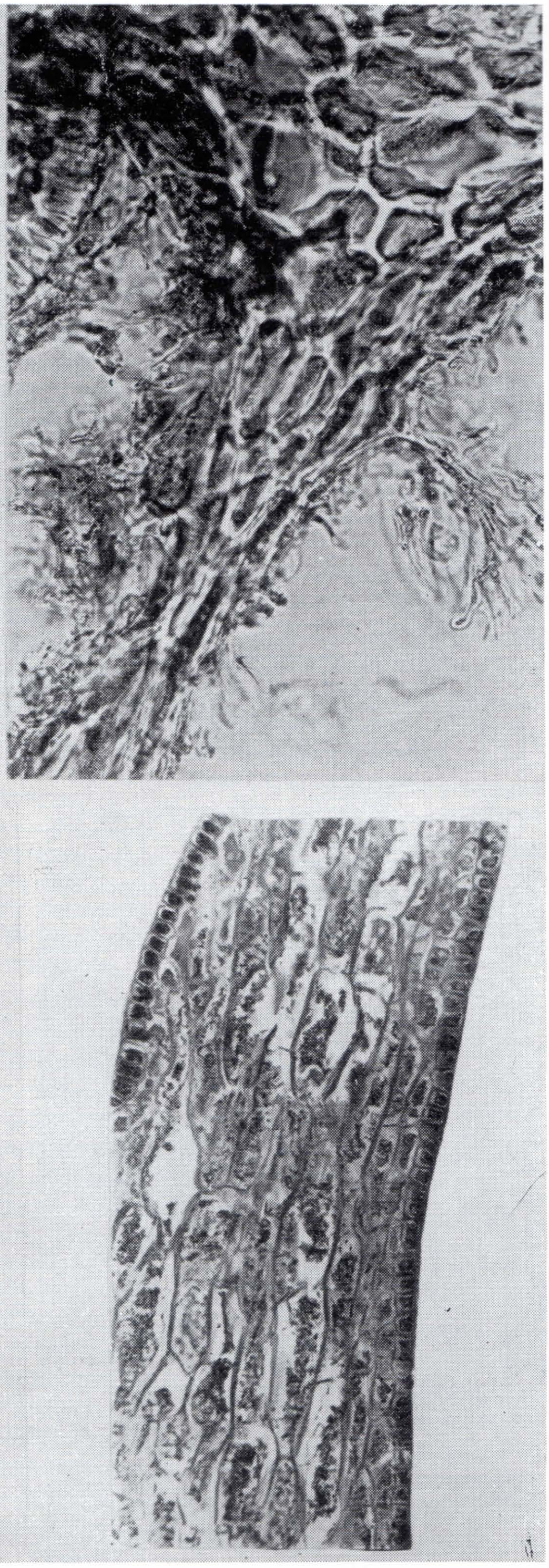
Il primo solco di segmentazione non è equatoriale ed evidenzia un polo basale ed uno apicale; molto presto il polo basale, che è il territorio presuntivo dei rizoidi, perde la pigmentazione, mentre il polo apicale presenta un solco di segmentazione approssimativamente in un piano quasi perpendicolare al primo e altri due angolati con la successione temporale indicata nella documentazione fotografica (Tav. IV - 3, 4) e nello schema.

Schema riassuntivo: d.o. = dati originali, gli altri da GUERN (1962); misure in micron.

specie studiate	forma e dimensioni dell' oosfera	successione della segmentazione	numero rizoidi primari	luogo di sviluppo degli embrioni	struttura dei concettacoli: rami anteridiali	struttura dei concettacoli: peli tricotallici	anterozoidi
	sferica						
C. stricta d.o.	110/110		4	fissati al substrato con la membrana di fecondazione	numerosi e ramificati	presenti	provvisti di stigma
C. mediterranea	130/130		"			assenti	
C. tamariscifolia	110/110		"			"	
C. caespitosa	120/120		"			"	
C. elegans	110/110		"			"	
C. granulata	110/110		"			"	
C. zosteroides	110/110		"			"	
C. crinita	100/100		"			"	
C. barbata	90/90		"			"	
	sferica						
C. sedoides d.o.	120/120		4	fissati al substrato con la membrana di fecondazione	numerosi e ramificati	assenti	provvisti di stigma
C. baccata	120/120		"			"	
	ovoide						
C. compressa d.o.	160/120		4	fissati sui ricettacoli	poco numerosi poco ramificati	presenti	sprovvisti di stigma
C. compressa	160/130		8			"	
C. ercegovicii	160/130		"			"	
C. foeniculacea	140/100		"			"	
C. myriophylloides	160/110		"			"	



1



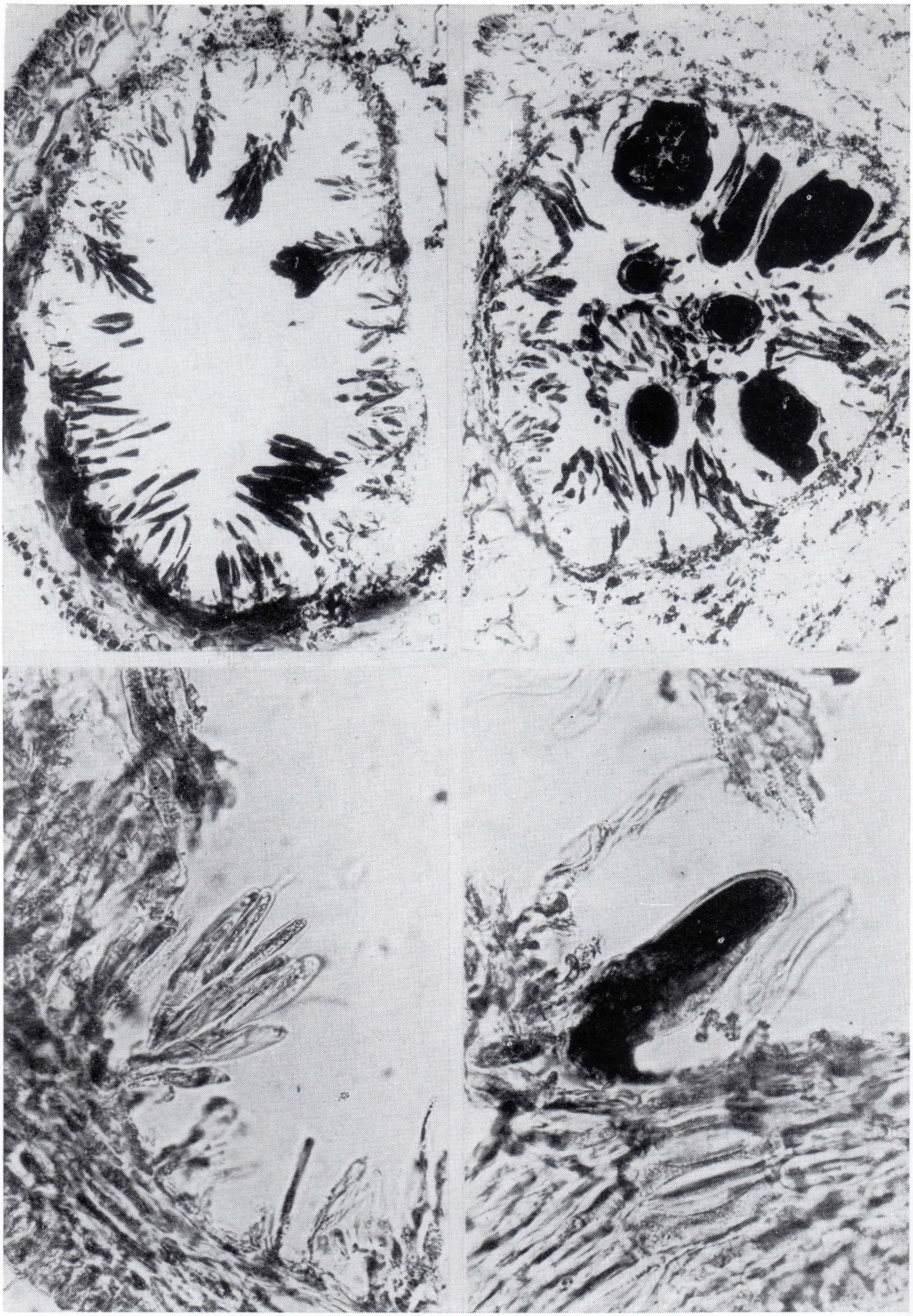
2

3

4

TAVOLA I

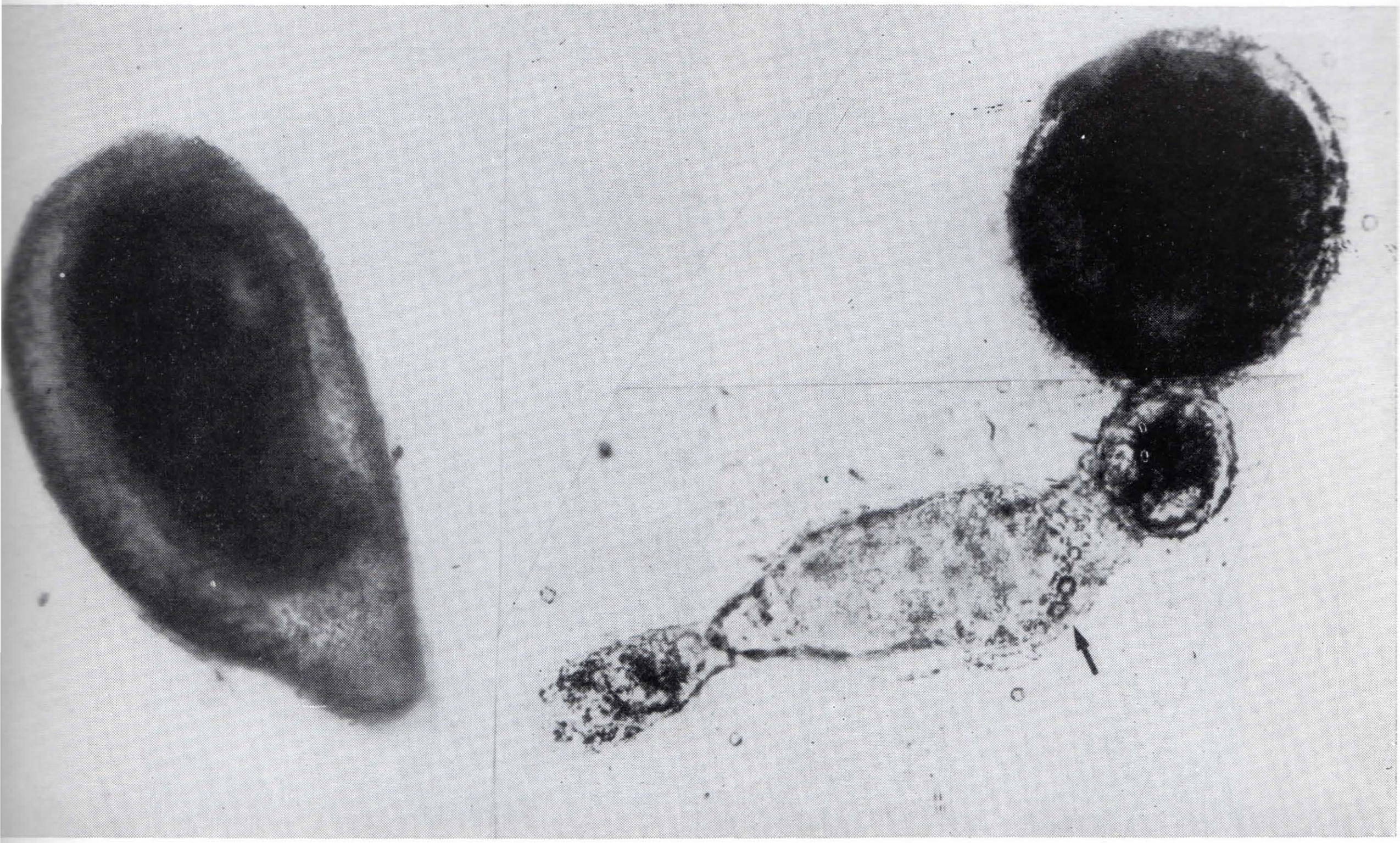
1) Ricettacolo di d. 1,7 mm con tre concettacoli ciascuno di 0,6 × 0,4 mm.
2) Particolare del setto di divisione tra due concettacoli.
3) Cripta pilifera di ampiezza 0,46 mm.
4) Sez. longitudinale del ramo secondario di d. 0,5 mm.



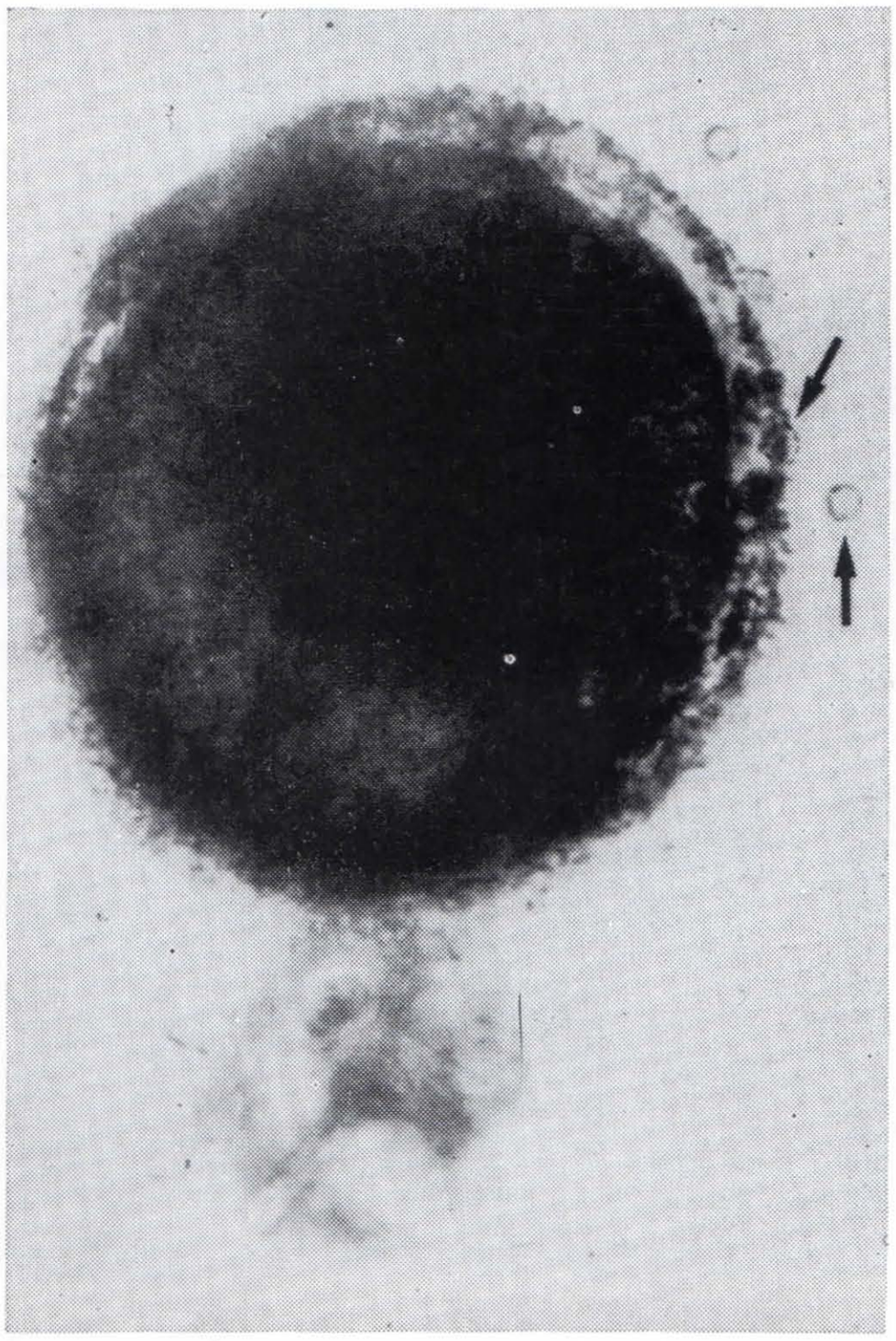
1 2 3 4

TAVOLA II

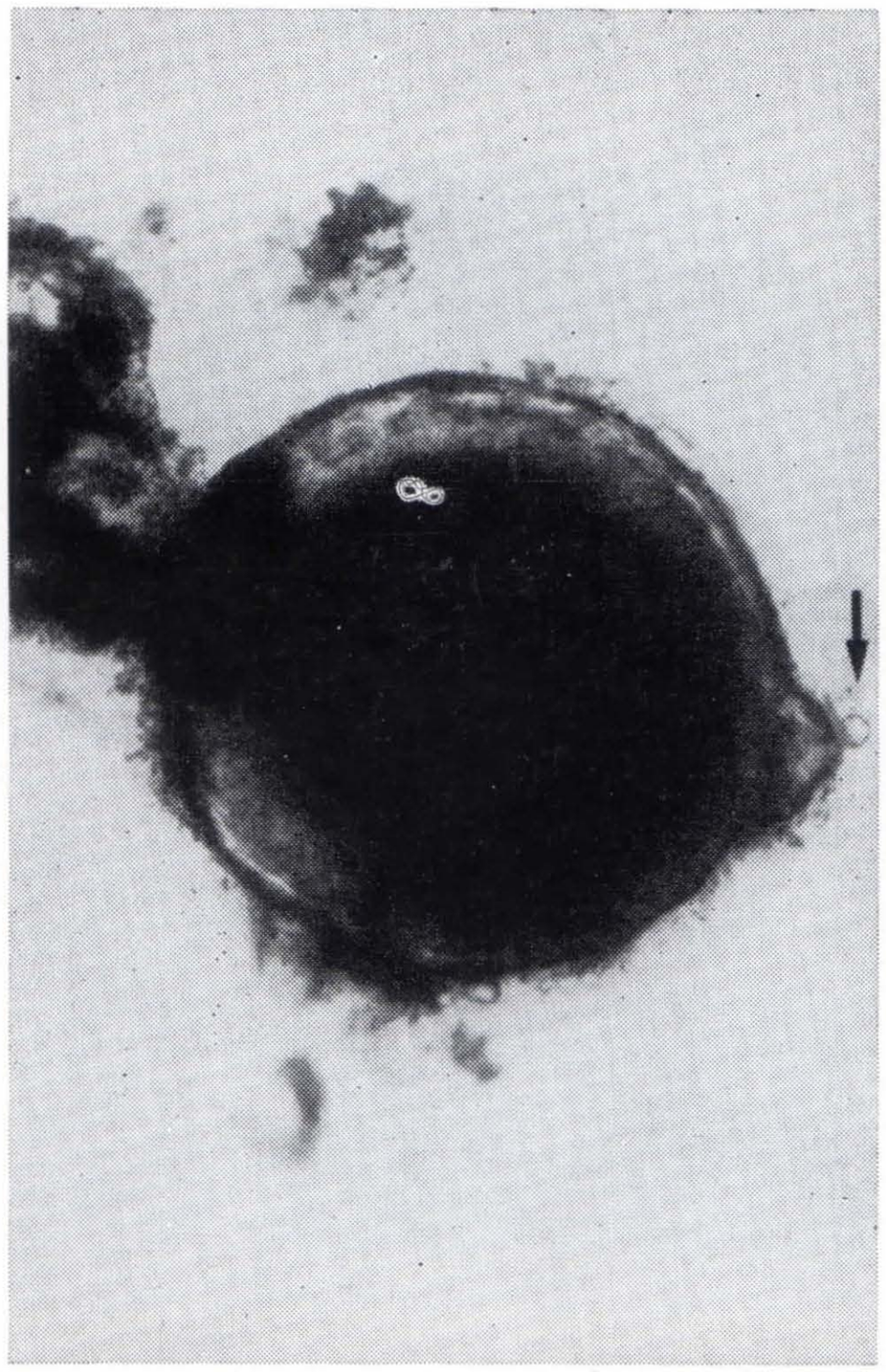
1) Concettacolo maturo con soli anteridi.
2) Concettacolo maturo ermafrodita con prevalenza di oogoni.
3) Particolare di anteridi a ciuffetti, ognuno di 127 × 11,6 micron.
4) Particolare di oogonio di 139 × 43 micron.



2



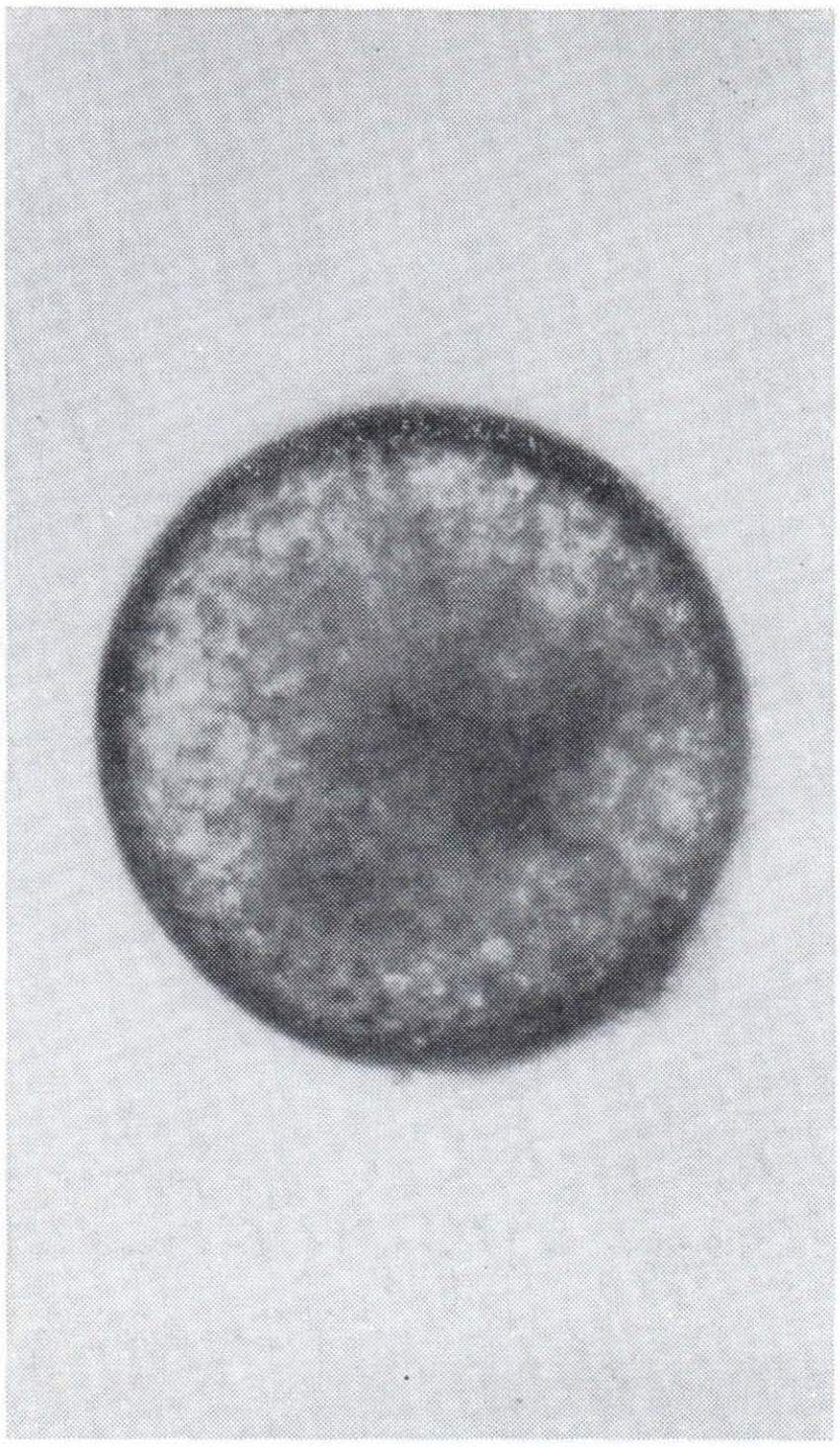
3



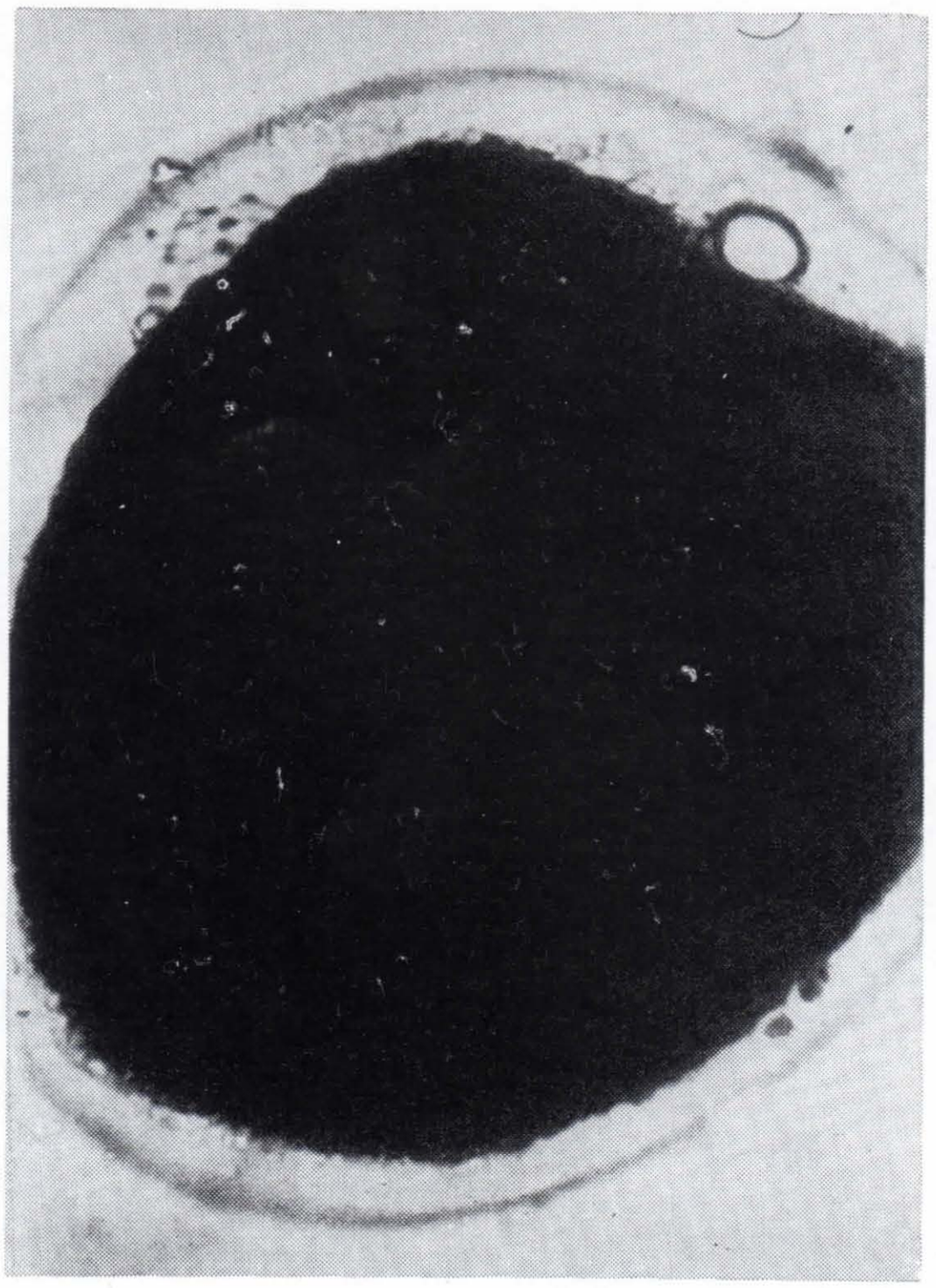
4

TAVOLA III

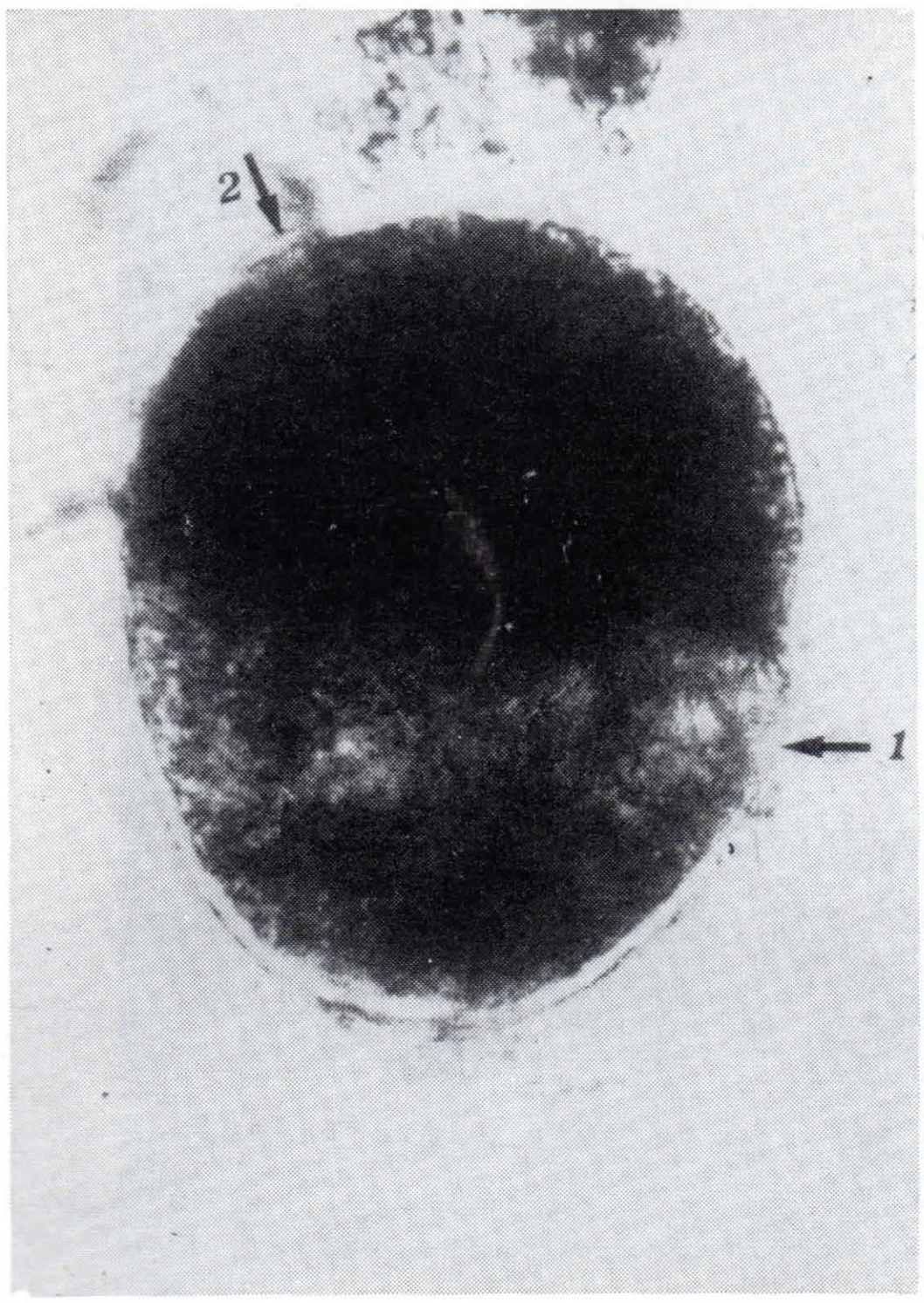
1) Oosfera matura liberata dal concettacolo di 162 × 116 micron.
2) Oogonio che elimina il mesochiton, la freccia indica i nuclei polari.
3) Particolare dell'oogonio in maturazione, le frecce indicano l'eliminazione dei nuclei.
4) Oogonio che elimina l'endochiton.



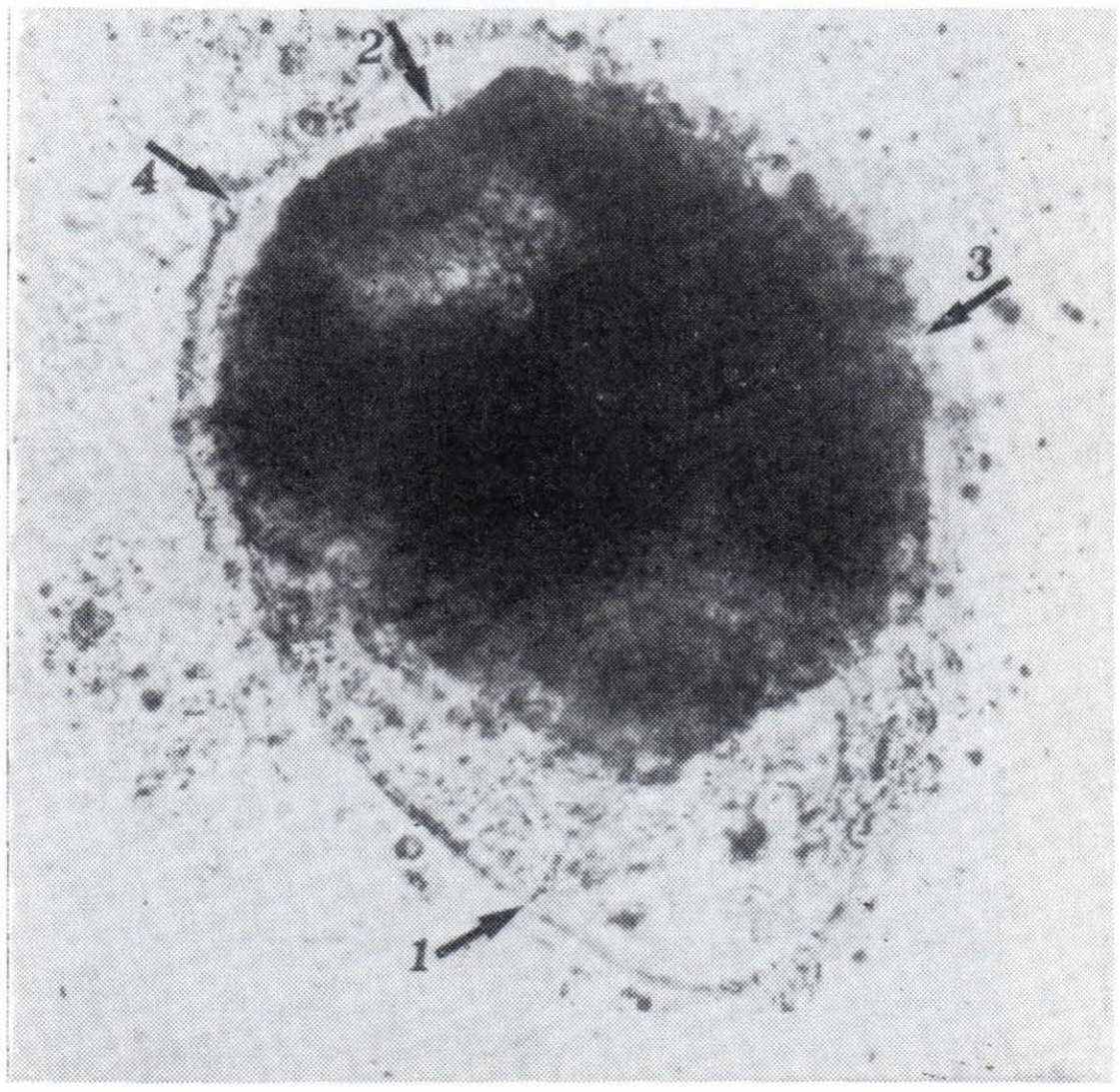
1



2



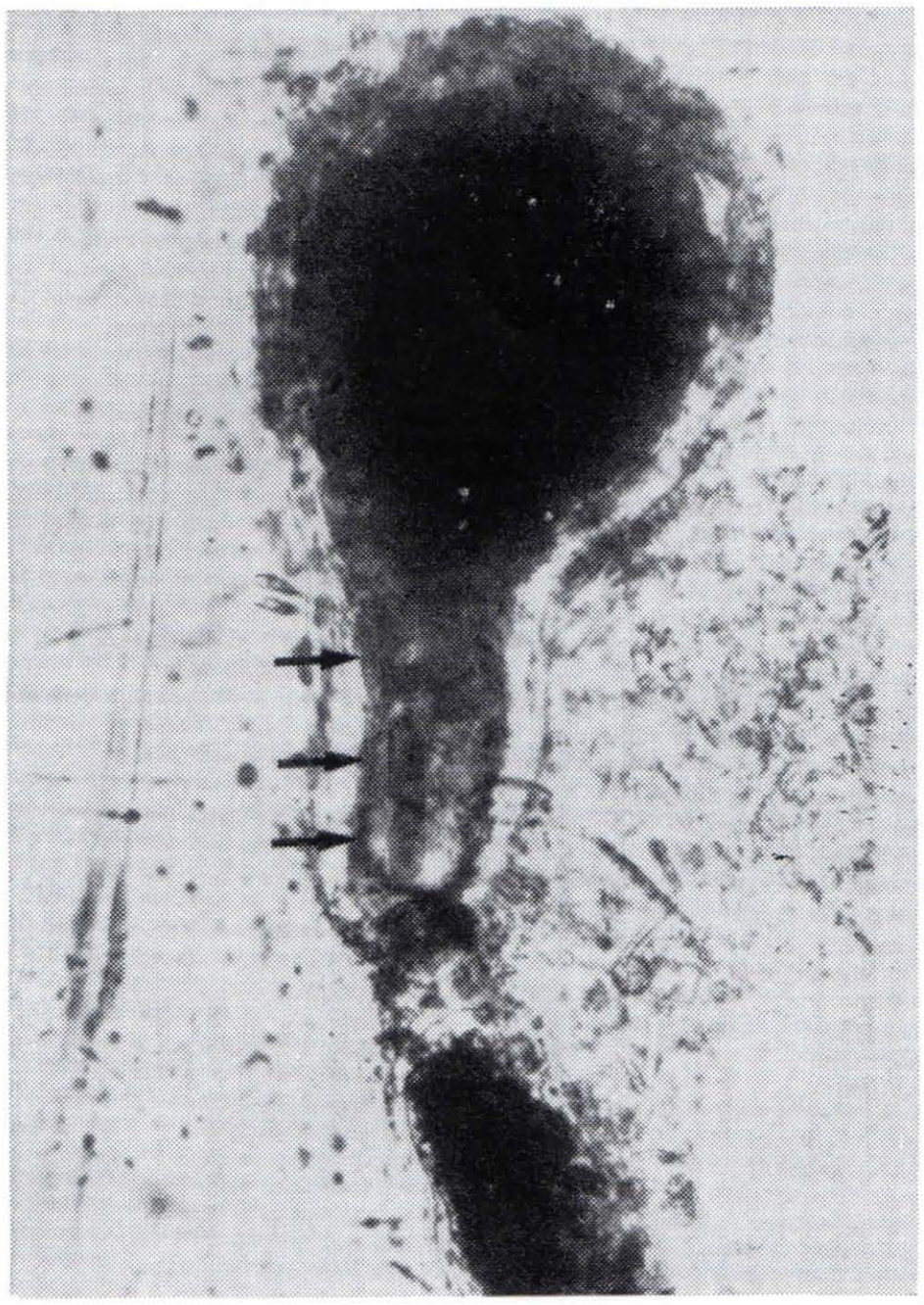
3



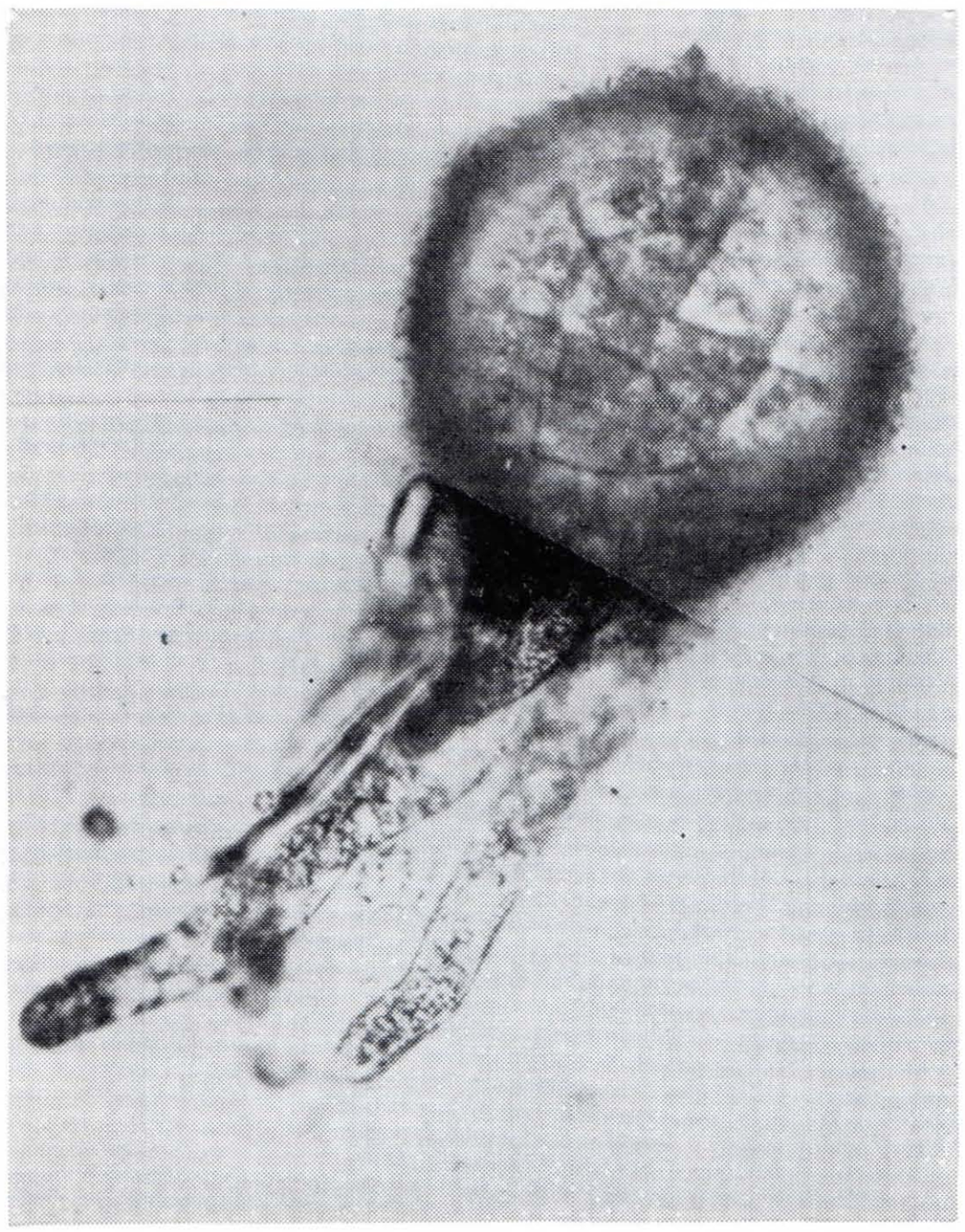
4

TAVOLA IV

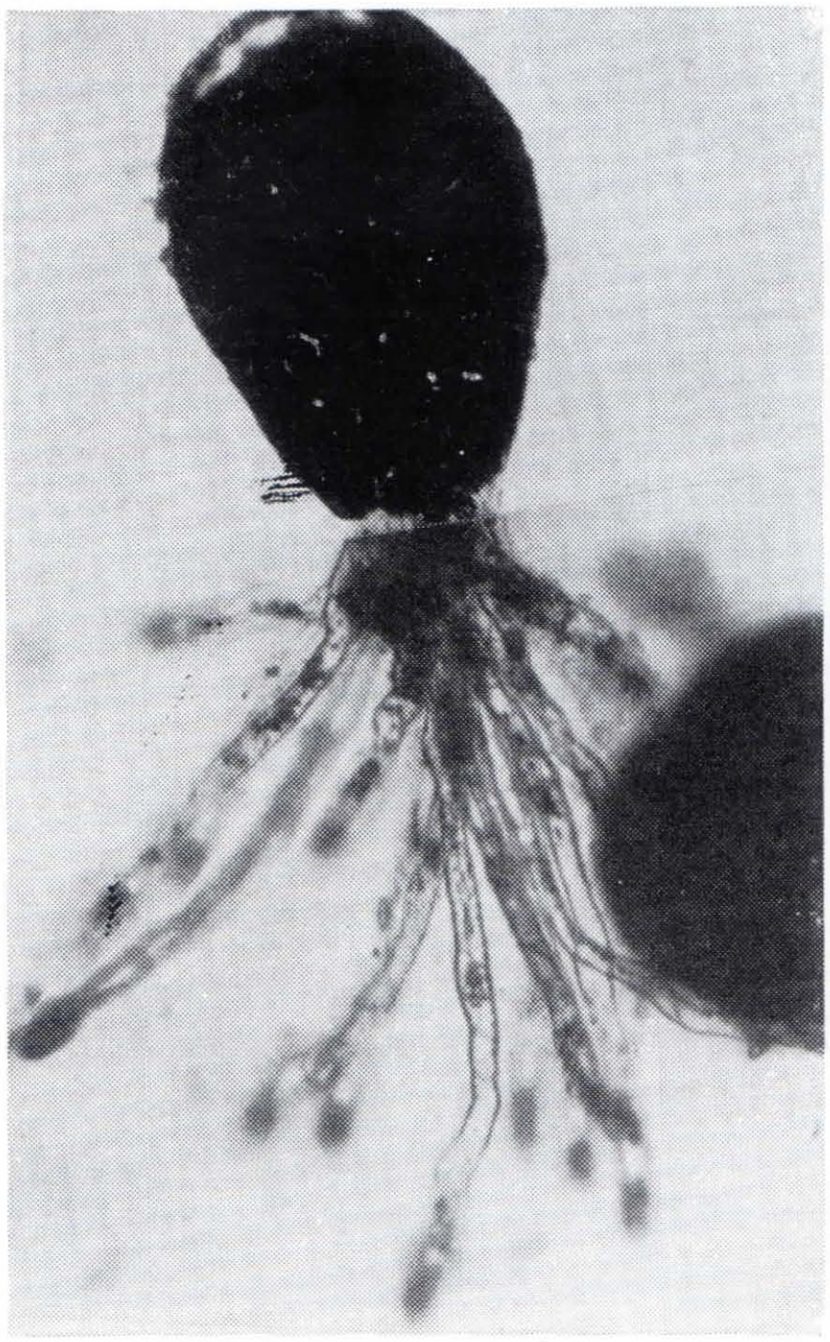
1) Oosfera di d. 118 micron.
2) Oosfera con membrana di fecondazione.
3) Oosfera in divisione al secondo stadio, le frecce indicano la progressione temporale dei segmenti di divisione (140 × 175 micron).
4) Oosfera in divisione al quarto stadio, le frecce indicano la progressione di quattro segmenti.



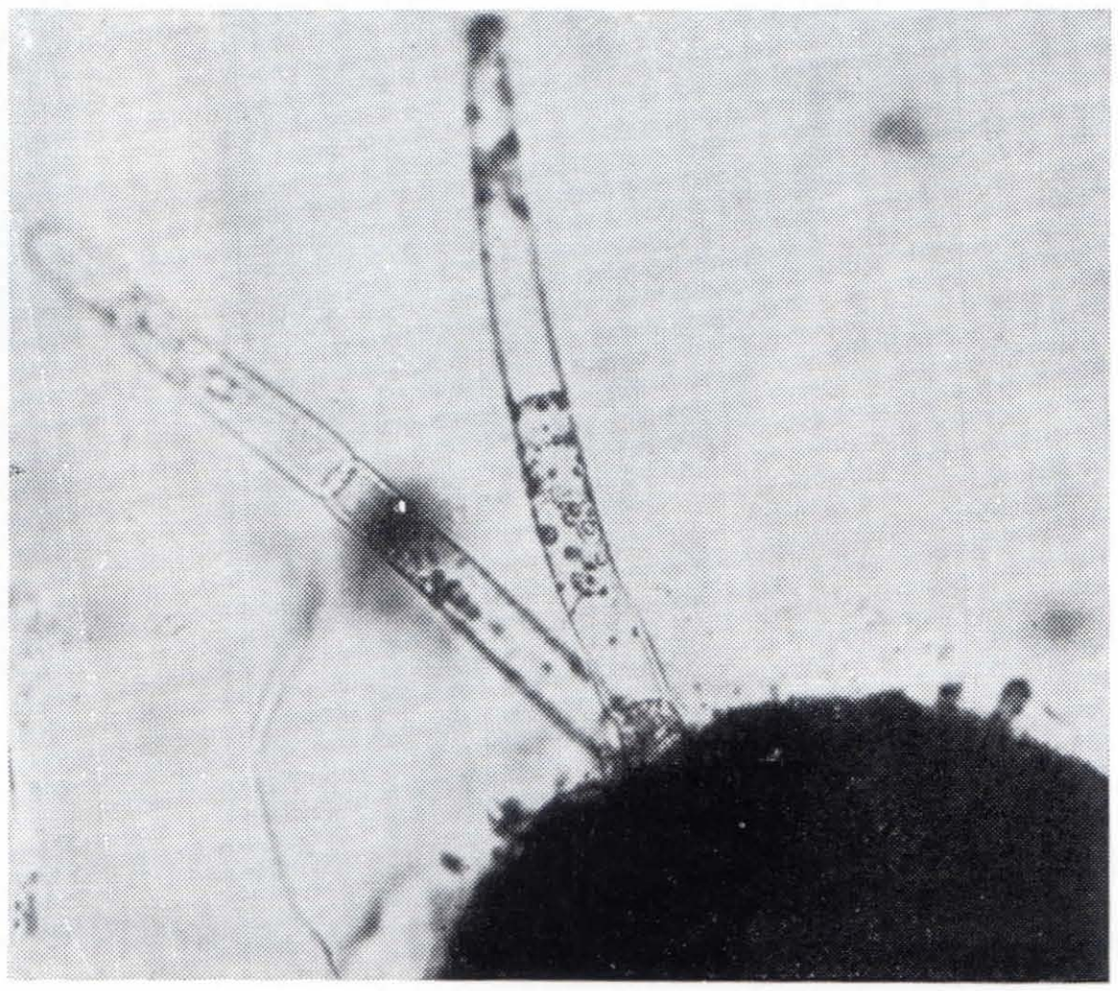
1



2



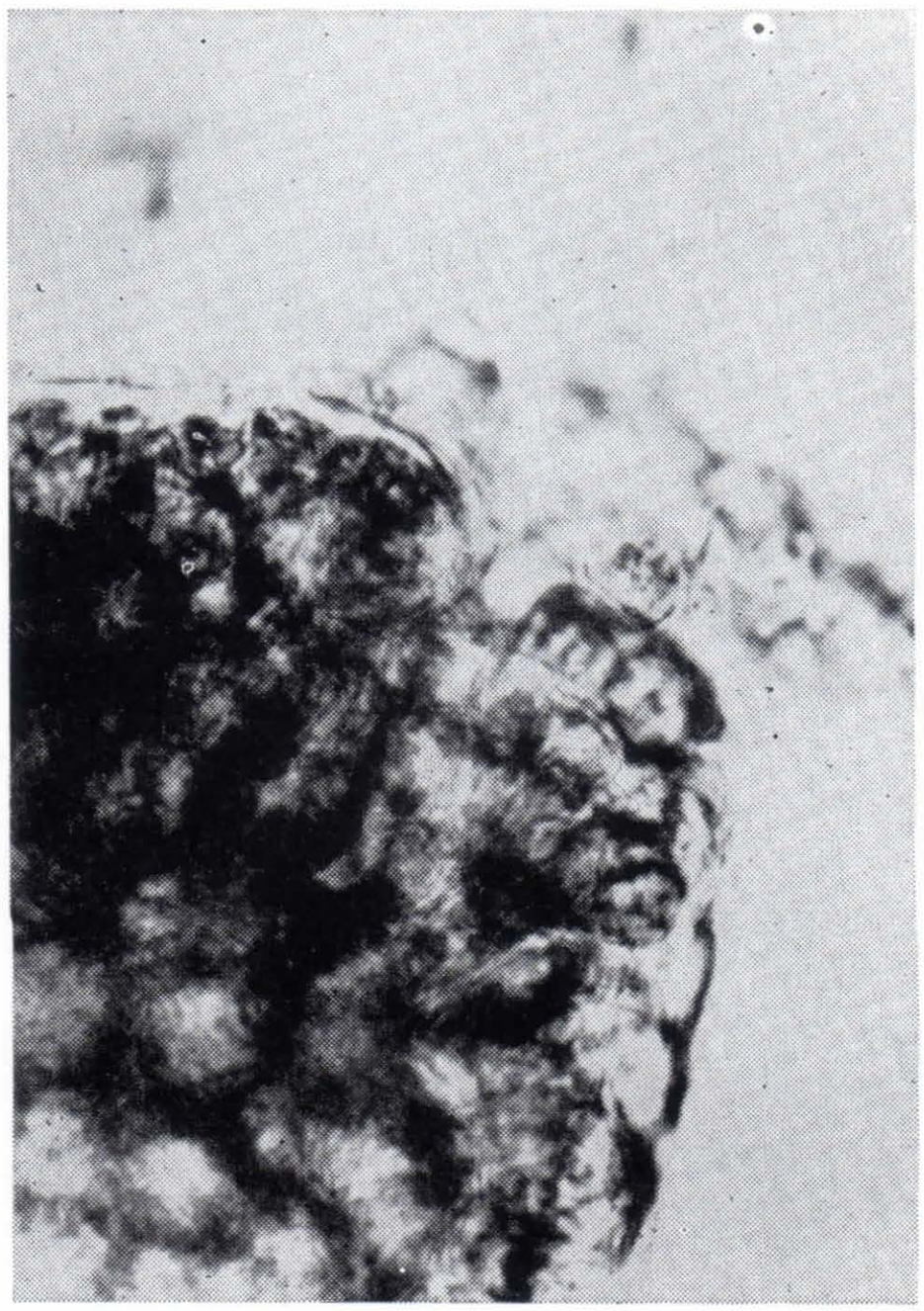
3



4

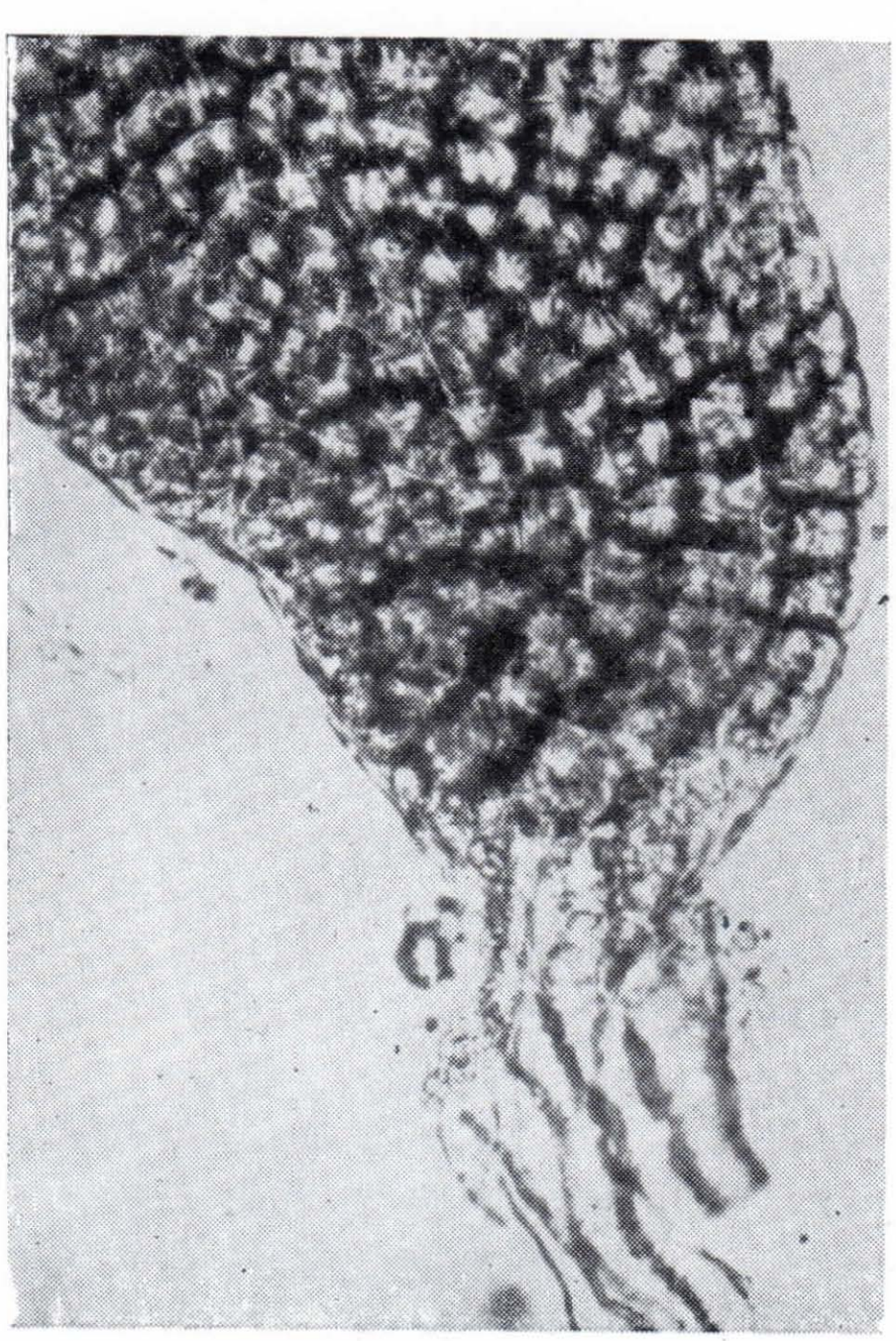
TAVOLA V

1) Embrione con formazione del rizoide le cui cellule sono evidenziate dalle frecce (ingr. × 100.
2) Embrione con quattro rizoidi a segmentazione irregolare (ingr. × 100).
3) Embrione in stadio avanzato con numerosi rizoidi e membrana (ingr. × 100).
4) Particolare dei ciuffetti apicali (ingr. × 200).

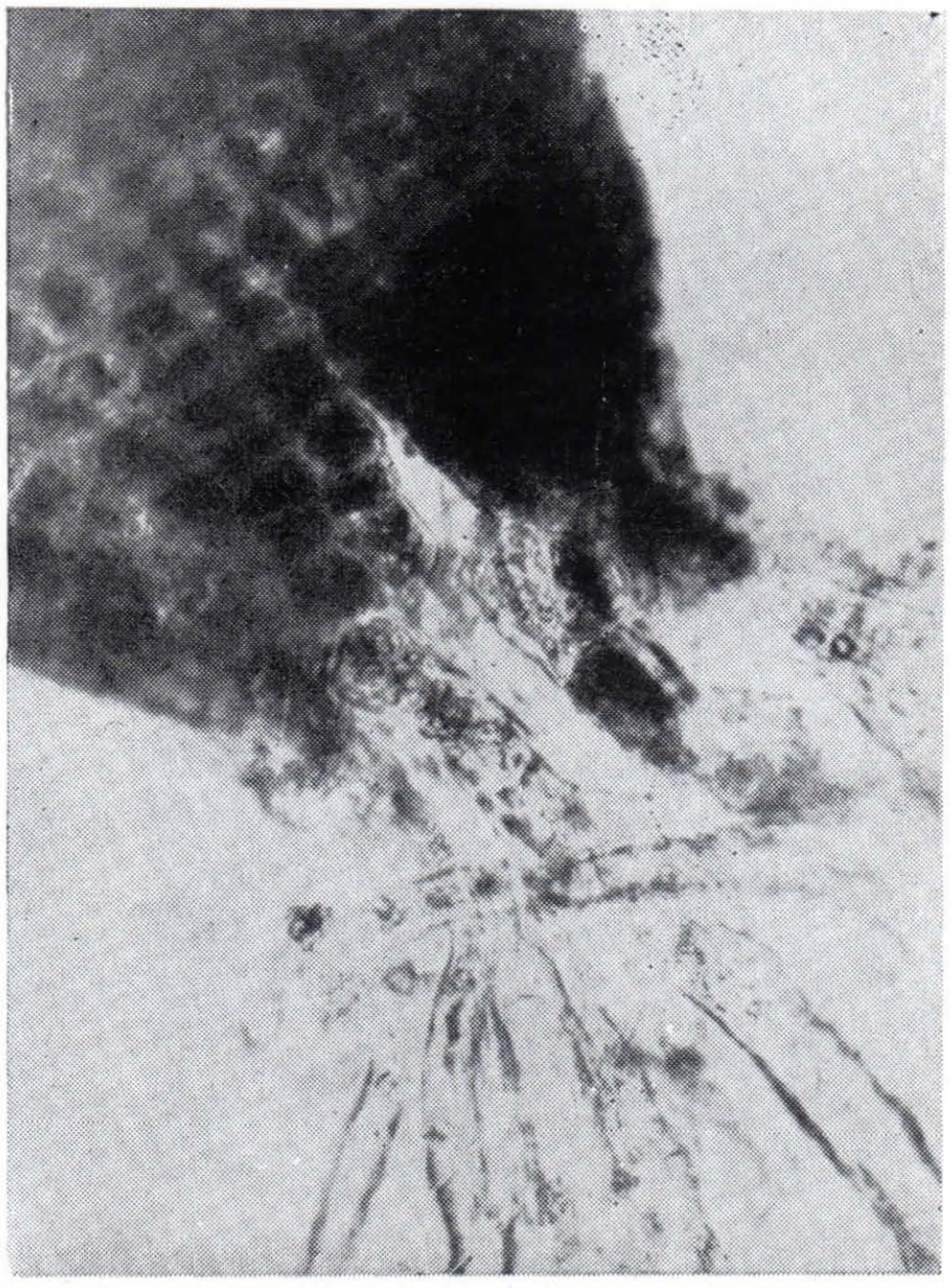


1

2



3



4

TAVOLA VI

1) Formazione della fossetta apicale (ingr. × 200).
2) Formazione di fossette laterali (ingr. × 200).
3) Sezione di plantula con evidenti pleuridi ad orientamento flabelliforme (ingr. × 200).
4) Sezione di plantula in uno stadio più avanzato con particolare della zona rizoidale (ingr. × 200).

Questo modello di segmentazione è identico a quello descritto da GUERN (1962) per *C. baccata.*

La successione temporale di questi eventi è rapida: la membrana di fecondazione si forma dopo 10-15 ore dalla fusione dei gameti e comporta anche la caduta al fondo dello zigote e la sua fissazione al vetrino di coltura; il primo solco di segmentazione si evidenzia dopo 48 ore circa, mentre dopo tre giorni si ha già la formazione dell' « embrione », cioè del nucleo di cellule della " morula " apicale ed il ciuffo di 4 rizoidi basali.

Inizialmente tutto è ancora incluso nella membrana di fecondazione che poi viene spezzata nella parte basale dall' allungarsi e dal ramificarsi dei rizoidi, nella parte apicale della proliferazione marginale delle cellule che daranno origine alla fossa apicale (Tav. IV - 1, 2, 3).

Dopo circa due settimane, dalla fossetta apicale fuoriescono 1-2 peli ialini ad accrescimento tricotallico che segnano la conclusione della fase " embrionale " dello sviluppo.

L'accrescimento apicale mediante una grossa cellula più o meno di forma conico - piramidale (Tav. IV - 1) comincia dopo due settimane circa dalla fecondazione; la plantula, dopo l'inizio del suo accrescimento apicale, presenta altre fossette laterali che presto si manifestano come iniziali cripte pilifere (Tav. VI - 2).

In sezione la plantula non mette in evidenza un asse centrale, ma una serie di file longitudinali nella regione midollare ed un insieme di filamenti pleuridiali corticali ad andamento più o meno flabelliforme; man mano che lo sviluppo procede le file pleuridiali si raddrizzano e l'anatomia diventa quella tipica dell'alga adulta.

La zona rizoidale manifesta una ricca ramificazione nei rizoidi iniziali che presto però vengono rinforzati da rizoidi di altre cellule basali che formano un disco compatto negli individui adulti (Tav. VI - 3, 4).

CONCLUSIONI

L'inclusione di *C. sedoides* nella serie evolutiva *tamariscifolia - balearica* prima che si conoscesse il suo sviluppo " embrionale " è giustificata dalle convergenze o, meglio, dalle affinità morfo - anatomiche sia delle strutture vegetative che di quelle riproduttive.

Del resto, tra il gruppo *C. tamariscifolia* ed il gruppo C. *baccata,* da questo punto di vista, c'è identità nei caratteri che GUERN considera nel suo schema riassuntivo; i due gruppi per quanto concerne la morfologia degli apparati riproduttivi manifestano identità di caratteri e si differenziano per la tipologia della segmentazione dello zigote.

Per questa caratteristica *C. sedoides* si collega a *C. baccata* ed al genere *Halydris* considerato il più vicino, filogeneticamente, al genere *Cystoseira.* In base a questi risultati, mentre *C. baccata* si pone all'origine dell'evoluzione delle *Cystoseirae* atlantiche, *C. sedoides* ha lo stesso significato per le specie mediterranee, però nell'uno e nell'altro caso sembra che si tratti di vie cieche nelle varie modalità evolutive percorse nella famiglia Cystoseriaceae.

Queste due entità tassonomiche, probabilmente, iniziarono la speciazione del genere *Cystoseira,* rispettivamente in Atlantico ed in Mediterraneo, ma questa via si dimostrò evolutivamente poco attiva. *C. sedoides* in questa ipotesi è entrata in Mediterraneo subito dopo la crisi miocenica o vi si è molto precocemente differenziata; rimasta accantonata nell'area interessata dal ramo meridionale nord-africano della corrente atlantica, non ha subito più modificazioni sia nell'areale che nelle caratteristiche genotipiche e fenotipiche (GIACCONE, 1973 e 1980).

Sarà interessante scoprire se altre *Cystoseirae* mediterranee hanno la stessa tipologia di segmentazione di *C. sedoides;* una delle specie da saggiare in questa ricerca è *C. corniculata* che è accantonata nei settori orientali del Mediterraneo ed in Adriatico.

L'originalità nella distribuzione geografica, nel portamento e nella tipologia di segmentazione dello zigote fanno di *C. sedoides* uno dei più antichi neoendemismi marini del Mediterraneo, cioè una delle prime forme di vita originate in Atlantico ma differenziatasi nel Mediterraneo; il suo accantonamento nel settore più occidentale, immediatamente a ridosso del Mare di Alboran nel Canale di Tunisia, testimonia ancora questa sua antichità confermata dall'assenza di potenzialità evolutive che caratterizzano invece molte specie di *Cystoseirae* mediterranee ancora in attivo ed attuale processo di speciazione.

BIBLIOGRAFIA

FELDMANN J., 1937 — Recherches sur la végétation marine de la Méditerranée. La Côte des Albéres. — *Rev. Algol,* Monaco Principate, X: 1-339.

GIACCONE G., 1973 — Ecologie et chorologie dès *Cystoseira* de Méditerranée. — *Rapp. Comm. in. Mer. Médit.,* Monaco Principate, XXII, IV: 49-50.

GIACCONE G., 1980 — Systématique évolutive et biogeographie en Méditerranée du genre *Cystoseira* (algues brunes, Fucales). — *Journées Etud. System et Biogéogr Médit., Cagliari, C.I.E.S.M.,* Monaco Principate, 95-96.

GIACCONE G., BRUNI A., 1971 — Le Cistoseire delila costa italiana. 1° Contributo. — Ann Univ. Ferrara (N.S. Sez. IV, Bot. IV (3): 45-70.

GIACCONE G., BRUNI A., 1973 — Le Cistoseire e la vegetazione sommersa del Mediterraneo. — *Atti Ist. Veneto Sci., Cl. sci. mat. nat.,* Venezia, CXXXI: 59-105.

GUERN M., 1962 — Embriologie de quelques espéces du genre *Cystoseira* Agardh 1871 (Fucales) (1). — *Vie et Milieu,* XIII: 649-679.

HAMEL G., 1931-39 — Les *Phaeophycées* de France. — *Wolf,* Rouen, I - V: 1-432.

ROBERTS M., 1968 — Taxonomic and nomenclatural notes on the genus *Cystoseira* C. Ag. — *J. Linn. Soc. (Bot.),* LX (383): 251-264.

ROBERTS M., 1978 — Active speciation in the Taxonomy of the Genus *Cystoseira* Ag. In: Irvine D.E.G., Price J.H., Modern approachs to the Taxonomy of Red and Brown Algae. — *Academic Press,* London, 399-422.

SAUVAGEAU C, 1912 — Sur la possibilité de déterminer l'origine des espéces de *Cystoseira.* — *C.R. Soc. Biol.,* LXXII.

SAUVAGEAU C, 1912 — A propos des *Cystoseira* de Banyuls et de Guéthary. — *Bull. Stat. Biol. Arcachon,* Arcachon, XIV: 135-556.

VALIANTE R., 1883 — Le *Cystoseirae* del Golfo di Napoli. — *Fauna u. Flora d. Golfes v. Neapel,* Napoli, VII: 1-30.

Indirizzo degli Autori. — Istituto di Botanica dell' Università, via Archirafi 38, 90123 Palermo (I).

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.), 1 1982, pp. 95-106

VINCENZO AMICO, ROSA CHILLEMI, SEBASTIANO SCIUTO,
CORRADO TRINGALI, MARIO CORMACI & GIOVANNI FURNARI

L'UTILIZZAZIONE DI DATI CHIMICI NELLA TASSONOMIA ALGALE

RIASSUNTO

E' stata studiata la distribuzione di diversi metaboliti idrofili e lipofili in 54 Rodoficee e 31 Feoficee.

L'analisi degli ammino acidi proteici e non proteici nelle Rodoficee ha mostrato un notevole accumulo di prolina in specie appartenenti alla famiglia delle Rhodomelaceae; diversi altri composti isolati da questa frazione hanno mostrato una distribuzione correlata alla posizione sistematica delle specie in cui essi sono stati riscontrati.

Si è visto inoltre che le alghe rosse elaborano un certo numero di steroli, alcuni dei quali sembrano avere un certo interesse chemotassonomico.

Dalla frazione lipofila di alcune alghe brune sono stati isolati nuovi composti terpenici e acetogeninici; questi metaboliti, presenti elettivamente in alcune specie appartenenti alle famiglie Dictyotaceae e Cystoseiraceae hanno una distribuzione utilizzabile a fini chemotassonomici.

SUMMARY

The utilization of chemical data in algal taxonomy.

The distribution of several hydrophilic and lipophilic metabolites in 54 species of Rhodophyceae and 31 Phaeophyceae has been investigated.

Analysis of the free protein (and non-protein) amino acid fraction of Rhodophyceae revealed a massive accumulation of proline in species belonging to the family Rhodomelaceae, and several compounds (N-methylaspartic acid, pyrrolidine-2, 4-dicarboxylic acid, pyrrolidine¬ 2,5-dicarboxylic acid and 4-dimethylsulfonio-2-methoxybutyrate) isolated from this fraction showed a distribution related to the taxonomic position of the algae in which they occur.

Furthermore, red algae have been shown to elaborate a number of sterols, some of

them (22-dehydrocholesterol, lyagosterol, C^{28} and C^{29} sterols), seem to possess a certain chemotaxonomic interest. Several new terpene and acetogenin compounds have also been isolated from the lipophilic fraction of some Phaeophyceae; these metabolites, which electively occur in species belonging to the family of Dictyotaceae and Cystoseiraceae show a distribution useful for taxonomic purposes.

Key words: chemotaxonomy - Rhodophyceae - Phaeophyceae.

La classificazione degli esseri viventi si basa sul principio generale che due specie sono tanto più vicine filogeneticamente quanto maggiore è il numero di « caratteri indipendenti » che le specie stesse hanno in comune. La tradizionale preferenza accordata dai tassonomi vegetali ai caratteri morfologici trova ampia giustificazione sia nella facilità con cui essi sono generalmente osservabili, sia nella loro preservazione in campioni conservati *in exiccata;* non è prevedibile pertanto in tempi brevi una loro sostituzione con altri tipi di caratteri, quali potrebbero essere quelli chimici.

In effetti l'impiego tassonomico di questi ultimi è tutt'altro che recente (si consideri per es. la classica divisione delle alghe eucariote in rosse, brune e verdi) ma è stato quasi sempre sporadico e marginale. Pur tuttavia, in linea di principio, se fosse possibile determinare la sequenza del DNA per tutte le specie viventi, si potrebbe, sulla base di questo unico dato chimico, stabilire i differenti gradi di affinità biologica. Purtroppo una tale tassonomia chimica « globale » appare fuori dalle attuali possibilità ed il chimico può solamente, per ora, fornire al tassonomo dati che considerati assieme a quelli tradizionali possono essere utili a chiarire particolari questioni sistematiche.

I dati chimici finora utilizzati a scopo tassonomico sono di due tipi: a) sequenza di amminoacidi in proteine « omologhe » di specie diverse, col presupposto che a maggiori differenze nella sequenza corrisponda una più grande distanza filogenetica; b) distribuzione nelle varie specie di metaboliti « secondari », di composti cioè che hanno negli organismi una diffusione limitata.

Negli ultimi decenni, l'utilizzazione a scopo sistematico di dati chimici del tipo suddetto ha portato ad un certo numero di successi; basterà ricordare a titolo d'esempio la recente revisione dell'ordine delle Centrospermae basata sulla distribuzione di pigmenti azotati (betalaine) e le sempre più frequenti applicazioni di criteri chemotassonomici nel campo dei batteri. Piuttosto scarsi appaiono invece gli impieghi di dati chimici nello studio della filogenesi algale.

Da alcuni anni abbiamo iniziato uno studio chimico delle alghe del

Mediterraneo in vista di possibili utilizzazioni in campo biomedico di nuovi composti isolati da tale fonte; con progredire di queste ricerche, aumentando il numero delle specie esaminate da una parte e i composti man mano isolati e studiati dall'altra, è apparso sempre più chiaro che alcuni dei dati raccolti potevano essere utilizzati anche a fini chemotassonomici.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Sono stati da noi studiati in particolare i metaboliti costituenti la frazione liposolubile ed idrosolubile di alghe appartenenti alle classi Rhodophyceae e Phaeophyceae.

Rhodophyceae - Tra i diversi metaboliti presenti nella frazione liposolubile di queste alghe, gli steroli sono quelli che hanno presentato fino ad ora una distribuzione utile a scopo chemotassonomico; infatti l'analisi della frazione insaponificabile di circa 50 specie algali (Tab. 1) appartenenti a tutti gli ordini della sottoclasse delle Florideae (ad eccezione delle Acrochaetiales) (FATTORUSSO *et al.,* 1975; FATTORUSSO *et al.,* 1976) ha mostrato che, tra gli steroli individuati, mentre il desmosterolo ed il colest¬ 7-en-3ß-olo, precursori dell'ubiquitario colesterolo, sembrano distribuiti senza alcuna relazione alla sistematica algale, la distribuzione del 22-deidro¬ colesterolo, del liagosterolo e degli steroli C^{28} e C^{29}, sembra invece avere maggior valore tassonomico. Infatti il 22-deidrocolesterolo, già identificato nell'alga *Hypnea japonica,* è stato ritrovato nelle specie *H. musciformis* e *Sphaerococcus coronopifolius,* tutte appartenenti all'ordine delle *Gigartinales.* Il liagosterolo, isolato dalla specie *Liagora distenta,* è stato identificato anche nelle specie *L. viscida* e *Scinaia forcellata,* tutte appartenenti all'ordine delle *Nemalionales.* Infine, quattro steroli C^{28} e C^{29} (24-metilen¬ colesterolo, 24-metil-colest-5-ene-3ß-olo, 24-etil-colest-5-ene-3ß-olo e fuco¬ sterolo) sono stati rinvenuti solo nelle alghe *Rytiphloea tinctoria* e *Vidalia volubilis* ambedue appartenenti al gruppo Amansia (*sensu* Kylin) della famiglia delle Rhodomelaceae.

E' interessante notare che questi steroli alchilati al C-24 sono stati trovati solo in alcuni membri di una delle più evolute famiglie delle alghe rosse, mentre la capacità di alchilare in catena laterale è una costante caratteristica delle alghe brune e verdi; questo dato risulta pertanto in accordo all'ipotesi di GOODWIN (1966) secondo cui le Rhodophyta sarebbero ancestrali alle Phaeophyta e alle Chlorophyta.

Per quanto riguarda la frazione idrosolubile delle suddette alghe rosse, i risultati più interessanti dal punto di vista chemotassonomico sono

Tab. 1 — RHODOPHYCEAE

NEMALIONALES

Helminthocladiaceae: Liagora distenta, L. viscida, Nemalion helminthoides.

Chaetangiaceae: Scinaia forcellata.

GELIDIALES

Gelidiaceae: Gelidium latifolium, Pterocladia pinnata.

GIGARTINALES

Nemastomaceae: Nemastoma dichotoma, Schizymenia dubyi (e suo tetrasporofito: Haematocelis rubens).

Plocamiaceae: Plocamium cartilagineum.

Sphaerococcaceae: Caulacanthus ustulatus, Sphaerococcus coronopifolius.

Hypneaceae: Hypnea musciformis.

Phyllophoraceae: Gymnogongrus griffithsiae, Schottera nicaeensis.

Gigartinaceae: Gigartina acicularis, G. teedii.

RHODYMENIALES

Rhodymeniaceae: Botryocladia botryoides.

Champiaceae: Gastroclonium clavatum, Lomentaria articulata.

CRYPTONEMIALES

Gloiosiphoniaceae: Schimmelmannia schousboei, Thuretella schousboei.

Peyssonneliaceae: Peyssonnelia rosa-marina, P. rubra, P. squamaria.

Corallinaceae: Amphiroa beauvoisii, A. rigida, Corallina elongata, C. granifera, Goniolithon byssoides, Jania rubens.

Cryptonemiaceae: Grateloupia proteus, Halymenia floresia.

BONNEMAISONIALES

Bonnemaisoniaceae: Falkenbergia rufolanosa.

CERAMIALES

Ceramiaceae: Centroceras clavulatum, Ceramium ciliatum v. robustum, C. rubrum v. barbatum, Spyridia filamentosa, Wrangelia penicillata.

Delesseriaceae: Nitophyllum punctatum.

Rhodomelaceae: Acantophora najadiformis, Alsidium corallinum, A. helminthochorton, Chondria coerulescens, C. dasyphylla, Digenea simplex, Halopitys incurvus, Laurencia obtusa, L. paniculata, *Lr* undulata, Lophocladia lallemandii, Polysiphonia subulata, Pterosiphonia pennata, Rytiphloea tinctoria, Vidalia volubilis.

quelli relativi ai metaboliti di natura amminoacidica. Lo studio della distribuzione degli amminoacidi liberi (IMPELLIZZERI *et al.*, 1975; IMPELLIZZERI *et al.*, 1977) nelle diverse specie algali ha permesso di identificare, insieme ad ammino acidi proteici, numerosi ammino acidi non proteici noti ed ammino acidi non proteici non noti.

Per la maggior parte degli ammino acidi non proteici, la distribuzione è risultata o troppo vasta o estremamente ristretta a singole specie,

e pertanto, priva di un possibile significato tassonomico. A ciò fanno eccezione l'acido pirrolidin-2,4-dicarbossilico (1) (IMPELLIZZERI *et al.*, 1977), evidenziato solo in alcune specie appartenenti all'ordine delle Ceramiales *(Ceramium rubrum* var. *barbatum, Chondria coerulescens* e *Chondria dasyphylla),* e l'acido N-metilaspartico (2) (SCIUTO *et al., 1*979a) che, insieme al 4-dimetilsolfonio-2-metossibutirrato (3) (SCIUTO *et al.* 1982) sono stati rinvenuti solo in specie appartenenti al gruppo Amansia *(sensu* Kylin) delle Rhodomelaceae *(Vidalia volubilis, Rytiphloea tinctoria* e *Halopitys incurvus)* e pertanto posseggono un certo valore tassonomico.

L'analisi degli ammino addi proteici liberi presenti nelle stesse specie algali, ha anch'essa fornito risultati chemotassonomicamente utili, e ciò contrariamente a quanto atteso, se si tiene conto che questi composti, in quanto ubiquitariamente diffusi, sono stati sempre considerati di scarso valore sistematico.

I profili degli ammino acidi proteici liberi delle alghe rosse esaminate (IMPELLIZZERI *et al.,* 1975; IMPELLIZZERI *et al.,* 1977) possono essere divisi in due gruppi: il primo è caratterizzato dalla predominanza

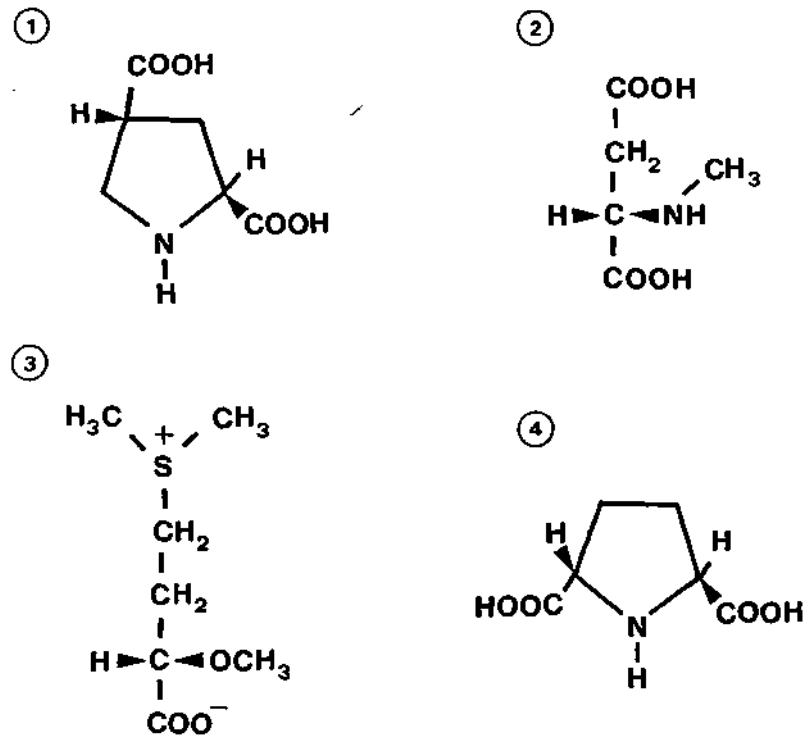


Fig. 1

di ammino acidi acidi e loro ammidi, insieme a glicina, alanina e serina, mentre il secondo da una prevalente concentrazione di prolina. I due tipi di profili sono nettamente differenziati, poiché nel primo il livello di prolina è consistentemente più basso del 10 % del totale degli ammino acidi, mentre nel secondo il livello dell' immino acido raggiunge e a volte supera abbondantemente il valore del 50 %.

Quest'ultimo tipo di profilo è stato riscontrato in un discreto numero di alghe appartenenti alla famiglia delle Rhodomelaceae, e pertanto il fenomeno osservato potrebbe avere un certo significato tassonomico, anche se l'accumulo di prolina non è stato riscontrato in tutte le Rhodomelaceae analizzate. Poichè in questa indagine non si era tenuto conto della fase del ciclo vitale (gametofitica, tetrasporofitica o sterile) in cui si trovavano le alghe analizzate, rimaneva incerto se la dissimilarità tra le alghe appartenenti alla stessa famiglia fosse veramente dovuta a differenze metaboliche interspecifiche o fosse in qualche modo legata all'alternanza delle generazioni.

Allo scopo di chiarire questo problema, sono stati studiati i profili degli ammino acidi proteici liberi di 14 specie appartenenti alla famiglia delle Rhodomelaceae, raccolte in differenti fasi del loro ciclo vitale (SCIUTO *et al.,* 1980). I risultati ottenuti hanno mostrato che la capacità di accumulare prolina è una caratteristica intrinseca delle specie che la posseggono e non dipende né dallo stato fenologico né dall'habitat. Inoltre, una valutazione accurata dei dati ottenuti ha evidenziato che quelle specie che non accumulano l' immino acido, quando analizzate allo stato sterile, contengono più alte concentrazioni di ammino acidi acidi e più basse concentrazioni di ammino acidi neutri (in particolare glicina e alanina) di quelle presenti nei corrispondenti talli fertili (sia gametofiti che tetrasporofiti). Per quanto riguarda le alghe marine, questa è la prima evidenza di differenze nel metabolismo di base correlabile alle differenti fasi del ciclo vitale.

Infine, un tipico caso in cui una indagine chimica ci ha permesso di contribuire alla definizione di un problema sistematico, è quello relativo alle alghe *Haematocelis rubens* e *Schizymenia dubyi* (SCIUTO *et al., 1*979b). Di queste, la prima era considerata appartenente alla famiglia delle Peys¬ sonneliaceae e la seconda a quella delle Nemastomaceae. Tuttavia osservazioni di tipo anatomico hanno indotto ARDRÈ (1977) ad avanzare l'ipotesi che le due alghe potessero in effetti essere un'unica specie, in differenti fasi del ciclo vitale.

L'analisi degli ammino acidi liberi *άell' Haematocelis rubens* ha mostrato che quest'alga elabora l'acido pirrolidin-2,5-dicarbossilico (4), raro ammino acido che è stato da noi isolato per la prima volta dalla *Schizymenia dubyi.* Poiché lo stesso tipo di analisi effettuata su 54 specie di alghe

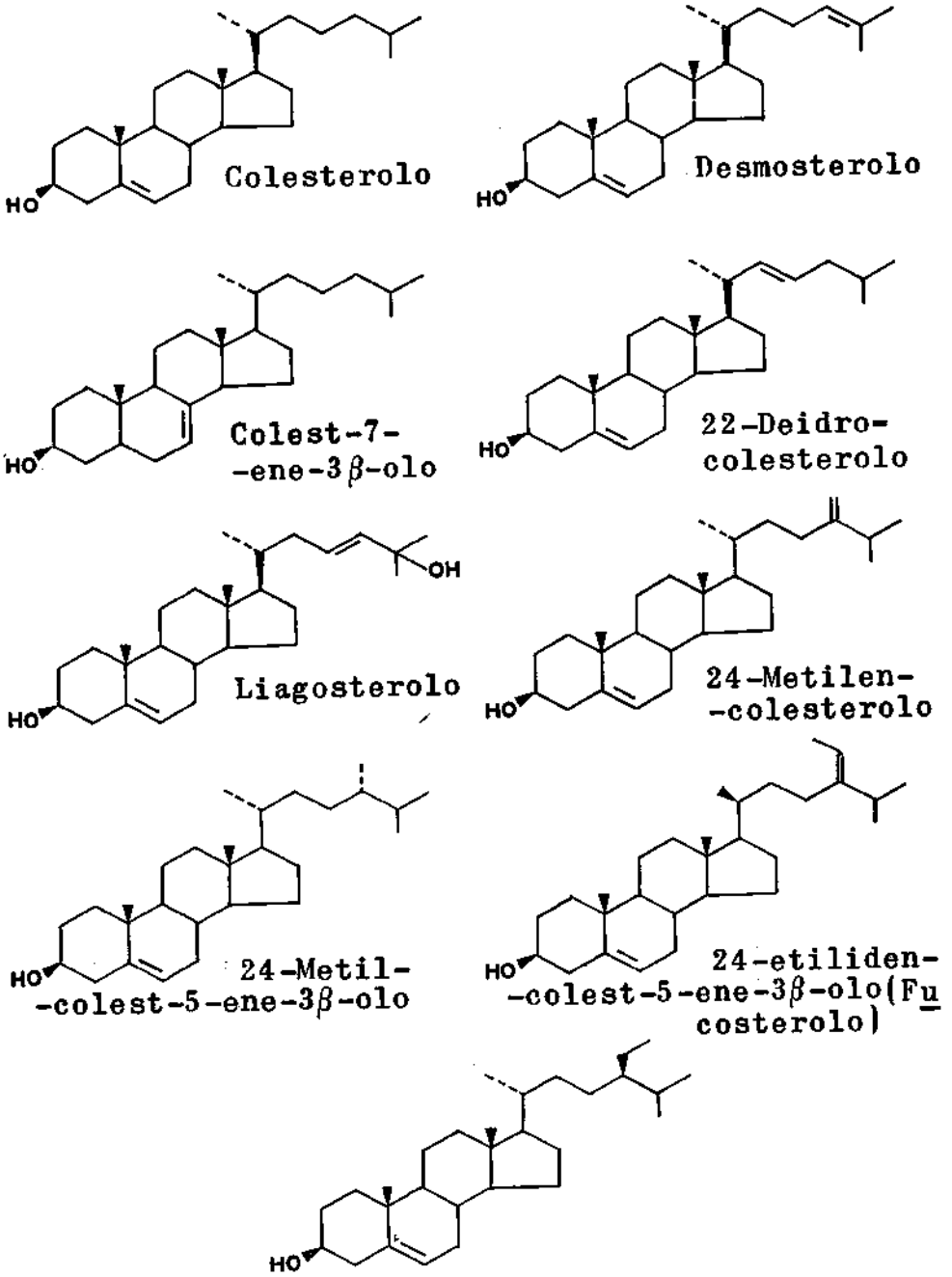

HO
Colesterolo
HO
Desmosterolo
HO
Colest-7-
-ene-3β-olo
HO
22-Deidro-
colesterolo
OH
HO
Liagosterolo
HO
24-Metilen-
-colesterolo
HO
24-Metil-
-colest-5-ene-3β-olo
HO
24-etiliden-
-colest-5-ene-3β-olo(Fu
costerolo)
HO
24-Etil-colest-5-ene-3β-olo

Fig. 2

rosse (Tab. 1), ha mostrato che nessuna di esse elabora il peculiare ammino acido, questi dati hanno avvalorato l'ipotesi (peraltro confermata in un successivo lavoro da ARDRÈ, 1980) che l' *Haematocelis rubens* sia il tetrasporofito della *Schizymenia dubyi.*

Phaeophyceae - Per quanto riguarda i costituenti la frazione idrosolubile delle alghe brune, solo dieci specie (Tab. 2) sono state da noi sottoposte all'indagine chimica (AMICO *et al.,* 1976) e i metaboliti studiati (ammino acidi e zuccheri) non sembrano presentare una distribuzione correlabile alla sistematica algale.

Tra i costituenti liposolubili, sono stati analizzati metaboliti di tipo sterolico, terpenico ed acetogeninico in tutte e 31 le specie di questa classe finora studiate (Tab. 2). Per ciò che concerne gli steroli (AMICO *et al.,* op. cit.) si è osservata la presenza sporadica di alcuni steroli minori, ed un'ampia distribuzione di fucosterolo, colesterolo e 24-metilencolesterolo, mentre costituenti di natura terpenica e acetogeninica sono stati rinvenuti, in notevoli quantità, elettivamente in alcune specie appartenenti alle famiglie delle Cystoseiraceae e delle Dictyotaceae.

Tra le alghe del genere *Cystoseira* fino ad ora esaminate, dalla *C. crinita* sono stati isolati solo diterpeni lineari, o composti ad essi correlati, che possono ricondursi dallo scheletro di atomi di carbonio (5) (FATTORUSSO *et al.,* 1976; AMICO *et al.,* 1980; AMICO *et al.,* 1981). Dalla *C. caespitosa* sono stati invece isolati composti caratterizzati dalla struttura base (6) (AMICO *et al.,* 1982b) in cui l'anello chinonico può presentarsi anche in forma ridotta (*).

Le altre Cistoseire contengono, infine, composti policiclici (di cui è in corso la determinazione della struttura).

Allorché sarà più completo il quadro sulla distribuzione di questi metaboliti nelle alghe appartenenti alla suddetta famiglia, si potrà probabilmente disporre di dati utili dal punto di vista chemotassonomico.

Nelle Dictyotaceae esistono analogie strutturali tra i metaboliti presenti nelle specie dei generi *Dictyota* e *Dilophus;* mentre le specie *Taonia atomaria, Zonaria tournefortii, Dictyopteris membranacea* e *Padina pavonica,* sono da esse nettamente differenziate dal punto di vista chimico.

Dilophus spiralis presenta strette analogie morfologiche con la *Dictyota dichotoma;* in entrambe queste specie sono stati isolati diterpeni con lo scheletro (7) (FATTORUSSO *et al.,* 1976; DANISE *et al.,* 1977; AMICO *et al.,* 1979) ed il composto (8) (AMICO *et al.,* 1976) che è con ogni pro-

(*) E' inoltre interessante rilevare che metaboliti con lo scheletro (6) sono stati anche rinvenuti in specie del genere *Cystophora,* largamente distribuite lungo le coste australiane (KAZLAUSKAS *et al.,* 1981); tale dato riveste, pertanto, anche una notevole importanza dal punto di vista filogenetico.

babilità il precursore biologico di questi metaboliti. La *Dictyota dichotoma* è inoltre un caso interessante poiché presenta, in varietà diverse, una differente composizione dell'estratto lipidico che può contenere, oltre ai metaboliti con struttura base (7), anche diterpeni con lo scheletro (9) (AMICO *et al.*, 1980; AMICO *et al.*, 1981a).

Nelle altre quattro Dictiotacee sopra citate l'estratto lipidico totale mostra, analizzato cromatograficamente su strato sottile, una composizione nettamente differente per ciascuna di esse.

Nella *Taonia atomaria* sono stati rinvenuti, oltre ad un terpenoide lineare (AMICO *et al.*, 1977), una serie di sesquiterpeni con lo scheletro (10) (FATTORUSSO *et al.*, 1978; AMICO *et al.*, 1979). La *Zonaria tournefortii* contiene invece metaboliti di natura polifenolica con struttura base (11) dove R è una catena alchilica poliinsatura (AMICO *et al.*, 1981b; AMICO *et al.*, 1982a). In *Padina pavonica* e *Dictyopteris membranacea* non abbiamo fino ad ora riscontrato la presenza di alcun metabolita di struttura incognita; è noto tuttavia, che la *Dictyopteris membranacea* contiene composti di natura idrocarburica non correlati a quelli fin qui riportati.

Dall'insieme dei dati esposti, appare evidente come anche nel campo della sistematica dalle alghe macrofite l'uso della chemotassonomia presenti notevoli potenzialità applicative. E' pertanto auspicabile che analoghi studi

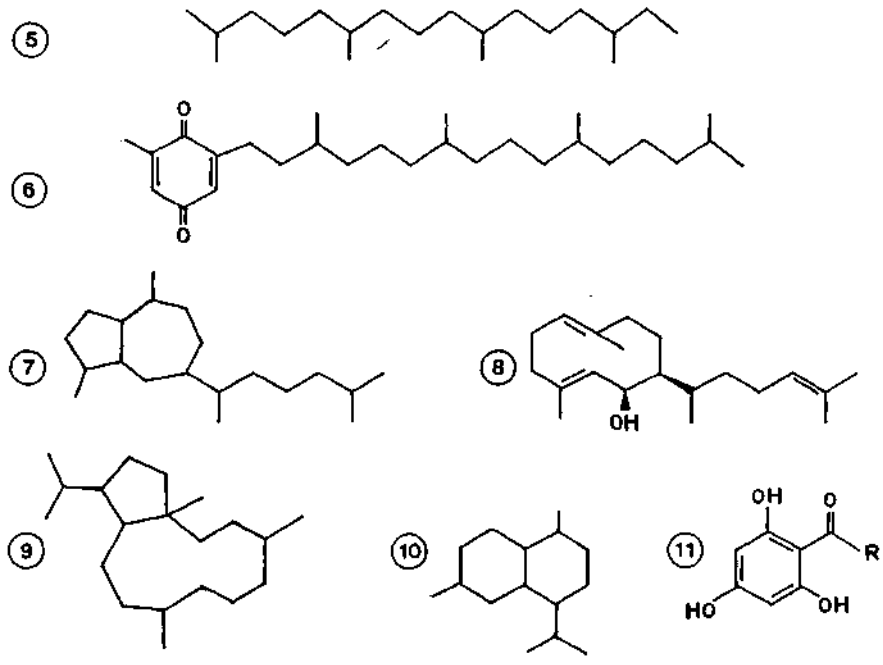


Fig. 3

Tab. 2 — PHAEOPHYCEAE

ECTOCARPALES

Ectocarpaceae: Giffordia intermedia.
Chordariaceae: Liebmannia leveillei, Sauvageaugloia griffithsiana.
Spermatochnaceae: Stilophora rhizodes.

CUTLERIALES

Cutleriaceae: Zanardinia prototypus.

DESMARESTIALES

Sporochnaceae: Nereia filiformis.

SPHACELARIALES

Stypocaulaceae: *Halopteris filicina, *Stypocaulon scoparium.
Cladostephaceae: *Cladostephus hirsutus.

DICTYOTALES

Dictyotaceae: *Dictyopteris membranacea, Dictyota dichotoma, *D. dichotoma v. intricata, Dilophus spiralis, Padina pavonica, Taonia atomaria, Zonaria tournefortii.

FUCALES

Cystoseiraceae: *Cystoseira adriatica, C. balearica, C. barbata, *C. compressa, *C. crinita, C. dubia, C. elegans, C. mediterranea, C. sauvageauana, C. spinosa, C. stricta, C. caespitosa.
Sargassaceae: *Sargassum vulgare.

Con asterisco le specie delle quali è stata studiata anche la frazione idrosolubile.

vengano estesi ad un numero sempre maggiore di specie, al fine di acquisire ancora nuovi dati chimici utili alla sistematica algale e ad avvalorare, eventualmente, le considerazioni chemotassonomiche qui esposte.

BIBLIOGRAFIA

AMICO V., CURRENTI R., ORIENTE G., PIATTELLI M. & TRINGALI C, 1981a — 18-Hydroxy-2,7-dolabelladiene from the brown alga *Dictyota dichotoma.* — *Phytochemistry,* 20, 848.

AMICO V., CURRENTI R., ORIENTE G., PIATTELLI M. & TRINGALI C, 1981b — A phloroglucinol derivative from the brown alga *Zonaria tournefortii.* — *Phytochemistry,* 20, 6.

AMICO V., NICOLOSI G., ORIENTE G., PIATTELLI M. & TRINGALI C, 1982a — A novel acylphloroglucinol from the brown alga *Zonaria tournefortii.* — *Phytochemistry,* 21: 739.

AMICO V., ORIENTE G., PIATTELLI M., RUBERTO G. & TRINGALI C, 1980 — A geranylacetone derivative from the brown alga *Cystoseira crinita.* — *Phytochemistry,* 19: 2759.

AMICO V., ORIENTE G., PIATTELLI M., RUBERTO G. & TRINGALI C, 1981 — Novel acyclic diterpenes from the brown alga *Cystoseira crinita.* — *Phytochemistry,* 20: 1085.

AMICO V., ORIENTE G., PIATTELLI M., RUBERTO G. & TRINGALI C. 1982b — A quinone¬hydro-quinone couple from the brown alga *Cystoseira stricta.* — *Phytochemistry,* 21: 421.

AMICO V., ORIENTE G., PIATTELLI M. & TRINGALI C, 1979 — Dictyoxide, a new diterpene from the brown alga *Dilophus ligulatus.* — *Phytochemistry,* 18: 1895.

AMICO V., ORIENTE G., PIATTELLI M., TRINGALI C, FATTORUSSO E., MAGNO S. & MAYOL L., 1976 — Dilophol, a new ten-membered-ring diterpene alcohol from the brown alga *Dilophus ligulatus.* — *J.C.S. Chem. Commun.,* 1024.

AMICO V., ORIENTE G., PIATTELLI M., TRINGALI C, FATTORUSSO E., MAGNO S. & MAYOL L., 1977 — (-)-(R)-Geranylgeranylglycerol from the brown alga *Dilophus fasci¬ola.* — *Experientia,* 33: 989.

AMICO V., ORIENTE G., PIATTELLI M., TRINGALI C, FATTORUSSO E., MAGNO S. & MAYOL L., 1979 — Sesquiterpenes based on the cadalane skeleton from the brown alga *Dilophus fasciola.* — *Experientia,* 35: 450.

AMICO V., ORIENTE G., PIATTELLI M., TRINGALI C, FATTORUSSO E., MAGNO S. & MAYOL L., 1980 — Diterpenes based on the dolabellane skeleton from *Dictyota dichotoma.* — *Tetrahedron,* 36: 1409.

AMICO V., ORIENTE G., PIATTELLI M., TRINGALI C, FATTORUSSO E., MAGNO S., MAYOL L., SANTACROCE C. & SICA D., 1976 — Amino acids, sugars and sterols of some Mediterranean brown algae. — *Biochem. Syst. and Ecol.,* 4: 143.

ARDRE' F., 1977 — Sur le cycle du *Schizymenia dubyi* (Chauvin ex Duby) J. Agardh (Némastomacées, Gigartinales). — *Rev. Algol.,* 12: 73.

ARDRE' F., 1980 — Observations sur le cycle de développement du *Schizymenia dubyi* en culture et remarques sur certains genres de Némastomacées. — *Cryptogamie: Algologie,* I, 2: 111.

DENISE B., MINALE L., RICCIO R., AMICO V., ORIENTE G., PIATTELLI M., TRINGALI C, FATTORUSSO E., MAGNO S. & MAYOL L., 1977 — Further perhydroazulene diterpenes from marine organisms. — *Experientia,* 33: 413.

FATTORUSSO E., MAGNO S., MAYOL L., AMICO V., ORIENTE G., PIATTELLI M. & TRINGALI C, 1978 — Isolation of (25, 8R)-germacra-l-(ll), 5(12), E6-trien-2-ol acetate from the brown alga *Dilophus fasciola.* — *Tetrahedron Letters:* 4149.

FATTORUSSO E., MAGNO S., MAYOL L., SANTACROCE C, SICA D., AMICO V., ORIENTE G., PIATTELLI M. & TRINGALI C, 1976a — Oxocrinol and crinitol, novel linear terpenoids from the brown alga *Cystoseira crinita.* — *Tetrahedron Letters:* 937.

FATTORUSSO E., MAGNO S., MAYOL L., SANTACROCE C, SICA D., AMICO V., ORIENTE G., PIATTELLI M. & TRINGALI C, 1976b — Dictyol A and B, two novel diterpene alchools from the brown alga *Dictyota dichotoma.* — *J.C.S. Chem. Commun: 515.*

FATTORUSSO E., MAGNO S., SANTACROCE C, SICA D., IMPELLIZZERI G., MANGIAFICO S., ORIENTE G., PIATTELLI M. & SCIUTO S., 1975 — Sterols of some red algae. — *Phytochemistry,* 14: 1579.

FATTORUSSO E., MAGNO S., SANTACROCE C, SICA D., IMPELLIZZERI G., MANGIAFICO S., PIATTELLI M. & SCIUTO S., 1976 — Sterols of mediterranean Florideophyceae. — *Biochem. Syst. and Ecol.,* 4: 135.

GOODWIN T. W., 1966 — Comparative Phytochemistry. Swain T. ed. — *Academie Press,* London, pp. 121-137.

IMPELLIZZERI G., MANGIAFICO S., ORIENTE G., PIATTELLI M., SCIUTO S., FATTORUSSO E., MAGNO S., SANTACROC

-molecular weight carbohydrates of some marine red algae. — *Phytochemistry,* 14: 1549.

IMPELLIZZERI G., MANGIAFICO S., PIATTELLI M., SCIUTO S., FATTORUSSO E., SANTACROCE C. & SICA D., 1977 — Amino acid profiles in red algae. — *Biochem. Syst. and Ecol.*, 5: 77.

IMPELLIZZERI G., PIATTELLI M., SCIUTO S. & FATTORUSSO E., 1977 — Pyrrolidine-2,4-dicarboxylic acid, a new naturally occurring imino acid — *Phytochemistry*, 16: 1601.

KAZLAUSKOS R., KING L., MURPHY P. T., WARREN R. G. & WELLS R. J., 1981 — New metabolites from the brown algal genus *Cystophora*. — *Aust. J. Chem.*, 34: 439.

SCIUTO S., PIATTELLI M. & CHILLEMI R., 1979a — N-Methyl-L-aspartic acid from the red alga *Halopytis incurvus*. — *Phytochemistry*, 18: 1059.

SCIUTO S., PIATTELLI M. & CHILLEMI R., 1982 — (-)-(S)-4-Dimethylsulfonio-2-methoxybutyrate from the red alga *Rytiphloea tinctoria*. — *Phytochemistry*, 21: 227.

SCIUTO S., PIATTELLI M., CHILLEMI R., CORMACI M. & FURNARI G., 1980 — Amino acid patterns at different stages in the life cycle of Rhodomelaceous algae. — *Phytochemistry*, 19: 2751.

SCIUTO S., PIOTTELLI M., CHILLEMI R., FURNARI G. & CORMACI M.. 1979b — The implication of *Haematocelis rubens* J. Agardh in the life history of *Schizymenia dubyi* (Chauvin) J. Agardh (Rhodophyta, Gigartinales): a chemical study. — *Phycologia*, 18: 296.

Indirizzo degli Autori. — VINCENZO AMICO, ROSA CHILLEMI, SEBASTIANO SCIUTO, CORRADO TRINGALI - Istituto Dipartimentale di Chimica e Chimica Industriale, viale Andrea Doria, Università di Catania (I). — MARIO CORMACI, GIOVANNI FURNARI - Istituto di Botanica dell'Università, via A. Longo 19, 95125 Catania (I).

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.), 1 1982, pp. 107-113

SEBASTIANO GENOVESE

LA CAMPAGNA DI IMMERSIONI NELLO STRETTO DI MESSINA CON IL MESOSCAFO « FOREL » DI J. PICCARD (*)

RIASSUNTO

La realizzazione di una campagna di immersioni nello Stretto di Messina deve essere considerata come la naturale estensione di un tradizionale settore di studi che ha visto da sempre impegnate le istituzioni scientifiche che operano in Messina, utilizzando il prezioso materiale biologico fornito dallo Stretto.

In questi ultimi anni anche i colleghi belgi dell'Università di Lovanio hanno trovato agevolmente da noi, nel corso di loro periodici soggiorni nel nostro Istituto, i pesci muniti di fotofori per le loro ricerche sulla bioluminescenza.

E fu appunto durante uno di questi periodi, stimolati anche dalla occasionale e gradita visita del Prof. Jacques Piccard, che insieme al collega Baguet abbiamo gettato le basi operative della campagna di immersioni col mesoscafo « Forel » che ci avrebbe consentito di spingere più direttamente la nostra osservazione nel complesso corso d'acqua che separa il Tirreno dallo Jonio.

Il nostro programma si articolava sui seguenti punti:

1) osservazione e stima della distribuzione dello zooplancton e del micronecton con eventuale individuazione di aggruppamenti e specie caratteristiche;

2) distribuzione verticale dei pesci meso e batipelagici;

3) variazioni nictemerali della densità planctonica lungo la colonna d'acqua.

Il programma messo a punto dai colleghi belgi prevedeva:

1) osservazione e registrazione diretta della luce emessa dai pesci;

2) produzione di segnali luminosi destinati a provocare emissioni luminose da parte dei pesci;

(*) La presente relazione, illustrata da un documentario cinematografico, è stata tenuta in apertura del 12° Congresso della S.I.B.M., tenutosi a Bari nel maggio 1980.

3) cattura di pesci e prelevamento di organi luminosi destinati a sperimentazioni in laboratorio;

4) registrazione dello spettro solare diffuso nelle acque dello Stretto a partire dalla superficie e fino a 500 metri di profondità.

SUMMARY

In-situ observations in the Straits of Messina with J. Piccard's mesoschaphe « Forel ».

The diving expedition in the Straits of Messina is part of the ongoing research program of the University of Messina on stranding mechanisms in midwater organisms along the shores of the Straits. For several years, Belgian scientists of the University of Louvain have been concerned with problems relating to the bioluminescence of midwater fishes in the region. During one of Prof. Baguet and his colleagues' frequent visits to our Institute, we programmed the diving expedition in the Straits with Prof. Jacques Piccard's mesoschaphe « Forel», in order to study the complex water masses separating the Tyrrhenian and Ionian Seas. Our program had the following general aims:

1) to observe zooplankton distribution patterns and identify groupings and characteristic species within the Straits.

2) to observe the vertical distribution of meso- and bathypelagic fishes.

3) to estimate diel depth variations in zooplankton standing stocks.

Our Belgian colleagues hoped to:

1) observe and measure *in-situ* the quantity of light emitted by bioluminescent fishes.

2) produce luminous signals designed to provoke luminous emissions from the fish.

3) capture mesopelagic fishes and remove luminous organs for laboratory experiments.

4) measure the diffusion of solar radiation in the water of the Straits, from the surface to the 500 m depth.

La realizzazione di una campagna di immersioni nello Stretto di Messina deve essere considerata come la naturale estensione di un tradizionale settore di studi che ha visto da sempre impegnate le istituzioni scientifiche che operano in Messina, utilizzando il prezioso materiale biologico fornito dallo Stretto.

In questi ultimi anni anche i colleghi belgi dell'Università di Lovanio hanno trovato agevolmente da noi, nel corso di loro periodici soggiorni nel nostro Istituto, i pesci muniti di fotofori per le loro ricerche sulla bioluminescenza.

E fu appunto durante uno di questi periodi, stimolati anche dalla occasionale e gradita visita del Prof. Jacques Piccard, che insieme al collega Baguet abbiamo gettato le basi operative della campagna di immersioni del mesoscafo « Forel » che ci avrebbe consentito di spingere più direttamente la nostra osservazione nel complesso corso d'acqua che separa il Tirreno dallo Jonio.

Come è noto infatti, lo Stretto di Messina è dominato da un regime

di intense correnti di marea causate dalla pur lieve differenza di livello che si registra nei due mari adiacenti. La conformazione geomorfologica, caratterizzata da una bassa soglia all'altezza di Ganzirri-Punta Pezzo, che divide due profondi bacini, specie quello jonico, ed i frequenti venti sciroccali determinano massicci spostamenti d'acqua che interessano oltre le acque superficiali anche quelle profonde e che possono raggiungere velocità superiori ai 6 nodi.

In conseguenza di questo regime turbolento delle acque gli organismi viventi a profondità elevate vengono strappati dal loro habitat naturale e portati, spesso ancora viventi, nelle acque superficiali. Il gioco delle correnti e l'azione dei venti distribuiscono poi questo prezioso materiale biologico lungo la spiaggia, più o meno addensato in luoghi preferenziali. Tali caratteristiche, rese note da nostri studiosi quali Anastasio Cocco e Luigi Facciolà, richiamarono a Messina nel secolo scorso uno stuolo di qualificati ricercatori fra cui Ruppel, Milne-Edwards, Clauss, Kölliker, Fol, Gegenbauer, Haeckel, Hertwig, Dohrn, Khron che definì lo Stretto di Messina « il paradiso degli zoologi ».

E non posso non citare in quest'anno in cui ci apprestiamo a ricordare degnamente Metschinkoff, che lo studioso russo fece da noi le sue importanti ricerche che portarono alla scoperta della fagocitosi.

L'iniziativa di una campagna di ricerche con il mesoscafo trovò subito autorevoli adesioni della « Belgian Foundation for Bioluminescence » e del nostro Ministero della Pubblica Istruzione che finanziarono l' impresa. Colgo l'occasione per sottolineare che l'impegno finanziario fu di 225 milioni, di cui 80 milioni fu la quota di partecipazione belga. Si è trattato quindi di una cifra relativamente modesta considerata la complessità dell'operazione e considerate anche le ingenti somme stanziate dal CNR per la ricerca oceanografica italiana anche nell'ambito dei programmi finalizzati.

Il nostro programma si articolava nei seguenti punti:

1) osservazione e stima della distribuzione dello zooplancton e del micronecton con eventuale individuazione di aggruppamenti e specie caratteristiche;

2) distribuzione verticale dei pesci meso e batipelagici;

3) variazioni nictemerali della densità planctonica lungo la colonna d' acqua;

Il programma messo a punto dai colleghi belgi prevedeva:

1) osservazione e registrazione diretta della luce emessa dai pesci;

2) produzione di segnali luminosi destinati a provocare emissioni luminose da parte dei pesci;

3) cattura di pesci e prelevamento di organi luminosi destinati a sperimentazioni in laboratorio;

4) registrazione dello spettro solare diffuso nelle acque dello Stretto a partire dalla superficie e fino a 500 metri di profondità.

Erano previste 20 immersioni con fermate ad intervalli di 50 metri e soste sul fondo per l'osservazione accurata della fauna bentonica e demersale.

Il programma è stato pienamente realizzato e nei tempi previsti. Sono state effettuate complessivamente 21 immersioni per un totale di 70 ore.

Il mesoscafo « F. A. Forel », ideato e costruito di recente da Jacques Piccard, ha effettuato la sua prima immersione in mare proprio nel corso della nostra campagna. E' un sommergibile da osservazione della lunghezza di m. 7,65 ed avente come larghezza e altezza m 2: ha un peso di 10 tonnellate ed un equipaggio di tre persone, di cui una è l' osservatore scientifico. Ha propulsione elettrica mediante batterie e può raggiungere la velocità di 4 km/ora; ha un'autonomia operativa di 24 ore ed una autonomia vitale di 4 giorni. E' munito di tutte le più moderne apparecchiature per la navigazione e per i contatti con la nave d'appoggio.

L'assistenza a mare fu fornita dalla M/N « Alfa » e dal R/RE « Romeo » della SARAN di Ancona. La sorveglianza durante le immersioni è stata assicurata dalle vedette della Capitaneria di Porto e dei Carabinieri di Messina.

Le immersioni effettuate, dal 7 maggio al 5 giugno 1979, nell'area compresa fra la bocca nord - tirrenica dello Stretto (fino a 5 miglia da Capo Peloro) e la zona sud-ionica (fino all'altezza della trasversale Capo Alì Capo dell'Armi), hanno avuto una durata media di 4 ore e la profondità massima raggiunta è stata di 560 m.

In alcune stazioni tirreniche il « Forel » è rimasto sul fondo per tempi più o meno lunghi ed a profondità intorno a 450 m.

Il Prof. Piccard, assistito dal suo co-pilota Mr. Bourquin, ha partecipato a tutte le immersioni, assicurando con le sue apprezzate capacità tecniche, con il contributo scientifico della sua esperienza e con le sue spiccate qualità umane la perfetta regolarità delle operazioni ed il migliore successo dell'impresa. A Lui, protagonista di altre ben note imprese, vada il nostro più vivo ringraziamento. Stargli accanto è stata una esperienza stimolante sia sul piano scientifico che sul piano umano.

Durante lo svolgimento della campagna è stata effettuata pure da ricercatori dell'Istituto di Idrobiologia una crociera di studio con il battello oceanografico « Matteo Algesiro » della nostra Università. Nel corso di questa crociera sono stati eseguiti nella stessa area prelievi di campioni d'acqua per indagini chimico - fisiche e raccolte di plancton, diurne e notturne a varie profondità.

L'equipe italiana che ha partecipato direttamente alle « plongées »

era costituita da me, dal mio collaboratore Prof. Letterio Guglielmo, e dai dottori Bruno Scotto di Carlo e Adriana Ianora della Stazione Zoologica di Napoli, con i quali abbiamo in corso da tempo una attiva collaborazione per lo studio del materiale abissale spiaggiato nello Stretto di Messina. Da parte belga si sono immersi i Proff. Fernand Baguet e George Marechal ed il dott. Bernard Christophe.

Sui dati raccolti nella campagna, la cui elaborazione, sia da parte nostra che dei colleghi belgi, è ancora in corso, e sulle osservazioni effettuate è possibile trarre in questa sede solo alcune considerazioni riassuntive.

Bisogna puntualizzare innanzitutto che l'osservazione diretta in mesoscafo si è dimostrata ancora una volta un insostituibile strumento di studio che può contribuire, insieme ai mezzi tradizionali della ricerca oceanografica, alla migliore e più completa conoscenza dell'ambiente subacqueo marino.

Per quanto si riferisce alle nostre osservazioni, significative sono state quelle effettuate sulla presenza e sulla distribuzione alle diverse quote della « neve planctonica » ben visibile fino a 500 m di profondità nel fascio di luce dei riflettori. Particolare importanza riveste la presenza e l'abbondanza in diverse zone, da noi messa per la prima volta in evidenza, di filamenti sestonici estremamente esili e fragili, lunghi da 2 cm fino a 10-15 cm, portanti granulazioni corpuscolari lungo l'asse, particolarmente addensate sull'estremità inferiore a formare quasi un corpuscolo basale. Questi filamenti, che sono da considerare come stadi intermedi di aggregazione della sostanza organica del mare, possono agglutinare piccoli organismi planctonici, costituendo così substrati bentonici nella massa pelagica delle acque ed inserendosi più agevolmente in catene trofiche di organismi superiori.

Altre osservazioni sono state effettuate sulla distribuzione verticale diurna e notturna del mesoplancton, del micronecton (estremamente abbondanti gli Eufausiacei a 400-450 metri) e di alcuni pesci caratteristici quali l' *Argyropelecus hemigymnus,* il *Maurolicus muelleri,* alcuni Mictofidi, il *Lestidiops sphyraenoides.* Ci è stato possibile rilevare che nello Stretto, a causa del suo regime turbolento, molti di questi organismi si rinvengono a quote decisamente più alte di quanto non si riscontri in altre zone del Mediterraneo.

Significativo al riguardo è stato il ritrovamento della Narcomedusa *Solmissus* a soli 40 m di profondità, mentre il suo habitat ottimale mediterraneo è fra 400 e 650.

L'esame accurato dei numerosi dati ottenuti che, come ho accennato, è in fase di elaborazione da parte mia e dei miei collaboratori, potrà for-

nire ulteriori e determinanti elementi ai fini di una più completa conoscenza di questo difficile corso d'acqua e dei meccanismi, sia fisico-chimici sia biologici, che lo caratterizzano.

Nel corso della campagna ci è stato possibile pure avere nuovi dati sul comportamento di alcuni di questi tipici organismi meso e batipelagici. Così abbiamo potuto osservare *Argyropelecus* anche poggiato sul fondo a 400 m a nord di Capo Peloro, in atteggiamento pertanto strettamente bentonico, non ancora segnalato. Il *Lestidiops* mantiene in zona pelagica il suo assetto conosciuto perfettamente verticale, immobile e con la testa rivolta verso l'alto. Noi abbiamo potuto osservare che in prossimità del fondo acquista una notevole vivacità e guizza rapidamente con agili evoluzioni e flessioni del corpo, smentendo così una sua presunta e non attendibile rigidità come ci è stato possibile confermare con l'esame diretto su un esemplare catturato. A questo riguardo possiamo dire che la speciale trappola di cui era munito il « Forel » si è dimostrata del tutto rispondente, consentendoci la cattura di molti esemplari della fauna osservata. Una lunga sosta su un fondo di 438 m nel corso di una delle ultime immersioni, ci ha consentito di osservare e studiare le lènte evoluzioni di due crostacei decapodi anomuri del genere *Munida* e di spiegarci l'esistenza dei caratteristici fori sul fondo stesso che costituiscono il loro rifugio.

Anche i colleghi belgi hanno avuto modo di svolgere il loro programma, effettuando numerose misure di bioluminescenza e studiando il comportamento dei più caratteristici pesci dello Stretto muniti di fotofori.

I loro risultati possono essere così brevemente riassunti:

1) esiste di giorno una nube luminosa verso i 500 m; la sera essa rimonta verso la superficie e si disperde. Alle ore 21 c'è più luce a 100 m di profondità che alla superficie al chiaro di luna. Una seconda nube luminosa che proviene da profondità più elevate si ritrova verso i 400 m alle ore 20. Secondo il Prof. Hastings dell' Harward University, nostro ospite in quel periodo, potrebbe trattarsi di batteri luminosi, la cui presenza nel mare, come è dimostrato anche da nostre ricerche, è altamente significativa;

2) gli *Argyropelecus* si mantengono fra le ore 13 e le 20 ad un livello di luce assoluto che varia di poco (da 5.10^{-5} a 1.10^{-6} microwatts/cm^2). Ciò conferma l'ipotesi secondo la quale questi pesci producono luce per « camuffarsi » e che restano in una zona di luminosità costante, equivalente alla quantità di luce da essi prodotta;

3) i *Mictofidi* hanno un comportamento differente: dalle 13 alle 20 essi passano da un livello di circa 10^{-11} a 10^{-3} microwatts/cm^2, e pertanto si possono riscontrare in una più ampia fascia di acqua dalla superficie fino a 450 m circa. Considerando inoltre che i Mictofidi secondo indagini

di laboratorio producono 100 volte più luce rispetto all '*Argyropelecus,* si spiega perché essi possono riscontrarsi di notte in zone superficiali dove la luminosità è di circa 100 volte superiore a quella che può produrre l' *Argyropelecus.*

Quelli dei colleghi belgi sono da considerarsi pertanto risultati interessanti e ricchi di prospettive per ulteriori ricerche al fine di chiarire in maniera definitiva questo suggestivo aspetto della biologia delle acque abissali.

Prima di concludere vorrei ringraziare vivamente quanti hanno contribuito alla realizzazione di questa campagna, che è la prima ad essere effettuata in Italia, che pur vanta le più nobili tradizioni nel campo della biologia marina.

Vorrei pertanto ringraziare i Ministri della Pubblica Istruzione, Prof. Giovanni Spadolini e Prof. Salvatore Valitutti, il Rettore dell'Università di Messina, Prof. Gaetano Livrea, che ha sposato fin dal primo momento con entusiasmo la nostra causa, il Prof. Rossi Bernardi, Presidente del Comitato Biologia e Medicina del CNR, il Direttore Generale dell' Istruzione universitaria Dott. Domenico Fazio, che ci fu sempre, ed in maniera determinante, vicino nelle delicate fasi organizzative dell'impresa. E' grazie a lui se l'iter burocratico per il finanziamento, smentendo la sua tradizionale lentezza, si è concluso in tempi eccezionalmente brevi.

Un ringraziamento particolare infine a tutti i collaboratori, ad ogni livello, del mio Istituto per il loro affettuoso e qualificato aiuto.

Indirizzo dell'Autore. — Istituto di Idrobiologia e Piscicultura - Via dei Verdi, 5, Messina (I).

GIORGIO ALABISO, VITTORIA SCOTTO, GIUSEPPE MARCENARO

MISURA DEL TENORE IN CLOROFILLA « A » E DELLA ATTIVITÀ DEL SISTEMA DI TRASPORTO ELETTRONICO (ETS) NEI PRIMI STADI DI COLONIZZAZIONE DI SUBSTRATI DURI IN MARE

SUMMARY

Measurements of chlorophyll «a » content and electron transport system activity in marine microbiofouling

It is well known that natural seawater is more corrosive than a solution with the same salinity, and that the development of a microbiofouling layer on metal surfaces might be the reason for its corrosiveness. The Authors postulate in this paper that the primary microbial slime interferes in metal corrosion by exalting the cathodic reduction process of oxygen:

$$\tfrac{1}{2} O_2 + 2 H^+ + 2 e^- \quad H_2O$$

Biofouling of metal surfaces immersed in seawater was therefore assayed for its photosynthetic production and maximum potential rate of oxygen utilization by measuring the chlorophyll « a » content and the activity of the respiratory electron transport system (EST) respectively. The cathodic polarization curves are simultaneously registered on fouled stainless steel surfaces. The experimental results confirm that the microbiological film settled on the stainless steel surfaces changes the kinetics of the cathodic discharge, probably through a bioelectrocatalytic action. It was also established that within 15-20 days the primary slimes reached a chlorophyll « a » content of 6 $\mu g/cm^2$ and an ETS activity of 6 - 7 $\mu 10_2/h\ cm^2$. It follows from these most frequently observed potentials recorded on stainless steel immersed in seawater that the corrosion currents are 1000 times higher than those measurable in sterilized seawater.

Key words: marine microfouling - chlorophyll « a » - electron transport - system activity.

RIASSUNTO

E' noto che l' acqua di mare naturale è più corrosiva di una soluzione a pari contenuto salino e che la colonizzazione del substrato metallico da parte del microfouling è la causa più probabile di questa esaltazione del processo corrosivo. Questa visione presuppone che l'insediamento primario possa interferire sul processo di riduzione catodica dell'ossigeno:

$$\tfrac{1}{2}O_2 + 2 H^+ + 2 e^- \quad H_2O$$

esaltandolo. Per questo l'insediamento viene caratterizzato in questa nota sulla base della sua capacità potenziale di produzione e di consumo dell'ossigeno. L'obiettivo viene perseguito misurando sull' insediato il tenore in clorofilla « a », in quanto indice della produzione di ossigeno, e la attività del sistema di trasporto elettronico (ETS) in quanto massima

velocità potenziale di consumo di ossigeno per attività respiratoria. Contemporaneamente sugli acciai inossidabili immersi in mare vengono registrate le curve di polarizzazione catodica. I risultati sperimentali confermano che il film microbiologico che si insedia sulle superfici immerse in mare altera la cinetica della scarica catodica probabilmente esercitando una azione bioelettrocatalitica. In particolare una pellicola primaria che in 15-20 giorni si assesti su tenori in clorofilla « a » di circa 6 $\mu g/cm^2$ e su attività respiratorie ETS di circa 6-7 $\mu 10_2/h\ cm^2$ è apparsa in grado di sostenere a -300 mV SCE (potenziale di corrosione di più frequente osservazione su acciai inossidabili in mare) una corrente di corrosione (10-11 $\mu 10_2/h\ cm^2$) mille volte superiore a quella sostenibile in acqua di mare sterilizzata.

Indirizzo del 1° autore — Istituto per la Correzione Marina dei Metalli, via della Mercanzia 4, 16123 Genova (I).

ANTONIO MAZZOLA, RICCARDO CECCARELLI e SALVATORE GILIBERTO

SISTEMI DI ALLEVAMENTO MASSIVO DI *BRACHIONUS PLICATILIS* (Müller) CON *TETRASELMIS SUECICA* E *SACCAROMICES CEREVISIAE*

SUMMARY

Mass culture of Brachionus plicatilis *with an integrated system of* Teraselmis suecica *and* Saccaromices cerevisiae

In this work we describe a mass culture technique for *Brachionus plicatilis* which integrates the traditional feeding with microalgae *Tetraselmis suecica* to that with the yeast *Saccaromices cerevisiae.*

According to this method 12 % of the rotifers produced are fed with algae and 88 % with yeast. 76% is used as fry freeding. The culture period is subdivided into 3 stages which last for a total of 18-20 days: the first stage involves the culture of rotifers with *Tetraselmis suecica* in a 40 litre polyethylene bag filled with algae. Over a period of 5 days the average concentration of rotifers increases from 40/ml at the beginning to 300 rotifers/ml at the end of the period. We have registered an average daily increase of about 50-60% during this stage.

In the second stage the rotifers obtained are used to inoculate 3 cylindrical-conic tanks of 80 litres each with a starting average concentration of *55* rotifers/ml. In this stage, which lasts 6-7 days, the rotifers are fed with *Saccaromices cerevisiae* alone, reaching a final average concentration of 200 rotifers/ml, with an average daily increase of about 20-25 %. 65 % of the rotifers thus produced is used as fry feeding. The remaining 35 is used to inoculate another 380 litre tank at an initial concentration of 70 rotifers/ml. This is the final stage: the rotifers are fed only yeast and the population reaches an average density of 150 rotifers/ml in 6-8 days with an average daily increase of 10-12 %. This technique is not extended any further as we have noticed that when feeding is based on *Saccaromices cerevisiae* the reproductive activity of *Brachionus plicatilis* is significantly reduced.

The results show that this technique of mass culture of rotifers facilitates a reducing of up to 80 % in the cost of management and energy.

Vengono descritte alcune esperienze dirette alla messa a punto di una nuova tecnica di allevamento massivo di *Brachionus plicatilis* con il fine di abbassare i costi di impianto e produzione.

La tecnica proposta è quella di integrare l'allevamento del *B. plicatilis* alimentato con *Tetraselmis suecica* con quello prodotto alimentandolo con *Saccaromices cerevisiae.* Il .B. *plicatilis* ottenuto con il primo sistema di allevamento costituisce solo il 15 % del *Bachionus* complessivamente prodotto.

Il ciclo è suddivisibile in tre fasi, per la durata complessiva di 18/20 giorni. La prima fase, durante la quale si ha la produzione del rotifero con la T. *suecica,* dura 5 giorni. Questo è il tempo necessario affinchè una busta di polietilene con 40 litri di alga, a concentrazione di 3-4 milioni di cellule/ml, inoculata con 40 *B. plicatilis* /ml, raggiunga una densità finale di 280-320 *Brachionus* /ml.

Nella seconda fase il rotifero così prodotto viene interamente utilizzato per inoculare 3 bacini cilindro-conici da 80 litri ciascuno, ad una concentrazione iniziale di 50 rotiferi/mi; in questo periodo nel mezzo di coltura viene mantenuta una densità di lievito oscillante fra 1 e 1,5 milioni di cellule/ml. Il *Brachionus* così alimentato raggiunge densità medie finali di 200 individui/ml.

Il 75% dei brachionidi così ottenuti vengono consumati; il rimanente 25% viene utilizzato per l'inoculo di altri tre bacini cilindro-conici da 80 litri ad una densità iniziale di 50 rotiferi/mi. Anche in questa fase nel mezzo di coltura viene mantenuta una densità di 1-1,5 milioni di saccaromiceti/ml e, dopo un periodo che varia da 6 ad 8 giorni, la popolazione di rotiferi raggiunge densità medie di 150 *Brachionus* /ml.

La produzione in questi tre ultimi bacini costituisce la terza ed ultima fase dell'allevamento ed è destinata esclusivamente al consumo.

Il ciclo viene interrotto alla fine della terza fase poiché si è osservato che l'alimentazione a base di saccaromiceti riduce notevolmente la capacità riproduttiva del rotifero.

La temperatura nel mezzo di coltura — acqua di mare, non filtrata, al 37 % di salinità — è stata mantenuta fra 26-29 ºC.

Il modulo descritto produce giornalmente 96 milioni di rotiferi di cui solo 12 milioni con alga. Quotidianamente 72 milioni di brachionidi vengono consumati e 24 milioni vengono utilizzati per inoculare i nuovi bacini.

Per produrre lo stesso quantitativo di *B. plicatilis* con alga, occorrerebbero 280 litri di *T. suecica* al giorno, con i costi conseguenti. Secondo questa metodica invece, vengono meno gli oneri di filtrazione, sterilizzazione e fertilizzazione del mezzo di coltura; vengono pure eliminati i costi di illuminazione indispensabili alla produzione di alghe e di consumo di polietilene; vengono infine notevolmente ridotti i costi di termostatazione dell'ambiente e del personale addetto.

I dati raccolti durante due anni di applicazione di detta metodica presso il centro Italittica di Marsala, oltre a mettere in rilievo risparmi dell' 80 % circa sugli oneri di gestione, del reparto « produzione primaria », evidenziano come non esista alcuna differenza nell'accrescimento fra le larve di pesci *(Sparus auratus, Dicentrarchus labrax, Diplodus sargus)* nutrite con rotifero allevato in lievito e quelle nutrite con rotifero allevato in alga.

Indirizzo degli Autori — Italittica S.p.A. - Via U. Florio 95, Marsala (TP) (I).

ROBERTO MINERVINI, ROBERTO SEQUI, FABIO BARBATO

CONSIDERAZIONI SULL'ALLEVAMENTO INTENSIVO DI *SEPIA OFFICINALIS* *(Mollusca Cephalopoda)*

SUMMARY

Observation on experiment of intensive culture of Sepia officinalis *(Mollusca Cephalopoda).*

Experiments of intensive artificial rearing of the cuttlefish, *Sepia officinalis,* were carried out in tanks fed with a continuous water flow. The results have been largely favourable to the perspective of large-scale production of this Cephalopod species which has been neglected because of its low economic value and difficulties in the rearing from the early larval stages.

Key words: Sepia officinalis, rearing, larvae.

Nell'allevamento della seppia la semplicità con cui si stabulano i riproduttori, si ottengono le uova e gli alti indici di schiusa, sono stati di stimolo ad approfondire le conoscenze per il suo allevamento intensivo. E' noto infatti che esemplari adulti, catturati in buone condizioni, depongono uova senza induzione ormonale, spontaneamente. Inoltre la deposizione può essere « pilotata » su appositi substrati quali corde, tubi di plastica, fascine o altro. Le uova così ottenute possono essere facilmente incubate su reti flottanti fino alla schiusa che avviene in percentuale elevatissima. Le seppioline appena nate inoltre, essendo prive di stadi larvali, sono simili agli adulti anche nelle caratteristiche di rusticità e di resistenza alle condizioni di allevamento.

L'elevato metabolismo della specie comporta un notevole apporto di cibo che durante i primi giorni di vita deve necessariamente essere costituito da piccoli animali vivi e mobili. A tal fine si sono predisposte alcune trappole per catturare, nel lago salmastro di Sabaudia, piccoli Crostacei (soprattutto Anfipodi, Isopodi e Decapodi). I Crostacei sono stati più facilmente reperibili a partire dalla metà del mese di Aprile e venivano somministrati in abbondanza tutti i giorni.

Dopo aver catturato la preda le giovani seppie cominciano a mangiarla a partire dal punto in cui l'hanno presa. Se la preda è relativamente grande ciò che avanza viene abbandonato e resta inutilizzato. Questa tecnica di alimentazione è tipica dei primi 10-12 giorni di vita della seppia. Successivamente le seppioline riconoscono anche solo alcune delle parti delle loro prede abituali e se ne cibano anche se sono residui di altri pasti. E' quindi opportuno che per i primi giorni di alimentazione vengano somministrate prede vive di piccole dimensioni, ma numerose, anzichè prede relativamente grandi che andrebbero largamente sprecate.

Dato che le giovani seppie sono morfologicamente in tutto simili agli adulti, è plausibile ipotizzare che anche gli organi di senso siano sviluppati in maniera completa. La vista comunque sembra essere l'organo su cui si basa qualsiasi atto di predazione, di conseguenza si impone, per alimentare le giovani seppie, che imparino a riconoscere visivamente le loro prede. E' stato osservato inoltre che le giovani seppie tentano di predare solo organismi della opportuna dimensione, dotati di movimento attivo. L'alimentazione con organismi vivi, pur possibile in via sperimentale, crea però problemi di reperimento qualora si volesse procedere a produzioni massive di seppie di allevamento. Per tentare di superare tali difficoltà si è proceduto allo « svezzamento », quanto più precoce possibile, di seppie nate in ambiente controllato. Questo Cefalopode ha infatti subito mostrato spiccate capacità

di apprendimento che ci hanno consentito di abituarle in 7-10 giorni a nutrirsi di pesce e crostacei freschi, ma non vivi; tale processo di adattamento deve però necessariamente passare per una breve, ma inevitabile conoscenza della preda da viva.

Per l'allevamento delle giovani seppie si è fatto uso di una vasca modulare di 2 m di diametro per 1 m di altezza. Si sono ottenuti 171 esemplari di taglia media di 14,2 g a partire da 200 uova poste in incubazione. La vasca era provvista di ricambio continuo con acqua a salinità variabile fra il 38 ‰ ed il 28 ‰, in quantità pari ad 1-2 ricambi/giorno. La prova di allevamento è durata due mesi, più uno per la schiusa delle uova, ad una temperatura media di 18° per il mese di incubazione delle uova, di 20,3° per il primo mese di allevamento e di 25,7° per il secondo. La prova è stata interrotta alla fine del secondo mese di allevamento quando le seppie avevano un peso medio di 14,2 g.

L'allevamento intensivo della seppia non presenta, almeno sul piano sperimentale, grossi inconvenienti; è opportuno però condizionare le seppie appena nate ad alimentarsi di prede non vive.

Successivamente l'allevamento può procedere solo con scarti della pesca. Attualmente sono in corso sperimentazioni per accertare gli indici di conversione, sia con alimento vivo che con scarti della pesca, per definire la reale convenienza di un futuro allevamento di questo Cefalopode. Il suo modesto prezzo di mercato e i suoi indici di conversione potrebbero infatti porre serie remore, se non in condizioni particolarmente favorevoli, al suo allevamento intensivo. La seppia può comunque raggiungere taglie ottimali di commercializzazione a soli tre mesi dalla schiusa (PASCUAL, 1978 - Crecimiento de tres generactiones de *Sepia officinalis* in cultivo. *Inv. Pes.*, Madrid, 42) a temperature comprese tra i 20° e i 25°. Questa caratteristica può però rendere conveniente l'allevamento della seppia intendendola come specie di riempimento di momenti morti in impianti per l' alleavmento di altre specie marine.

Indirizzo del 1° autore — Istituto di Idrobiologia ed Acquacultura « G. Brunelli » - Sabaudia (LT) (I).

ROBERTO MINERVINI, MASSIMO GIANNOTTA

SULL'INCIDENZA DI *PINNOTHERES PISUM (Crustacea Decapoda)* IN *GLYCYMERIS GLYCYMERIS (Mollusca Bivalvia)*

SUMMARY

On the presence of Pinnotheres pisum *(Crustacea Decapoda)* in Glycymeris glycymeris *(Mollusca Bivalvia).*

Glycymeris glycymeris is an edible clam only recently introduced into the Italian market. This species, though present on the Italian coastal bottoms, is not regularly collected by fishermen and has a rather low economic value. The stocks on the Italian markets are mostly imported from the French coast of Britain. Although favourable perspectives exist to an increasing use of this mollusc, difficulties arise from the common presence of the symbiotic Decapod Crustacean *Pinnotheres pisum,* which makes it unpalatable to the Italian customers.

Key words: Pinnotheres pisum - Glycymeris glycymeris - incidence.

A seguito di una segnalazione pervenutaci da alcuni operatori commerciali del settore, si è avviata una indagine sulla presenza del Crostaceo Decapode Brachiuro *Pinnotheres pisum* nel Bivalve edule *Glycymeris glycymeris.* Questo Bivalve, presente nei mar italiani ma non oggetto specifico di pesca, è stato recentemente introdotto su alcuni mercati italiani con importazioni dalle coste della Bretagna e commerciato sotto il nome di « mandorla ». La presenza frequente del P. *pisum* all'interno del Bivalve sembra però creare problemi alla sua commercializzazione su alcuni mercati.

Durante il mese di Marzo '81 è stato acquistato direttamente da un importatore un campione di *G. glycymeris* risultante da prelievi su partite diverse. Si sono presi in considerazione solo i bivalvi che risultavano essere sicuramente vivi. La morte del mollusco infatti induce il suo ospite ad abbandonarlo. Si sono comunque scartati i bivalvi provenienti da partite che presentavano un'incidenza di molluschi morti superiore al 10 %. In totale sono stati quindi esaminati 212 *G. glycymeris* di taglia compresa fra i 40 ed i 59 mm e per un peso complessivo di circa 8 Kg.

Dall'esame dei molluschi è risultato che l'incidenza del *P. pisum* in *G. glycymeris* è, nel mese di Marzo, del 13,2 %. Infatti si sono ritrovati 28 esemplari su 212 molluschi esaminati. Tutti gli esemplari rinvenuti erano femmine di cui 26 con gonade in avanzato stato di maturità ed una già con uova esterne. Solo un esemplare non presentava gonade matura. Le femmine mature e quella con uova esterne presentavano l'addome di un vivace colore arancione. Dello stesso colore erano anche due macchie circoscritte all'angolo antero¬laterale del carapace. L'esemplare privo di gonade matura non presentava alcuna colorazione arancione, ma era interamente del tipico color paglia.

La rilevante presenza del *P. pisum* all'interno della *G. glycymeris* spiega le difficoltà di commercializzazione che questo mollusco può incontrare sui nostri mercati. Infatti i Decapodi ospiti di bivalvi sono praticamente sconosciuti al consumatore italiano e quindi mal recepiti.

Singolare appare invece il fatto che nel mese di Marzo si rinvengano esemplari di solo sesso femminile di cui quasi tutti con gonade matura. Questo dato sembra suggerire l' ipotesi che nel periodo riproduttivo del P. *pisum* i maschi della specie conducano vita libera per poter fecondare le femmine mature che restano al sicuro nei bivalvi. Una volta terminato il periodo riproduttivo l'incidenza del P. *pisum* nella *G. glycymeris* dovrebbe aumentare per il ritorno dei maschi al loro ruolo di ospiti del bivalve. Attualmente sono in corso indagini per appurare questa ipotesi.

Indirizzo del 1° autore — Istituto di Idrobiologia ed Acquacultura « G. Brunelli » - Sabaudia (LT) (I).

ANDREA PONTICELLI

FECONDAZIONE ARTIFICIALE DI *PENAEUS JAPONICUS* Bate
(Crustacea, Decapoda)

SUMMARY

Artificial insemination of Penaeus japonicus *Bate (Crustacea, Decapoda).*

The number of fertilized female *Panaeus japonicus* is lower in captivity than in the whild state. In an attempt to resolve this problem artificial insemination trials were perform-

ed using manual insertion of spermatophores. The spermatophores were obtained by means of lateral pressure at the fifth pereiopod level. Two spermatophores are inserted into the thelycum of the female. This constitutes the first reported attempt at artificial insemination in the Peneidae without sacrificing the female. Once refined, this technique could have important applications to shrimp culture, including intra- and inter- specific hybridization

Key words: Decapoda - Peneidae - artificial insemination - thelycum - spermatophore

Differenze morfologiche ed anatomiche nella struttura del ricettacolo seminale (o thelycum) permettono di distinguere due gruppi di crostacei Peneidi: i Peneidi a thelycum aperto a quelli a thelycum chiuso. A questo secondo gruppo appartiene *Penaeus japonicus*. Il comportamento riproduttivo nei due gruppi differisce; infatti mentre nelle specie a thelycum aperto la copula si verifica alla fine dello sviluppo ovarico e poco prima della emissione delle uova, nelle specie a thelycum chiuso la copula avviene subito dopo l' esuviazione della femmina senza alcuna relazione con lo stadio di sviluppo ovarico.

La fertilizzazione delle uova in senso stretto avviene quindi all'esterno allorché le uova emesse vengono lambite dallo sperma liberato contemporaneamente dalle spermatofore.

In natura, soprattutto nel periodo riproduttivo, è raro trovare femmine non fecondate mentre in condizioni di cattività avviene sovente che queste, pur presentando un ovario ben sviluppato, non siano fecondate: si arriva in questi casi ad emissioni di uova non fertili

Il metodo di fecondazione artificiale si basa quindi sul trasferimento manuale delle spermatofore da un maschio su di una femmina. Le spermatofore sono ospitate nelle ampolle terminali che si aprono nel maschio al livello del 5° paio di pereiopodi. Per estrarle si inizia con l'esercitare una pressione lateralmente al cefalotorace. La prima parte a fuoriuscire è il sacco spermatico, struttura elastica che contiene la totalità degli spermatozoi; occorre comunque operare con delle pinzette per estrarre la restante parte laminare e rigida: l'ala della spermatofora. Successivamente le due spermatofore vengono rapidamente inserite nel thelycum della femmina.

Il metodo descritto che ha portato all'emissione di uova fertili e di nauplii perfettamente vitali, per quanto ancora da verificare, presenta un interesse sia teorico che pratico Teorico perché si tratta della prima forma di fecondazione artificiale descritta nei Peneidi senza sacrificio della femmina e dissezione dell'ovario. Pratico perché da un lato consente di fecondare femmine allevate in cattività che, per motivi non chiariti, non arrivino ad accoppiarsi; dall'altro perché apre interessanti prospettive nel campo dello studio dell'ibridazione sia intraspecifica che interspecifica.

Indirizzo dell'autore — Istituto di Zoologia, viale dell'Università 32, 00185 Roma (I).

LIDIA RELINI ORSI e MIRELLA SEMERIA

MATURAZIONE OVARICA NEL PENEIDE BATIALE *ARISTAEUS ANTENNATUS* (*)

(Decapoda, Penaeidae)

SUMMARY

Ovarian maturation in the bathyal penaeid prawn Aristaeus antennatus.

Maturing ova of *Aristaeus antennatus* were studied by histological and histochemical methods: they appear in germinal cords, and, after meiosis, are characterized by large

nuclei, basophilic cytoplasm, motility and phagocytic properties. After growth to 80-100 µ, during which the first synthesized substances appear, they are enclosed by follicular cells, and yolk formation is enhanced. Yolk platelets, consisting mainly of carotenolipoproteins (CECCALDI, 1968), respond both to proteins tests and to Sudan black B. When the ova measure about 200 µ a glycoproteic substance is also detected, which finally reaches the surface as jelly envelope.

Key words: Pennaeidae - ova - maturation - glycoprotein.

Da precedenti ricerche sulla struttura riproduttiva delle popolazioni di *A. antennatus,* risulta che la maturazione ovarica avviene in un periodo semestrale (giugno-novembre), in cui sovrapponendosi più cicli maturativi, si rinvengono femmine con ovari bianchi, rosa, lilla, viola (RELINI ORSI e RELINI, 1979 - Pesca e riproduzione del gambero rosso *Aristaeus antennatus* nel Mar Ligure. - *Quad. Civ. Staz. Idrobiol.,* Milano, 7, 39-62): la maturazione è infatti caratterizzata dall'accumulo di una caroteno - proteina, che da studi biochimici (CEC¬ CALDI, 1968 - Contribution a l'étude de la biologie des pigments de *Aristaeus antennatus* [Risso, 1826]. - *Rec. Trav. St. Mar. End. Bull.,* Marseille, 43: 365-381), risulta contenere astacene. Le tappe della maturazione ovarica sono ora state studiate con tecniche istologiche ed istochimiche. Nidi di ovogoni sono presenti nel parenchima ovarico in varie sedi; dopo la meiosi, l'ovocita in accrescimento è caratterizzato da uno o pochi grossi nucleoli, dalla abbondanza di ribonucleoproteine citoplasmatiche, dalla mobilità e dalla capacità di fagocitare altre uova, specialmente quelle residue della precedente ovulazione. Col raggiungimento di circa 80-100 µ di diametro, ha inizio la vitellogenesi (fase endogena) con la sintesi di minuti granuli di lipidi e di proteine; poco dopo, con l'apposizione delle cellule follicolari in monostrato cubico, quella esogena, più vivace (ovari rosa); il nucleo presenta ora numerosi nucleoli periferici. Le sferule vitelline si colorano col Sudan Nero B per i lipidi totali, con le reazioni generiche per le proteine (Blu di Bromofenolo e Ninidrina Schiff), con reazioni specifiche per amminoacidi (Glenner e Lillie per il triptofano, e Morel Sisley per la tirosina, ecc.). Con l'accrescimento dell'ovocita a 150-200 µ, (ovari lilla), le sferule diventano progressivamente più grosse e più vivacemente colorabili con le predette colorazioni, mentre le cellule del follicolo si appiattiscono. A questo stadio compare inoltre, nello spazio perinucleare, un materiale glicoproteico (P.A.S. positivo, diastasi e sialidasi resistente). Negli ovari viola, gli ovociti, raggiunte le massime dimensioni (circa 300 µ), si presentano privi di nucleoli e infine anche di nucleo. La sostanza glicoproteica si sposta alla periferia e da qui sulla superficie dell'uovo, con modificazione del volume e delle caratteristiche istochimiche (comparsa di alcianofilia). Tale involucro gelatinoso può contribuire al galleggiamento. Quest'ultima tappa è tuttavia verosimilmente contemporanea alla emissione perché è stata riscontrata soltanto in uova accidentalmente non emesse, reperite nell'ovidutto e ancora incluse nel parenchima o nell'ovidutto.

(*) Lavoro eseguito nell'ambito del Progetto finalizzato «Oceanografia e Fondi Marini». Subpro. « Risorse Biologiche ».

Indirizzo degli autori — Istituto di Anatomia Comparata dell'Università - Genova (I).

LIDIA RELINI ORSI e LEONARDO TUNESI

FISIOMORFOLOGIA DELL'APPARATO RIPRODUTTORE MASCHILE DI *ARISTAEUS ANTENNATUS* *(Decapoda, Penaeidae»* (*).

SUMMARY

Physiomorphological observations on the male reproductive system in Aristaeus antennatus *(Decapoda, Penaeidae).*

A pair of spermatophores (S.), each composed of five different materials, fuse on the open thelycum of the female forming a boletate structure (body of S. = stipe; wing of S. = cap); the male reproductive apparatus was studied by histological methods to ascertain their formation. In the proximal sperm duct a first layer is secreted around the sperm mass (body of S.) and a second layer is added to connect this to the cap. In median sp. d. layers III and IV constitute the cap; finally layer V is apposed mainly on the body, as cementing substance. All these materials flow continuously along the sperm duct to the terminal ampoule, where a segment is cut off and covered with mucins: the latter is the fully formed S.

Key words: Penaeidae - physiology - vas deferens.

E' stato studiato l'apparato riproduttore maschile di *Aristaeus antennatus* specialmente in relazione alla formazione delle spermatofore, che in questo Peneide si presentano sulla femmina fecondata di cospicue dimensioni e apposte ad un telicum aperto. Ciascuna è formata da un corpo, che circonda la camera in cui sono racchiusi gli spermi, e da una ricopertura o ala, che quando la spermatofora è situata sul telicum, costituisce la porzione più esterna, protettiva.

Dato che sul telicum si fondono due spermatofore, l'insieme è assimilabile ad un fungo, il cui corpo contiene due camere spermatiche e il cui cappello è formato dalla fusione delle due ali.

Nel deferente prossimale avviene la riunione di due dotti collettori dello sperma, uno cefalico, per i lobi anteriori e mediani del testicolo, e uno caudale per quelli addominali. Per breve tratto il deferente presenta il lume suddiviso in due camere da un setto completo (da parete a parete): in una, più ampia, si raccoglie la massa spermatica che comincia ad essere avvolta da una prima secrezione (strato I della spermatofora); contemporaneamente nella seconda concamerazione viene prodotto un altro materiale (strato II, elemento di connessione tra corpo ed ala); quest'ultimo si unisce al primo secreto non appena il setto si stacca da uno dei punti di contatto della parete, pur sporgendo nel lume come un'ampia estroflessione di questa; fino all'ampolla terminale manterrà questo assetto formando un « tiflosole ».

Nel deferente medio comincia la secrezione dell'ala, che avviene nel settore del dotto già interessato dalla secrezione dello strato II. Essa consta di due materiali (strato III e IV), che formano rispettivamente la base dell'ala e il suo rivestimento esterno. Compare inoltre

(*) Lavoro eseguito nell'ambito del Progetto finalizzato « Oceanografia e Fondi Marini ». Subpro. « Risorse Biologiche ».

un quinto materiale (strato V) che viene deposto principalmente sul corpo della spermatofora. Per un lungo tratto questa struttura rimane immutata, mentre ciascuno strato cresce per apposizione. Segue, preceduta da una strozzatura della parete, l'ampolla terminale: nella strozzatura si interrompe la continuità dei prodotti che fluiscono nel lume e viene isolata la porzione che costituisce la spermatofora pronta per l'emissione. Una ulteriore secrezione della mucosa dell'ampolla, riveste quest'ultima, verosimilmente per facilitare lo scorrimento finale.

Con tecniche istochimiche i materiali I - V sono risultati proteici o chitino - proteici, la secrezione ampollare mucosa.

Indirizzo degli autori — Istituto di Anatomia Comparata dell'Università - Genova (I).

MAURIZIO WURTZ

OSSERVAZIONI SULL'ALIMENTAZIONE DI *BATHYPOLYPUS SPONSALIS* (P. H. Fisher) *(Cephalopoda, Octopoda)* (*)

SUMMARY

Feeding of Bathypolypus sponsalis (P. *H. Fisher) (Cephalopoda, Octopoda).*

The diet of *Bathypolypus sponsalis* was studied by analysis of the stomach contents of 110 specimens caught in the Ligurian Sea at a depth of 450-600 m. 30 classes of food item were identified. *B sponsalis* was found to feed predominantly on small benthic organisms: *Cumacea* (29.7 % of total stomach contents), *Amphipoda* (26.2 %) *Calocaris macandreae* (9.4%), *Polychaeta* (7.7 %) and *Isopoda* (6.2 %).

Key words: Cephalopoda - Octopoda - feeding - bathyal fishing.

L'alimentazione di *Bathypolypus sponsalis* è stata studiata analizzando i contenuti gastrici di 110 individui, catturati a profondità variabili tra 450-600 metri, in zone del Mar Ligure antistanti il Promontorio di Portofino. Complessivamente sono state identificate 30 categorie di prede, per un totale di 475 individui. *B. sponsalis* si alimenta prevalentemente di piccole prede bentoniche: Cumacei (Dyastilidae) ed Anfipodi (Lysianassidae, Eusiridae, Synopidae, Oedicerotidae) sono la componente principale e rappresentano rispettivamente il 29,7 % e il 26,2 % dell'insieme identificato. Seguono per frequenza *Calocaris macandreae (*9,4 %*)*, Policheti (7,7%) e Isopodi (6,2 %).

L'analisi della dieta, condotta separando gli individui esaminati per taglia, periodo e zona di cattura, ha permesso di evidenziare quanto segue. Per taglia: non esistono differenze qualitative, la dieta dei giovani essendo composta in prevalenza da Cumacei e Anfipodi. Gli adulti, pur catturando un alto numero di questi piccoli crostacei, hanno come preda principale *Calocaris macandreae*. Per periodo di cattura: complessivamente non esistono evidenti differenze qualitative. Variazioni quantitative nella presenza di Policheti, *Calocaris macandreae* e Gasteropodi si rilevano in individui catturati nei mesi estivi ed autunnali. Per zona: la dieta presenta una diversa composizione qualitativa e quantitativa col variare della profondità di cattura degli individui esaminati; a maggiori profondità prevalgono Anfipodi e

(*) Lavoro eseguito nell'ambito del Progetto finalizzato « Oceanografia e Fondi Marini ». Subpro. « Risorse Biologiche ».

Taxa identificati	F	F %	S	S %
Polychaeta				
Aphroditidae	32	6.7	29	26.3
Nephtys sp>	5	1.0	5	4.5
Crustacea				
Ostracoda	4	0.8	4	3.6
Copepoda	7	1.5	7	6.3
Pycnogonida	1	0.2	1	0.9
Cumacea				
Macrocylindrus sp.	9	1.9	6	5.4
Dyastilidae	25	5.2	17	15.4
Altri Cumacei	108	22.6	47	42.7
Isopoda				
Ilyaracnidae	16	3.3	10	9.0
Altri Isopodi	14	2.9	11	9.9
Amphipoda				
Lysianassidae	14	2.9	11	9.9
Syrrhoe affinis	9	1.9	9	8.1
Bruzelia sp.	14	2.9	11	9.9
Rhachotropis	8	1.7	7	6.3
Eusirus longipes	3	0.6	3	2.7
Oedicerotidae	4	0.8	4	3.6
Maera schmidtii	4	0.8	4	3.6
Altri Anfipodi	67	14.6	47	42.7
Mysidacea	7	1.5	5	4.5
Euphausiacea	1	0.2	1	0.9
Decapoda				
Calocaris macandreae	42	9.4	34	30.9
Uova di Crostacei			5	4.5
Altri Crostacei	21	4.4	18	16.4
Gasteropoda	25	5.2		
Cephalopoda	1	0.2	1	0.9
Ophiuroidea				
Ophiocten abissicolum	21	4.4	21	19.1
Echinoidea	2	0.4	2	1.8
Osteichthyes	3	0.6	3	2.7
Uova di teleostei			1	0.9

Cumacei, mentre Policheti, Ofiuroidi e *Calocaris macandreae* sono più frequenti in individui pescati a 450-500 metri.

Nella tabella sono elencate le categorie di prede rinvenute in *B. sponsalis:* in essa sono indicate la frequenza di ciascuna preda (F), la percentuale rispetto al totale di F (F %) ; il

numero di stomaci in cui ciascuna preda è stata rinvenuta (S) e la relativa percentuale rispetto al totale degli stomaci esaminati (S %) .

Indirizzo dell'autore — Istituto di Anatomia Comparata dell'Università - Genova (I).

RICCARDO BRUNETTI, LUIGI BEGHI

LARVAL ECOLOGY OF *BOTRYLLUS SCHLOSSERI* *(Asciacea).* A PRELIMINARY INVESTIGATION

RIASSUNTO

Ecologia larvale di Bothryllus schlosseri. *Nota preliminare.*

I risultati di esperimenti preliminari sull'ecologia delle larve di *Botryllus schlosseri* — ascidiaceo coloniale — mostrano un abbassamento dei tempi di metamorfosi in corrispondenza delle variazioni di salinità rispetto ai controlli, che sono omogenei fra di loro.

In order to ascertain the influence of environmental salinity on larval life of colonial ascidian *Botryllus schlosseri,* three preliminary experiments were performed. The larvae originating from colonies scraped from the Venetian Lagoon were subdivided into several groups and then subjected to salinities differing from those of larval release, while other groups (controls) were kept at the original salinity (Table 1). All groups of larvae were

TABLE 1

	Controls			Treated groups		
	S‰	N. of groups	Total number of larvae	S‰	N. of groups	Total number of larvae
Exp. N. 1	28	4	167	44	7	248
Exp. N. 2	34	4	124	24	6	178
Exp. N. 3	35	2	93	38	4	189

kept in constantly renewed water. The temperature was 18 °C, with artificial illumination. The larvae were treated between 5 to 10 minutes from their release.

The mean percentage of metamorphosed larvae within the different groups at different times are plotted in Fig. 1.

A principal components analysis on the data (proportion transformed according to the inverse sine square-root function (BARTLETT, 1936 - The square root transformation in the analysis of variance. - *J. Roy. Stat. Soc.,* London, 3 (suppl.): 68-78) was carried out, so as to reduce the dimension of the variable's space, allowing a two variables description of the phenomena.

The new variables are indicated by the symbols α_1 , α_2 (Fig. 2).

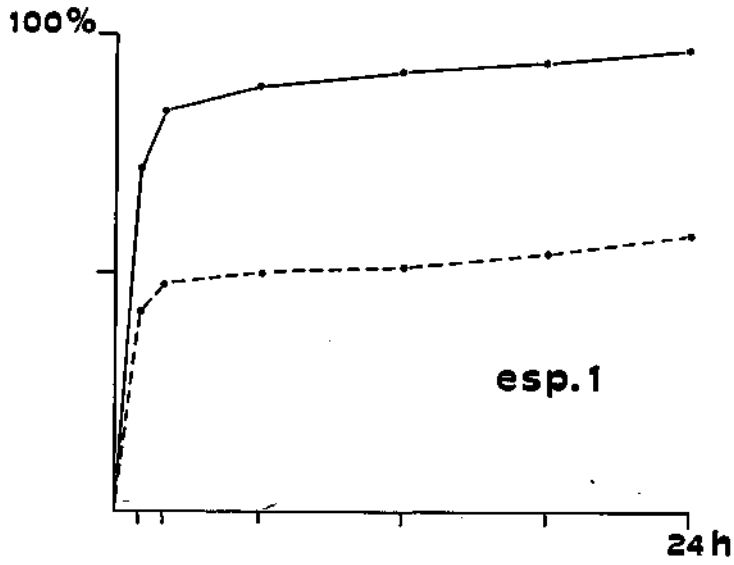
A comparison between the different experimental groups (controls against controls, controls against treated groups, treated groups against treated groups) was then performed

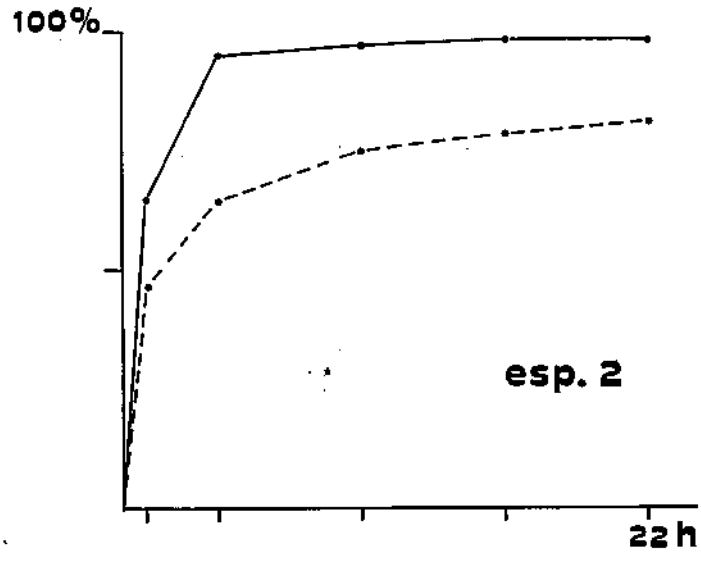
according to the MAHALANOBIS bivariate discriminant analysis (RAO, 1970 - Advanced statistical methods in biometric research. - *Hafner,* Darien (Mass.), 390 p.).

Our analysis indicates that:

i. the principal components analysis singles out a first components α_1 that by itself explains 94.86 % of total variance; (by means of a second variable α_2 98.12 % of total variance is explained);

ii. no statistically significant difference exists among the control groups;





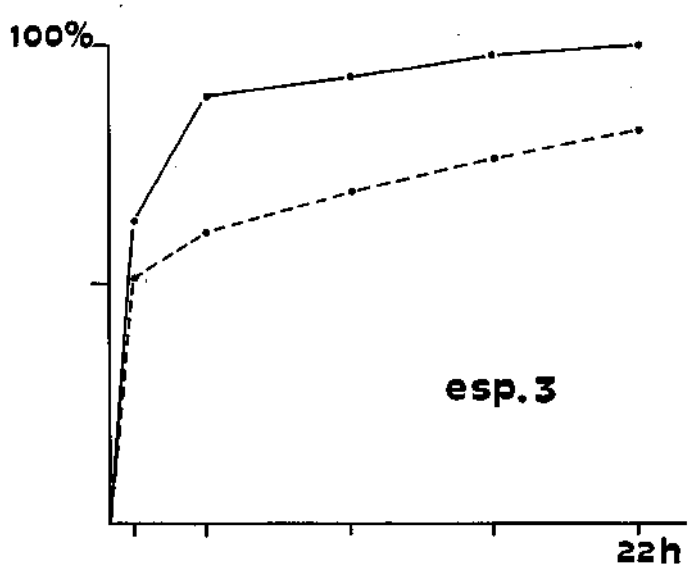


Fig. 1. — Plot of mean metamorphosis rate. Solid line: control; dashed line: treatment.

iii. the groups of treated larvae significantly differ from the controls;

iv. the group of treated larvae of experiment 1 significantly differ from those of experiment 2 and 3;

v. the group of treated larvae of experiment 3 lies somewhere in the middle in respect with the remaining groups 1 and 2.

From these results it seems reasonable to formulate the following hypothesis:

a) a variation of environmental salinity (with respect to that of the larval release) always causes a lowering of the metamorphosis rate;

b) this lowering seems to be in direct relationship with the aline jump;

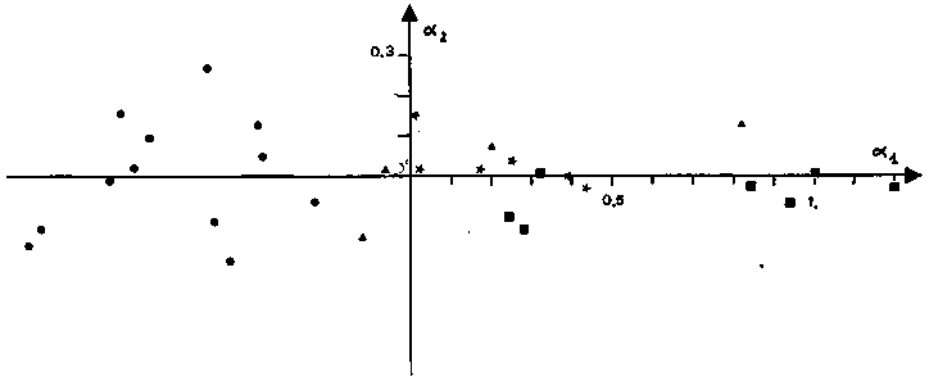


Fig. 2. — Two-dimensional clusters associated to the experimental curves according to the pair of values (α_1 , α_2) assumed by their components; dot: control, square: experiment 1, star: experiment 2, triangle: experiment 3.

c) the homogeneity among the control groups seems to evidence a lack of influence by the release salinity of the rate of metamorphosis (of course within an aline range tolerated by the species (BRUNETTI *et al.*, 1980 - Combined Effects of Temperature and Salinity on Colonies of *Botryllus schlosseri* and *Botrylloides leachi* (Ascidiacea) from the Venetian Lagoon. - *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, Halstenbek, 2: 303-314).

Address of the 1st Author — Stazione Idrobiologica di Chioggia (Università di Padova) - Chioggia (VE) (I).

MIRIAM GHERARDI, ELENA LEPORE

DISTRIBUZIONE VERTICALE DEI BALANI NEL MAR PICCOLO DI TARANTO

SUMMARY

Vertical distribution of barnacles in the Mar Piccolo of Taranto.

This is a study of the variation in number and biomass with depth of four species of barnacle present in the benthic associations of the hard bottom of the Mar Piccolo of Taranto.

Analysis of variance was applied to data concerning number and biomass, with the aim of evaluating the influence of depth on the vertical distribution of the various barnacle species. The results of this analysis show that *Balanus perforatus* settles mainly in the surface area, while *Balanus trigonus* settles mainly near the bottom (— 8 m). This result confirms observations previously made in other areas. As far as *Balanus amphitritus* and *Balanus eburneus* are concerned, it seems that, in the area examined, the distribution of these two species is not influenced by depth.

Key words: barnacles - Mar Piccolo of Taranto - vertical distribution.

Viene esaminata la variazione del numero e della biomassa, in funzione della profondità, di quattro specie di balani: *Balanus amphitrite* Darwin, *Balanus eburneus* Gould, *Balanus perforatus* Brug. e *Balanus trigonus* Darwin, presenti nelle associazioni bentoniche di substrato duro del Mar Piccolo di Taranto.

I prelievi sono stati effettuati a cinque diverse profondità (0 m, -2 m, -4 m, — 6 m e — 8 m) mediante grattaggio dalle strutture di sostegno del ponte Punta Penna¬ Pizzone, sito nella zona centrale del bacino.

In totale sono stati prelevati 90 campioni relativi ciascuno ad una superficie di 400 cm^2.

Per ogni specie è stato determinato il numero degli individui ed il peso umido totale relativo a ciascun campione. Ai dati relativi al numero e alla biomassa è stata applicata l'analisi della varianza al fine di valutare l'influenza della profondità sulla distribuzione verticale delle diverse specie di balani. Da tale analisi è risultato che, pur trovandosi le quattro specie a tutte le profondità considerate, *Balanus perforatus* ha un insediamento prevalentemente superficiale; *Balanus trigonus,* al contrario, mostra un insediamento maggiore in vicinanza del fondo (— 8 m) e ciò conferma quanto già è stato osservato in altre aree. Per quanto riguarda *Balanus amphitrite* e *Balanus eburneus,* sembra che queste due specie, nella zona presa in esame, non siano influenzate, nella loro distribuzione, dal gradiente di profondità.

Indirizzo del 1° autore — Istituto di Zoologia ed Anatomia Comparata - Bari (I).

RICCARDO CATTANEO

CONTRIBUTO ALLA CONOSCENZA DEL GENERE *APLYSIA* L.: *APLYSIA PARVULA* GUILDING IN MÖRCH *(Mollusca, Opisthobranchia)*

SUMMARY

Contribution to the knowledge of the genus Aplysia L.: Aplysia parvula *Guilding in Mörch (Mollusca, Opisthobranchia).*

This is to record the finding, in the Ligurian Sea, of the *Aplysia parvula,* a small opisthobranch mollusc which is little known in the Mediterranean.

This confirms the hypothesis of a lessepsian migration of this species.

Key words: Opisthobranchia - *Aplysia parvula* - Ligurian Sea.

Il genere *Aplysia* L. è rappresentato in Mediterraneo da tre specie ben conosciute: *Aplysia (Aplysia) depilans* Gmelin, *A. (Pruvotaplysia) punctata* Cuvier ed *A. (Varria) fasciata* Poiret. Recentemente sono stati rinvenuti nel Golfo del Tigullio (Mar Ligure) alcuni individui di *Aplysia (Pruvotaplysia) parvula* Guilding in Mörch, specie circumtropicale finora sporadicamente segnalata nel bacino orientale del Mediterraneo, dalle coste israeliane a Malta. Le raccolte sono state effettuate in una prateria a Posidonia a 14 m di profondità (località Prelo, Rapallo: 28-4-1980) e tra colonie di *Eudendrium racemosum* ad un metro

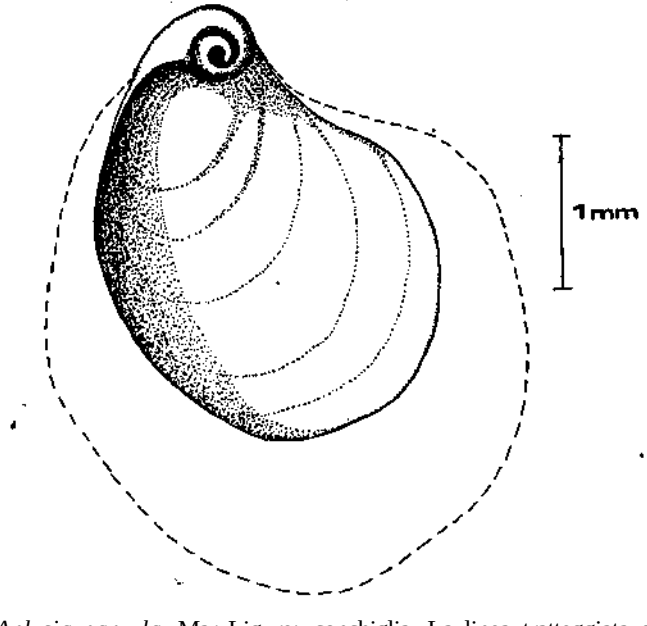


Fig. 1 — Aplysia parvula, Mar Ligure: conchiglia. La linea tratteggiata segna il margine esterno della parte chitinosa.

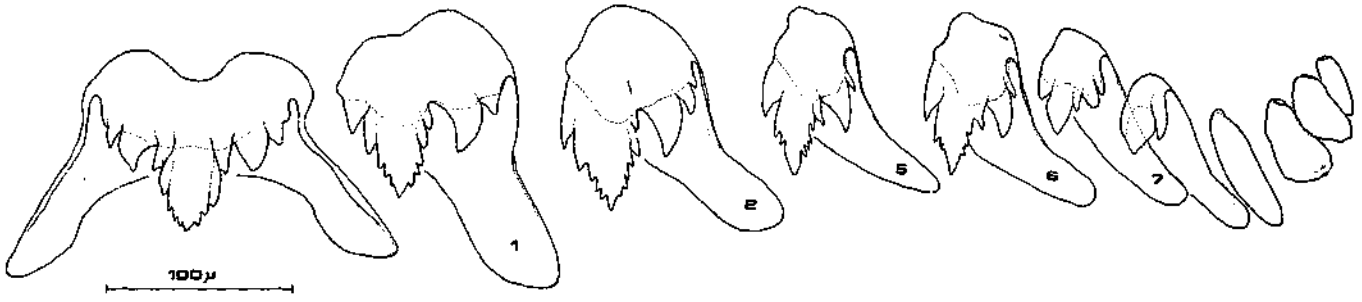


Fig. 2. — Aplysia parvula, Mar Ligure. Denti della radula.

di profondità in località Aurora (Portofino) il 24-6-1981). *Aplysia parvula* è una specie di piccole dimensioni (10-16 mm di lunghezza per gli individui raccolti) affine ad *A. punctata*, da cui si distingue facilmente per la bordatura nera che orna i margini dei parapodi, i tentacoli cefalici ed i rinofori (EALES, 1960 - Revision of the world Specie of *Aplysia* (Gastr. Opisth.). - *Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Zool.)*, London, 5 (10): 269-404) e che si mantiene anche nell'individuo conservato. I tre individui del Mar Ligure presentano una colorazione vistosa con un'intensa punteggiatura bianca sul fondo marrone scuro, particolarmente evidente intorno al sifone anale, ben sviluppato. Grandi macchie nere ornano il lato destro del mantello. La conchiglia (Fig. 1) presenta il caratteristico apex a spirale (SWENNEN, 1961 - On a collection of Ophisthobranchia from Turkey. - *Zool. Meded.*, Leiden, 38 (3): 41-75). La struttura della radula (Fig. 2), la cui formula è 20 × 12/10-1-10/12, concorda con le osservazioni di BEBBINGTON (1970 - Aplysiid Species from Malta with notes on the Mediterranean Aplysiomorpha (Gastr.: Opisth.). *Pubbl. Staz. Zool.*, Napoli, 38: 25-46) e BEBBINGTON & THOMPSON (1973 - Scanning electron microscope studies of gastropod radulae. - *Malacologia*, Ann Arbor, 14: 147-165). I gangli dell'anello nervoso periesofageo sono tondeggianti e distinti. La ghiandola opalina è semplice multiporosa. Il pene, inerme, presenta due muscoli retrattori. Sulle coste italiane, soprattutto lungo i litorali meridionali (Panetta, *com. pers.) Aplysia parvula* sembra essere divenuta, negli ultimi anni, piuttosto comune e ciò potrebbe confermare l'ipotesi di una sua migrazione lessepsiana (EALES, 1970 - On the migration of Tectibranch mollusca from the Red Sea to the Eastern Mediterranean. - *Proc. Malac. Soc.*, London, 39: 217-220).

Indirizzo dell'autore — Istituto di Anatomia Comparata dell'Università - Genova (I).

GIOVANNI MARANO, GIAMBATTISTA BELLO, ANNA MARIA PASTORELLI, GABRIELLA MOTULESE

OTTOPODI DELL'ADRIATICO PUGLIESE (*Mollusca, Cephalopoda)*

SUMMARY

Octopoda from the Apulian Adriatic Sea (Mollusca, Cephalopoda).

In this paper the authors give an account of the species of Octopoda (Mollusca, Cephalopoda) occurring along the coast of Bari (Lower Adriatic Sea). *Octopus vulgaris* Lamarck and *Octopus macropus* Risso are captured on bottoms not exceeding the depth of 50 m. *Octopus salutii* Verany *Eledone cirrosa* (Lamarck), and *Eledone moschata* (Lamarck) are netted by trawlers on muddy bottoms from 50 m to 250 m deep. The presence of *Argonauta argo L.*, a pelagic species, is also recorded.

Key words: Octopoda - Cephalopoda - Lower Adriatic Sea

I Cefalopodi rappresentano una voce importante per la pesca e l'alimentazione della popolazione di Terra di Bari. In questa nota si riportano le specie di Ottopodi ritrovate nel materiale proveniente dall'attività di pesca professionale svolta nella zona di Bari. Questa viene esercitata con due diverse modalità: piccola pesca costiera praticata su bassi fondali per lo più rocciosi con l'ausilio della « polpara » o di fiocina e specchio; pesca a

strascico praticata ad oltre tre miglia dalla costa, su fondi incoerenti profondi da 50 m a più di 250 m.

Qui di seguito elenchiamo le specie ritrovate nel corso della nostra indagine svolta nell'anno 1980-81.

Octopus vulgaris Lamarck. Presente dalla linea di marea fino ad oltre 1000 m di profondità; abbondante solo ai livelli più superficiali. E' considerata la specie di ottopode più pregiata e quindi oggetto di pesca intensiva (piccola pesca). Nei mesi estivi si catturano esemplari di piccola taglia particolarmente apprezzati.

Octopus macropus Risso. Pescato molto di rado su fondali detritici costieri (piccola pesca). I pescatori affermano che fino ad alcuni anni addietro lo si rinveniva meno raramente. E' una specie di scarso valore commerciale.

Octopus salutii Verany. Presente sui fondi fangosi oltre 100 m di profondità. Costituisce dal 5 al 10 % degli ottopodi catturati dalle strascicanti. Di mediocre valore commerciale. Questa prima segnalazione per le coste adriatiche pugliesi conferma quelle riportate da GAMULIN - BRIDA e ILIJANIĆ (1972 - Contribution à la connaissance des Cephalopodes de l' Adriatique. - *Acta Adriatica,* 14 (6): 1-12) per l'Adriatico.

Eledone cirrosa (Lamarck), *Eledone moschata* (Lamarck). Presenti su fondi strascicabili da 50 m a 250 m ed oltre. *E. moschata* predilige i livelli superiori al contrario di *E. cirrosa,* che è la specie più abbondante. Queste due specie, oggetto di pesca intensiva, costituiscono insieme oltre la metà dei Cefalopodi pescati nel nostro distretto geografico; rappresentano pertanto una voce importante nell'attività peschereccia locale.

Argonauta argo L. Specie pelagica non oggetto di pesca che, pur rarefacendosi, viene ancora rinvenuta con una certa frequenza mentre veleggia sulla superficie del mare o anche spiaggiata.

Le specie ritrovate lungo le nostre coste corrispondono a quelle riportate dalla revisione di GAMULIN-BRIDA e ILIJANIĆ (1972), eccezion fatta per *Tremoctopus violaceus* Delle Chiaje ed *Ocythoe tuberculata* Rafinesque, le cui ultime segnalazioni per l'Adriatico risalgono comunque al 1890.

Indirizzo del 1° autore — Laboratorio di Biologia Marina - Bari (I).

IVANO MORSELLI, MARISA MARI

NUOVI REPERTI DI ALACARIDI *(Acari, Prostigmata)* DELLE COSTE ITALIANE

SUMMARY

New findings of Halacaridae (Acari, Prostigmata) along the Italian coasts.

In coarse infralittoral sands of the Tuscan coast and the Gulf of Naples numerous species of halacarid mites were collected; some of these are new to science while others are new to Italian fauna.

Key words: Halacaridae - Italian coasts.

Nell'ambito di una serie di ricerche sulla distribuzione degli Alacaridi lungo le coste italiane, sono stati esaminati campioni di sabbia grossolana, mista talvolta a ghiaia fine,

prelevati nel piano infralitorale di alcune aree della costa toscana (Secche della Meloria, zona di Piombino) e del Golfo di Napoli. Una prima analisi del materiale raccolto ha permesso di identificare numerose specie appartenenti ai generi *Halacarus, Anomalohalacarus, Copidognathus, Arhodeoporus, Plegadognathus, Agaue, Agauopsis, Coloboceras, Scaptognathus, Simognathus,* molte delle quali risultano nuove per l'Italia e alcune nuove per la scienza.

Alcuni generi, quali *Copidognathus, Arhodeoporus, Halacarus* e *Scaptognathus,* sono presenti, talvolta con specie diverse, in tutte le aree esaminate; altri invece, quali *Coloboceras* e *Simognathus,* sono stati trovati soltanto nei sedimenti della Meloria. Il genere *Scaptognathus,* di cui era nota nel Mediterraneo la sola specie *S. sabularius* delle coste francesi e greche, è presente, con specie diverse, in tutte le zone esaminate: esso risulta pertanto assai più comune di quanto si ricavi dalla letteratura.

Coloboceras longiusculus, raccolto una sola volta da TROUESSART (1889 - Revue synoptique de la famille des Halacaridae. - *Bull. scient. France Belgique,* 20: 225-251) sulle coste atlantiche francesi e *Agauopsis aculeata,* nota per un unico rinvenimento nel Golfo di Guascogna a 1410 m di profondità (TROUESSART, 1896 - Halacariens in Résultats scientifiques de la campagne du « Caudan » dans le Golfe de Gascogne (Août - Septembre 1895). - *Ann. Univ. Lyon,* 26: 325-353), vengono per la prima volta segnalati nel Mediterraneo lungo le coste toscane.

Particolarmente interessante è infine il rinvenimento nelle acque della Meloria e di Piombino di una nuova specie, appartenente alla sottofamiglia delle Halacarinae, per la quale si è resa necessaria l'istituzione del nuovo genere *Plegadognathus* (MORSELLI, 1980 - Ricerche sugli Alacaridi delle coste livornesi. III. *Plegadognathus labronicus* n.g., n. sp. (Acari, Prostigmata), un alacaride di sabbie grossolane. - *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem.,* ser. B, 87: 265-273).

Indirizzo del 1° autore — Istituto di Zoologia - Università di Modena (I).

GAETANO PISCITELLI, LIDIA SCALERA-LIACI, CLAUDIO BLONDA

CONTRIBUTO ALLA CONOSCENZA DEGLI ANFIPODI DEL MAR GRANDE DI TARANTO

SUMMARY

Contribution to the knowledge of the Amphipoda in the Mar Grande of Taranto.

The Authors studied the Amphipoda collected during researches carried out on the macrobenthic populations in the Mar Grande basin. The researches were carried out in 4 quarterly dredging sessions (November 1977, February, April and July .1978) in 51 sampling stations: a total of 204 dredgings at depths of from 3 to 44 metres. Four bottoms were located: detrital, muddy, sandy and rocky.

A large number of dredgings (24 and 20 respectively) were carried out over the detrital and muddy bottoms, while 5 were carried out over the sandy one; the hard bottoms were not considered. A total of 69 species of Amphipoda have been found and identified in the Mar Grande; some of these species were found by another author 62 over the detrital, 40 over the muddy and 45 over the rocky bottoms.

We then proceeded to determine some of the characteristics of the species, such as dominance and frequency and biological index.

Comparing the researches over the different bottoms and during different seasonal periods, it does not seem at first that there is a considerable specific variability.

Some species both qualitatively and quantitatively have an essential role and characterize a population, of Amphipoda typical of the harbour waters.

Nel corso delle indagini sui popolamenti macrobentonici del Mar Grande di Taranto e sulla base dei numerosi campionamenti effettuati, al fine di caratterizzare la struttura delle comunità presenti nel bacino, ci siamo occupati della identificazione della fauna anfipodolo¬gica. Le specie di Anfipodi complessivamente identificate sono state 69, 62 delle quali su fondali detritici, 40 su substrati fangosi e 45 su quelli sabbiosi.

I dati acquisiti sulla ripartizione qualitativa e quantitativa in rapporto alle caratteristiche analitiche utilizzate, quali dominanza, frequenza e indice biologico, ci hanno permesso di evidenziare che non esiste una variabilità specifica notevole nè tra i diversi substrati campionati, nè tra i diversi periodi stagionali. Infatti le specie caratterizzate sono in ordine di importanza: *Corophium acherusicum* Costa, *Phtisica marina* Slabber, *Lembos websteri* Bate, *Pherusa fucicola* Leach, *Pseudolirius* Kroyeri (Haller), *Microdeutopus gryllotalpa* Costa, *Amphilochus neapolitanus* Della Valle, *Dexamine spinosa* (Montagu), *Monoculodes subnudus* (Norman), *Ampelisca diadema* (Costa), *Ericthonius brasiliensis* (Dana), *Corophium acutum* Chevreux.

Nel complesso, l'omogeneità strutturale rilevata nella composizione della fauna anfipodologica caratterizza prevalentemente specie tubicole ad ampia ripartizione ecologica, generalmente specie legate a biotopi eurialini ed euritermi.

Alcune di esse frequentemente segnalate in ambienti portuali, probabilmente identificano elementi di instabilità che emergono nel bacino in rapporto ad un crescente carico di inquinamento organico ed industriale.

Indirizzo del 1° autore — Istituto di Zoologia e Anatomia Comparata dell'Università. Bari (I).

RENATA ZUNARELLI VANDINI - ANNA MARIA COGNETTI VARRIALE

RICOSTRUZIONE DI UNA COMUNITÀ A POLICHETI SU FONDI SABBIOSI SOTTOPOSTI A DRENAGGIO

SUMMARY

Re-establishment of a sandy bottom Polychaetes community after dredging.

The Polychaetes community in a sandy bottom (20-30 m deep) had been greatly reduced by dredging. However, six months after dredging stopped a recolonization process had taken place and other species extraneous to the original community had appeared. This fact can be related to the chemical-physical change in the characteristics of the bottom.

Key words: Polychaeta - Italian coast.

E' stata studiata nel corso di un anno la comunità a Policheti di un'area del Golfo di Cagliari (profondità 20-30 m.) profondamente rimaneggiata da opere di dragaggio. Sono state fissate tre stazioni: una al centro, nella zona dei dragaggi (A), una al margine della zona dragata (B) e una terza di controllo più distante (C). Per ciascuna stazione è stata determinata la granulometria del fondo. L'analisi quantitativa della frazione a Policheti ha messo in rilievo una graduale modificazione della comunità a partire dalla zona indenne fino a quella completamente rimaneggiata. Infatti, mentre nella zona di controllo, due mesi dopo il completamento delle operazioni di dragaggio sono state riscontrate 32 specie (con rapporti numerici che si sono mantenuti costanti anche nei prelievi successivi) nella zona limitrofa le specie sono 17, mentre nell'area dragata sono state rinvenute solo 6 specie scarsamente rappresentate. Successivamente, sei mesi dopo la cessazione delle operazioni di dragaggio, sono state ripetute con le stesse modalità, i prelievi nella stessa area. I risultati riguardanti l' area di controllo (C) sono stati praticamente i medesimi, mentre si è potuto accertare una notevole diversità con i dati precedentemente raccolti soprattutto nell'area A. Infatti in questa zona si è passati dalle 6 specie precedentemente accertate a 25. E' quindi in atto un processo di ricolonizzazione di tutta l' area precedentemente dragata. Tuttavia si è potuto accertare la comparsa di altre specie che non si raccolgono nell'area limitrofa. Ciò è da mettersi in relazione con il cambiamento delle caratteristiche chimico-fisiche del substrato, come si è potuto accertare dalle analisi del sedimento.

Indirizzo del 1° autore — Istituto di Zoologia dell'Università - Modena (I).

LAURA ROTTINI - SANDRINI

INFLUENZA DELLA TEMPERATURA SULLA MOTILITÀ DI *PELAGIA NOCTILUCA* *(Semaeostomeae, Pelagiidae)*

SUMMARY

Influence of temperature of the motility of Pelagia noctiluca *(Semaeostomeae, Pelagiidae).*

The motility of the jelly fish *Pelagia noctiluca* is inhibited at water temperatures lower than 8 °C. At 10 to 15 °C movements reappear and are orientated towards the heat source with a positive thermotropism. This may be the reason why the jelly fish *Pelagia noctiluca* disappears from surface waters in wintertime, when deep water is warmer, and reappears in springtime, when surface waters warm up.

Key words: Pelagia noctiluca - Adriatic Sea - temperature.

L'effetto della temperatura dell'acqua sulla motilità di *Pelagia noctiluca* è stato documentato da SKRAMLIK (1948 - Beobachtungen an Medusen. - *Zool.]b. All. Zool. Physiol.*, 61: 296) su esemplari provenienti dal golfo di Napoli. Il ritmo delle pulsazioni aumenta dai 5 °C ai 20 °C, mentre decresce sino all'immobilità a temperature comprese tra i 25 °C ed i 33 °C. Dato che il fenomeno dell'accumulo di sciami di questa medusa si è ripetuto nell'ultimo biennio lungo le coste dei vari distretti del Mediterraneo nei mesi estivi, con gravi ripercussioni sull'uomo data l'azione fortemente irritante della tossina contenuta nelle

sue cnidocisti, si è voluto valutare quale influenza potessero avere fattori fisici nel condizionare o favorire questo fenomeno. In una precedente nota si è potuto dimostrare come lo spostamento e l'accumulo di queste meduse è influenzato dalla direzione dei venti dominanti in una determinata regione, con conseguente spostamento delle acque di superficie (RUSSEL, 1967 - On the occurrence of the scyphomedusan *Pelagia noctiluca* in the English Channel in 1966. - *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 47: 363; ROTTINI-SANDRINI *et al.*, 1980 - Sur la présence de *Pelagia noctiluca* (Semaeostomeae, Pelagiidae) dans l' Adriatique du Nord. - *C.I.E.S.M.M.*, Cagliari, in press, e A recent shift in the wind distribution and the appearence of unusual planctonic organisms in the Gulf of Trieste. - *Boll. Soc. Adr. Sc*, 64: 77).

Con la presente ricerca si è voluto valutare l'effetto di piccole variazioni della tempe¬ peratura dell'acqua sia sulla motilità intrinseca di *Pelagia noctiluca* (random locomotion), sia sulla motilità unidirezionale (directed locomotion) della medusa. A questo scopo sono stati allestiti degli acquari in cui è stato creato un gradiente di temperatura tra i 6 °C ed i 15 °C. Si è potuto osservare che a temperature inferiori agli 8 °C le meduse rimangono immobili, adagiate sul fondo delle vasche. Tra i 9 °C ed i 15 °C il ritmo delle pulsazioni aumenta progressivamente e la locomozione è orientata verso la fonte di calore. Quando l'acqua degli acquari ha raggiunto una temperatura uniforme di 15°C la locomozione unidirezionale verso la fonte di calore viene sostituita da una motilità casuale in tutte le direzioni. Questi dati possono giustificare il fenomeno noto della scomparsa di queste meduse dalle acque superficiali durante i mesi invernali, in cui le acque profonde possono essere più calde di quelle superficiali, mentre nei mesi estivi il fenomeno si inverte e le meduse ricompaiono in superficie e, conseguentemente, sono influenzabili dai fattori idrodinamici superficiali.

Indirizzo dell'autore — Istituto di Zoologia ed Anatomia Comparata - Trieste (I).

DANIELA PESSANI RAPPINI

DISTRIBUZIONE ED ECOLOGIA DEI MADREPORARI IN ALCUNE GROTTE DELLA PENISOLA SORRENTINA

SUMMARY

Madreporaria distribution and ecology in some caves of the Sorrentina Peninsula.

In order to study the ecology of the sea caves of the Sorrentina Peninsula, some researches have been carried out by the Zoology Institute of Genoa University and by CLEM of Massalubrense (Naples) in three caves, different from one another in some physical and ecological factors such as depth, light, sediment, hydrodynamism, etc.

This paper deals with Madreporaria present in these caves. Ten species have been found, differently distributed on the bottom, walls and vault of each cave.

In the Gemelli cave only three species were found, among which *Balanophyllia europea,* a photophilic species; there is a large quantity of mud and poor lighting in this cave.

Scaletta cave, a semi-dark wide chamber, is the richest in number of species and specimens.

In the Mitigliano cave, where the hydrodynamism is noticeable along all its length (80 m), a colony probably belonging to the genus *Phyllangia* was found; further studies

are necessary because this colony shows particular features, perhaps depending on the strong hydrodynamism, which prevent an exact determination.

Key words: Madreporaria - Sorrentina Peninsula - sea caves.

Nell'ambito delle ricerche svolte dall'Istituto di Zoologia di Genova e dal CLEM di Massalubrense in alcune grotte della Penisola Sorrentina, sono stati studiati i Madreporari presenti nelle grotte dei Gemelli, della Cala di Mitigliano e della Scaletta (grotte diverse tra loro per fattori ambientali quali profondità, luce, idrodinamismo, sedimento, ecc.).

Le specie reperite erano, così distribuite:

	Gemelli	Mitigliano	Scaletta
Astroides calycularis		+	+
Balanophyllia europea	+		
Caryophyllia inornata		+	+
Caryophyllia smithii		+	+
Hoplangia durotrix			+
Leptopsammia pruvoti	+		+
Madracis pharensis	+		+
Paracyathus pulchellm		+	+
Phyllangia (?) sp.		+	
Polycyathus muellerae		+	+

La grotta dei Gemelli presenta minor numero di specie e di individui di Madreporari: è caratterizzata da fango finissimo molto abbondante e da scarsa illuminazione. La grotta della Scaletta è la più ricca qualitativamente e quantitativamente; in quella di Mitigliano, dove l' idrodinamismo è percepibile per tutta la sua lunghezza (80 m), è presente, tra le altre, una colonia attribuibile al genere *Phyllangia*, che necessita di ulteriore studio, trattandosi probabilmente di una morfosi dipendente dal forte idrodinamismo.

Indirizzo dell'autore — Istituto di Zoologia dell'Università - Torino (I).

VITTORIO ROMAIRONE, VANNA ZOLI, SEBASTIANO GERACI

COPEPODI NEL PORTO DI GENOVA (*Crustacea*)

SUMMARY

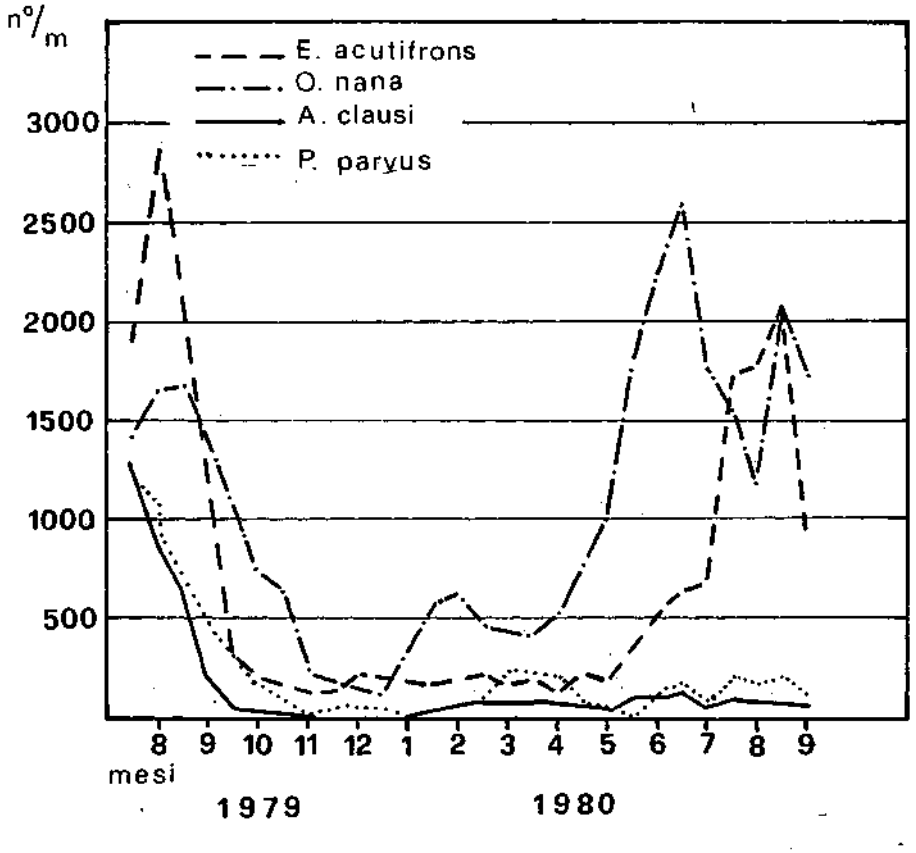
Copepods in Genoa harbour.

Data are reported on 14 months of vertical planktonic catches every 15 days at a station near the harbour opening. Among the species collected *Oithona nana* and *Euterpina acutifrons* are the most abundant with 2590 and 2896 ind./m^3 maximum respectively, followed by *Paracalanus parvus* and *Acartia clausi*. Spring and summer are the periods in which Copepods are more richly represented in zooplanktonic catches. These observations are in agreement with 1970-71 data on the same harbour (ZUNINI *et al.*, 1980). A certain stability

of Copepods population in Genoa harbour could therefore be asserted particularly for the innermost water. Our station shows a certain population complexity due to neritic species, but typical harbour species clearly begin to prevail.

Key words: Copepods - Genoa harbour - pollution.

L'andamento stagionale delle principali specie di Copepodi del porto di Genova è stato osservato mediante 28 pescate verticali quindicinali in una stazione in prossimità dell'imboccatura di levante. *Oithona nana* è la specie più abbondante durante tutto il periodo di osservazioni, seguita da *Euterpina acutifrons, Paracalanus parvus* e *Acartia clausi.* Il grafico indica massime frequenze primaverili - estive. Queste osservazioni rispecchiano abbastanza fedelmente quelle di ZUNINI, DELLA CROCE, PICONE (1980 - Ecologia e biologia dei porti del mar Ligure e alto Tirreno. 11. Parametri ambientali e popolamento zooplanctonico del porto di Genova. - *Atti dell'Accademia Ligure di Scienze e Lettere,* Genova, 37) che in un precedente lavoro effettuato negli anni 1970-71 rinvenivano le principali specie di Copepodi con frequenze e rapporti reciproci simili a quelli da noi osservati a distanza di 10 anni. Ciò indicherebbe una certa stabilità nel popolamento portuale soprattutto per quanto riguarda le località più interne in cui i succitati AA. rinvenivano percentuali rela-



tive di *Oithona nana* superiori al 73 %. La nostra stazione è situata in una zona che ancora risente di apporti di plancton neritico, pertanto li numero delle specie di Copepodi risulta ancora sufficientemente alto. E' stata già da tempo avanzata la possibilità di utilizzare i Copepodi quali indicatori d'inquinamento. I dati del presente lavoro sembrano confermare le osservazioni sin qui effettuate da diversi AA. secondo le quali alcune specie dei generi *Acartia, Oithona, Euterpina* sono più resistenti a variazioni ambientali dovute sia o ad eutrofizzazione delle acque o ad inquinamento. In particolare pare che *Acartia clausi* sia la specie che meglio sopporta tali variazioni a causa della sua spiccata capacità d'adattamento a differenti regimi alimentari: da fitofaga a detritivora, (ARFI *et al.*, 1981 - Système planctonique et pollution urbaine: un aspect des population zooplanctoniques. - *Marine Biology*, Berlin, 61). Una maggiore conoscenza delle caratteristiche ecologiche delle diverse specie unitamente ad una migliore comprensione delle loro correlazioni idrologiche ambientali, fornirà utili informazioni sull'impiego di tali organismi come bioindicatori.

Indirizzo del 1° autore — Istituto per la Corrosione Marina dei metalli (C.N.R.) - Genova (I).

NICOLA CASAVOLA, GIOVANNI MARANO, CONCETTA SARACINO
LAURA DE MARTINO, ERMENEGILDA RIZZI

BIOLOGIA DI *SARDINA PILCHARDUS* WALB *(Osteichthyes)* NEL BASSO ADRIATICO

SUMMARY

Biology of Sardina pilchardus *Walb (Osteichthyes) in the Lower Adriatic Sea.*

Sardina pilchardus Walb is caught in the Lower Adriatic Sea mainly in winter and spring, by means of encircling nets, at a depth of 80-90 metres, in areas parallel to the coast. The size classes of the specimens caught range from 120-199 mm, with a prevalence of the 140-160 mm classes, corresponding to fish 3-4 years old.

Sardina's spawning period occurs from late autumn throughout the winter: the game¬ togenetic activity in presumed to occur in spring.

Key words: Sardina pilchardus - reproduction.

La pesca dei Clupeidi ha in Puglia antiche tradizioni, *Sardina pilchardus* Walb viene catturata tutto l' anno con il « cianciolo » e la « volante » ed anche sottocosta come novellame in gennaio e febbraio (MARANO *e coll.,* 1981 - Pesca del « bianchetto » in terra di Bari. - *Quad. Lab. Tecnol. Pesca,* Ancona, 3 [1 suppl.]).

In questa nota si riportano i dati attinti, come per lo studio di *Engraulis,* da una imbarcazione a « cianciolo » che dal dicembre 78 al novembre 79 ha pescato complessivamente q. 2462,49 in 121 giorni (CASAVOLA *e coll.,* 1980 - Pesca e biologia di *Engraulis encrasciholus* (L.) nel Basso Adriatico. - *Mem. Biol. Marina e Oceanogr.,* Napoli, Suppl. 10).

Sardina viene raccolta soprattutto nei mesi invernali e primaverili in aree del circalitorale parallele alla costa, da Mola di Bari al Gargano, prevalentemente ad una profondità di

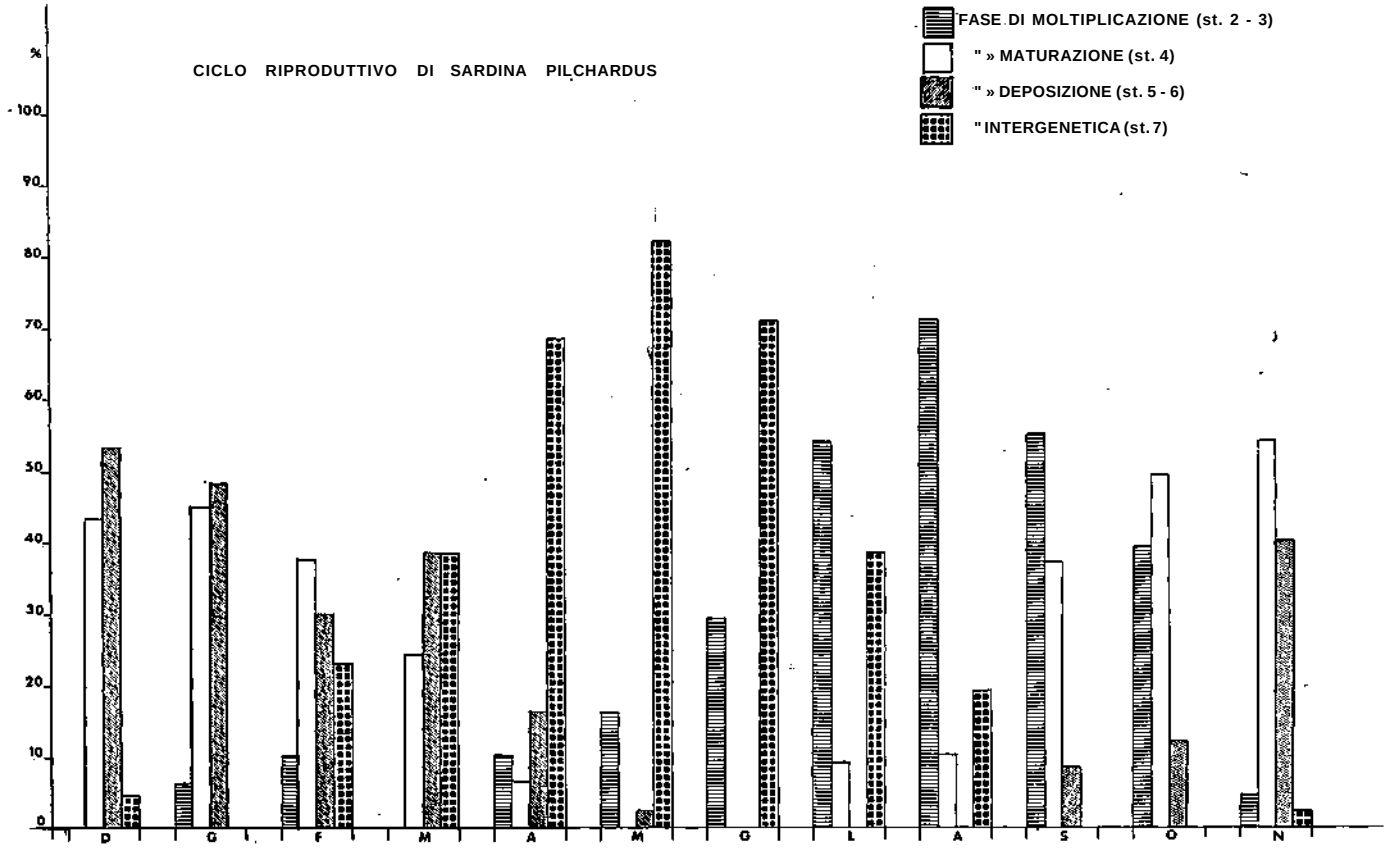

CICLO RIPRODUTTIVO DI SARDINA PILCHARDUS
FASE DI MOLTIPLICAZIONE (st. 2 - 3)
" » MATURAZIONE (st. 4)
" » DEPOSIZIONE (st. 5 - 6)
" INTERGENETICA (st. 7)
%
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
D
G
F
M
A
M
G
L
A
S
O
N

Fig. 1

80-90 metri, dove si ha la massima concentrazione genetica di individui maturi.

Le classi dimensionali dello stock esaminato oscillano tra 120 e 199 mm, le più frequenti sono 140-169 mm. corrispondenti ad individui di 3-4 anni, età determinata dall'esame degli otoliti.

Lo studio del ciclo riproduttivo di *Sardina* (Fig. 1) è stato effettuato su 1584 esemplari, mediante l'esame a fresco delle gonadi seguendo la scala di maturazione di Hjort.

Nel tardo autunno, in coincidenza con l'abbassamento della temperatura dell'acqua, depongono per prima gli individui di 5-6 anni poi quelli di 3-4 anni. La deposizione è continua e ciascun Clupeide emette più volte i gameti; infatti all'esame microscopico le gonadi presentano elementi germinali in vario grado di maturazione.

All'inizio della primavera, quando gli adulti si trovano già nella fase di riposo, depongono per la prima volta i giovani di 2 anni.

Per tutto il periodo estivo le gonadi degli individui si trovano in riposo o nel primo stadio di moltiplicazione.

In ottobre e novembre lo stadio 2 è ancora presente ma solo negli individui di piccola taglia, la maggioranza delle sardine trovasi allo stadio 3 e soprattutto 4 di maturazione.

Indirizzo del 1° autore — Laboratorio Provinciale di Biologia Marina - Bari (I).

MASSIMILIANO CERVELLI, GIANCARLO FAVA

VARIABILITÀ GENETICA IN TRE SPECIE DI ISOPODI DELLA LAGUNA DI VENEZIA

SUMMARY

Genetic variability in three Isopods from the Lagoon of Venice.

A serie of studies was carried out in order to investigate the relationship between genetic and environmental variability in marine animals. In the present work three species of isopods from the lagoon of Venice were considered: *Idotea baltica basteri, Cymodoce spinosa* and *Sphaeroma serratum.* For *I. baltica,* data were obtained in different periods of the year. Both spatial and seasonal diversity were considered in *C. spinosa. S. serratum* variability was so low that no difference could be detected. Mean heterozygosity values were: *I. baltica,* 0.187; *C. spinosa,* 0.09 - 0.10; *S. serratum,* close to 0. These findings and the absence of relevant fluctuations in space and time, suggest that the differences observed among these organisms could be due to characteristics which are intrinsic to the species, such as population structure and size, different evolutionary paths and so on, more than to some selective effect of the environment.

Key words: Isopoda - genetic variability - enzyme polymorphism.

Per condurre un'analisi adeguata delle relazioni fra la struttura genetica di una specie, in particolare la sua variabilità, e il tipo di ambiente in cui essa è inserita, è necessario condurre almeno due tipi di indagine: da un lato è opportuno uno studio comparato su popolazioni di una medesima specie ma ecologicamente distinte tra loro, per seguire l'andamento della « diversità » genetica in risposta alle diversificazioni degli ambienti consi-

derati; dall'altro bisogna analizzare un certo numero di specie più o meno affini, provenienti dagli stessi ambienti, per coprire un'ampia serie di situazioni biologiche. Tale metodo permetterà di evidenziare in quale misura eventuali differenze della struttura genetica siano il risultato della pressione selettiva esercitata dai fattori ambientali, oppure dipendano dalle caratteristiche intrinseche dell'animale esaminato.

Sono stati per ora considerati tre diversi isopodi : *Idotea baltica basteri*, *Cymodoce spinosa*, *Sphaeroma serratum*, tutti pescati nella laguna di Venezia.

In *C. spinosa* si è considerata sia la diversità spaziale che quella temporale, mentre per *I. baltica b.* si è analizzata solo quest'ultima. Nessuna delle due è stata esaminata in *S. serratum* data la bassissima variabilità. In una località (S. Spirito) si sono potute esaminare tutte e tre le specie soddisfacendo in tal modo alla esigenza di comparare entità tassonomiche diverse sottoposte alle medesime condizioni ambientali.

Il valore dell'eterozigosi media osservata per il campione di *I. baltica b.*, pari a 0,187, è il più elevato; quello di *C. spinosa* oscilla tra 0,090 e 0,100; in *S. serratum* è molto prossimo allo 0 (da 0,002 a 0,016).

Il confronto dei rispettivi gradi di eterozigosi e la loro relativa stabilità, suggerisce che le differenze trovate, più che da una interazione tra genotipo e ambiente, possano dipendere da diversificazioni proprie della specie: diversità della biologia, delle strutture e dimensioni delle popolazioni, o di storia evolutiva.

Indirizzo del 1° autore — Istituto di Biologia del Mare - Venezia (I).

MARIO CORMACI, ANNA DURO e GIOVANNI FURNARI

FENOLOGIA DELLE CERAMIALES *(Rhodophyta)* DELLE COSTE ORIENTALI DELLA SICILIA (*)

SUMMARY

Phenological observations of Ceramiales (Rhodophyta) of east Sicily.

The Authors report phenological data of the Ceramiales of the eastern coast of Sicily derived from observations made throughout the last ten years. These data are compared with similar data from other localities of the Mediterranean, in order to discover similarities or differences in the phenological behaviour of each species. It is shown that the phenological behaviour of some species depends not only on the season but also on the depth.

Key words: phenology - Ceramiales.

Vengono mostrati i dati fenologici delle Ceramiales delle coste orientali della Sicilia sulla base delle osservazioni effettuate dagli Autori e loro collaboratori durante gli ultimi dieci anni.

Dall'esame di tali dati si rileva che il maggior numero di specie fertili, sia nell'ambito delle singole famiglie che complessivamente dell'ordine, si riscontra in estate.

Una elevata percentuale di specie fertili si riscontra pure in primavera ed autunno

(1) Il lavoro per esteso è in corso di stampa su *Botanica Marina,* 1982: 25.

con valori fra loro quasi uguali, mentre in inverno, anche se il numero complessivo di specie presenti è superiore a quello della primavera e dell'autunno, la percentuale di specie fertili è la più bassa dell'anno.

E' stato evidenziato inoltre come certe specie presentino un andamento fenologico legato, oltre che alla stagione, al livello batimetrico. Alcune specie infatti fertili a varie profondità in tutte le stagioni, in inverno si ritrovano fertili più frequentemente presso la superficie; altre, sebbene presenti in estate a varie profondità, presentano talli fertili alcune solo al di sotto dei 15 m, altre solo nel mesolitorale o nei primi metri dell'infralitorale; altre specie, infine, si ritrovano fertili in una stagione presso la superficie, e in un'altra solo in profondità.

Da un confronto con la fenologia delle Ceramiales di altre aree del Mediterraneo (FUNK, 1927 - Die Algenvegetation des Golf von Neapel. - *Pubbl. Staz. Zool. Napoli,* 7 [suppl.]: 1-507 e 1955 - Beitrage zur kenntnis der Meeresalgen von Neapel. - *Pubbl. Staz. Zool. Napoli,* 25 [suppl.]: 1-178; FELDMANN, 1937 - Recherches sur la végétation marine de la Méditerranée, a côte des Albères. - *Rev. Algol.,* 10: 1-339; MARITONIDIS, 1978 - A survey of the algae of Thermaikos Gulf, Thessaloniki, Greece. Distribution and seasonal periodicity. - *Bot. Mar.,* 21: 527-535) appare una notevole affinità fenologica tra le specie della Sicilia orientale e quelle del golfo di Napoli e della côte des Albères, mentre una più spiccata diversità è stata riscontrata con le specie del golfo Thermaikos nel mare Egeo.

Indirizzo degli autori — Istituto di Botanica dell'Università - Catania (I).

ELDA GAINO

OSSERVAZIONI SUL COANODERMA DI *CLATHRINA CLATHRUS* (SCHMIDT)
(Porifera, Calcispongiae)

SUMMARY

Observations on choanoderm of Clathrina clathrus *(Schmidt) (Porifera, Calcispongiae).*

The morphology of the choanocytes and the relationships established among them have been studied in «expanded tubules» specimens of *Clathrina clathrus.* The intercellular junctions being of the less specialized kind, show the high possibility of cell displacement which generally characterizes the sponge choanoderm.

Key words: choanoderm - *Clathrina clathrus* - Calcispongiae.

Clathrina clathrus è una spugna calcarea che presenta in natura aspetti diversi in relazione allo stato di espansione o contrazione dell'intreccio di tubuli da cui è costituita.

L'esame di esemplari a tubuli espansivi ha evidenziato una struttura molto primitiva: una organizzazione ascon in cui le cellule flagellate (coanociti) sono la frazione più abbondante e presentano dimensioni tra le più elevate che sia dato conoscere nei Poriferi per questo tipo cellulare (8-10 µm in altezza).

I coanociti di *C. clathrus* formano un epitelio monostratificato, il coanoderma, in cui

gli elementi non poggiano su alcuna membrana basale. La loro successione si interrompe nelle zone osculari ed in prossimità dei pori d'ingresso dell'acqua.

Tra le caratteristiche dei vari componenti del corpo cellulare, che la microscopia elettronica ha permesso di meglio definire, è da sottolineare la conformazione peculiare del collare, costituito da una serie di microvilli collegati alla base da materiale microfibrillare. Questo tipo di struttura è stato osservato in altri Poriferi e, probabilmente, costituisce un vero e proprio modello organizzativo del collare dei coanociti.

Le connessioni che si stabiliscono tra le cellule flagellate del coanoderma si possono considerare del tipo meno specializzato: apposizioni di membrane in cui lo spazio non sembra scendere al di sotto dei 200 Å. In molti casi le distanze tra le cellule tendono ad essere più ampie: da 400-500 Å fino ad oltre 1 µm. Tali tipi di rapporti potrebbero essere espressione della plasticità che caratterizza il coanoderma in genere, la cui mobilità non implicherebbe necessariamente un differenziamento cellulare, ma si attuerebbe con un riaggiustamento dei contatti che le cellule flagellate stabiliscono tra loro.

Indirizzo dell'autore — Istituto di Zoologia - Genova (I).

MARGHERITA SCISCIOLI, ELENA LEPORE, MIRIAM GHERARDI, LIDIA SCALERA LIACI

LA BIOLOGIA RIPRODUTTIVA DI ALCUNE SPECIE DI BALANI
(*Crustacea, Entomostraca)*

SUMMARY

The reproductive biology of some specie of barnacle.

We have examined gametogenesis in three species of barnacle: *Balanus amphitrite* Darwin, *Balanus eburneus* Gould and *Balanus trigonus* Darwin.

The samples, collected in the port of Bari, were extracted both from docks (by scraping) and from cement - absestos panels. Histological examinations were made of 5 - 7 µm sections of the materials fixed in Bouin's fluid or in 5 % formalin. The results show that the species under study have long periods of sexual maturity; spermatogenesis in. particular seems to last all year. Even though the female gonad appeared mature in most of the samples observed, its activity is interrupted in the periods between one emission and the next. In this phase the ovary is smaller and has tiny ovocytes. Examination of the samples removed from the panels showed that barnacles reach sexual maturity very early in their development; in fact, the histological examination of 10-15 day old specimens revealed gonads with mature germinal elements.

Key words: barnacles - port of Bari - reproductive biology.

E' stata esaminata la gametogenesi di tre specie di balani: *Balanus amphitrite* Darwin, *Balanus eburneus* Gould e *Balanus trigonus* Darwin.

I campioni, raccolti nel porto di Bari, sono stati prelevati sia dai pontili mediante grattaggio, sia da pannelli di cemento-amianto. Il materiale, fissato in Bouin o formolo al 5 %, è stato sottoposto ad esame istologico mediante allestimento di sezioni di 5-7 µm. Dall'esame è risultato che le specie studiate hanno un ampio periodo di maturità sessuale

soprattutto per quanto riguarda la Spermatogenesi che sembra estendersi per l'intero arco dell'anno.

I lobuli spermatici durante la loro attività presentano un aspetto uniforme e in essi si possono individuare tutti gli elementi della linea germinale.

La gonade femminile, pur risultando matura nella maggior parte dei campioni, presenta, tuttavia, delle interruzioni nella sua attività in concomitanza con i periodi interposti tra un'emissione e l'altra. E' in questa fase che l'ovario si presenta di dimensioni ridotte e con piccolissimi ovociti. Il citoplasma delle uova mature, al contrario di quello dei piccoli ovociti fortemente basofilo, è ricco di goccioline eosinofile.

Dall'esame dei campioni prelevati dai pannelli è risultato che i balani raggiungono la maturità sessuale molto precocemente, infatti, l'esame istologico di esemplari da 10-15 giorni ha evidenziato gonadi con elementi germinali maturi.

Indirizzo degli autori — Istituto di Zoologia ed Anatomia comparata - Bari (I).

RENATA ZUNARELLI VANDINI

SULLA PRESENZA DI *RHYNCHOSPIO* *(Polychaeta, Spionidae)* NEL MEDITERRANEO

SUMMARY

On the presence of Rhynchospio *sp. (Polychaeta, Spionidae) in the Mediterranean Sea.*

A new species of *Rhynchospio* (Polychaeta, Spionidae) was collected from the subtidal areas between Porto Cesareo and Gallipoli (Lecce). This is the first findings of the genus *Rhynchospio* in the Mediterranean.

Key words: Polychaeta - Spionidae - Mediterranean sea.

Nel corso di una serie di ricerche sulla fauna a Policheti della fascia mesolitorale a fondi molli della zona compresa fra Porto Cesareo e Gallipoli (Lecce), è stato rinvenuto in grande abbondanza uno Spionide appartenente al genere *Rhynchospio*. La distribuzione di questo genere era considerata tipicamente antartica e subantartica. Infatti delle specie note *R. glutea* è descritta da DAY (1961 - The Polychaete fauna of South Africa. Part. 6: Sedentary species dredged off Cape coasts with a few records from the shore. - *J. Linn. Soc. Zool.*, 44: 463-560) per lo stretto di Magellano; *R. arenicola* e *R. microcera* sono segnalate da HARTMAN (1936 - New species of Spionidae [Annelida Polychaeta] of the coast of California, with descriptions of nine new species. - *Univ. Calif. Publ. Zool.*, 41: 45-52) e DORSEY (1977 - A new specie of *Rhynchospio* [Polychaeta, Spionidae] from San Clemente Island, California - *Bull. South. Acad. of Sc.*, 76, n. 1) per le coste della California; FOSTER (1971 - Spionidae [Polichaetae] of the Gulf of Mexico and the Caribbean Sea. - *Studies on the Fauna of Curaçao and other Caribbean Islands*, 36: 1-183) descrive per il Golfo del Messico un *R. (Malacoceros) inflatus*. BLAKE e KUDENOV (1979 - The Spionidae [Polichaeta] from southeastern Australia and adjacent areas with a revision of the genera - *Mem. Nat.*

Mus. Vic., 39: 171-280) descrivono due specie di *Rhynchospio, glycera* e *australiana*, con caratteri ben differenziati rispetto alle specie fino ad ora note.

La specie rinvenuta lungo le coste ioniche differisce da quelle descritte finora per alcuni caratteri tassonomici rilevanti, quali l'assenza degli occhi, la distribuzione delle setole tridentate, il numero dei segmenti setigeri, la forma del pigidio, per cui si ritiene trattarsi di una specie nuova.

Il rinvenimento lungo le coste italiane di questa specie dimostra che il genere *Rhynchospio* ha una distribuzione molto più vasta di quanto ritenuto fino ad ora, né la sua presenza nel Mediterraneo deve ritenersi casuale; e infatti nel popolamento a Policheti del mesolitorale della località presa in esame, risulta la specie dominante.

Le caratteristiche del substrato (sabbia fine ricca di residui organici) sono assai simili in tutte le zone dove il genere *Rhynchospio* è stato segnalato. Questo suggerisce che si tratti di un genere con requisiti ecologici molto specifici, che limitano la sua localizzazione ad una ristretta fascia del mesolitorale.

La mancata segnalazione di questo genere in altre aree geografiche può essere imputabile proprio al fatto che, colonizzando soltanto la fascia superiore del piano mesolitorale, la sua presenza può essere passata inosservata.

Indirizzo dell'autore — Istituto di Zoologia - Modena (I).

PAOLO MARIA BISOL & RODOLFO COSTA

POLIMORFISMI ENZIMATICI IN OLOTUROIDI ABISSALI
(Echinodermata)

SUMMARY

Proteic polymorphisms in two species of abyssal holothurians.

The level of genetic variability in abyssal holothuroids has been investigated by means of electrophoretic techniques in a sample of *Benthogone rosea* collected from the Bay of Biscay, and a sample of *Benthodytes typica* from the Plane of Demerara. Data were obtained on 13 and 14 loci of each. The degree of genetic polymorphism observed is quite low for both species, in contrast with that found in other classes of Echinoderm. The expected heterozygosities are 0.025 for *Benthogone rosea* and 0.025 for *Benthodytes typica.* The populations studied are quite large and so genetic drift can probably be ruled out as the cause of the low genetic variability observed. The biological and ecological characteristics of the two species suggest that the low polymorphism could be the result of an adaptive strategy with a prevalence of adaptive phenomena favouring homozygosity.

Key words: enzyme polymorphism - deep sea - selective mechanisms - Echinoderms.

Utilizzando le tecniche di analisi elettroforetica su gel d'amido e di acrilamide, sono stati studiati i livelli di variabilità genetica di 2 popolazioni di oloturoidi abissali.

Per il primo campione, costituito da esemplari di *Benthogone rosea* raccolti nel Golfo di Guascogna ad una profondità di circa 2000 metri, i dati si riferiscono a 8 sistemi enzi-

matici per complessivi 13 loci e testimoniano di una significativa tendenza a bassi valori di polimorfismo: eterozigosi media attesa, H = 0,025 ± 0,010.

Il secondo campione è costituito da individui appartenenti alla specie *Benthodytes typica*, provenienti da tre aree contigue della Fossa di Demerara (Oceano Atlantico). Il campionamento in questo caso è stato effettuato a 4400 m. di profondità.

L'analisi elettroforetica è stata condotta per 11 sistemi enzimatici che hanno permesso la classificazione di 14 loci.

I campioni delle tre zone mostrano una sostanziale omogeneità delle frequenze geniche e possono essere considerati come appartenenti ad un'unica grande popolazione. Anche in questo caso il grado di variabilità genetica appare basso (H = 0,025 ± 0,015).

Questi dati differiscono da quelli riportati in letteratura per altri organismi di ambiente marino profondo, in particolare da quelli descritti per altri Echinodermi appartenenti alle classi Asteroidea ed Ophiuroidea. La probabilità che il basso livello di polimorfismo osservato nelle popolazioni considerate possa essere attribuito a deriva genetica sembra molto bassa. Infatti le dimensioni delle popolazioni, stimate sulla base di ripetuti campionamenti e di reperti fotografici, sono tali da far ritenere ininfluente l'azione di questo fattore.

Il basso polimorfismo potrebbe invece essere indicativo di una strategia adattativa in cui prevalgono fenomeni selettivi a favore degli omozigoti. Le popolazioni di Oloturoidi considerate vivono in ristretti intervalli di profondità e la pressione idrostatica potrebbe essere quindi responsabile della selezione degli alleli più adatti ai rispettivi intervalli di profondità e, di conseguenza, del basso livello di variabilità genetica.

Indirizzo degli autori — Istituto di Biologia animale dell'Università - Padova (I).

GIOVANNI MARANO, NICOLA CASAVOLA, RAFFAELE VACCARELLA, LAURA DE MARTINO
VITO DE ZIO, MICHELE PAGANO, ANNA MARIA PASTORELLI, CONCETTA SARACINO

CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE E BATTERIOLOGICHE DELLE ACQUE COSTIERE PUGLIESI (LEGGE N. 319/1976)

SUMMARY

Chemical, physical and bacteriological characteristics of the apulian coastal waters.

The following chemical, physical and bacteriological characteristics were determined by research carried out in 1980 for the control of sea waters along the coast of Apulia: temperature; salinity; ammoniacal, nitrite and nitric nitrogen; total and orthophosphate phosphorus; silicate; a-chlorophyll; fecal and total Coliforms.

Key words: coastal waters - pollution.

Nel secondo semestre del 1980, il Laboratorio ha effettuato una campagna di ricerca lungo le coste pugliesi (770 Km), nella fascia compresa entro 100 metri dalla battigia, per analizzare le caratteristiche chimico-fisiche e batteriologiche delle acque marine.

Mensilmente si sono prelevati campioni di acqua in 98 stazioni (Fig. 1); la determinazione dei nutrienti (N, P) è stata eseguita con le metodiche di STRICKLAND e PARSON (1972 -

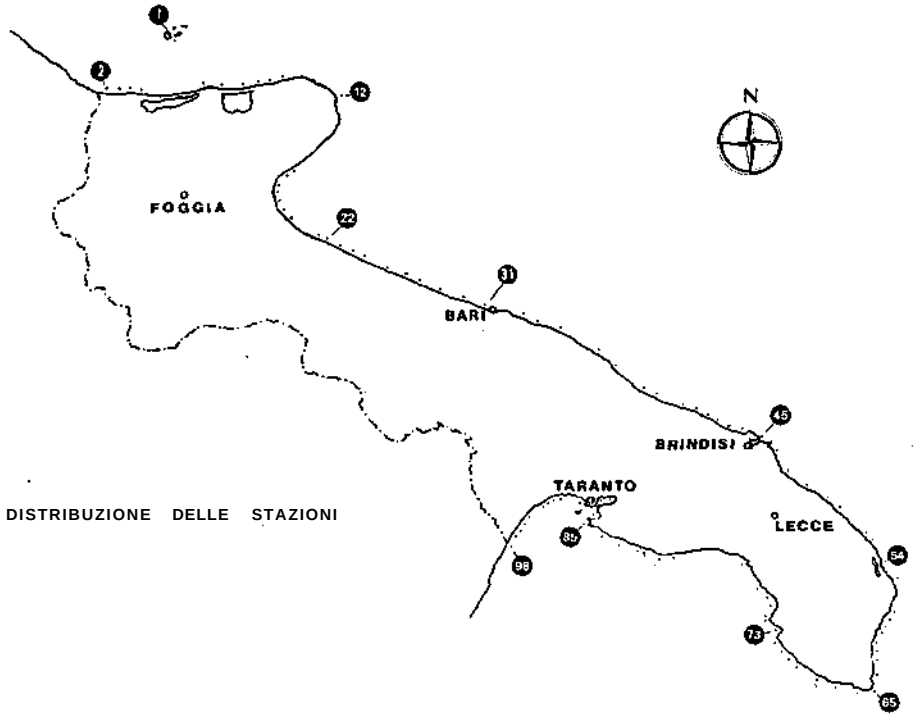


Fig. 1

A praticai handboock of seawater analysis. - *Fish. Res. Bd.*, Canada), cioè le stesse scelte per la « indagine sull'eutrofizzazione dell'Adriatico »; sul progetto finalizzato CNR.

Il controllo della qualità delle acque è stato esteso fino a 10 miglia dalla costa in n. 8 stazioni (Rodi Garganico, Manfredonia, Bari, Brindisi, Otranto, S. Maria di Leuca, Gallipoli, Taranto) con prelievi di acqua in superficie e sul fondo anche a 1000 metri di profondità.

Nel complesso le acque costiere pugliesi presentano una concentrazione di azoto e fosforo abbastanza modesta (Tab. 1), notevolmente inferiore a quella riscontrata in altre zone costiere italiane, in particolare nell'Alto e Medio Adriatico; le coste ioniche sono risultate le più povere di nutrienti.

Azoto inorganico e ortofosfati presentano valori alti solo nei pressi degli scarichi delle fogne, dei fiumi e nel Golfo di Manfredonia dove peraltro non agisce la corrente discendente adriatica che normalmente tende a disperdere i sali nutrienti.

Il rapporto tra azoto totale inorganico e ortofosfati (N/P), lungo le coste pugliesi è mediamente di 21,2, valore molto più alto di quanto riscontrato da altri Autori nel Mediterraneo.

Inoltre le concentrazioni di azoto e fosforo presenti nella fascia più costiera sono rispettivamente 4,7 e 5,7 più alte di quelle determinate nelle 8 stazioni fino a 10 miglia.

L'inquinamento batteriologico (coli fecali) è stato osservato prevalentemente in aree circoscritte prospicienti lo sbocco delle fogne, dei fiumi e dei torrenti, che rappresentano il 10,5 % delle stazioni esaminate; il 57,1 % sono quelle risultate praticamente esenti da batteri fecali.

TAB. 1 — *Concentrazioni di azoto totale inorganico (N) e ortofosfati (P) nelle acque costiere pugliesi.*

Concentrazione µg/l	Stazioni N.	Stazioni %
$N \leq 500$	1, 2, 4 ... 13, 16 ... 22, 24 ... 31, 33 ... 40, 42 ... 57, 59 ... 77, 79 ... 88, 90 ... 92, 94 ... 96, 98	88,7
$500 < N \leq 1000$	3, 14, 41, 58, 78, 89, 93, 97	8,2
$N > 1000$	15, 23, 32	3,1
$P \leq 10$	1 ... 14, 19 ... 22, 25 ... 30, 33 ... 92, 94 ... 97	88,8
$10 < P \leq 30$	15, 18, 98	3,1
$P > 30$	16, 17, 23, 24, 31, 32, 93	7,1

Si è anche evidenziato che nei mesi autunnali ed invernali l'inquinamento da batteri fecali è più alto rispetto ai mesi estivi molto facilmente perché, terminata la balneazione, vengono meno le precauzioni per la discarica delle acque in mare.

Indirizzo del 1° autore — Laboratorio Provinciale di Biologia Marina - Bari (I).

CRISTINA NASCI, GIANCARLO CAMPESAN e VALENTINO U. FOSSATO

VARIAZIONI STAGIONALI DI ALCUNI ELEMENTI (Hg, Cd, Pb, Cr, Mn) NEI MITILI DELLA LAGUNA DI VENEZIA

SUMMARY

Seasonal variations of some trace elements (Hg, Cd, Pb, Cr, Mn) in mussels from the lagoon of Venice.

During 1978, a study was carried out to follow the seasonal pattern of some trace elements (Hg, Cd, Pb, Cr, Mn) in mussels from the lagoon of Venice. Condition index, defined as the ratio of the cooked meat weight, multiplied by a hundred, to the internal shell volume, was used to measure the mussel condition, which is related to environmental and physiological factors. Hg and Cd correlate inversely with the condition index, while the couples Hg-Cd, Pb-Cr and Pb-Cd are directly correlated. No differences in metal concentration were found between males and females sampled from January to April, during the last phase of gonad development and spawning. However, Cd, Cr and Mn were generally higher in immature individuals. These results indicate that seasonal variations, due either to physiological cycle or to sexual maturity, should be taken into account when using mussels as indicators of trace metal pollution. An annual sampling should be used for trace metal monitoring purposes.

Key words: heavy metals - mussels - lagoon of Venice.

Nel 1978 è stato eseguito un campionamento quindicinale di mitili, *Mytilus* sp., da una popolazione naturale della laguna di Venezia al fine di studiare le variazioni stagionali di alcuni elementi (Hg, Cd, Pb, Cr, Mn) nella parte edule ed integrare le informazioni ottenute in un'immagine parallela sulla distribuzione degli stessi metalli nei mitili della laguna (CAMPESAN *et al.*, 1981 - Metalli pesanti dei mitili [*Mytilus* sp.] della Laguna Veneta - *Atti Ist veneto Sci.*, Venezia, Rapp. e studi, 8 [in stampa]). Allo scopo di definire la condizione di questi organismi nelle diverse stagioni, è stato determinato l'indice di condizione, definito come il rapporto fra il peso (g) della parte edule cotta moltiplicato cento e il volume intervalvare (ml). Studi precedenti hanno infatti dimostrato che l'indice di condizione dà una misura dello stato dei mitili delle diverse stagioni ed è influenzato sia dal ciclo riproduttivo che dalle condizioni fisiologiche dell'organismo (NASCI e FOSSATO, 1979 - Studio sulla fisiologia dei mitili e sulla loro capacità di accumulare idrocarburi e idrocarburi clorurati. - *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat.*, Pisa, Mem., ser. B., 86 suppl., 216-218).

L'indice di condizione mostra un andamento annuale ben definito con una fase ascendente da aprile (14,8) ad agosto (36,8) una fase discendente fino a dicembre (10,5) e una terza fase corrispondente alla stagione invernale con valori compresi tra 16 e 24,3. Fra gli elementi studiati, Hg e Cd risultano inversamente correlati ($p < 0,05$) all'indice di condizione con massimi nel tardo inverno e minimi in agosto. Le concentrazioni, in mg/Kg della parte edule umida, variano da 0,03 a 0,19 per Hg, da 0,23 a 0,99 per Cd. Pb, Cr e Mn, pur presentando ampie fluttuazioni (0,63-2,07 per Pb; 0,17-0,34 per Cr; 2,15-12,24 per Mn), non mostrano un andamento ben definibile o correlabile con l'indice di condizione. Tra i diversi elementi risultano significativamente correlabili solo le coppie Hg-Cd, Pb-Cr. Pb-Cd (Tab. 1).

TAB. 1 — *Coefficienti di correlazione:* * $p < 0,01$; ** $p < 0,05$

	IC	Hg	Cd	Pb	Cr	Mn
IC	—					
Hg	—0,46**	—				
Cd	—0,47**	0,69*	—			
Pb	—0,17	0,16	0,44**	—		
Cr	—0,19	0,21	0,19	0,60*	—	
Mn	—0,07	—0,03	—0,12	0,30	0,36	—

Per tutti gli elementi considerati non sono state osservate differenze significative tra maschi e femmine, campionati tra gennaio ed aprile durante l'ultima fase dello sviluppo delle gonadi e l'emissione dei gameti; Cd, Cr e Mn risultano, invece, generalmente più elevati negli individui sessualmente immaturi.

Questi risultati evidenziano il diverso andamento stagionale dei vari elementi nei mitili, dovuto probabilmente sia ai fattori ambientali che alla fisiologia degli organismi stessi e mostrano la necessità di un campionamento e di una analisi che coprano l'intero ciclo annuale, qualora si utilizzi il mitilo nel controllo dell'inquinamento marino da metalli.

Indirizzo del 1° autore — Istituto di Biologia del Mare C.N.R. — Venezia (I).

MARINA MAURI, ENZO ORLANDO

FORMAZIONE DI CONCREZIONI CONTENENTI METALLI NEI RENI DI BIVALVI MARINI

(Crustacea Decapoda)

SUMMARY

Manganese concretions in marine bivalves.

An experiment on the accumulation of manganese was carried out by rearing *Donax trunculus* in sea water containing a high level of related to the specific biocenosis, is concerned, the mature specimens seemed to choose the shady zone.

Key words: Crustacea Decapoda - spatial distribution - population.

La capacità di formare concrezioni renali, contenenti a volte notevoli quantità di metalli pesanti, è una caratteristica di molti bivalvi sia marini che di acqua dolce (BRYAN, 1976 - Some aspects of heavy metal tolerance in aquatic organisms. In: Effects of pollutants on aquatic organisms. - *A.P.M. Lockwood,* Cambridge, 2: 7-34). Le modalità di tale processo non sono ancora ben conosciute e lo scopo di tale indagine è di seguire in laboratorio il formarsi di inclusioni renali contenenti manganese in condizioni controllate

Individui sessualmente maturi di *Donax trunculus* raccolti nel mese di giugno, appartenenti ad una popolazione naturalmente priva di concrezioni renali, sono stati allevati in acqua di mare contenente manganese. Sono state sperimentate diverse concentrazioni del metallo (200, 500, 1000, 2000, 5000 µg Mn/l) addizionato come cloruro e un controllo è stato effettuato senza aggiunta del sale.

Il contenuto di metallo è stato determinato nelle parti soffici degli animali interi mediante tecniche di spettrofotometria ad assorbimento atomico. Nelle sezioni istologiche il metallo è stato messo in evidenza con 8-idrossichinolina. Le analisi chimiche delle concrezioni sono state effettuate mediante microsonda a raggi X a dispersione di energia e la morfologia è stata studiata al microscopio elettronico a scansione.

Negli animali allevati con concentrazioni inferiori a 2000 µg Mn/l non è stato osservato alcun aumento nel contenuto di metallo rispetto a quelli di controllo. Ciò per tutta la durata dell'esperimento. Per quanto riguarda le altre concentrazioni si osserva un progressivo aumento nel tempo del contenuto di manganese ed il formarsi nei reni di biancastre concrezioni contenenti il metallo. Questo fenomeno è tuttavia limitato solo agli individui di sesso femminile in cui le concrezioni appaiono invadere in poco tempo il lume delle pieghe renali. Nei maschi non si formano concrezioni ed il contenuto di metallo non appare crescente sostanzialmente nel tempo. Le concrezioni ottenute artificialmente differiscono da quelle naturali per il più elevato tenore di P e Mn ed un contenuto più basso di Ca. Al microscopio elettronico a scansione presentano un aspetto tipico a scaglie, differentemente da quelle naturali che hanno sempre un aspetto granuloso. Un elevato numero di amebociti viene sempre osservato intorno alle concrezioni e in molte zone del tessuto connettivo basale dei reni. Ciò fa presupporre che il meccanismo di escrezione del manganese si basi principalmente sull'attività di tali cellule fagocitiche. Un fenomeno simile è stato descritto per quanto riguarda l'escrezione di altri metalli in *Mercenaria mercenaria* (RHEIN¬ BERGER *et al.,* 1979 - The kidney of the quahog, *Mercenaria mercenaria* as a pollution indi¬ cator. - *Symp. on Envir. Pollutants,* 119-129).

I risultati dell'esperimento di accumulo mettono in evidenza la complessità del fenomeno di formazione delle concrezioni, che non dipende esclusivamente dal contenuto di manganese nella soluzione. Forse è necessaria la disponibilità di altri elementi a cui il Mn si lega nelle concrezioni: sotto questo aspetto il fosforo assume probabilmente la maggiore importanza. Inoltre, il differente comportamento riscontrato nei due sessi nell'esperimento condotto in laboratorio, è presumibilmente imputabile a differenze fisiologiche legate al metabolismo delle gonadi al momento dell'esperimento, dato che in natura anche i maschi possono presentare concrezioni.

Indirizzo del 1° autore — Istituto di Zoologia - Modena (I).

ANTONIO QUAGLIA

PRODUZIONE DI VLDL (LIPOPROTEINE A BASSA DENSITÀ) NEL FEGATO DI *MUGIL CEPHALUS* *(Pisces Perciformes)*

SUMMARY

Production of VLDL by the liver in Mugil cephalus *(Pisces Perciformes).*

The striped gray mullet liver cells elaborate VLDL granules. These granules are synthesized in the smooth endoplasmic reticulum, transferred to and processed in the Golgi apparatus and finally discharged into the intercellular spaces and/or Disse's.

Key words: fish - VLDL - electron microscopy - liver.

Le VLDL plasmatiche (very low density lipoproteins), vettrici di gliceridi endogeni, sembrano essere presenti anche nei Pesci (MILLS e TAYLAUR, 1971 - The distribution and composition of serum lipoproteins in eighteen animals. - *Comp. Biochem. Physiol.*, 40 B,: 489-501) e provenire essenzialmente dal fegato (VERNIER, 1975 - Étude ultrastructurale des lipoprotéines hépatiques de très basse densité au cours du développement de la truite arc¬ en-ciel, *Salmo gairdneri* Rich. - *J. Micr. Biol. Cell.*, 23: 39-50).

Il fegato di *Mugil cephalus* appare formato da epatociti caratterizzati da un paraplasma (liposomi e glicogeno) diffuso e più o meno abbondante, da un reticolo rugoso organizzato a cisterne e localizzato nel polo biliare ed, inoltre, da un reticolo liscio a tubuli, contenenti singole particelle osmiofile (diametro 20-50 nm), e sviluppato, di regola, nel polo sinusoidale. Quest'ultimo reticolo sembra rifornire l'apparato del Golgi, direttamente o tramite vescicole (diametro 60 nm circa), delle particelle osmiofile che, infatti, si osservano nei sacculi golgiani concentrate in « granuli di secrezione » prima di venir estruse negli spazi intercellulari e/o in quelli di Disse.

Le particelle osmiofile suddette (per dimensione, densità elettronica ed evoluzione) corrispondono a quelle descritte da VERNIER (1975) nel fegato di *Salmo gairdneri* e, come queste, possono essere ritenute VLDL in base alle ricerche di CLAUDE (1970 - Growth and differentiation of cytoplasmic membranes in the course of lipoprotein granule synthesis in the hepatic cell. I. Elaboration of elements of the Golgi complex. - *J. Cell Biol.*, 47: 745-766) sui meccanismi di trasporto dei lipidi nei Mammiferi.

Indirizzo dell'autore — Istituto di Anatomia comparata dell'Università - Bologna (I).

BRUNO TACCHI, MANUELA MONTANARI, ROBERTO DI CINTIO

GLI IMPIANTI DI DEPURAZIONE NEL LEVANTE DELLA CITTA' DI GENOVA: CONTRIBUTO AD UNO STUDIO AMBIENTALE

SUMMARY

Purification plants operating east of Genoa: contribution to an environmental survey.

The following places were considered:

— Quinto, where the purifier outfall, discharged 800 m from the coast, is the only pollution source;

— Sturla, where there are two sewage outlets in addition to the purifier outfall, discharged 800 m from the coast;

— Punto Vagno, where the purifier is not yet in operation and the black liquor is directly discharged into the sea.

This environmental survey was based on hydrological measurements and on laboratory tests in which water from all three stations was subjected to a self-purifying process and the ciliated Protozoans and Diatoms, both belonging to the organisms participating in this self-purifying process, were periodically quantified. It was thus observed strongly altered physico-chemical parameters, such as at Sturla and Punto Vagno, whereas autotrophic populations will develop when the physico-chemical parameters are normal, as at Quinto.

Key words: purification - environmental recovery.

Nel corso della ricerca sono state esaminate tre località del levante cittadino interessate dal funzionamento degli impianti di depurazione e cioè:

— Quinto: dove il depuratore (progettato per 53.000 ab.) è in funzione da 4 anni e l'unica fonte di inquinamento è l'effluente depurato scaricato 800 m al largo mediante condotta sottomarina;

— Sturla: dove il depuratore (progettato per 56.000 ab.) è in funzione da 4 anni e dove oltre allo scarico delle acque depurate, 800 m al largo, si hanno versamenti in mare di liquame urbano dai vicini rio Vernazzola e torrente Sturla;

— Punta Vagno: dove il depuratore, già ultimato (progettato per 280.000 ab.), non è ancora entrato in funzione e di conseguenza il liquame bruto si riversa direttamente in mare.

Le acque periodicamente prelevate nelle località sopra descritte, dopo determinazione di: pH, salinità, ossigeno disciolto, nitriti, nitrati, fosfati e Coliformi fecali, sono state sottoposte, in laboratorio, al processo di autodepurazione quantizzando, ogni 24 ore, tra gli organismi che partecipano a tale processo, i Protozoi Ciliati e le Diatomee. Si è potuto così rilevare che nelle acque che presentano una vistosa alterazione dei parametri fisico-chimici ed un elevato numero di Coliformi fecali (stazioni Sturla e Punta Vagno) si ha un netto predominio, durante il processo autodepurativo, degli individui consumatori della sostanza organica; mentre dove i parametri fisico-chimici sono pressoché normali ed i Coliformi fecali sono quasi sempre assenti (stazione Quinto) si sviluppano i popolamenti autotrofi. Quest'ultimo caso è una evidente testimonianza di come una zona fortemente antropizzata possa essere risanata qualora tutti gli scarichi vengano convogliati al depuratore e l'effluente depurato venga scaricato ad opportuna distanza dalla costa.

Indirizzo del 1° autore — Servizio Opere Idrauliche e Sanitarie del Comune - Genova (I).

MANUELA MONTANARI & ROBERTO DI CINTIO

PROVE DI LABORATORIO SULL'ACCUMULO ED IL RILASCIO DEL PIOMBO TETRAETILE NEL MOLLUSCO BIVALVE: *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS (Mollusca, Bivalvia)*

SUMMARY

Accumulation and release of tetraethyl lead (TEL) in the common mussel, Mytilus galloprovincialis.

Laboratory tests have been carried out on tetraethyl lead accumulation and release mechanisms in *Mytilus galloprovincialis.*

At a TEL concentration rate of 0.1 ppm Pb in sea water, the mussels have a very high death rate (up to 96 %) after only ten days, and the TEL accumulation in their soft parts has an exponential trend during the first four days, with a tendency to stabilize at about 9 µg Pb/g (dry weight) during the remaining six days.

At 0.075 and 0.050 ppm Pb TEL concentrations in sea water the above accumulation value is reached after eleven and thirteen days respectively and is subsequently largely surpassed without causing the death of the organisms or slowing down TEL assumption. The accumulation coefficients during the first fifteen days are 0.74 and 0.52 ppm Pb/day respectively for the tests carried out environmental concentration rates of 0.075 and 0.050 ppm Pb.

Poison release, when its administration is stopped, has the same trend as its accumulation, but is much slower since the mussels need more time to return to their initial concentration values (0.3-0.5 ppm Pb).

Key words: accumulation and release - tetraethyl lead - *Mytilus galloprovincialis.*

Dopo uno studio sulla cinetica di degradazione del piombo tetraetile (TEL) in acqua di mare, sono stati esaminati, in laboratorio, i meccanismi di accumulo e di rilascio del composto citato nel Mollusco *Mytilus galloprovincialis.*

Alla concentrazione di TEL in acqua di mare pari a 0,1 ppm Pb dopo 4 giorni si riscontra nelle parti molli dei Mitili una concentrazione di 6 µg Pb/g di tessuto secco e dopo 10 giorni la concentrazione negli organismi si stabilizza intorno a 9 ppm Pb. Giunti a tale valore si registra la morte del 96 % degli organismi. Alle concentrazioni di TEL in acqua di mare pari a 0,075 e 0,050 ppm Pb i 9 ppm Pb nelle parti molli del Mitilo vengono raggiunti rispettivamente dopo 11 e 13 giorni ed ampiamente superati senza che gli organismi manifestino segni di sofferenza. Nella fase di accumulo si osserva, per i primi 15 giorni, un coefficiente di accumulo di 0,74 e 0,51 ppm Pb/giorno rispettivamente per le prove condotte alle concentrazioni ambientali di 0,075 e 0,050 ppm Pb. Anche il rilascio del tossico, cessata la sua somministrazione, procede con un coefficiente costante che risulta però comune e pari a -0,22 ppm Pb/giorno. I Mitili, pertanto, abbisognano di un tempo superiore per ritornare ai valori di concentrazione iniziali (0,3-0,5 ppm Pb).

Attualmente sono in corso prove a lungo termine atte ad evidenziare se si manifesta un rallentamento nell'accumulo o se i succitati coefficienti di accumulo si mantengono costanti nel tempo sino a determinare, negli organismi, concentrazioni di piombo incompatibili con la vita.

Indirizzo del 1° autore — Istituto per la Corrosione Marina dei Metalli - Genova (I).

CATERINA COSTA, GIUSEPPINA ORTOLANI, SILVANO RIGGIO

INDICAZIONI SPERIMENTALI SULL'USO DELLE LARVE DI *CIONA INTESTINALIS* L. NEI SAGGI BIOLOGICI DI INQUINAMENTO *(Tunicata)*

SUMMARY

Experiments on the possible use of Ciona intestinalis *L. in the monitoring of Seawater Pollution.*

The results of a series of experiments have allowed us to propose *C. intestinalis* L. as a test species in water pollution bioassays. Pools of fertilized eggs and larval stages of *Ciona*, all obtained from self-fertilized single individuals, have been incubated in petri dishes containing harbour seawater collected in docks characterized by different degrees of eutrophication and industrial pollution.

Maximun mortality rates and occurrence of anomalies in the development were recorded with either surface or bottom water from basins with low-water renewal and high sewage outflow. Low salinity has been a major cause of larval mortality: salinity adjustment to normal seawater level has in fact greatly enhanced normal development and survival to tadpole stage. Mere addition of salt to surface water has also improved the resistance to toxicity of larvae and favoured the development to later stages.

Experiments with freshwater from a highly polluted stream — the Oreto creek, flowing through the eastern quarters of Palermo — have also been accomplished with the addition of salt formulas generally employed to make aquarium artificial seawater.

Most of the results have shown a positive correlation between the degree of water pollution estimated through chemical analysis and the rate of mortality as well as the percentage of normally developing larvae.

L'uso corrente dei saggi biologici di tossicità è forse il procedimento più utile per l'individuazione dell'inquinamento di un corpo idrico e la valutazione del danno alle comunità biotiche, specialmente se la natura delle sostanze è sconosciuta (KOBAYASHI N., 1971 - Fertilized sea urchin eggs as indicatory material for marine pollution biossay, preliminary experiments. - *Publ. Seto Mar. Lab.*, XVIII (6): 379-406). L'attendibilità dei saggi è strettamente legata alla scelta della specie test, essa può anzi considerarsi un punto critico nel corretto uso dei saggi.

Secondo BELLAN-SANTINI et REISH (1977 - Utilisation de crustacés Peracaridés marins [Isopodes et Amphipodes] dans les études de toxicologie. — *Revue internationale d'Oceanographie Medicale*, XLVIII: 103-105) ed altri AA. le specie da saggiare devono rispondere ai seguenti requisiti: *a)* essere frequenti in natura e di facile allevamento; *b)* non offrire difficoltà alla manipolazione; *c)* essere di dimensioni ridotte, tali da consentire una ripetibilità delle esperienze; *d)* presentare un ciclo biologico breve differenziato in fasi nettamente distinte; *e)* mostrare delle reazioni precise agli agenti tossici; f) essere ben conosciute sotto il profilo biologico e sperimentale.

Ricerca eseguita nell'ambito del P.F. CNR « Oceanografia e Fondi Marini » - Sottoprogetto « Risorse Biologiche ».

Tali requisiti si riscontrano in un numero ristretto di *taxa* animali, il cui studio va considerato preliminare ad ogni possibile impiego.

Ciona intestinalis L. soddisfa molte esigenze, tuttavia gli adulti mostrano una reattività difficilmente apprezzabile che ne scoraggia l' uso. Gli svantaggi vengono superati con l'impiego di uova e di larve di *Ciona,* com'è dimostrato, da RENZONI (1974 - Influence of toxicant on Marine Invertebrate larvae. - *Thalassia Jugoslavica,* 10 (1/2): 197-211) e precedentemente da KOBAYASHI (1971 - Fertilized sea urchin eggs as indicatory material pollution biossay, preliminary experiments. - *Publ. Seto Mar. Lab.,* XVIII (6): 379-406; 1973 - Studies on the effects of some agents on fertilized sea urchin eggs, as part of the bases for marine pollution biossay. - *Publ. Seto Mar. Biol. Lab.,* XXI (2): 109-114; 1974 - Marine pollution biossay by sea urchin eggs, an attempt to enchange accuracy. - *Publ. Seto Mar. Biol. Lab.,* XXI (5/6): 377-391), che aveva fatto uso di alcune specie giapponesi di riccio di mare.

Le forme larvali di *Ciona* mostrano inoltre una varietà di stadi e di malformazioni che permettono una classificazione delle alterazioni ricorrenti e prospettano la possibile standardizzazione delle risposte ai tests. La buona conoscenza della biologia della specie facilita inoltre grandemente l'interpretazione dei dati.

Nel nostro lavoro si è saggiata la resistenza e la reattività di uova in corso di sviluppo ad acque portuali soggette a sversamenti domestici ed industriali di varia entità.

Gli esperimenti sono stati condotti lungo tutto il periodo compreso fra l'autunno '79 e l'estate dell' 80, a conclusione del ciclo biologico di *Ciona.*

Per ogni test sono state impiegate 100 uova prelevate da un unico individuo, allo scopo

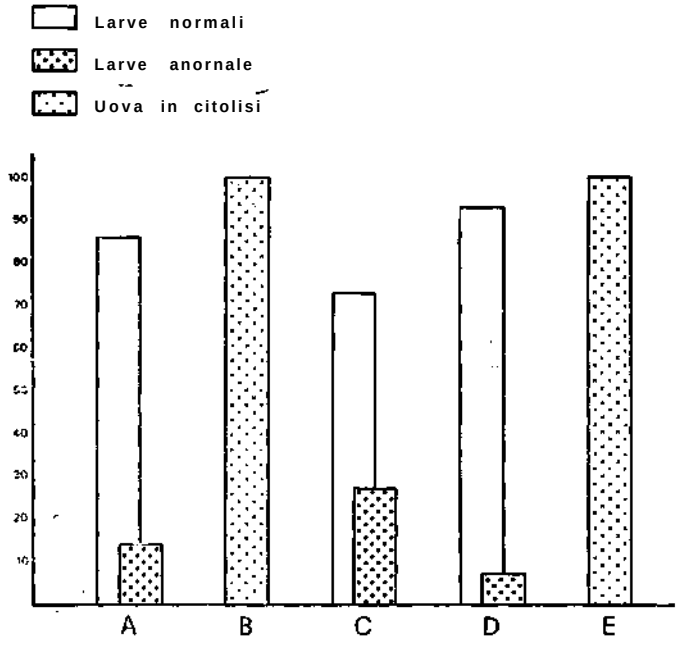


Fig. 1 — Istogramma delle percentuali di anomalie riscontrate nei campioni d'acqua: A = Controllo; B <= Cala superficie (centro); C = Cala intermedia (centro); D = Cala profondità (centro); E = P. di Rigano (superficie.

di assicurare la massima omogeneità genetica possibile, fecondate con lo sperma prelevato da un altro individuo. Sono state osservate e contate le frequenze delle anomalie, riferite ai tipi classici conosciuti dalla letteratura, ed i tempi di sviluppo larvale. L'acqua impiegata per i tests è stata prelevata da alcuni distretti del porto di Palermo, caratterizzati da un diverso grado di eutrofizzazione ed idrodinamismo. I prelievi sono stati effettuati alla superficie, al fondo e a profondità intermedia. Sono stati anche analizzati i parametri chimico-fisici principali.

Le illustrazioni riportate — istogramma e tabella dello sviluppo temporale (Fig. 1, 2) — si riferiscono ad alcuni tests che hanno fornito risultati particolarmente significativi, su prelievi effettuati al centro della Cala e nel nuovo bacino industriale.

In entrambi gli specchi d'acqua si riversano ingenti masse di liquami domestici, oltre alle acque bianche provenienti da corsi d'acqua interrati e scorrenti nell'attuale rete fognaria.

Le acque cloacali, meno dense, si stratificano sull'acqua di mare sottostante, formando spessori di oltre mezzo metro nei periodi di maggiore piovosità.

🕐	A %	B %	C %	D %	E %	STADI
45	100	–	100	100	–	INDIVISE
	–	100	–	–	100	CITOLISI
1 h e 20	100	–	100	100	–	2
1 h e 40	20	–	20	–	–	2
	80	–	80	100	–	4
2 h	40	–	–	–	–	4
	80	–	100	100	–	8
2 h e 20	80	–		40	–	8
	20	–	100	60	–	16

Fig. 2 — Tabella dei tempi di sviluppo. Indicazioni dei campioni d'acqua utilizzati come in Fig. 1.

Le mortalità e le frequenze di anomalie risultano massime con le acque superficiali, tuttavia esse si spiegano solo in parte con la bassa salinità.

Prove di correzione della salinità mostrano infatti una persistenza dei risultati, convalidata dal buon andamento dei controlli. Vanno allora invocate cause diverse e concomitanti: il basso tenore di ossigeno, le alte quantità di ammoniaca e nitrati, composti organici ed inorganici ridotti, ecc.

Mortalità elevate ed alte percentuali di larve a sviluppo anomalo risultano anche dall'impiego di campioni di acqua prossima al fondo, presumibilmente per la scarsità dell'ossigeno e l'alta concentrazione dei composti ridotti. Le acque dello strato intermedio si rivelano costantemente più idonee alla sopravvivenza e al normale sviluppo delle larve.

Tali osservazioni valgono soprattutto per la Cala, dove maggiori sono le profondità e minori i volumi di liquami. Le condizioni metereologiche hanno un influenza spesso decisiva sull'andamento dei tests: con venti da sud, il ricambio idrico migliora fino a causare percentuali « normali » di letalità e malformazioni.

Prove effettuate con campioni di acque dolci prelevate da un corso d'acqua altamente inquinato, e corrette per la salinità, hanno fornito risultati simili a quelli ottenuti con acqua di mare, e in buona parte compatibili con quelli effettuati da KOBAYASHI (cit.) in analoghi biosaggi.

In conclusione, le forme larvali di *Ciona intestinalis* L. possono considerarsi un materiale idoneo alla effettuazione di biosaggi di tossicità oltre che un interessante oggetto per lo studio sperimentale degli inquinamenti.

Indirizzo degli autori — Istituto di Zoologia dell'Università di Palermo. Via Archirafi, 18 — 90123 PALERMO.

ACHILLE LUGARO e GIOACCHINO GENCHI

INQUINAMENTO DA IDROCARBURI NELLE ACQUE DEL PORTO DI PALERMO

SUMMARY

Preliminary data on the hydrocarbon pollution in the waters of the port of Palermo.

The concentrations of the hydrocarbons floating on the surface waters of Palermo harbour were measured in six sampling stations, using a new sampling apparatus. The distribution of hydrocarbons within the harbour is closely related to the wind direction.

Gli effetti nocivi di scarichi urbani ed industriali nell'ambiente marino sono particolarmente evidenziati ed esaltati in zone in cui, per problemi idrodinamici, sono minimizzati i processi di diluizione con grandi volumi d'acqua di mare ed i fenomeni naturali legati all'autodepurazione.

In generale, i porti, essendo sistemi semichiusi e poco soggetti a scambi con l'esterno, possono presentare prolungati tempi di permanenza del carico inquinante, con notevoli alterazioni nella qualità del mezzo acquoso e negli organismi marini.

Da questo punto di vista il porto di Palermo, sottoposto al considerevole e persistente apporto di 20 collettori fognari (GENCHI G. e LUGARO A., 1980, V^{es} *Journées Etud. Pollutions,* CIESM, 545-554), è un tipico esempio di ambiente degradato, ad idrodinamismo rallentato e soggetto a fenomeni di accumulo di idrocarburi petroliferi. Proprio per approfondire quest' ultimo aspetto e valutarne i processi di diffusione all'interno della area portuale, sono state esaminate sei zone, di cui quattro in corrispondenza di altrettanti bacini e due considerate aree di passaggio.

Il campionamento è stato effettuato mensilmente, al centro ed ai quattro angoli di ogni singola area onde ottenere un valore medio riferibile all'intera superficie. Un'ampia descrizione dell'apparecchiatura utilizzata e della metodologia seguita è oggetto di una nota particolare in preparazione.

I risultati ottenuti mostrano valori massimi di 4.5 g/m$_2$ nelle stazioni sedi dei Cantieri

Navali, degli scali per il traffico turistico e mercantile e dei mezzi della Capitaneria di Porto; nelle rimanenti i valori non superano mai 2.8 g/m^2.

I fenomeni di accumulo o trasporto sono in stretta relazione al regime dei venti dominanti, come si è potuto rilevare dallo andamento mensile delle concentrazioni nelle varie stazioni. La situazione è particolarmente evidente nei mesi di Marzo, Giugno e Luglio, quando si registra una netta differenza in valori fra la zona delimitante l'imboccatura del porto ed i bacini interni. Infatti, con venti soffianti da levante o in regime di calma, le patine di idrocarburi ristagnano nelle zone soggette ad un continuo e costante sversamento e non invadono le aree limitrofe; il fenomeno opposto, invece, accade con venti compresi tra il 3° e 4° quadrante, il cui risultato è un livellamento generale con valori intorno a 0.5 g/m^2 e punte di 1.2 g/m^2 trovate, però, all'uscita del porto.

Il notevole accumulo di masse oleose galleggianti, oltre a favorire la formazione di « tar balls » nelle vicinanze dei moli, costituisce una vera e propria barriera per gli scambi gassosi aria-acqua, incidendo pesantemente su un ambiente di per sè in grosso deficit di O_2 disciolto per il carico nutrizionale.

La differenza di un fattore 10 fra totale estratto e frazione « apolare » è una conseguenza non solo della composizione degli olii scaricati, ma anche di fenomeni fotochimici, autoossidativi e di degradazione microbica, che trasformerebbero in « polare » un'aliquota della frazione « apolare ».

Proprio l'attacco microbico verrebbe ad assumere un ruolo preponderante in questo processo, in considerazione della natura fortemente eutrofica delle acque e della loro temperatura media annuale particolarmente favorevole.

Resta, infine, da sottolineare la progressiva involuzione dell'intera area portuale in questi ultimi anni, essendo già stati ampiamente superati i limiti di equilibrio ecologico, con profonde ripercussioni sulla struttura idrobiologica delle acque e con modificazioni nella composizione dei popolamenti planctonici e bentonici (Riggio S., 1979, Quad. Lab. Tecnol. Pesca, 2 (4), 207-253).

Indirizzo degli autori — Laboratorio di Ecologia - Istituto di Zoologia, Palermo (I).

ACHILLE LUGARO e GIOACCHINO GENCHI

IDROCARBURI NEI SEDIMENTI DEL PORTO DI PALERMO

SUMMARY

Hydrocarbons in the sediments in the port of Palermo.

Large oil spills discharged into Palermo harbour suggest that the sediment from this area are contaminated by petroleum hydrocarbons. Analyses of the hydrocarbons in surface and deep sediments from six stations in Palermo harbour, using channel Thin Layer Chromatography, show very high concentration of these substances. Higher concentrations are observed in surface sediments.

Precedenti indagini, riguardanti lo studio di parametri ambientali nell'area portuale di Palermo, (GENCHI G. e LUGARO A., 1980, V^{es} *Joumées Etud. Pollutions* CIESM, 545-554),

hanno evidenziato l'alto grado d'inquinamento di origine urbana ed industriale di queste acque.

In particolare, l'inquinamento da idrocarburi rischia di assumere carattere di cronicità in conseguenza dell'input costante di prodotti petroliferi e dello scarso idrodinamismo esistente all'interno del porto. Quel che ne deriva nei vari bacini è, quindi, un prolungato tempo di permanenza di tali prodotti strettamente correlato al ritmo di sedimentazione.

Per valutare l'influenza di questi fattori sul processo di degradazione dei fondali è stata intrapresa una ricerca tendente a stabilire la distribuzione verticale della frazione sedimentabile di idrocarburi nei sedimenti dell'area portuale.

Ai vertici ed al centro di ogni bacino sono state prelevate carote di sedimento mediante tubo in PVC (ø 60 mm) manovrato da un operatore subacqueo. Le carote sono state suddivise in sub-campioni di 4 cm, i quali, per ogni singola area, sono stati omogenizzati in unico campione in rapporto alla profondità.

E' stata condotta un'estrazione in Soxhlet con CCl_4 per 48h sul prodotto liofilizzato, rinnovando il solvente dopo 24h (AWAD H., 1980, V^{es} *Journées Etud. Pollutions,* CIESM, 69-72). L'estratto totale è stato determinato per gravimetria dopo eliminazione del solvente sotto pressione ridotta. Il residuo, riportato in soluzione con CCl_4, è stato eluito in colonna di Florisil, per consentire una netta risoluzione della frazione « non polare » nella successiva analisi cromatografica (CARSIN J. L., 1977, *Rev. Inter. Océanogr. Méd* XLVIII, 77-86; FAO, 1975, *Fish. Tech. Pap.* (137), 238 pp.). Quest'ultima è stata condotta su piastre di gel di silice Merch F 254 e con $CHCl_3$ come eluente (MAJORI L., PETRONIO F., NEDOCLAN G. e BARBIERI A., 1973, *Rev. Intern. Océanogr. Méd.,* XXXI - XXXII, 137-169)

I risultati ottenuti indicano un grave stato di deterioramento dei fondali per via della massiccia presenza di idrocarburi. I valori riscontrati variano fra 1 e 3.7 mg/g (peso secco) per la «frazione polare» e fra 2 e 5.4 mg/g (peso secco) per l'estratto totale. L'andamento verticale delle concentrazioni tende a decrescere fino a valori quasi costanti nei bacini più interni, probabilmente a causa di una diversa velocità di demolizione microbica degli idrocarburi. Tale rallentamento può attribuirsi alla presenza dominante di una frazione più refrattaria di idrocarburo, come anche ad un diminuito apporto di nutrienti rispetto agli strati superiori (GENOVESE S., 1977, *Atti Conv. Lincei,* 31, 289-314).

Un andamento differente è riscontrato negli altri bacini, dove il fenomeno può essere il risultato di una discontinua sedimentazione sia qualitativa sia quantitativa. Infatti, mentre i bacini interni sono soggetti ad un continuo, anche se qualitativamente eterogeneo, input di sostanze oleose, i rimanenti lo sono soltanto in maniera accidentale, come, ad esempio, per azione dei venti.

Nelle condizioni suddette, allora, la patina d'idrocarburi, proveniente dalle zone di scarico e con una composizione in olii a differente contenuto in molecole resistenti alla biodegradazione, sedimenterebbe creando stratificazioni differenziate.

Nei bacini in cui sono presenti collettori fognari i valori relativi al totale estratto si presentano più elevati rispetto a quelli meno influenzati da apporti urbani. La maggiore quantità di « sostanze polari » in tali zone è imputabile alla notevole concentrazione di sostanze lipidiche, di provenienza cloacale, che contribuiscono ad arricchire proprio la « frazione polare ».

Indirizzo degli autori — Laboratorio di Ecologia - Istituto di Zoologia, Palermo (I).

PAOLO LAMIA *, PIERO MORANA *, SILVANO RIGGIO **, ALBERTO ROMEO *

IL CONTRIBUTO DELLA FOTOGRAFIA SUBACQUEA NELLA DOCUMENTAZIONE SCIENTIFICA DEI POPOLAMENTI BENTONICI STUDIO DEGLI INSEDIAMENTI BIOTICI SU MASSI DI BARRIERE FRANGIFLUTTI ([1])

SUMMARY

The contribution of sport divers to the study of the biotic settlements on breakwaters along the coast of Palermo (Sicily).

Underwater photography and direct sampling techniques are a major instrument in the modern survey of benthic infralittoral communities, which in the recent years has caused a change comparable to a " copernican revolution " in the knowledge of marine life. The increasing employment of such a complex approach to the investigation of the marine environment makes a strict collaboration between scientists and sport divers, more than useful, necessary to fully understand the processes of life and how to exploit them in the most reasonable way.

An outstanding role is played by sport divers' and fishermen's clubs, which may soon become as fruitful as the one played in earlier decades by naturalists' societies in the collection of biological data and observations of the environment.

The study of the biotic settlements on artificial substrata along the coast of Palermo has been carried out together with the divers and underwater photographers of the GRO¬ Sub (Underwater Researcher and Marine Operator Group) in Palermo.

The artificial concrete boulders making the breakwaters of small fishing harbours near Palermo have provided a model of community development on hard substrata, which were surveyed by means of close-up photography and direct sampling during the four season.

The differences observed in the biotic settlements of a sampled cubic boulder and the degree of similarity in the station under examination have put into evidence the role of such abiotic factors as light intensity, water renewal and eutrophication in the early establishment and further differentiation of the benthic communities in Northwestern Sicily.

One of the more interesting results has come from the observation that concrete substrata in favourable environmental conditions such as the ones prevailing in the small fishing harbour of Isola delle Femmine, west of Palermo, may behave quite in the same way as natural rocks, giving rise to underwater landscapes of astonishing beauty and species variety.

Such a finding, together with the other scientific evidence, makes reclamation of marine degraded bottoms and conservation of marine life by means of artificial reefs highly feasible and rich of favourable perspectives in the future.

Key words: underwater photography, diving, artificial reefs.

E' difficile pensare ad uno sviluppo delle conoscenze sull'ambiente marino quale si è avuto nell'ultimo trentennio senza l'impiego estensivo delle tecniche di immersione e l'applicazione alla pratica scientifica della fotografia subacquea.

([1]) Lavoro eseguito nell'ambito del P.F. CNR « Oceanografia e Fondi Marini » - Sot¬ toprogetto « Risorse Biologiche ».

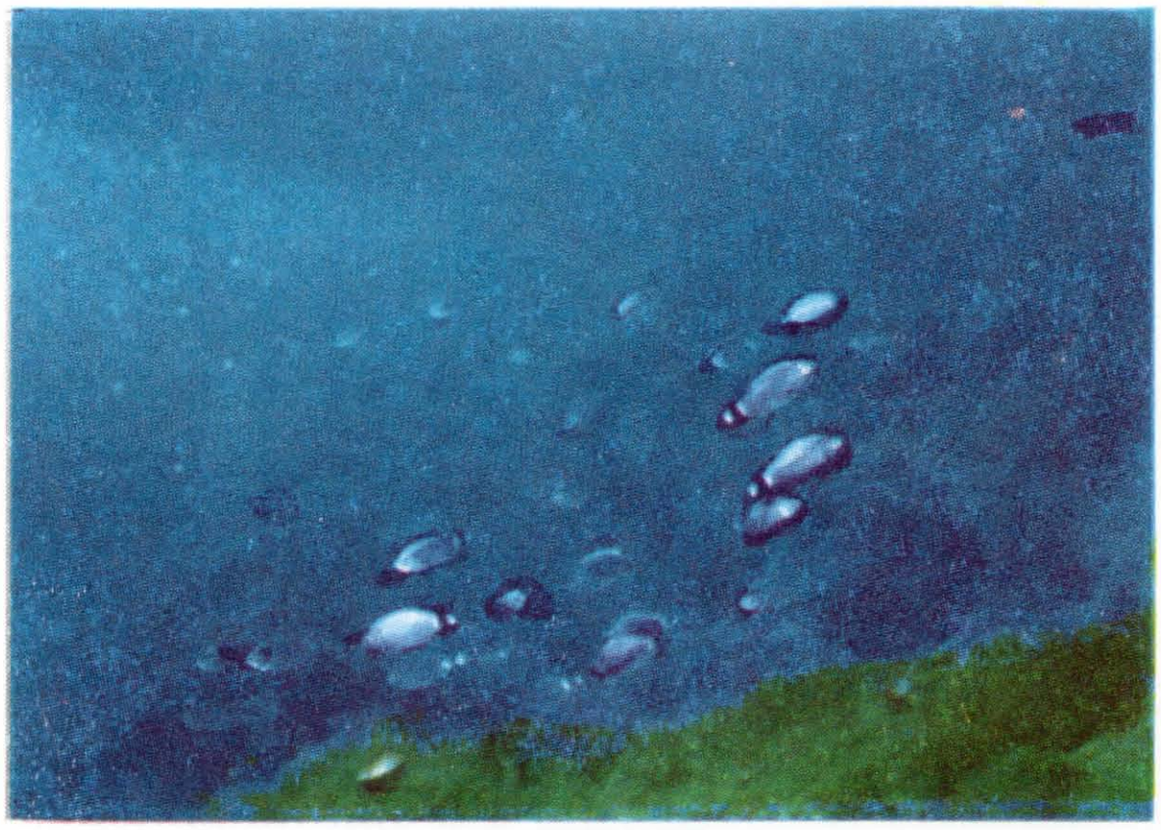


Fig. 1. — Immagine d'insieme di barriera frangiflutti dell'età di circa venti anni nella stazione di Capo Gallo, alla profondità di 8 m. In primo piano, branco di *Oblada melanura* L. Le alghe dominanti sono *Dictyopteris membranacea* (Stackh.) Batt., *Cystoseira compressa* (Esp.) Gerl. & Nizam., e *Sargassum* sp. (Foto P. Lamia).

Fig. 2. — Insediamento di demospongie nei massi di barriera di Isola delle Femmine. Sono evidenti tubi di policheti serpulidi, colonie ramificate e incrostanti di briozoi su un substrato ricoperto da alghe calcaree (Foto P. Morana).

Fig. 3. — Concrezionamento sciafilo sulla volta di una cavità nello stesso biotopo della figura precedente. Profondità circa 9 m. Al centro, individui del madreporario *Caryophyllia inornata* Duncan. A sinistra, colonia di *Spirastrella cunctatrix* Schmidt. Al centro e a destra sono evidenti gli osculi di *Cliona* sp. e i filamenti tentacolari citrini di un polichete terebellide, probabilmente *Amphitrite* sp. (Foto P. Lamia).

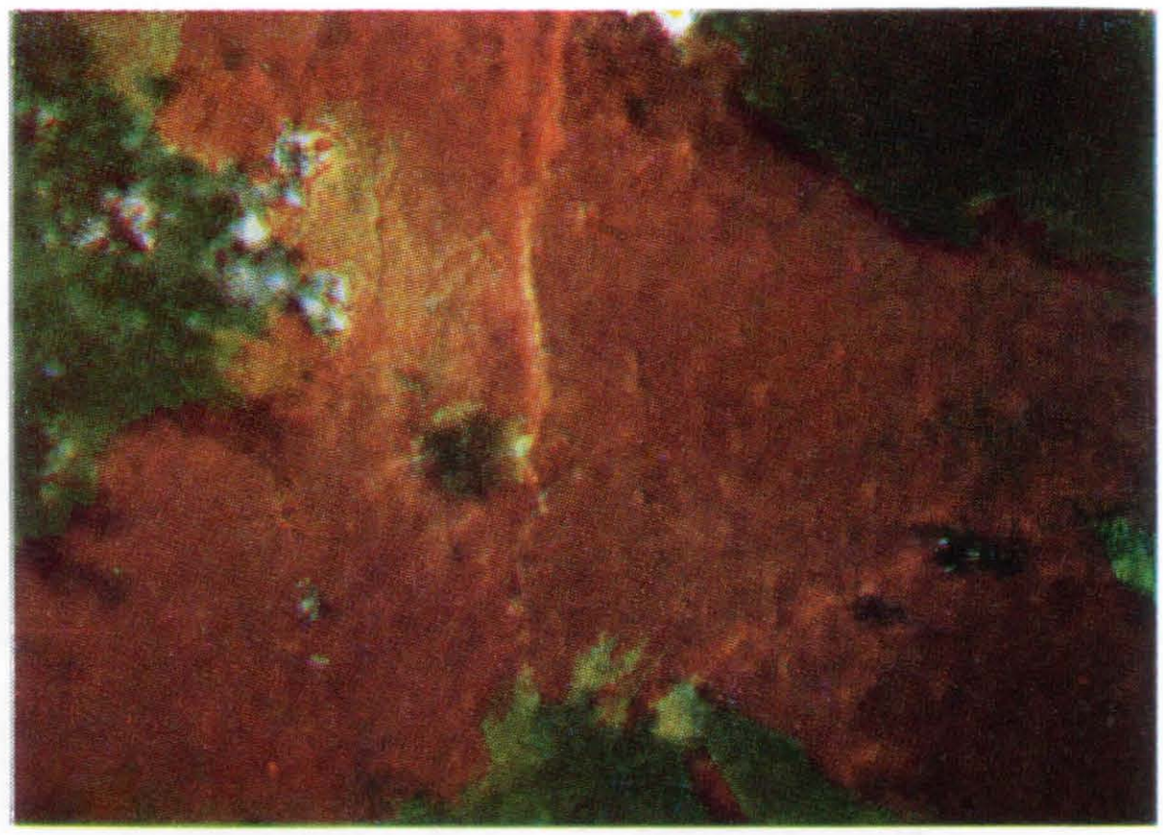


Fig. 4. — Competizione per il substrato fra colonie diverse di *Spirastrella cunctatrix* sulla superficie di un masso di Capo Gallo. Profondità circa 7 m. E' evidente un principio di fusione fra le due colonie lungo la linea mediana (Foto P. Morana).

Il rilevamento diretto e la documentazione *in situ* sono stati il fondamento della bionomia bentonica del fitale (J.M. PÈRÉS et J. PICARD, 1964 - Nouveau Manuel de Bionomie benthique de la Mer Méditerranée, *Rec. Trav. St. mar. End.* (31-47): 1-37) ed entrambi le Tecniche hanno permesso un progresso paragonabile ad una « rivoluzione copernicana » nelle metodologie di indagine della fascia costiera (E. FRESI, 1979 - Attività subacquee e loro ruolo nella ricerca biologica marina, *XI Congresso SIBM, Orbetello* 23-26 *maggio* 1979, *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem.,* B, 86: 325-329; M. PANSINI e R. PRONZATO, 1981 - L'impiego della tecnica subacquea nel rilevamento delle biocenosi bentoniche di substrato duro, XIII Congresso SIBM, Cefalù, 24-29 maggio 1981, *Naturalista sicil.,* Suppl., in press.).

Il reclutamento di massa di nuovi adepti alle attività subacquee e la crescente sensibilizzazione ai problemi della conservazione dell'ambiente favoriscono lo stabilirsi spontaneo di contatti fra ricercatori e sportivi, quali specie in passato fiorirono fra biologi, cacciatori ed agricoltori e dei quali approfittò lo stesso Darwin nella raccolta delle prove sulla selezione naturale.

L'organizzazione sempre più frequente di associazioni sportive con fini estranei alla caccia sembra in parte ripetere la nascita e lo sviluppo delle società di naturalisti che specie nei paesi anglosassoni e centroeuropei (C. ELTON, 1968 - Animai Ecology, *Methuen,* London, 207 pp.) diedero un grande contributo al progresso degli studi sistematici ed ambientali su base regionale.

Un ruolo notevole hanno del resto i circoli sportivi nell'istituzione e controllo di barriere artificiali ed aree di ripopolamento lungo la costa degli Stati Uniti, operanti sotto l'egida della NOAA - l'Ente di Stato per la gestione dell'ambiente oceanico e dello spazio atmosferico - (R.B. STONE et al., 1979 - A Comparison of Fish Populations on an artificial and naturai Reef in the Florida Keys, *Marine Fisheries Review,* Sept. 1979: 1-11).

La messa a punto di un programma per lo studio dei popolamenti bentonici lungo la fascia costiera palermitana nell'ambito del Progetto Finalizzato « Oceanografia e Fondi Marini » del CNR, ha offerto l'opportunità di una valorizzazione delle esperienze del Gruppo Ricercatori ed Operatori Subacquei di Palermo — GROSub — da anni operante nel campo della fotografia subacquea e della documentazione dell'ambiente sommerso.

L'attività del GROSub all'interno dell'Unità Operativa CNR ha avuto due obiettivi principali:

a) la ricerca ed il censimento di substrati artificiali sommersi lungo la costa palermitana, atti a simulare le condizioni di una barriera artificiale di ripopolamento;

b) il rilevamento diretto e la documentazione della tipologia dei popolamenti bentonici sui substrati individuati.

Sono state esplorate e mappate scogliere artificiali e manufatti in muratura nelle aree di Vergine Maria presso l'estremità di ponente del Golfo di Palermo; di Capo Gallo, Isola delle Femmine e Terrasini, località poste a occidente del Golfo di Palermo.

Seguendo una metodologia già descritta (S. RIGGIO e G.D. ARDIZZONE, Prospettive dell'impiego di substrati artificiali per il ripopolamento e la protezione dei fondali costieri della Sicilia nord occidentale, Convegno Scientifico Nazionale P.F. Oceanografia e Fondi Marini, Roma 5-7 marzo 1979, pp. 157-184), sono stati presi in esame dei massi campioni compresi fra le profondità di -30 m e -10 m. Di essi sono state rilevate le coordinate spaziali e l'esposizione e ne sono stati controllati i popolamenti sia attraverso prelevamenti diretti su base di 20 x 20 cm, che attraverso la macrofotografia.

La fotografia ravvicinata è stata uno strumento essenziale per la ricostruzione della struttura delle biocenosi individuate che soprattutto sulle superfici nei massi più profondi e sulle facce in ombra sono risultate di grande complessità e di effetto estetico paragonabile a quello offerto dai substrati « naturali ».

Com'è evidente dalla fig. 1, i massi cubici originari di una vecchia scogliera frangiflutti sono grandemente trasformati ad opera dell'erosione e della sovrapposizione di concrezionamenti organici.

Le superfici illuminate sono totalmente ricoperte da alghe brune ed attirano folti branchi di pesci, fra cui la castagnola *Chromis chromis* L., l'occhiata - *Oblada melanura* L. — nella foto — la donzella *Coris julis* L. e la donzella pavonina *Thalassoma pavo* Cuv. et Val. sono le specie più comuni.

Comunissimo negli anfratti è risultato lo scorfano nero *Scorpaena porcus* L.; meno frequenti, ma presenti pressochè ovunque, cernie - *Epinephelus guaza* L. e corvine - *Sciaena umbra* L. di piccole dimensioni.

Alla fine dell'estate sono state osservate numerose triglie di fango - *Mullus bara batus* L. - grufolanti nel sedimento sulle superfici orizzontali. Fra i massi artificiali di Capo Gallo sono stati osservati giovani esemplari di *Muraena helena* L., mentre la barriera di Terrasini ospita anche giovani aragoste.

Le superfici inferiori dei massi presso la base delle scogliere e le vòlte delle cavità formate dalla parziale sovrapposizione dei blocchi sono sede di facies sciafile concrezionanti che mostrano un gradiente di diversità crescente in relazione con l'età del substrato, il grado di idrodinamismo e le possibilità di reclutamento larvale dall'ambiente circostante.

Interessanti immagini sono state ottenute a Capo Gallo e Isola delle Femmine, dove i concrezionamenti hanno mostrato la massima ricchezza specifica e complessità strutturale, con una notevole presenza dei taxa e delle associazioni tipiche delle grotte e delle cavità semioscure (R. RIEDL, Biologie der Meeresholen, *Paul Parey Verl.* Hamburg u. Berlin, 1966, 636 pp.).

I poriferi sono apparsi fra le forme più rappresentate (fig. 2) con dominanza di *Spira¬ strella cunctatrix* Schmidt e *Crambe crambe* Schmidt, cui si aggiungono *Agelas oroides* Schmidt, *Hemimycale columella* Bowerbank, *Clathrina coriacea* Montagu, *Anchinöe tenacior* Topsent, ecc.

Gli osculi crateriformi di *Cliona* spp. sono comparsi in gran numero sui massi immersi da oltre un quinquennio, dimostrando il ruolo notevole di queste specie insieme con numerose altre specie endolitiche - nei processi di erosione e distruzione dei blocchi.

Concrezionamenti del madreporaio *Hoplangia durotrix* Gosse insieme con *Caryophyllia inornata* Duncan hanno caratterizzato i recessi più riparati dei substrati più maturi, (Fig. 3) formando ricoprimenti estesi e pressochè continui che competevano con successo con le colonie incrostanti e ramificate dei Briozoi, degli Idrozoi e di Antozoi cornulariidae.

Fenomeni di intensa competizione per lo spazio, già descritti per le barriere coralline, con incontro e parziale fusione di colonie incrostanti (J.B.C. JACKSON, Overgrowth compe¬ tition between encrusting Cheilostome Ectoprocts in a Jamaican cryptic reef environment, *Journ. Anim. Ecol.*, 1979, 48: 805-823) sono stati osservati con *Spirastrella cunctatrix* su massi di media età (Fig. 4).

Rispetto alle due stazioni citate di Capo Gallo e di Isola delle Femmine, le località di Vergine Maria, Sferracavallo e Terrasini sono apparse caratterizzate da popolamenti sessili meno ricchi e relativamente poco diversificati, con effetti estetici proporzionalmente inferiori.

La fauna ittica osservata presso i vecchi massi della discarica di Vergine Maria, è stata notevolmente ricca ed interessante. Viceversa, essa è risultata povera e banale sui fondi di sabbia e fango confinanti coi primi.

Il minore idrodinamismo, l'alto carico eutrofico, eventuali apporti terrigeni e l'influenza dei substrati naturali sul reclutamento larvale sono fattori immediatamente individuabili fra quelli caratterizzanti le località su elencate e che in parte ne spiegano il « ritardo » dei tempi di maturazione delle biocenosi.

Informazioni sul dinamismo stagionale dei popolamenti sessili sono state raccolte attraverso la fotografia dello stesso riquadro superficiale effettuate in tempi successivi.

Variazioni notevoli sono state messe in evidenza sulle facce maggiormente in luce: i cystoseireti in particolare mostrano massimi vegetativi nel periodo primaverile - autunnale, mentre in estate i talli appaiono fittamente epifitati da *Halopteris scoparla* (L.) Sauvageau che consentono la sopravvivenza di popolamenti sciafili nel sottostrato. Una relativa stabilità è apparsa caratterizzare le facies lucifughe delle superfici più nascoste dove le maggiori differenze sono state legate alla presenza primaverile di *Clathrina coriacea* ed alla fioritura invernale di chiazze di diatomee e di ascidiacei coloniali.

Soprattutto sui massi di nuova immersione è stato osservato un insediamento preferenziale di alghe brune lungo gli spigoli e le superfici di separazione che sembrano attrarre particolarmente le specie di *Cystoseira*. Un'analoga osservazione è stata fatta per gli idrozoi e i balani, limitatamente agli spigoli in ombra.

In conclusione, la documentazione raccolta è stata di grande ausilio alle ricerche di laboratorio. Essa ha contribuito a porre in evidenza la sostanziale analogia fra i fondali calcarenitici naturali della costa palermitana — che sono i più ricchi di insediamenti bentonici — ed i massi di calcestruzzo di pontili e barriere frangiflutti, che rende questi ultimi particolarmente indicati anche a fini di restauro dell'ambiente costiero sommerso.

Il confronto inoltre con substrati naturali compatti come i flysch numidici presenti lungo la costa a levante del golfo di Termini Imerese, ha mostrato una maggior ricchezza generale dei popolamenti su massi di calcestruzzo, confermando la decisa idoneità dei « reefs » artificiali a consentire la protezione dei fondali, il loro ripopolamento e l'eventuale possibilità delle barriere di garantire il recupero e la sopravvivenza di specie o biocenosi in pericolo di rarefazione o di estinzione.

Si ringrazia vivamente il Dr. CARMELO BIONDI, *segretario della sezione regionale* ENDAS *per la concreta assistenza in mezzi e materiali fornita dall'Associazione durante l'attività subacquea svolta e che ha permesso la pubblicazione del presente poster.*

Indirizzo degli autori — * Gruppo Ricercatori ed Operatori Subacquei di Palermo - ENDAS, Via Nicolò Gallo, 5 - 90139 PALERMO — ** Laboratorio di Ecologia, Istituto di Zoologia, Università di Palermo, via Archirafi, 18 - 90123 PALERMO.

SILVANO RIGGIO

LA CROCIERA TIRRENICA DELLA « FLORETTE ». UN ESPERIMENTO DI COLLABORAZIONE INTERUNIVERSITARIA NELL'INSEGNAMENTO DELLA BIOLOGIA MARINA

SUMMARY

The «Florette» cruise in the Tyrrhenian: an experimental course of marine biology in the field.

In-service training in the field is a necessary complement in the scientific education of a marine biologist.

Such task is however seldom accomplished in most of our domestic universities, even at major coastal towns.

Fig. 1. — La « Florette » alla fonda dello scoglio di Basiluzzo (isole Eolie).

Fig. 2. — Il Prof. Schmidt — al centro — ed altri componenti lo staff scientifico durante una lezione sul ponte.

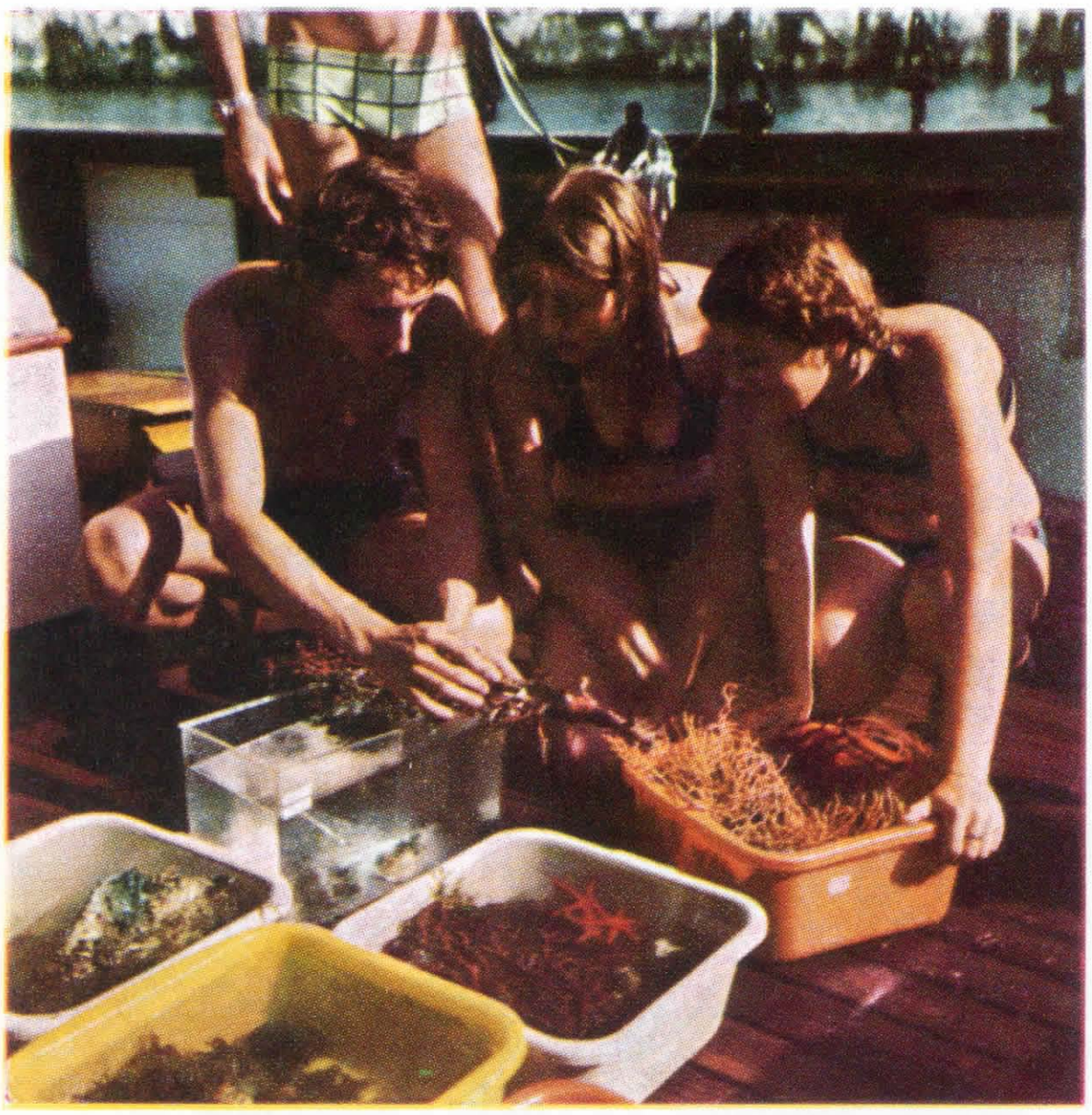


Fig. 3. — Scarto manuale del materiale biologico al termine di un prelievo in immersione.

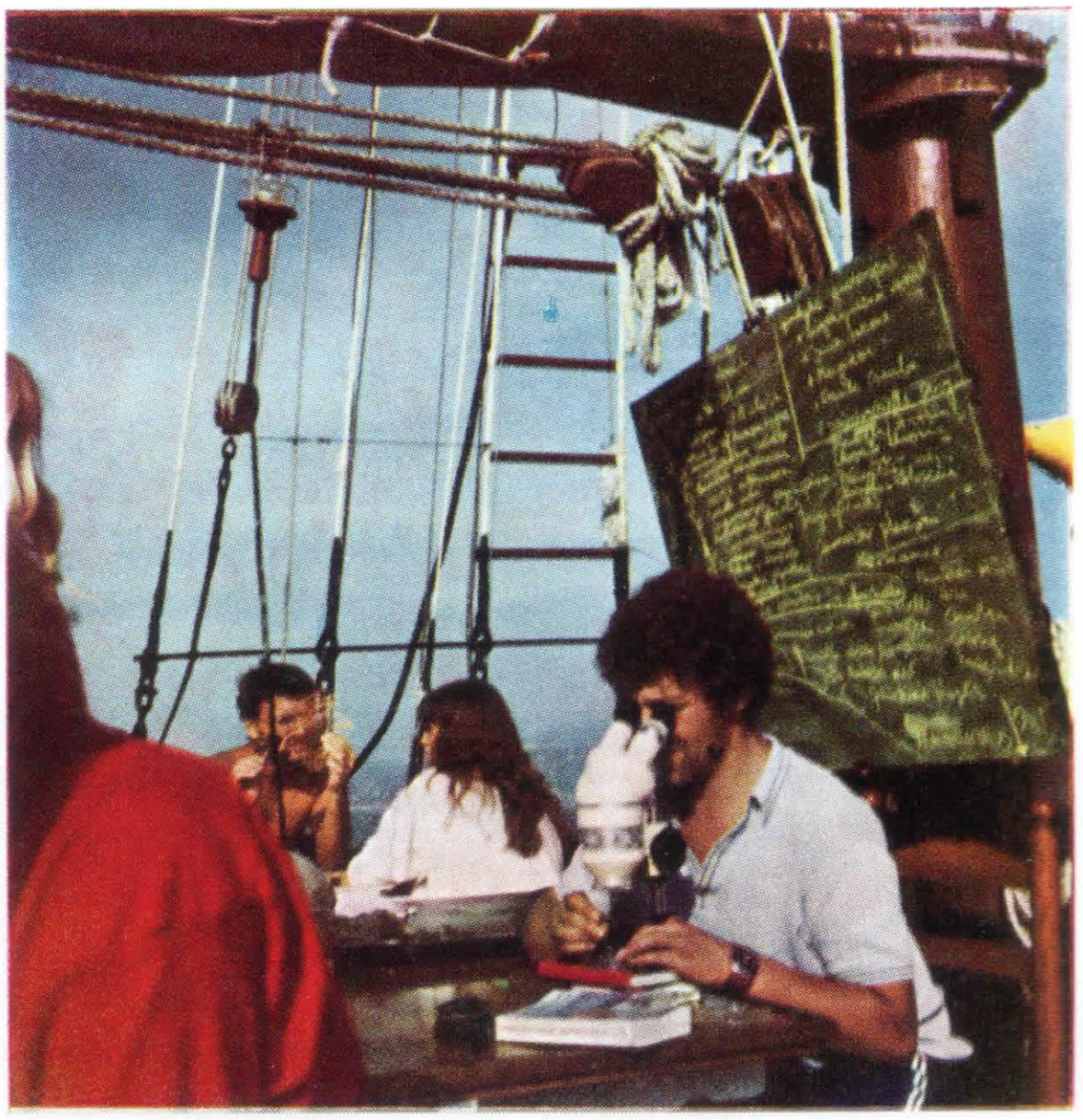


Fig. 4. — Esercitazione di zoologia sistematica: esame di campioni alla stereolente.

On the other hand, many inland universities as well as scientific institutions in Central Europe exert a large-scale effort in the organization of research groups or even of marine laboratories on the coast, where also an intense teaching activity is often carried out.

Practical yearly training in marine biology is carried out at the University of Heidelberg, Western Germany, Headswarders for Invertebrate Zoology, through specialized cruises in the Mediterranean organized and conducted by Porf. Hajo Schmidt for his students.

The 1980 cruise was carried out on board of the « Florette », a 32 m long schooner, particularly equipped for diving and submarine research. Dr. Antonio Di Natale from Messina University and myself were invited to take part in the trip as foreign « Begleitern » and give special lectures on Mediterranean marine biology topics. The program was focused on the sampling and the survey of the coralligenous bottoms of the Central and Southern Tyrrhenian. The cruise moved from Reggio Calabria on 10 September an went through the Strait of Messina, along the Calabrian coast, to the Eolie Islands and the Gulf of Naples as far North as Porto S. Stefano, where it ended on 30 September. Scientific training on board was particularly intense and a non-stop program of bottleand scuba- diving was brought forth at some of the richest and most interesting bottoms along the route. Biological material was sampled and examined on board in the course of long-lasting demonstrations which occupied nearly the whole daytime. Following the sorting out of the samples, identification of the major taxa was carried out by groups together with a description of the most significant communities. Lectures on specific topics were given and single students or working groups were examined at the beginning and at the end of the sampling operations.

The upper intertidal and infralittoral fringe was surveyed by a surface group of scuba divers — « die Schnörkler ».

A second group of bottle divers — « die Taucher» — made surveys and collected samples from deeper bottoms.

Continuous medical care as well as first aid was ensured by a doctor who was also a diving instructor.

The results were remarkable both from a scientific and an educational point of view. Exchange of ideas, experiences and teaching methods of Italian and German « Begleitern » was of great use and highly successful.

Key words: cruise, teaching, diving.

Un momento essenziale nella preparazione dei giovani specialisti in biologia marina è il training pratico a mare, consistente nella visione diretta dei fondali e nel riconoscimento *in situ* delle principali comunità e facies bionomiche.

La ricerca sul campo permette inoltre una preziosa verifica delle conoscenze di zoologia e botanica marina, che nelle nostre università restano troppo spesso mere nozioni teoriche e libresche, che non consentono un efficace intervento sulla realtà del nostro mare e delle attività collegate ad un uso razionale delle sue risorse.

A parte infatti lodevoli eccezioni come i seminari sul benthos e sulla pesca organizzati dai gruppi di ricerca delle Università di Genova, Pisa e Roma, ben poche sono le iniziative didattiche capaci di fornire agli studenti di Scienze Biologiche e Naturali un'efficace chiave di lettura dell'ambiente marino mediterraneo.

Tale lacuna non è giustificabile neanche in termini geografici o logistici, in quanto spesso alcune delle istituzioni più interessate allo studio del mare trovano luogo presso sedi universitarie dell'interno, come sono ad esempio Modena, Bologna e Milano.

Tale condizione raggiunge un limite nelle università dell'Europa centrale, come quelle

di Vienna, Zurigo, Bochum, ecc., che ospitano fiorenti laboratori di biologia Marina corredati da musei ed acquari marini nel quali vengono riprodotte le condizioni del Mediterraneo e delle barriere coralline, e dove si offrono possibilità ideali di studio sperimentale del mare e delle sue forme di vita. Com'è noto, tali gruppi dispongono di « basi » sulla costa mediterranea o di altri mari nei quali vengono svolte le ricerche e le raccolte di materiali biologici, e che spesso sono dei nuclei trainanti di ricerca, capaci di supplire alle deficienze locali.

Presso l'Università di Heidelberg, nella Repubblica Federale Tedesca esiste un insegnamento di Zoologia Marina svolto dal Professor Hajo Schmidt, specialista di biologia degli Attiniarii, che da anni si occupa di didattica della biologia marina mediterranea. I corsi del Prof. Schmidt sono ripartiti in una serie di lezioni teoriche che hanno luogo nel periodo invernale e di un serie di esercitazioni pratiche che vengono realizzate mediante una crociera di studio compiuta nel periodo tardo primaverile o tardo-estivo, lungo le coste tirreniche italiane o sardo-còrse.

La crociera dell'Anno Accademico 1979-80 è stata svolta nei giorni 10-30 settembre nel medio e basso Tirreno, con la partecipazione dell' A. e del Dr. Antonio Di Natale, dell'Istituto di Zoologia dell'Università di Messina, con la qualifica di « Begleiter ».

L'escursione iniziata a Reggio Calabria ha avuto termine a Porto S. Stefano, dopo avere percorso un itinerario comprendente lo Stretto di Messina, Scilla, Capo Vaticano, le isole di Lipari, Vulcano, Panarea, Stromboli e Strombolicchio — dove sono stati osservati i popolamenti intertidali di *Actinia equina vivipara* Schmidt — Capo Palinuro, Capri, Sorrento, Ischia e le isole Ponziane.

Allo scopo è stato noleggiato un battello particolarmente attrezzato per l'immersione e lo sport: la « Florette », uno schooner bialbero con propulsione vela-motore, di 32 m. di lunghezza, iscritto al compartimento marittimo dell'isola d'Elba, e dotato a bordo di una camera di decompressione monoposto, di compressori per la ricarica rapida di gruppi di 10 bombole e di altre strumentazioni per la ricerca e il lavoro subacqueo (Fig. 1).

Gli studenti iscritti alla crociera erano in numero di 24, accompagnati da un medico con la qualifica di istruttore federale di immersione. I partecipanti avevano pagato una quota equivalente alla metà della cifra individuale di iscrizione — a titolo di impegno — mentre il resto era stato versato dalla stessa Università di Heidelberg sotto forma di contributo didattico. Gli elementi erano stati selezionati precedentemente attraverso un corso pratico di immersione corredato da duri esercizi di resistenza in apnea in piscina e concluso con immersioni libere nei laghetti montani presso Heidelberg.

Il corso era articolato secondo la tabella seguente: sveglia alle 7 del mattino, inizio delle attività alle 8,30 con una introduzione del Prof. Schmidt ed organizzazione dei lavori.

Seguivano le relazioni degli studenti su argomenti scelti in precedenza. Alle 11 circa si effettuava una discesa subacquea collettiva ripartita nei gruppi dei « Taucher », che andavano in profondità, e degli apneisti, gli « Schnörkler », che si limitavano all'esame degli orizzonti compresi fra il sopralitorale e la frangia superiore dell'infralitorale.

Dopo la sosta meridiana l'attività riprendeva con lo scarto e l'esame del materiale raccolto, che veniva suddiviso per gruppi sistematici ed eventualmente fotografato e fissato.

L'identificazione delle specie e delle biocenosi più significative era effettuata da gruppetti di lavoro muniti di microscopi e chiavi sistematiche, e controllato dal docente e dai « Begleiter » (Figg. 2-3-4).

Seguiva un turno pomeridiano di immersioni ed esercitazioni.

Un'ultima tornata di lavori, comprendente discussioni e commenti sulle attività svolte in giornata, si svolgeva dopo cena, quando l'oscurità permetteva la proiezione sul ponte di

filmati e diapositive. Tutte le attività didattiche e le esercitazioni avevano infatti luogo all'aperto.

Durante le soste nei punti di maggior interesse, come lo Stretto di Messina, Vulcano, Strombolicchio e il Golfo di Napoli, sono state organizzate immersioni profonde notturne con l'obiettivo della osservazione e raccolta delle forme Antozoi particolarmente lucifughe.

I risultati della crociera di studio e della collaborazione interuniversitaria possono definirsi lusinghieri e di grande interesse. Giovani elementi privi di qualsiasi esperienza naturalistica nel Mediterraneo si sono in breve familiarizzati con le specie più tipiche ed hanno in pochi giorni acquisito una grande dimestichezza con i principi della bionomia bentonica e con i maggiori fenomeni oceanografici, comprese le conseguenze degli inquinamenti delle acque e dell'eccessivo apporto detritico lungo la costa.

La vita di bordo è stata anche una notevole esperienza umana ed ha permesso un interessante confronto di idee e metodi didattici fra docenti e ricercatori di nazioni e scuole diverse.

La crociera della « Florette » è segnatamente lo studio della biologia marina a bordo di piccole navi possono considerarsi modello di iniziative didattiche auspicabili anche per le nostre università e da realizzarsi eventualmente attraverso un coordinamento interno della SIBM.

Indirizzo dell'autore — Laboratorio di Ecologia, Istituto e Museo di Zoologia dell'Università di Palermo, via Archirafi, 18 - 90123 PALERMO.

ALBERTO ROMEO e LUCIA SCORDATO

SVILUPPO EMBRIONALE DELLO *SCYLIORHINUS STELLARIS* (L.)
(Pisces, Chondroichys)

SUMMARY

The embryonic development of the sand Shark Scyliorhinus stellaris *(L.).*

The embryonic development of an egg capsule of *Scyliorhinus stellaris* was followed in an aquarium and documented by means of 8 mm cinematography and 35 mm protography. Egg capsules were collected on Gorgonian branches at 40 m depth on submerged reef of Porticello, East of Palermo. They were incubated in the aquarium, where the contour of the developing embryo were made visible by means of a spot lamp placed at a small circular window behind the egg capsule. Single photograms were taken at hourly time intervals throughout the whole development. A continuous film allowed the authors to make a complete description of the intracapsular growth. The development time was about nine months. The hatching shark was 21 cm long and survived in the aquarium for more than 3 months.

Il genere *Scyliorhinus,* creato da BLAINVILLE nel 1816 comprende sette specie Di esse solo due vivono in Mediterraneo: *Scyliorhinus canicula* (L.) e *Scyliorhinus stellaris* (L.), due specie ovipare che depongono le capsule ovariche con preferenza sui rami di gorgoniacei come *Eunicella cavolini* (Kock), *Eunicella stricta* (Ber.), *Paramuricea chamaeleon* (Koch). Ad esse si fissano per mezzo delle lunghe appendici viticciformi di cui sono fornite.

L'esemplare fotografato è stato prelevato alla Secca della Formica (al largo del paese di Porticello a circa 25 km. dà Palermo) ad una profondità di 42 mt. nel mese di aprile; fotografato in situ e quindi trasferito in acquario di circa 400 l., fornito di refrigeratore e filtro biologico dove sono state ricreate condizioni ambientali ed idrologiche simili alla zona del prelievo con particolare riguardo alla temperatura alla illuminazione ed alla presenza di correnti.

Per potere fotografare all'interno della capsula ovarica e cioè l'embrione ed i suoi annessi, è stata utilizzata la tecnica di trans illuminazione ottenuta ponendo una sorgente di luce puntiforme dietro ad essa. In questo modo si mettevano in evidenza le silhouettes delle strutture presenti all'interno dell'astuccio ovarico.

L'identificazione della specie prima della nascita è stata possibile in base ai diametri dell'astuccio (10 cm × 3,5 cm). Al momento del prelievo era possibile osservare all'interno della capsula soltanto il tuorlo; dopo quattro settimane era possibile evidenziare l'embrione, lungo circa 1 cm, muoversi continuamente e freneticamente, facendo fulcro sul tuorlo al centro del corpo (tutte le osservazioni hanno avuto periodicità giornaliera).

Alla sesta settimana di osservazione si distinguevano una porzione craniale ed una caudale. Il contatto con il tuorlo si era spostato cranialmente e i movimenti erano rallentati.

Alla dodicesima settimana erano ben evidenti le branchie esterne, la pinna caudale e dorsale, i bulbi oculari e i vasi vitellini.

Dalla tredicesima alla diciassettesima settimana l'embrione si accresceva progressivamente, mentre il tuorlo diminuiva di volume.

Alla diciottesima settimana si osservò la presenza di quattro fessure sulla capsula ovarica nella quale l'acqua circolava liberamente.

Le branchie esterne erano già state riassorbite. L'organogenesi era probabilmente completa e gli occhi cominciavano a registrare le variazioni dell'intensità luminosa.

Dalla diciannovesima alla ventitreesima settimana, l'accrescimento dello *Scyliorhinus* è stato molto rapido giungendo all'occupazione dell'intera capsula. I movimenti erano meno rapidi e più flessuosi.

Dalla ventiquattresima alla ventisettesima settimana il tuorlo si era riassorbito quasi del tutto, e lo *Scyliorhinus* era costretto a stare ripiegato su se stesso, ma riusciva a muoversi abbastanza agevolmente fino a girarsi sul proprio asse maggiore. La sua frequenza respiratoria era di circa 100 atti/min. ma diminuiva fino a 20-25 sotto lo stimolo della luce violenta.

Dalla ventottesima alla trentunesima settimana il tuorlo si era andato progressivamente esaurendo e l'aumento di lunghezza gli consentiva soltanto una pressione a stantuffo contro il bordo esterno dell'astuccio ovarico.

Nella trentaduesima settimana di osservazione, di notte (ore 3,25 del 1° novembre) il giovane squalo forzava il bordo esterno dell'astuccio sgusciando. Misurava 21 cm. Erano trascorsi otto mesi dalla raccolta della capsula. Si è stabilito un accrescimento in lunghezza di 2,5 cm. ogni quattro settimane.

Indirizzo degli autori — Gruppo Ricercatori ed Operatori Subacquei E.N.D.A.S. Palermo, Viale Euridice n. 4 - 90149 MONDELLO/PALERMO.

ALBERTO ROMEO, GIUSEPPE BUTERA e LUCIA SCORDATO

STUDIO FOTOGRAFICO DEI NUDIBRANCHI DEL GOLFO DI PALERMO

SUMMARY

A photographic survey of nudibranch gastropoda of the rocky coast near Palermo.

Nudibranch Gastropods are amongst the most attractive life forms on hard infra¬ litoral bottoms.

The beauty of their bodies gliding through the networks of algae and branching Hydroids or Polyzoan colonies makes them a favourite subject of divers in search of attractive submarine landscape.

Their small size and the rarity of some species are a challenge to the skill of advanced underwater photographers.

Moreover, photography is valuable means for the study and the taxonomic determination of the members of this intriguing group of benthic carnivores, where the colours are an essential biological feature.

During the past few years the Group of Underwater Photographers of Palermo (G.R.O. SUB. ENDAS) has been specifically engaged in a photographic survey of the Nudibranch Gastropods living along the coast of Northwestern Sicily, which has allowed us to sketch an overall picture of Nudibranch species of our region.

Data have also been collected about the biology, habitat, period of the year and bionomic relations for each species.

Nell'evoluzione del subacqueo da predatore ad osservatore della natura i nudibranchi dovrebbero costituire una tappa obbligata. Il fotosub dovrebbe essere conquistato dallo splendore dei colori e dalla eleganza delle forme. Ma a causa delle difficoltà di individuazione della maggior parte delle specie, date le piccole dimensioni, soltanto un fotosub specialista viene realmente conquistato e si interessa alla documentazione di questi animali.

Il G.R.O. SUB. da anni documenta le biocenosi del golfo di Palermo ed ha raccolto molte immagini di nudibranchi di cui vengono presentate le più significative.

Questi esemplari sono stati fotografati per la maggior parte ad una profondità di 5-10 mt. lungo le coste palermitane nell'ambito di una ricerca iniziata due anni addietro; ogni individuo è stato fotografato in situ e successivamente raccolto e fotografato in acquario e quindi fissato in alcool e catalogato.

La fotografia subacquea si è dimostrata uno strumento di primaria importanza nello studio di questo eterogeneo gruppo tassonomico soprattutto per la determinazione della specie mediante l'analisi del pattern delia colorazione, delle forme e dei rapporti fra animali ed ambiente, infatti lo strumento fotografico si è dimostrato particolarmente utile nei casi dubbi grazie al ruolo rivestito dalle livree nella differenziazione specifica.

Indirizzo degli autori — Gruppo Ricercatori ed Operatori Subacquei E.N.D.A.S. Palermo, Viale Euridice n. 4 - 90149 MONDELLO/PALERMO.

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.), 2 1982, pp. 177-185

GIUSEPPE GIACCONE

VALORIZZAZIONE DEGLI AMBIENTI SALMASTRI CON PARTICOLARE RIFERIMENTO A QUELLI SICILIANI

RIASSUNTO

In questo lavoro viene riportata l'introduzione ad uno dei temi del 13° Congresso di Biologia Marina sulla valorizzazione degli ambienti salmastri mediterranei con particolare riferimento a quelli siciliani. Sono messi in evidenza sia le caratteristiche fisico-chimiche e biologiche sia le potenzialità per l'acquacoltura. Vengono presentate inoltre le principali linee di ricerca su questo argomento nelle Università siciliane ed in particolare i risultati di quelle condotte con i finanziamenti del Programma Finalizzato Oceanografia e Fondi marini nel Subprogetto Risorse biologiche. L'autore, infine, come responsabile della segreteria del Congresso, ringrazia gli Enti finanziatori ed illustra l'interesse del mondo sportivo, economico e politico della Sicilia ai problemi della Biologia Marina.

SUMMARY

Evaluation of brackish environments, with particular reference to those in Sicily.

This paper reports the introduction to one of the themes of the 13 th Marine Biology Congress, on the subject of the evaluation of brackish environments, with particular reference to the Sicilian ones. Both the physico-chemical and biological characteristics and the potential for acquaculture are shown. The principal lines of research on this topic in the Sicilian Universities are also reported, and in particular the results of the research financed by the

Lavoro eseguito con i fondi del C.N.R., P.F. Oceanografica e Fondi Marini SP. Risorse Biologiche.

Biological Resources Sub-project of the Final Oceanography and Marine Depths Programme.

Finally, the Author, as the person responsible for Conference Secretariat, thanks the financing authorities and indicates the interest of the world of sports, economics and Sicilian politics in the problems of *Marine Biology.*

Key words: brackish environments - Sicily.

INTRODUZIONE

Per ambienti salmastri si intendono qui quelli occupati da « acqua con una salinità instabile ed il cui sale deriva principalmente dal mare », (DEN HARTOG, 1967), cioè le acque prossimali poichiloaline, sia salmastre in senso stretto che iperaline.

Per una visione d'insieme degli ambienti salmastri mediterranei in relazione alla loro valorizzazione e alla loro capacità produttiva rinviamo alla rivista di DE ANGELIS pubblicata dalla F.A.O. (1960).

Le lagune e gli stagni salmastri italiani occupano una superficie di oltre 150.000 ha e rappresentano circa il 7-8% della produzione globale dell'acquacoltura italiana che è di circa 783.000 q. (LUMARE, 1980).

Dei più significativi biotopi destinabili ad acquacoltura in Sicilia ha fatto un primo censimento FARANDA (1977) che ha trovato tra quelli salmastri particolarmente idonei alla valorizzazione i Pantani della costa orientale e meridionale della Sicilia nella zona Noto Marina - Capo Passero - Pozzallo (con una superficie di circa 350 ha) e le Saline di Trapani (circa 20.000 ha) sulle coste occidentali.

Sulle saline del trapanese e sullo Stagnone di Marsala (circa 2.000 ha) oltre a indagini occasionali sono state realizzate o sono in corso di espletamento non solo indagini di ecologia di base, ma anche ricerche finalizzate promosse da enti pubblici e privati. Inoltre esistono già iniziative di acquacoltura sia in intensivo che in estensivo, oltre ad alcuni impianti per ri-----e tecnologiche, finalizzate soprattutto ai problemi della mangimistica e dell'avanotteria.

Di tutte queste ricerche saranno date notizie, problematiche e prospettive in questa sede congressuale.

Questa relazione, pertanto, non vuole essere una rassegna informativa su tutta la problematica relativa alla valorizzazione e alle potenzialità delle acque salmastre (si rimanda per questo ai documenti F.A.O. e al lavoro di KIENER, 1978), ma solo una introduzione alla tematica attinente all'argomento, che in questa sede si sviluppa soprattutto attorno alle aree del trapanese, che saranno anche oggetto della gita sociale a carattere turistico¬ scientifico alla fine del Congresso.

La valorizzazione delle acque salmastre costiere, pur costituendo spes-

so lo slogan di politici e di amministratori e l'oggetto di iniziative tra i protezionisti, a volte è intesa in senso opposto alle indicazioni e alle direttrici scaturite da indagini scientifiche articolate ed interdisciplinari.

Sono ancora visibili, infatti, i danni di varie iniziative di bonifica, che anche oggi tendono a ridurre le aree umide costiere, se non con la motivazione fascista di dare nuove terre da coltivare, con quella speculativa di costruire case di tipo popolare.

La valorizzazione degli ambienti salmastri non è tanto una scelta aprioristica con fini magari protezionistici o per la fruizione del tempo libero, ma il risultato dei cicli energici che in essi si realizzano. Questi cicli spesso portano ad una produzione di biomassa grezza che nei suoi anelli primari è largamente superiore ad un equilibrato funzionamento dell'ecosistema (valori estremi 0,1-16,09 mg Chl.a/m3. (CALVO) com. pers.). In conseguenza questi biotopi sono in continuo stato eutrofico e tendono ineluttabilmente alla distrofia.

Le pratiche di acquacoltura, tenendo conto della tipologia dei vari bacini salmastri e delle situazioni climatiche dell'area di appartenenza, utilizzano lo stato eutrofico e prelevando razionalmente biomassa pregiata, utilizzano l'eccesso di produttività ed impediscono il realizzarsi di eventi distrofici.

Molto spesso i nostri ambienti salmastri necessitano di opere di riconversione produttiva e la convenienza della loro valorizzazione è aumentata, inoltre, dall'esistenza di infrastrutture e di maestranze, che potrebbero essere ammodernate e addestrate alle nuove richieste di mercato. Le imprese, per ottenere sale o pesce da una acquacoltura estensiva di tipo rudimentale, non sono più redditizie. Ma l'uso di energia a basso costo, come quella eolica o quella solare, possono certamente dare prodotti più ricercati dal mercato attuale ed una produzione meno aleatoria e più differenziata della biomassa asportabile.

Per incrementare l'utilizzazione di queste fonti ausiliarie di energia esistono in Sicilia ottime leggi incentivanti e tecnologie avanzate.

GLI AMBIENTI SALMASTRI SICILIANI

Questi biotopi sono assenti o molto scarsi sulla costa settentrionale della Sicilia, sono abbastanza rappresentati alle due estremità della costa orientale, mentre caratterizzano quasi con continuità la costa occidentale e significativi tratti di quella meridionale.

Secondo la classificazione di PRITCHARD (1967), questi possono essere assimilati per la stragrande maggioranza dei casi agli « estuari di sbarra-

mento ». Si tratta, cioè, di bacini costieri che comunicano con il mare solo tramite bocche o canali tenuti aperti da interventi antropici. La loro formazione spesso è dovuta a fenomeni eustatici, che hanno isolato depressioni costiere di retroduna o a modificazioni antropiche allo scopo di ottenere bacini salanti e presalanti.

Meno frequenti sono i casi di formazioni di cordoni di tipo tombolo, risultato dell'azione sinergica dei venti e del trasporto delle correnti costiere.

Tra gli ambienti di foce i più significativi sono quelli del Simeto in Sicilia orientale e quelli del Platani sulle coste meridionali.

A ridosso di Capo Peloro a Messina i Laghi di Faro e di Ganzirri sono stati i campi sperimentali per la Chimica e la Microbiologia delle acque salmastre del Mediterraneo, ma il loro sfruttamento soprattutto mediante molluschicoltura è lontano dall'essere razionale e conseguente ai risultati delle ricerche della scuola di GENOVESE e continua ad esistere in condizioni di fuorilegge, in assenza totale di opere idrauliche ed igienico sanitarie.

Questi stagni sono tra i pochi esempi di ambienti salmastri estesamente studiati in Sicilia, ma come tutti gli altri non valorizzati in maniera razionale e produttiva in armonia con la produttività che promana dai cicli microbiologici che in essi si realizzano.

Nel censimento fatto da FARANDA (1977) delle aree destinabili ad acquacoltura in Sicilia, sulle coste orientali sono indicati alla foce del Simeto i laghi Gurnazza e Gornalunga, che sono due sacche successivamente isolate o in via di isolamento. La potenzialità di tutta la foce del Simeto per impianti di allevamento intensivo sono notevoli anche se richiedono opere atte alla razionale utilizzazione sia dell'acqua dolce che di quella marina. Allevamenti estensivi, anche differenziati, si potrebbero ottenere con opportuni miglioramenti idraulici nei due laghi.

Estremamente ricca di ambienti salmastri, detti Pantani, è l'area a ridosso di Capo Passero, tra Noto e Pozzallo.

Tra questi Pantani, il P. Longarini, in parte già bonificato, è considerato da FARANDA quello con le migliori potenzialità per l'acquacoltura. In questi Pantani sono stati realizzati recentemente impianti per l'allevamento del Gambero giapponese con risultati che sembrerebbero incoraggiare la riconversione di parte di questi biotopi all'acquacoltura.

Per le Saline del trapanese FARANDA dava già delle indicazioni sulle linee da seguire nell'acquacoltura e raccomandava soprattutto il settore della mangimistica con produzione di *Dunaliella salina* (Dun.) Teodor. e di *Artemia salina.* Queste linee sono state approfondite nell'ambito del Progetto Finalizzato Oceanografia e Fondi Marini, S.P. Risorse biologiche dalle Unità operative presenti nell'Università di Palermo. I Programmi Finaliz-

zati hanno stimolato nell'Ateneo palermitano il coagularsi di competenze attorno ad un gruppo di ricerca interdisciplinare, che però attende di trovarsi un centro logistico, di essere razionalmente coordinato da una parte in un programma integrato di fattibilità e dall'altro di essere armonizzato con molte altre iniziative locali, pubbliche e private, che in maniera selvaggia tendono spesso più a fruire degli incentivi che a valorizzare le aree in questione.

Già in questo Congresso potrete avere una panoramica delle ricerche in atto o in programma, pertanto in questa relazione intendo fare una rapida rassegna solo di quelle già realizzate.

CONTRIBUTI ALLA VALORIZZAZIONE DEGLI AMBIENTI SALMASTRI E COSTIERI DEL TRAPANESE

Lo studio di FARANDA e dei collaboratori dell'Università di Messina (1977) per un primo censimento delle aree destinabili ad acquacoltura in Sicilia è stato finanziato dal C.N.R. Altre ricerche fondamentali finanziate dalla Regione (E.S.P.I.) sono state condotte da MAGAZZÙ, ARENA, CAVALLARO, ANDALORO, DI NATALE e altri dell'Università di Messina.

Molte ricerche di base sulla flora, la vegetazione ed i principali fattori abiotici, che caratterizzano il sistema fitale costiero e quindi anche quello salmastro, sono state effettuate nell'ambito dei contratti della vecchia Commissione Oceanografia e realizzati in collaborazione con molti dei componenti del Comitato Benthos della S.I.B.M. e del gruppo Algologia della S.B.I.

Si può affermare che la tipologia vegetazionale del Sistema fitale in Mediterraneo è stata fondamentalmente determinata sui biotopi della Sicilia e delle isole minori ed in particolare di quelle presenti nel Canale di Sicilia.

Le Unità Operative del P.F. Oceanografia che hanno dato un contributo fondamentale per la valorizzazione degli ambienti costieri della Sicilia nord-occidentale sono quelle di GIACCONE, RIGGIO e SORTINO. Queste U.O. hanno raccolto un gruppo interdisciplinare e realizzato ricerche finalizzate che vanno dall'acquacoltura, alla floricoltura, alla zootecnia, sempre più sfruttando risorse biologiche reperibili negli ambienti salmastri e costieri di quest'area.

In queste ultime settimane sono in corso trattative tra ricercatori dell'Ateneo palermitano e la fondazione WHITAKER per impostare un'articolata ricerca sullo Stagnone di Marsala e sulle Saline adiacenti al fine di realizzare uno sviluppo coordinato e produttivo tra i beni culturali ed archeologici e quelli economici ed ambientali della zona. Questa collabora-

zione tra enti di ricerca, fondazioni culturali, enti locali, imprenditori e maestranze locali è l'obbiettivo, che gli operatori dell'Ateneo palermitano si propongono come prospettiva a medio termine e che sta alla base della motivazione di questa tematica congressuale in questa sede siciliana. Motivazioni analoghe sono alla base delle altre due tematiche sulla Pesca e la fascia costiera, che pur nel loro interesse generale mediterraneo, trovano certamente in Sicilia occidentale sollecitazioni per risposte a problemi urgenti di estrema attualità nel campo dell'occupazione e della valorizzazione delle risorse del mare. Tra le varie iniziative sono da ricordare quelle culturali del Centro di Biologia Marina del Consorzio per la Libera Università di Trapani e quelle promozionali della Banca del Popolo di Trapani.

In tutto questo movimento di iniziative e di ricerche è presente in quest'area, con espressioni di collaborazione e di formazione, l'ambiente sportivo, che si raccoglie attorno alla Sezione Siciliana della F.I.P.S. ed Attività subacquee ed ai circoli sportivo-culturali E.N.D.A.S., GRO-SUB, che figurano tra i contributori di questo Congresso. La presenza qui degli sportivi del mare è nella •tradizione e nello statuto della S.I.B.M., ma per noi è prima ancora una tradizione siciliana e palermitana: ai nostri subacquei certo piace pescare, ma soprattutto piace capire, proteggere, valorizzare ed in genere fruire in senso razionale di tutto ciò che il mare e, più in generale, i corpi idrici dell'isola possono dare ai suoi figli e a tutti gli sportivi e naturalisti del mondo. In questo interesse si inseriscono gli Enti turistici, tra i quali l' E.P.T. di Palermo, con tutte le iniziative culturali che hanno soprattutto come punto di riferimento Ustica. Questo Ente per primo ed in maniera qualificata ha posto in Sicilia e non solo in Sicilia il problema mare alla ribalta, creando fruttuosi momenti di incontro tra ricercatori, sportivi, politici, operatori economici e pescatori. Con l'angolazione di promuovere e fare riconoscere le attività economiche della fascia costiera si sono inserite anche le Camere di Commercio provinciali, tra le quali quella di Palermo è particolarmente benemerita per le iniziative promozionali atte a risolvere i problemi di risanamento della fascia costiera, che sono alla base di qualsiasi iniziativa di ripresa produttiva, della piccola pesca e delle imprese di tipo turistico-balneari. Su questi problemi la Camera di Commercio di Palermo ha efficacemente sollecitato la presenza nazionale della Cassa per il Mezzogiorno e quella CEE nel settore delle iniziative sull'ambiente costiero per la ripresa delle attività economiche che in esso gravitano. L'Amministrazione provinciale di Palermo ha recentemente messo in bilancio un congruo finanziamento per ricerche di Biologia Marina ed ha sponsorizzato questo Congresso. Sia la Presidenza della Regione che l'Assessorato ai Beni Culturali si sono associati nel finanziare questa iniziativa, mentre tra gli enti economici hanno risposto solo la

Cassa di Risparmio ed in particolare la Banca del Popolo di Trapani, che ha finanziato la pubblicazione degli Atti.

RISULTATI DELLE RICERCHE REALIZZATE, PROGRAMMI E PROSPETTIVE PER LA VALORIZZAZIONE

Le ricerche realizzate ed in corso di completamento nell'ambito del S.P. Risorse Biologiche del P.F. Oceanografia e Fondi Marini del C.N.R. sono state ampiamente illustrate e documentate dalle tre U.O. palermitane al Convegno di Roma e le relative memorie sono riportate nel volume degli Atti (1979). Per quanto concerne gli ambienti salmastri del trapanese l' U.O. diretta da SORTINO ha evidenziato alcune tra le tematiche più significative di ricerca. La relazione di SORTINO (1979) e le comunicazioni ad essa collegate si possono sintetizzare nei seguenti punti:

1) Nelle Saline e nei canali di scarico e nello Stagnone le risorse vegetali macrofitiche utilizzabili in zootecnia e dell'industria sono fondate su esperienze: nel campo della mangimistica con farina integrata da *Ruppia;* nel campo delle gelatine pregiate con acquacoltura di alghe rosse agarofite.

2) Nel campo della mangimistica per acquacoltura sono da approfondire alcuni risultati su *Dunaliella salina, Artemia salina* (ricerche in corso di L. Di STEFANO), *Spirulina sub salsa* Oerst.

3) Interessanti apporti all' ecologia e alla tipologia degli stagni costieri hanno dato le indagini sullo Stagnone di Marsala. La presenza, inoltre, di una consistente biomassa data da bentopleustofite potenzialmente pregiate, come *Rytiphloea tinctoria* (Clem.) C. Ag. per i coloranti naturali e le Melobesie libere per correttivi basici in agricoltura, danno nuovi suggerimenti per un'acquacoltura che valorizza gli stagni costieri con tipologia assimilabile a quelli presenti nel marsalese.

4) Il censimento e la caratterizzazione di specie algali di interesse farmacologico e come succedanei ai terreni tradizionali nella floricoltura pregiata (Orchidee), completano la vasta gamma di spunti per ricerche applicate indicate da questa U.O.

L'U.O. diretta da RIGGIO si è inserita con i chimici, microbiologi e zoologi nelle ricerche di base di questi ambienti e sta svolgendo un'azione incisiva per dare un grosso contributo di ecologia di base per lo studio funzionale degli ecosistemi salmastri. L'interesse principale dell'U.O. di RIGGIO, come è noto, infatti, è più finalizzata alla valorizzazione della fascia costiera mediante acquacoltura di mare aperto con gli insediamenti di substrato duro artificiale.

L'U.O. diretta da GIACCONE in un primo tempo ha unificato le sue

ricerche a quelle dell'U.O. diretta da SORTINO dando le tecnologie e sperimentando nelle aree siciliane i risultati ottenuti nelle lagune adriatiche. Questo è stato particolarmente evidente soprattutto nel campo dell'acquacoltura di alghe rosse agarofite, nella definizione della tipologia vegetazionale degli ambienti salmastri, nel loro rilevamento vegetazionale e cartografico e nell'utilizzazione delle esperienze maturate nelle lagune e negli stagni dell'Alto e Medio Adriatico e dell'Alto e Medio Tirreno. Anche l' U.O. di GIACCONE come quella di RIGGIO nel campo specifico ha dato un significativo contributo alla biocenotica di base per lo studio strutturale degli ecosistemi salmastri. L'interesse principale dell'U.O. di GIACCONE è, infatti, più finalizzata al riciclaggio dell'energia da inquinamento in acquacoltura ed al risanamento e ripopolamento dei substrati mobili della fascia costiera compresa nell'Infralitorale.

L'elenco dei lavori riportati negli atti dei Congressi della S.I.B.M. e del C.N.R. per i Programmi Finalizzati, parla chiaramente ed in dettaglio dell'operosità e dei contributi alla ricerca di queste tre U.O. palermitane.

Tra i programmi e le prospettive per la valorizzazione di questi ambienti quelli più significativi potranno venire da una possibile collaborazione, già da noi avanzata ad un Progetto Finalizzato per l'acquacoltura, proposto dal C.N.R. e da opere da realizzare con programmi CEE e della Cassa per il Mezzogiorno.

In prospettiva si spera di dare una maggiore presenza e assistenza alla imprenditoria privata, che utilizza incentivi regionali e provinciali per la realizzazione di impianti produttivi e di iniziative di riconversione negli ambienti salmastri e costieri della Sicilia.

Con questo breve accenno ai programmi e alle prospettive chiudo questa mia relazione introduttiva, che è mia soltanto perché l'ho scritta ed esposta, ma è frutto dei dati e delle informazioni che ho avuto dai responsabili delle U.O. del C.N.R. e dei ricercatori delle Università siciliane, che operano con impegno e passione per la valorizzazione degli ambienti salmastri e più in generale della fascia costiera siciliana e delle sue isole minori.

BIBLIOGRAFIA

ANGELIS DE R., 1960 — Exploitation et description des lagunes saumâtres de Mediterranée. — *FAO,* n. 12.

AUTORI VARI, 1979 — Atti del Convegno Scientifico Nazionale. Progetto Finalizzato Oceanografia e Fondi Marini. — *C.N.R.,* Roma 5-6-7 marzo.

HARTOG C. DEN, 1967 — Brackish water as an environment for algae. — *Blumea,* 15: 31-43.

FARANDA F., 1977 — Primo censimento delle aree destinabili ad acquacultura in Sicilia. — *Atti Soc. Peloritana Sci. fis. mat. e nat.*, Messina 23, suppl.: 1-113.

KIENER A., 1978 — Ecologie, physiologie et économie des eaux saumâtres. — *Masson*, Paris.

LUMARE F., 1980 — L'acquacultura italiana: prospettive e problemi. — *Atti Conferenza Nazionale della Pesca*, 1-23.

PRITCHARD D. W., 1967 — What is an estuary: physical viewpoint. in Estuaries (G. H. LAUFF, ed.). — *Amer. Assoc. Adv. Sci. Publ.*, Washington, n. 83.

SORTINO M., 1979 — Risultati delle ricerche condotte sulla valutazione e la valorizzazione delle risorse vegetali marine. — *Atti Convegno Scientifico Nazionale. P.F. Oceanografia e Fondi Marini C.N.R.*, Roma, 385-393.

Indirizzo dell'Autore. — Istituto di Botanica dell'Università, Via Archirafi 38, 90123 Palermo (I).

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.), 2 1982, pp. 187-196

SEBASTIANO CALVO, GIUSEPPE GIACCONE e SERGIO RAGONESE

TIPOLOGIA DELLA VEGETAZIONE SOMMERSA DELLO STAGNONE DI MARSALA (TP)

RIASSUNTO

Vengono riportati i risultati di uno studio sulla tipologia della vegetazione sommersa dello Stagnone (costa occidentale della Sicilia). I popolamenti a rizofite e pleustofite caratterizzano l'intera area del bacino, mentre le aptofite sono limitate ai pochi substrati duri presenti.

SUMMARY

Investigations on the underwater vegetation of the Stagnone of Marsala.

The results of an investigation on the underwater vegetation of the Stagnone (Western coast of Sicily) are reported. Rhyzophytes and pleustophytes characterized the entire area of the lagoon, while aptophytes were found on the few hard bottoms.

Key words: Phytosociology - lagoons - Sicily.

INTRODUZIONE

Lo Stagnone è una vasta area lagunare estesa circa 2000 ha, prospicente il litorale della Sicilia occidentale a Nord della città di Marsala (fig. 1).

Da un punto di vista geomorfologico può essere suddiviso in due bacini: uno meridionale più aperto al mare, ed uno settentrionale con caratteristiche lagunari più marcate, che costituisce per la gente del luogo

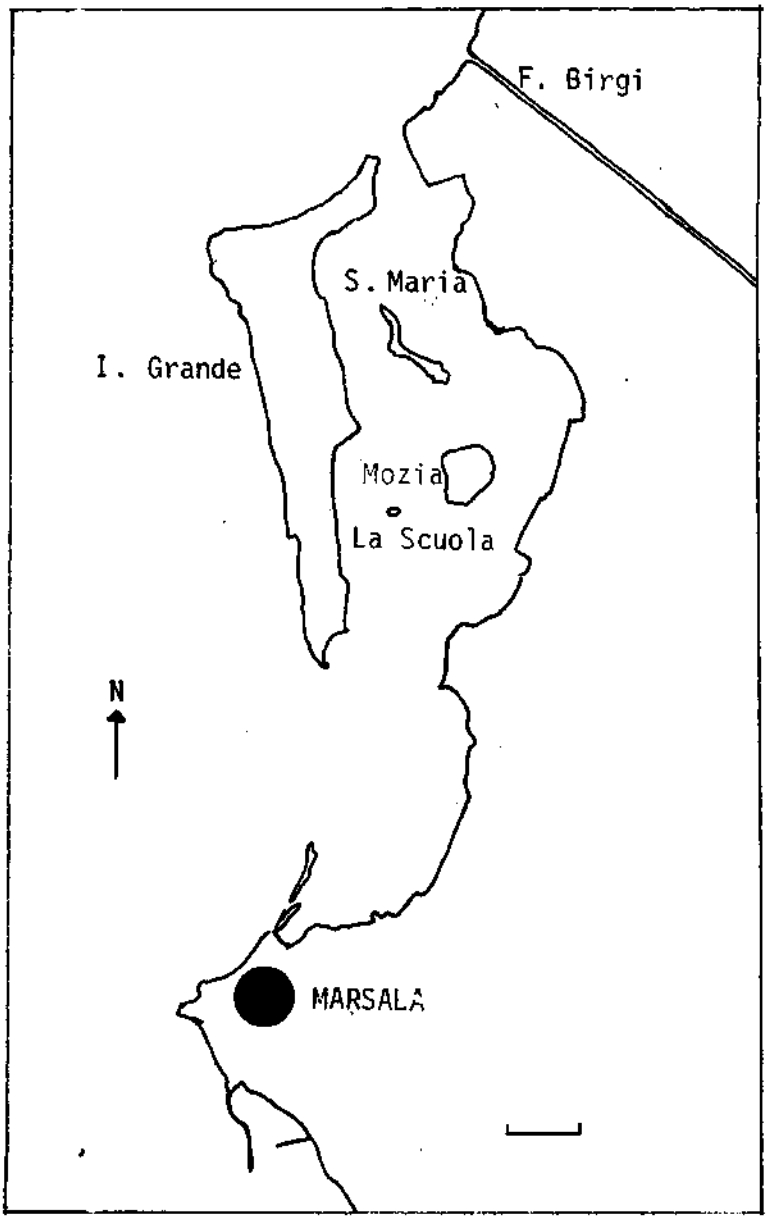


Fig. 1. — Lo Stagnone.

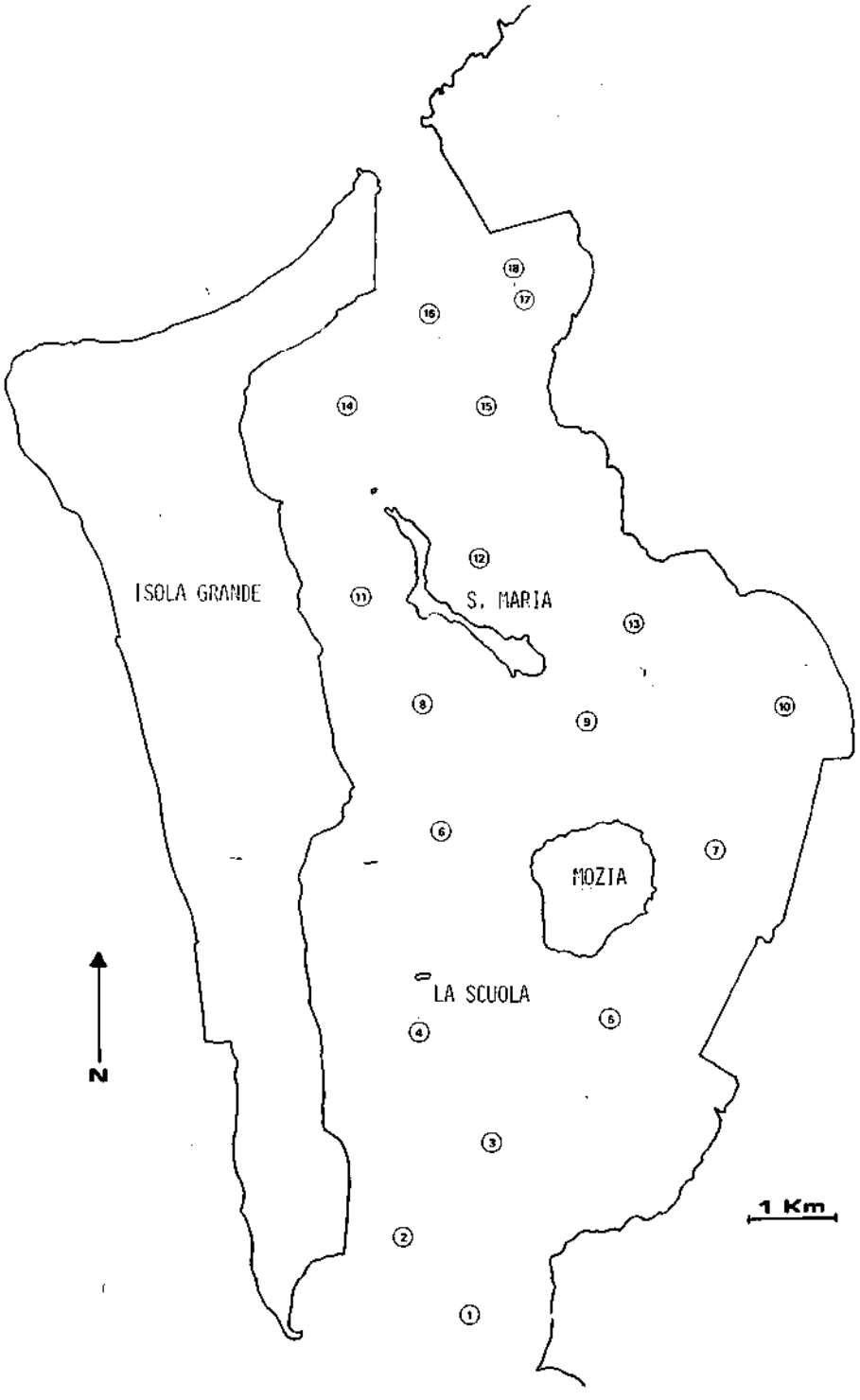


Fig. 2. — Ubicazione delle stazioni di rilevamento nel bacino settentrionale dello Stagnone.

il vero Stagnone e nel quale sono state condotte le osservazioni (fig. 2). Questo bacino copre i tre quarti dell'area totale, con un lunghezza di km 7, una larghezza massima di tre km ed una profondità media di un metro. È separato dal mare dall'isola Longa ed il ricambio idrico avviene tramite due bocche di diversa ampiezza, situate rispettivamente a Nord *(450* m) e a Sud (1400 m).

La particolare conformazione di queste bocche, la presenza di formazioni insulari, l'andamento delle correnti ed i bassi fondali, per lo più di natura limoso — argillosa, fanno sì che l'idrodinamismo, e di conseguenza il ricambio idrico all'interno del bacino, risulti ridotto e non uniforme.

Come tutte le lagune costiere lo Stagnone è soggetto ad un naturale processo di interramento. Tale processo è accentuato dagli apporti terrigeni del fiume Birgi che, essendo stato recentemente deviato nel tratto terminale, sfocia a qualche centinaio di metri a Nord della bocca di Tramontana.

Molti studiosi si sono interessati allo Stagnone: ARENA (1961), Li GRECI (1976) e CAVALLARO et al. (1978) si sono occupati in particolar modo dell'aspetto faunistico; GENOVESE (1969) della flora microbica e MAGAZZÙ (1977) della produzione primaria e del ciclo dei nutrienti. Per quanto concerne lo studio della vegetazione sommersa, a parte una nota preliminare di SORTINO ed al. (1978) ed i recenti studi cartografici condotti da CALVO ed al. (1979, 1980a e 1980b) si possono solo citare la nota di MOLINIER e PICARD (1953) ed il lavoro di CAVALIERE (1961).

Il presente studio vuole essere quindi un contributo alla conoscenza delle fitocenosi che si differenziano nello Stagnone.

I criteri di sistematica vegetazionale seguiti, sono basati fondamentalmente sugli schemi di DEN HARTOG e SEGAL (1964) modificati da GIACCONE (1974), in base ai quali è stato possibile distinguere nello Stagnone tre gruppi vegetazionali: popolamenti a rizofite, aptofite e pleustofite. I rilievi sono stati ordinati in tabella 1 secondo il coefficiente di comunità di Sørensen.

POPOLAMENTI A RIZOFITE

Le rizofite che nello Stagnone si comportano come specie guida sono *Cymodocea nodosa* e *Caulerpa prolifera.* La prima colonizza vaste aree con popolamenti molto densi; la seconda non forma mai popolamenti puri e si rinviene associata a *Cymodocea nodosa,* con il prevalere dell'una sull'altra secondo il grado di idrodinamismo, la natura del substrato e la competizione interspecifica.

Tab. 1 — Quadro fitosociologico (abbreviazioni: r = rizofita; a = aptofita; p = pleustofita)

N. Stazione/N. Rilievo	4/2	4/1	3/3	5/1	13/1	11/2	9/2	9/1	8/1	15/1	13/2	12/1	7/1	3/2	6/2	10/	12/1
Superficie m^2	10	10	10	9	2	4	2	8	4	8	2	6	2	10	2	4	2
Profondità cm	120	100	120	100	60	50	150	120	50	60	40	70	80	150	130	150	90
Copertura %	100	100	100	100	50	30	60	100	30	70	50	100	100	100	100	100	90
Data	4/81	8/80	4/81	8/80	8/80	4/81	4/81	8/80	4/81	8/80	4/81	8/80	4/81	8/80	4/81	8/80	4/81
Cymodocea nodosa (Ucr.) Asch. (r)	100	70	90	100	60	50	90	100	90	20	40	20	100	90	100	100	30
Cystoseira barbata J. Ag. f. aurantia (Kütz.) Giacc. (a)	2	3	+	-	+	3	2	+	1	2	10	2	2	+	3	+	10
Cystoseira spinosa Sauv. (a)	2	2	10	2	+	2	5	+	5	3	10	10	20	2	3	+	15
Pytiphloea tinctoria (Clem.) C. Ag. (p)	1	+	30	95	30	5	5	10	5	-	30	30	100	10	40	50	-
Caulerpa prolifera (Forsk.) Lamour. (r)	+	15	+	-	+	30	-	+	-	70	-	80	-	5	-		70
Posidonia oceanica (L.) Del. (r)	+	+	+	+	-	-	+	+	3	-	-	-	+	-	1	-	
Cladophora echinus (Buas.) Kütz. (p)	10	+	-	5	+	-	30	1	3	-	3	-	+	+	2	30	-
Chondria dasyphylla (Woodw.) Falk. (p)	-	5	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	5	-	-	-
Halimeda tuna (Ell. et Sol.) Lamour. (a)	10	10	+	-	40	2	-	-	10	3	2	-	-	2	-	-	-
Castagnea mediterranea (Kütz.) Hauck	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	+	-	-
Ascocyclus orbicularis (J. Ag.) Magn.	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	8	-	-
Lythothamnium calcareum (Pall.) Aresch. (p)	+	1	+	3	-	-	+	-	5	-	-	-	1	-	-	-	-
Anadyomene stellata (Wulf.) C. Ag.	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	5	-	5	-	-	-	-
Chaetomorpha linum (Müll.) Kütz. (p)	80	-	-	10	-	10	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Giraudya sphacelarioides Derb. et Sol.	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Lythothamnium fruticulosum (Kütz.) Fosl. (p)	3	3	3	+	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	3	-	
Laurencia obtusa (Huds.) Lamour. (p)	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	2	-	-	-	-	-	-
Valonia aegagropila Kütz. (p)	-	-	-	-	-	-	2	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-
Dasycladus vermicularis (Scopp.) Krass. (r)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	40	2	-	-	-	-	-
Fosliella lejolisii (Rosan.) Howe (ep)	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Mesophyllum lichenoides (Ell. et Sol.) Lem. (p)	+	+	2	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lamprothamnium papulosum (Wallr.) J. Gr. (r)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zostera- Zosterella noltii Horn. (r)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

segue tabella 1

segue

N Stazione/N Rilievo	2/1	3/1	10/2	14/2	6/1	2/2	14/1	1/1	11/1	16/1	5/2	15/2	17/1	17/2	18/1	18/2	PRESENZA
Superficie m^2	10	10	4	4	8	10	8	10	4	4	2	2	4	8	1	1	
Profondità cm	150	160	150	160	100	100	160	160	70	40	90	80	20	30	70	30	
Copertura %	80	80	70	40	100	50	100	10	100	40	40	40	100	20	30	50	
Data	8/80	8/80	4/81	4/81	8/80	4/81	8/80	4/81	8/80	4/81	4/81	4/81	8/80	4/81	8/80	4/81	
Cymodocea nodosa (Ucr) Asch (r)	50	70	90	30	95	100	5	75	95	100	100	65	70	100	+	+	V
Cystoseira barbata J Ag f aurantia (Kutz) Giacc (a)	+	+	2	+	2		+	+		+		2		+	+		
Cystoseira spinosa Sauv (a)	5	+	2	+	5		1										I
ytiphloea tinctoria (Clem) C Ag (p)	5	5	50		20	2			65		60						IV
Caulerpa prol fera (Forsk) Lamour (r)	50	30		60	5	+	95		5			35	30				III
Posidon a ocean ca (L) Del (r)	+	+	+		+	+		5		+	+						II
Cladophora echinus (Buas) Kutz (p)			1		2						20						III
Chondria dasyphylla (Woodw) Falk (p)														5			II
Halimeda tuna (Ell et Sol) Lamour (a)								20									II
Castagnea med terranea (Kutz) Hauck	+	+						+									II
Ascocyclus orbicularis (J Ag) Magn	+	+						+									II
Lythothamnium calcareum (Pall) Aresch (p)																	II
Anadyomene stellata (Wulf) C Ag					1												I
Chaetomorpha linum (Mull) Kutz (p)				0													I
traudya sphacelarioides Derb et Sol	+																I
ythothann um frut culosum (Kutz) Fosl (p)																	I
aurenc a obtusa (Huds) Lamour (p)												5	10				I
alon a aegagropila Kutz (p)			10														I
Dasycladus ve m cula is (Scopp) Krass (r)																	I
Fosliella lejo isii (Rosan) Howe		+															I
Mesophyllum lichenoides (Ell et Sol) Lem (p)																	I
amprothamnium papulosum (Wallr) J Cr ( )				10		10											I
ostera Zosterella nolti orn (r)															100	100	I

Caulerpa prolifera predilige stazioni calme dove il substrato è più fine e ridotto, mentre *Cymodocea nodosa* trova condizioni ottimali dove maggiore è il ricambio idrico e minore risulta nei sedimenti la componente riducente.

Un aspetto importante della vegetazione è costituito dai popolamenti a *Posidonia oceanica* in fase di regressione. Questi popolamenti si dispongono a cordoni nelle zone in cui l' idrodinamismo risulta più elevato, mentre formano delle strutture caratteristiche, che richiamano a mente gli atolli (formazione a mosaico), nelle aree più calme.

I popolamenti a rizofite sono quindi rappresentate nello Stagnone dall'associazione climax *Posidonietum oceanicae* (MOLINIER, 1958) in fase di regressione e le attuali formazioni vegetali a *Cymodocea nodosa* e *Caulerpa prolifera* (inquadrati nell'associazione durevole *Cymodoceetum nodosae* (GIACCONE e PIGNATTI, 1967), sono da considerare come l'espressione delle modificazioni che il regime idrodinamico e la natura dei substrati hanno subito nel tempo.

Molto interessante è risultato il riscontro nella parte nord-occidentale del bacino di *Lamprothamnium papulosum,* la cui presenza è da mettere in relazione ad alcune risorgive di natura freatica ivi esistenti ed al processo di interramento di cui precedentemente accennato. Questa *Characea* è stata descritta nelle Valli di Comacchio (FERRARI e al., 1972), dove forma l'associazione *Lamprothamnietum papulosi* (CORILLION, 1957). Questa specie, che si rinviene su fondali sabbiosi con significato pioniero, è caratteristica di ambienti lagunari condizionati da apporti di acque dolci.

Gli stessi autori individuano un raggruppamento a *Lamprothamnium papulosum* e *Ruppia spiralis,* che pongono tra il *Lamprothamnietum papulosi,* dove la *Ruppia* è assente o poco rappresentata, e il *Ruppietum spiralis* (INVERSEN, 1936) in cui predomina la *Ruppia.* Tali raggruppamenti corrisponderebbero a stadi diversi nel processo di interramento nelle Valli di Comacchio.

Nello Stagnone, il riscontro di *Lamprothamnium papulosum* associato a *Cymodocea nodosa* e *Caulerpa prolifera,* testimonia il graduale processo di interramento che si verifica nel bacino; l'analogia risulta più evidente se si considera che *Cymodocea nodosa* e *Caulerpa prolifera* svolgono nello Stagnone lo stesso ruolo che *Ruppia spiralis* svolge nelle Valli di Comacchio.

Da segnalare, infine, il riscontro di colonie sparse di *Zostera-Zostera noltii* in stazioni riparate, localizzate in prossimità della bocca Nord.

POPOLAMENTI AD APTOFITE

Le specie aptofite dello Stagnone, a causa dell'assenza di substrati duri, si impiantano per lo più su piccole pietre, conchiglie, manufatti di natura antropica e su rizomi di angiosperme marine.

Si riconosce una sola associazione: *Cystoseiretum crinitae* (MOLINIER, 1958), in cui *Cystoseira crinita* è vicariata da *Cystoseira barbata f. auran¬ tia,* associata ad *Anadyomene stellata, Dasycladus vermicularis, Acetabu- laria acetabulum* e *Padina pavonica.*

Da notare inoltre la presenza di *Cystoseira spinosa,* riscontrata con la parte stolonifera immersa nel sedimento ed una parte aerea che si allunga ed arriva in alcuni casi a galleggiare in superficie.

POPOLAMENTI A PLEUSTOFITE

Questi sono rappresentati dalle bentopleustofite *Rytiphloea tinctoria, Valonia aegagropila* e *Cladophora echinus* e dalle mesopleustofite *Chaeto- morpha linum* e *Chondria dasyphylla.*

I popolamenti pleustofitici sono stati inquadrati in due associazioni, di cui una nuova:

Chaetomorpho-Valonietum aegagropilae GIACCONE, 1972.

Questa associazione, caratteristica degli stagni costieri adriatici (GIAC- CONE, 1974: FERRARI e PICCOLI. 1974) e delle lagune di Orbetello (GIAC- CONE, 1978), si presenta nello Stagnone frammentaria e non costituisce mai popolamenti omogenei.

Cladophoro-Rytiphloetum tinctoriae nov. ass.

Specie fedeli: *Cladophora echinus* (Bias.) Kütz.

Rytiphloea tinctoria (Clem.) J. Ag.

Si tratta di una associazione che forma in altre zone popolamenti quasi Duri, e che è stata riscontrata in sottostrato anche nelle associazioni a rizofite ed aptofite.

Le forme di crescita di *Cladophora echinus* e di *Rytiphloea tinctoria* risultano di estremo interesse; si presentano infatti con una struttura sfe- roidale (ball-form) e possono raggiungere cospicue dimensioni. La presen- za delle forme a palla di *R. tinctoria* non è stata mai segnalata in tale ab- bondanza da altri autori.

Va segnalato infine il riscontro di alcune Melobesie libere, anche que- ste in forma egagropila, quali *Lithothamnium fruticulosum, L. calcareum* e *Mesophyllum lichenoides.*

CONCLUSIONI

Lo studio della vegetazione sommersa dello Stagnone ha permesso di stabilire la stretta dipendenza biotica ed abiotica di questa area lagunare rispetto al mare aperto.

Le specie riscontrate, infatti, sono tutte di origine marina ad eccezione di *Lamprothamnium papulosum* che si rinviene in un'area soggetta ad apporti di acque dolci.

La prevalenza delle rizofite marine come *Cymodocea nodosa* e *Posidonia oceanica* testimonia sia un ricambio idrico relativamente elevato, sia la scarsa incidenza di inquinanti di natura antropica.

L'interramento della bocca Nord, in atto testimoniato da rinvenimento di *Cymodocea nodosa* e *Caulerpa prolifera* associate a *Lamprothamnium papulosum*, se non verrà bloccato con opportune opere idrauliche, comporterà in un prossimo futuro una diminuzione del ricambio idrico nello Stagnone, con gravi ripercussioni sulle biocenosi ivi esistenti.

Un razionale sviluppo dell'acquacoltura, comportando il mantenimento di condizioni idrologiche ottimali per le biocenosi lagunari, appare la soluzione più idonea per preservare lo Stagnone dal processo di interramento e per garantire un ricambio idrico che permetta a questo bacino di assolvere alla sua primaria funzione nel territorio: quella cioè di costituire un'area naturale di ripopolamento.

BIBLIOGRAFIA

ARENA P., 1976 — La situazione ambientale dello Stagnone di Marsala ed i problemi relativi alla sua valorizzazione. — *Atti del Convegno « L'uomo e lo Stagnone »*, Marsala, 47-62.

CALVO S., DRAGO D. e SORTINO M., 1979 — Ricerche sulla possibilità di utilizzazione dei popolamenti fitobentonici dello Stagnone (Costa occidentale della Sicilia). Cartogramma e biomassa della vegetazione invernale". — *Atti del Convegno Scientifico Nazionale P.F. C.N.R. «Oceanografia e Fondi Marini»* Roma, 1: 413-422.

CALVO S., DRAGO D. e SORTINO M., 1980 — Winter and summer submersed vegetation maps of the Stagnone (Western coast of Sicily). — *Révue de Biologie-Ecologie méditérranéenne,* T. VII, n. 2: 89-96, Provence.

CALVO S., DRAGO D. e SORTINO. M., 1980 — Distribuzione estiva del fitobentos e biomassa delle specie di interesse merceologico dello Stagnone (Costa occidentale della Sicilia). — *Thalassia Salentina,* n. 10: 67-74, Taranto.

CAVALIERE A., 1961 — Osservazioni nello Stagnone di Marsala (Sicilia). — *Delpinoa,* 3: 183-204.

CAVALLARO G., ARENA P., CEFALI A., POTOSCHI A., SORBILLI P., DI NATALE A., 1978 — Studio di un ambiente lagunare: lo Stagnone di Marsala. Ambienti Umidi costieri. — *Atti II Convegno Siciliano di Ecologia,* Noto, 47-49.

DEN HARTOG C. e SEGAL S., 1964 — A new classification of the water plani communities. — *Acta Botanica Neerl.,* 13: 367-393.

GENOVESE S., 1969 — Données écologiques sur le « Stagnone » de Marsala (Sicilie occ.) — *Rapp. Comm. int. Mer Médit.,* 19 (5): 823-826.

GIACCONE G., 1974 — Lineamenti della vegetazione lagunare dell'alto Adriatico ed evoluzione in conseguenza dell'inquinamento. Atti del Convegno di Ecologia di Venezia. — *Boll. Museo Civ. St. Nat.,* Venezia, n. 26: 89-98.

FERRARI C, PIROLA A. e PICCOLI F., 1972 — Ricerche idrobiologiche nelle valli di Comacchio II. Saggio cartografico della vegetazione delle valli di Comacchio. — *Ann. Univ. Ferrara,* (N.S.) Sez. 1 Ecol., 1: 35-54.

GIACCONE G., 1978 — Indagini sulla vegetazione lagunare. In « Risanamento e protezione dell'ambiente idrobiologico della laguna di Orbetello. Studio di fattibilità ». — *Regione Toscana; Comune di Orbetello,* 100-109.

LOMBARDO V., 1976 — L'inquinamento dello Stagnone di Marsala. — *Atti del convegno « L'uomo e lo Stagnone »,* Marsala, 27-46.

Li GRECI G., 1976 — Prospettive di moderni indirizzi di acquacoltura nella area dello Stagnone e sue zone adiacenti. — *Atti del Convegno « L'uomo e lo Stagnone »,* Marsala, 63-82.

MAGAZZÙ G., 1977 — Usefulness of the Marsala lagoon for acquaculture. Nutrients and primary productions. — *Rapp. Comm. int. Mer Médit.,* 24 (6): 81-82.

MOLINIER e PICARD, 1953 — Notes biologiques à propos d'un voyage de ètude sur le côtes de Sicilie. — *Ann. Inst. Ocean.,* Monaco, 28: 163-188.

SORTINO M. ed al., 1978 — Risultati preliminari sulla flora e sulla vegetazione di alcuni ambienti lagunari della costa occ. della Sicilia. — *Quad. Lab. Tecnol. Pesca,* Ancona, 3 (1 suppl.): 357-465.

VAN DEN HOEK C, 1963 — Revision of the european species of Cladophora. — *E. J. Brill,* Leiden, Netherlands, pp. 248.

Indirizzo degli Autori. — Istituto di Botanica, Via Archirafi 38, 90123 Palermo (I).

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.), 2 1982, pp. 197-208

GIOACCHINO GENCHI, SEBASTIANO CALVO e ACHILLE LUGARO

LE SALINE DI MARSALA. 1. CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE

RIASSUNTO

In tre saline situate sulla sponda interna dello Stagnone (costa occidentale della Sicilia) sono state eseguite, nel corso di un anno, periodiche osservazioni chimico-fisiche ed è stato studiato il ciclo dei nutrienti. Le saline esaminate sono state scelte tra i bacini abbandonati o sottoutilizzati e tra le vasche ancora in funzione. La salinità e la temperatura, con le loro notevoli oscillazioni lungo l' arco dell'anno, si presentano come i fattori dominanti. Durante il periodo estivo le concentrazioni di $N\text{-}NH_3$ e $N\text{-}NO_3^-$ sono invertite rispetto al mare. Ciò è probabilmente dovuto ad un assorbimento preferenziale di $N\text{-}NH_3$ da parte degli organismi fotosintetizzanti e/o ad un rallentamento nell'attività dei batteri ammoni¬ficanti a causa degli elevati valori di salinità e temperatura. Il rapporto N/P è sempre di molto superiore a 15/1.

SUMMARY

The salt works of Marsala: physico-chemical characteristics.

The main physico-chemical parameters and the nutrients cycle in three salt-works located near the inner side of the Stagnone (Western coast of Sicily) were examined monthly for a period of one year. One of the salt basins is still in operation while the other two are no longer in production. Salinity and temperature appear to be the dominant factors. In the summer time the $N\text{-}NH_3$ and the $N\text{-}NO_3^-$ concentrations are reversed with respect to the sea, probably owing to the preferential uptake of $N\text{-}NH_3$ by autrophs and/or a fall in the activity of ammonifiers. The N/P ratio is always higher than 15:1.

Key words: salt-works - ecology - Sicily.

INTRODUZIONE

Gli ambienti a salinità elevata, sia naturali che artificiali, sono parte integrante degli ecosistemi classificati come « ambienti estremi », secondo una definizione strettamente tassonomica (BROCK, 1979).

Molteplici sono i fattori che influenzano la composizione chimico-fisica delle acque di tali bacini come anche le condizioni che regolano i processi sedimentologici, con notevoli ripercussioni sull'attività biologica (COLE, 1968).

In particolare, alla luce delle conoscenze sviluppate sui meccanismi di adattamento biologico alle diverse condizioni di stress, sono stati rivisti e riadattati molti concetti in termini ecologici, fisiologici e biochimici (SHILO, 1979; KUSHNER, 1978, 1980).

In rapporto ad habitats naturali soggetti ad evaporazione (laghi salati, lagune costiere, aree marginali costiere...) un sistema di saline si presenta come un eccellente laboratorio « all'aperto », offrendo la possibilità, in spazi ristretti, di indagini chimiche e geomicrobiologiche comparative grazie ai processi ed alle sequenze di dinamica ionica che avvengono nelle varie vasche. Gli ambienti ed i processi, inoltre, vengono controllati sotto le medesime condizioni di temperatura, radiazione solare e vento (GOLUBIC and al., 1977).

Queste peculiarità, a differenza di impianti di recente costruzione, sono particolarmente esaltate nell'area del Trapanese e del Marsalese dove gli antichi ed originali substrati naturali sono rimasti intatti.

Nel caso specifico delle saline marsalesi, le tre prese in esame offrono anche una visione delle possibilità evolutive ed involutive che potrebbero subire questi bacini qualora cessassero le attività connesse alla lavorazione del sale. Infatti, mentre la salina Ettore-Infersa (fig. 1) è ancora in produzione, la S. Teodoro è già in via di riconversione a piscicoltura estensiva e la Genna, invece, si presenta in stato di abbandono e degrado.

Nel quadro più complessivo di una ricerca sui processi biogeochimici in ambienti soggetti ad evaporazione, vengono qui presentati i risultati ottenuti in un'indagine su alcune vasche delle tre saline di Marsala fra Maggio 1979 ed Aprile 1980, di cui in precedenza sono già state riportate alcune notizie (GENCHI e RIGGIO, 1980, 1981).

CARATTERISTICHE AMBIENTALI

Le vasche prese in esame nella salina S. Teodoro sono una adiacente il mare (STE) e l'altra immediatamente successiva (STI). In entram-

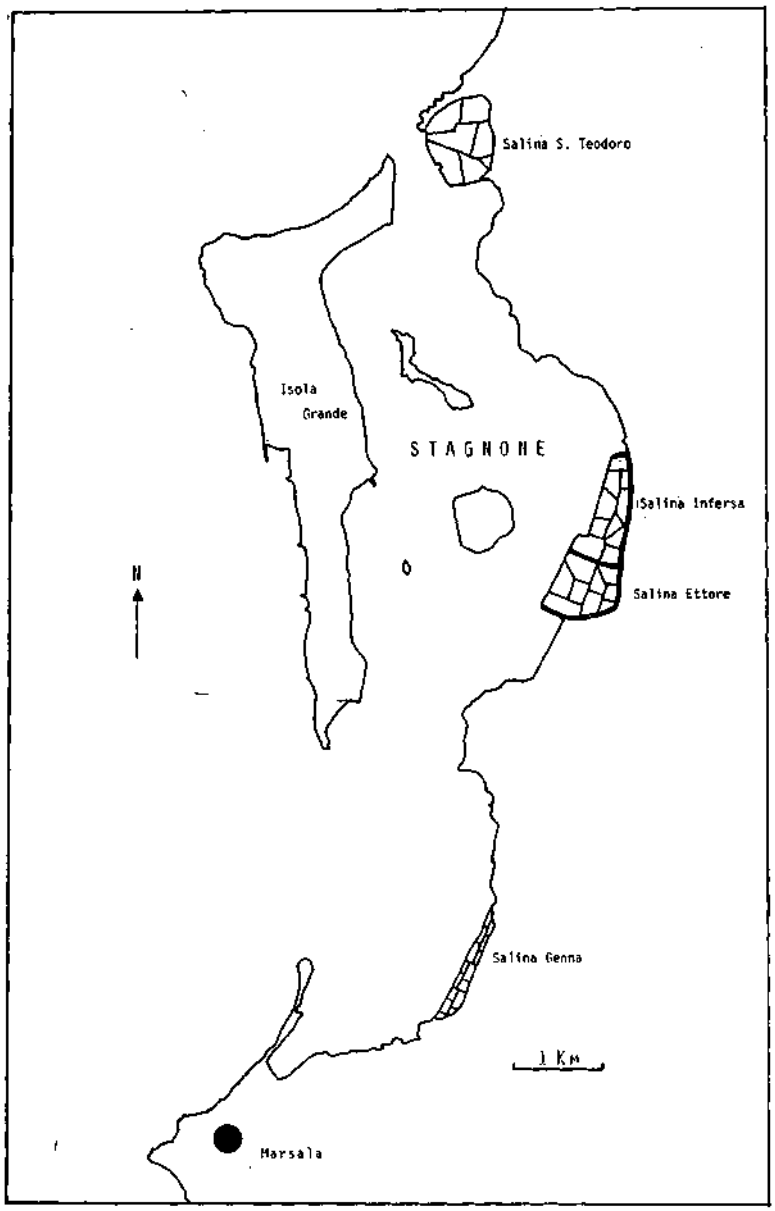


Fig. 1. — Ubicazione delle saline esaminate.

be la colonna d'acqua ha un'altezza di 70 cm, mentre il substrato si presenta diverso. La STE ha un fondo compatto e duro privo di vegetazione tranne sporadici esemplari di *Cladophora laetevirens* (Dillw.) Kütz fissati su blocchi di tufo; la STI ha un substrato limoso, ricco in sostanza organica, ricoperto da un fitto prato a *Ruppia cirrhosa* (Petagna) Grande.

Nella salina Ettore-Infersa sono state esaminate una vasca « fredda » (SEF) e la « calda » attigua (SEC). I fondali della prima, di natura sabbiosa, appaiono privi di vegetazione macroscopica, fatta eccezione per un ricco popolamento stagionale di *Acetabularia acetabulum* (L.) Silva di colore porpora lungo le sponde; i fondali della seconda, invece, sono ricoperti da una coltre intensamente colorata di microorganismi fototrofi (in prevalenza Cianobatteri) che caratterizza molte delle altre vasche. La stratificazione di tali microorganismi, unitamente a quella di solfobatteri purpurei e verdi, è stata messa in relazione alla distribuzione qualitativa ed alla penetrazione delle varie componenti cromatiche della radiazione luminosa nell'acqua e nei sedimenti (GENCHI e al., 1982).

Della salina Genna (SG), situata nella parte meridionale dello Stagnone, è stata presa in considerazione soltanto una vasca adiacente il mare. Questa salina, in stato di completo abbandono, come già detto in precedenza, è anche soggetta a notevole influenza antropica. La vasca esaminata, in contatto con il mare tramite uno stretto passaggio, costituisce, da un punto di vista vegetazionale, un'area di transizione tra lo Stagnone e le lagune chiuse. Le caratteristiche biologiche e vegetazionali dettagliate sono date da CALVO e al. (1983).

MATERIALI E METODI

I prelievi sono stati effettuati con frequenza mensile (Maggio 1979-Aprile 1980) in superficie (data la scarsa profondità delle vasche) ed in vicinanza dei bordi.

In situ sono stati misurate la temperatura esterna ed interna (Termistore), la salinità (Salinometro YSI mod. 33), e la concentrazione di ossigeno disciolto (Monitore di O_2 YSI mod. 57). Per salinità eccedenti la portata dello strumento si è diluito il campione con H_2O deionizzata e ciò è stato possibile in quanto i valori massimi riscontrati erano al di sotto di possibili mutamenti nel rapporto ionico dell'acqua di mare. I valori di O.D., per salinità > 40 ‰, sono stati corretti manualmente.

Per l'analisi dei nutrienti i campioni d'acqua raccolti sono stati conservati in cassette termiche a bassa temperatura fino al ritorno in labora-

torio (4 h) dove sono stati filtrati su filtri Whatman GF/C prima di essere analizzati.

Le metodologie seguite sono state: $N\text{-}NH_3$ - Solorzano secondo le modifiche suggerite da GRAVITZ and GLEYE (1975); $N\text{-}NO_2^-$, $N\text{-}NO_3^-$ e P_{reat} - STRICKLAND and PARSONS (1972); P_{tot} - MANUAL FAO (1975).

RISULTATI E DISCUSSIONE

Principali processi chimico-fisici

Radiazione solare, temperatura e salinità controllano il turnover dei maggiori cicli biogeochimici degli elementi ed i cambiamenti del livello dell'acqua (evaporazione-pioggia) e regolano la deposizione o la solubilizzazione di numerosi sali minerali.

Il regime idrografico è così largamente dipendente dalla relazione tra apporti di acqua dolce (piovana) o marina (immessa durante il ciclo di lavorazione) e la velocità di evaporazione. Durante quest'ultimo processo l'acqua di mare passa da una dipendenza dal tampone carbonato-bicarbonato ad una composizione solfato-clorurata fino ad una prevalentemente clorurata (tab. 1):

Tab. 1 — Solubilità molari (20°C) dei principali sali presenti nell'acqua di mare.

	CO_3^{--}	SO_4^{--}	Cl^-
Na^+	2.66	2.04	6.1
Mg^{++}	1.3×10^{-3}	5.89	8.2
Ca^{++}	1.4×10^{-4}	1.4×10^{-2}	9.3

Tuttavia, nel caso dei laghi a bacino chiuso, la composizione chimica può essere determinata da differenti rapporti ionici, per cui diverso è il processo evolutivo. In zone umide la tendenza è verso acque cloruro¬carbonatiche, in zone aride verso cloruro-solfatiche (KILHAM, 1971).

Ognuno dei processi descritti si ripercuote con impatto violento sulle comunità biotiche e sulla fisiologia degli organismi, determinando una rigida selezione. Fra gli effetti maggiori:

1) stress osmotici per l'aumentata forza ionica;
2) diminuzione dell'alcalinità per precipitazione dei carbonati;
3) forti variazioni nella solubilità dell' O.D.

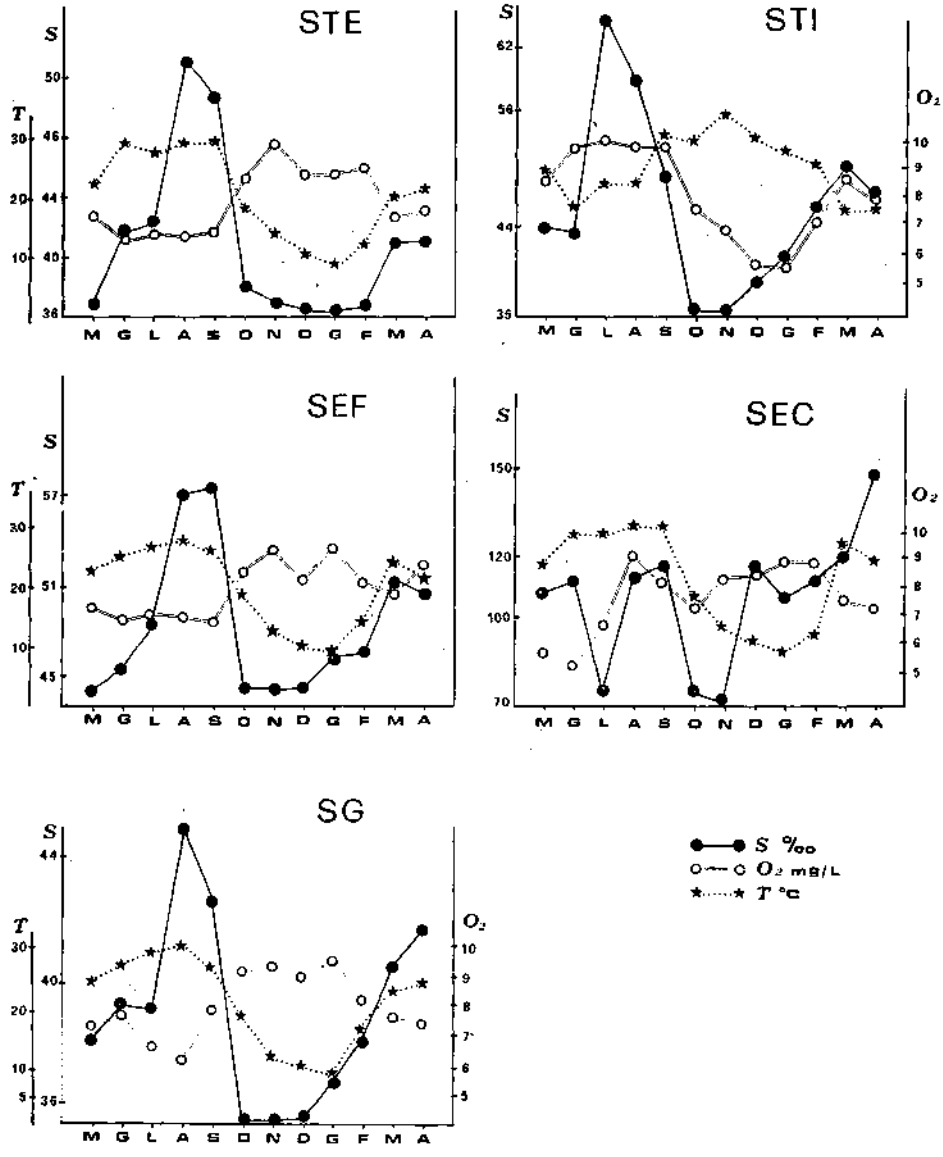


Fig. 2. — Variazioni mensili di T°C, O_2 e S ‰ nelle saline di Marsala.

In fig. 2 vengono riportati gli andamenti di temperatura, O.D. e salinità nel periodo esaminato all'interno di bacini in cui i rapporti ionici fra i sali disciolti si mantengono simili all'acqua di mare.

Gli escursus termici dell'acqua nel corso dell'anno si presentano con-

siderevoli, in media 24°C, toccando punte di 35°C (dati non pubblicati), come del resto è caratteristica di bacini poco profondi e con capacità termica limitata. Le variazioni più marcate si registrano nelle vasche più interne, soggette a minori scambi con l'esterno e poste in posizione più riparata rispetto alle altre.

I profili di salinità appaiono abbastanza delineati con i massimi valori localizzati nel periodo Luglio-Settembre. Le differenze maggiori tra le varie vasche si notano nel periodo invernale e primaverile. Tutte, però, si differenziano dalla salina Genna nei valori medi, in quanto quest'ultima risente del continuo scambio col mare.

La vasca « calda » della salina Ettore-Infersa, essendo una vasca da « coltivo », presenta salinità notevolmente superiori, con minimi di 70 ‰ e massimi di 150 ‰. Le fluttuazioni, spesso considerevoli, sono dovute proprio al passaggio dell'acqua a vasche successive con conseguente apporto di acqua nuova a salinità inferiore.

Il pH da valori invernali intorno ad 8 sale fino ad oltre 8.70 nel periodo Marzo-Agosto, a testimonianza dei sensibili processi di fotosintesi che hanno luogo.

In contrasto con le alte temperature registrate in estate ed i corrispondenti valori di salinità, il contenuto in O.D. delle acque si è mantenuto su livelli notevoli, non scendendo mai sotto *5* mg/l. La causa è da ricercare nell'azione concomitante del mescolamento delle acque ad opera del vento, dell'attività degli organismi fotosintetici (CALVO et al., 1983) e del basso consumo di O.D. da parte dei sedimenti.

Ciclo dell'azoto

L'azoto presenta un ciclo annuale abbastanza marcato ed insolito. In fig. 3 sono riportati gli andamenti percentuali delle forme inorganiche.

Azoto ammoniacale e nitrico sono nettamente predominanti rispetto ad azoto nitroso. Tenendo conto del tipo di substrato dei bacini (condizioni anossiche al di sotto di alcuni millimetri della superficie), l'azoto ammoniacale è rilasciato alla superficie di contatto acqua-sedimento nel corso di processi di ammonificazione. GENOVESE (1969), del resto, ha già segnalato la presenza di batteri ammonificanti per le acque attigue dello Stagnone.

Successivamente, per via ossidativa (nitrificazione), $N\text{-}NH_3$ può arrivare fino a $N\text{-}NO_3^-$. In ogni caso tale processo appare regolato da un equilibrio dinamico, la cui risultante più evidente è la scarsa presenza di azoto nitroso.

Come si vede in fig. 2, nel ciclo annuale, la composizione percentuale delle varie forme appare invertita stagionalmente. Infatti, se si esclude

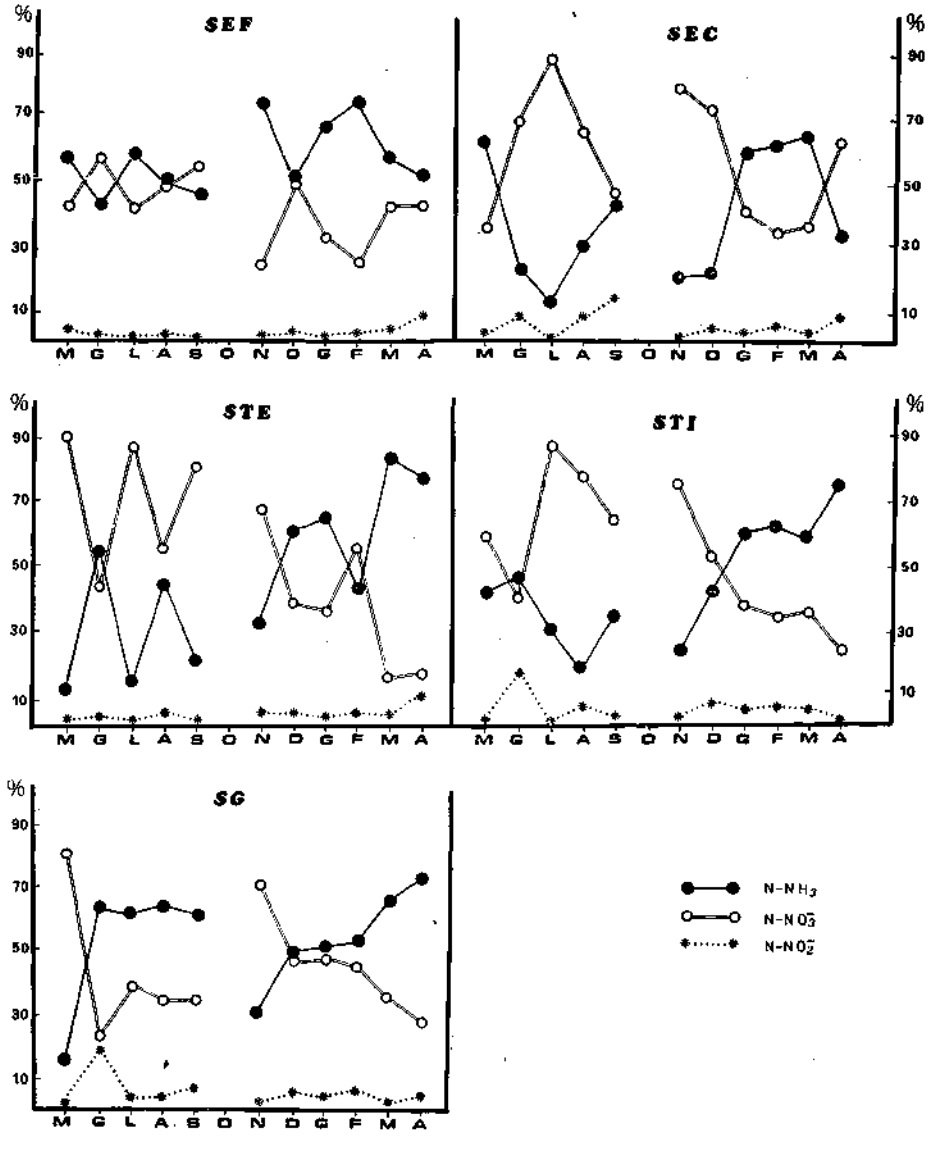


Fig. 3. — Distribuzione percentuale delle diverse forme di azoto nelle saline di Marsala.

la vasca della salina Genna, l'azoto ammoniacale è predominante in inverno, mentre il nitrico in estate. Più precisamente, nelle vasche interne delle saline S. Teodoro (STI) ed Ettore-Infersa (SEC), tale fenomeno appare accentuato soprattutto tra Maggio-Settembre, mentre l'elevata temperatura estiva non sembra apparentemente influire sui meccanismi di rilascio di $N\text{-}NH_3$ da parte dei sedimenti.

Non c'è dubbio, come prima accennato, che esiste una complessa interrelazione fra i processi in gioco. Con ogni probabilità alcune cause vanno ricercate nell'assimilazione preferenziale dello ione ammonio, rispetto al nitrico, da parte di organismi autotrofi e/o ad una diminuita attività dei batteri ammonificanti in relazione all'elevata salinità, che contrasterebbe la velocità di diffusione di NH_3 per l'aumentata temperatura.

Alcuni riscontri sperimentali (prima ipotesi) si sono ottenuti su colture in laboratorio di *Spirulina subsalsa* Oersted (CALVO et al., 1982) rinvenuta nelle vasche esaminate.

La seconda ipotesi è avvalorata dal fatto che il fenomeno risulta più accentuato nelle vasche a salinità elevata, mentre è assente nella salina Genna, in costante comunicazione con il mare aperto.

Ciclo del fosforo

La quantità di fosforo reattivo solubile riscontrata nell'arco del periodo esaminato è risultata particolarmente bassa. Da un confronto con i valori del fosforo totale si ricava che l'elemento si trova prevalentemente in forma particolata sospesa (fig. 4). Il fosforo reattivo, infatti, presenta livelli oscillanti fra il 3 ed il 20% del totale.

L'equilibrio dinamico P (soluzione) P (sedimento) ampiamente discusso nel corso di questi anni per lagune costiere, agirebbe come un tampone per mantenere nell'acqua una concentrazione relativamente stabile in accordo con la capacità di scambio dei sedimenti, la velocità di scambio tra acqua e sedimento, e la rapidità di mescolamento (STUMM and MORGAN, 1970).

Il tempo di riciclo dell'elemento è abbastanza veloce nei più comuni ambienti naturali, tuttavia mancano esperienze dirette in ambienti a salinità elevata. I fosfati, infatti, oltre ad avere una forte tendenza ad essere adsorbiti su particelle argillose, formano sali metallici poco solubili con Ca^{++}, Mg^{++}, Fe^{+++} e Al^{+++}. Entrambe le condizioni sono favorite in questo caso particolare, per cui il sedimento potrebbe diventare una trappola per l'elemento ed influire in maniera determinante per le concentrazioni in soluzione.

Poiché, inoltre, non si verifica che gli strati anossici riescano a rag-

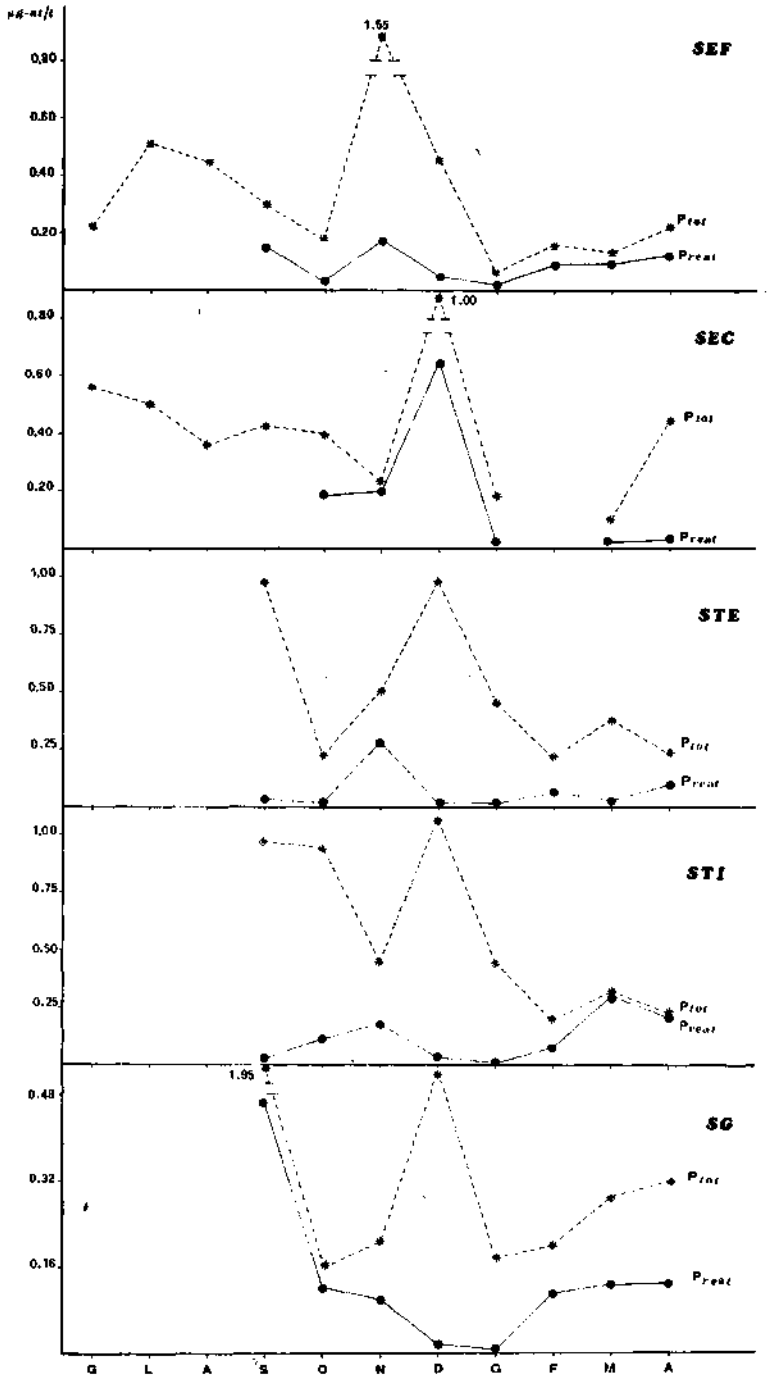


Fig. 4. — Ciclo del fosforo nelle saline di Marsala.

giungere la superficie di contatto acqua-sedimento, permettendo così il passaggio Fe^{+++} Fe^{++} FeS e il conseguente rilascio di $P\text{-}PO_4^{-}$, il fosfato tende a rimanere intrappolato nello strato superficiale del sedimento.

Ciò è dimostrato dai picchi in concentrazione riscontrati in mesi in cui, per rimescolamento ad opera dei venti, le acque presentavano un accentuata concentrazione di materiale in sospensione, incrementando così i valori del fosforo totale (fig. 4). Nessuna distinzione, tuttavia, si è potuta fare fra materiale biologico e materiale detritico.

BIBLIOGRAFIA

BROCK T. D., 1979 — Ecology of saline lakes. In « Strategies of microbial life in extreme environments », (M. Shilo edt.) pp. 29-47. Berlin: Dahlem Konferenzen 1978. — *Verlag Chemie,* Weinheim.

CALVO S., CANNATA A. M., Di STEFANO L., MEZZASALMA V., PIAZZESE S., 1982 — Colture massive di *Spirulina sub salsa* Oersted come fonte di proteine. — *XIV Congresso S.I.B.M.,* Massalubrense, *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova,* 50 (suppl.).

CALVO S., GENCHI G., LUGARO A. e RAGONESE S., 1982 — Le saline di Marsala. 2. Caratteristiche biologiche. — *In questo stesso volume:* 209-218.

COLE G. A., 1968 — Desert limnology. In « Desert biology », (Ed. Brown G.W.), vol. 1, 423-486. — *Academic Press,* London.

FAO (1975) — Manual of methods in aquatic environment research. Part 1. Methods for detection, measurement and monitoring of wather pollution. — *FAO Fish. Tech. Pap.* (137), 238 pp.

GENCHI G. e RIGGIO S., 1980 — The nutrient cycles in the salt basins along the marine lagoon of Marsala (Western Sicily). — *Rapp. Comm. int. Mer Médit.,* 27: 205-206. Pté de Monaco.

GENCHI G. e RIGGIO S., 1981 — The study of salt ponds as model of artificial ecosystems: the ecology of the salt ponds near Marsala. — *Atti I Congr. Naz. SITE,* Salsomaggiore, 1980, p. 534. Parma.

GENCHI G., CALVO S., LUGARO A. e RAGONESE S., 1982 — Distribuzione verticale dei pigmenti fotosintetici nei sedimenti delle saline di Marsala. — *Giorn. Bot. Ital.* 116 (suppl.).

GENOVESE S., 1969 — Données écologiques sur le Stagnone de Marsala (Sicile Occidentale). — *Rapp. Comm. int. Mer Médit.,* 19: 823-826. Pté de Monaco.

GOLUBIC S., LE CAMPION-ALSUMARD T. and SCHNEIDER J., 1977 — The salt works of Sečovlje (Portorož, Jugoslavia). A naturai model for geochemistry and microbiology of evaporitic environments. — *Rapp. Comm. int. Mer. Médit.,* 24: 125-126. Pté de Monaco.

GRAVITZ N. and GLEYE L., 1975 — A photochemical side reaction that interferes with the phenol-hypochlorite assay for ammonia. — *Limnol. Oceanogr.,* 20: 1015-1017. Lawrence.

KILHAM P., 1971 — Geochemical evolution of closed basin water. — *Geol. Soc. Am. Absts. with Progs.,* 3: 770-772. New York.

KUSHNER D. J., 1978 — Microbial life in extreme environments. — *Academic Press,* London.

KUSHNER D. J., 1980 — Extreme environments. In « Contemporary microbial ecology »,

Ellwood D. C., Hedger J. N., Latham M. J., Slater J. H. and Lynch J. M. (Eds.) 29-54. — *Academic Press,* London.

SHILO M., 1979 — Strategies of microbial life in extreme environments. pp. 514. Berlin, Dahlem Konferenzen 1978. — *Verlag Chemie,* Weinheim.

STRICKLAND J. D. H. and PARSONS T. R., 1972 — A practical handbook of seawater analysis. — *Bull. Fish. Res. Bd.,* Canada 167. Ottawa.

STUMM W. and MORGAN J. J., 1970 — *Acquatic chemistry,* John Wiley & Sons, New York.

Indirizzo degli Autori. — G. GENCHI, A. LUGARO - Laboratorio di Ecologia, Istituto di Zoologia, via Archirafi 18, 90123 Palermo (I). — S. CALVO - Istituto di Botanica, via Archirafi 38, 90123 Palermo (I).

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.), 2 1982, pp. 209-218

SEBASTIANO CALVO, GIOACCHINO GENCHI, ACHILLE LUGARO
e LUCIO DI STEFANO

LE SALINE DI MARSALA.
2. CARATTERISTICHE BIOLOGICHE

RIASSUNTO

Vengono riportati i primi risultati sulle caratteristiche biologiche di alcune saline di Marsala (TP) localizzate in prossimità dello Stagnone. È stata studiata la vegetazione bentonica e sono state valutate la biomassa (chl «a») e la produzione primaria (metodo del ^{14}C) della componente planctonica. I popolamenti a rizofite e mesopleustofite caratterizzano le aree studiate ad eccezione di alcune vasche in cui la componente bentonica è assente. I valori di biomassa e di produzione planctonica sono in massima parte da addebitare alla componente ticopelagica.

SUMMARY

The salt works of Marsala. 2. Biological characteristics.

Preliminary results on the biological peculiarities of some salt works located near the Stagnone di Marsala (Trapani) are reported. Benthic vegetation, biomass (chl «a») and primary production (^{14}C method) of planktonic component are evaluated. Rhyzophytes and mesopleustophytes characterized the areas examined, with the exception of some basins where the benthic communities are missing. The ticopelagic component largely influences biomass and primary production values.

Key words: salt-works - biotic components - Sicily.

INTRODUZIONE

Le conoscenze sulle caratteristiche chimico-fisiche e biologiche delle saline sono attualmente scarse e frammentarie, fatta eccezione per lo studio

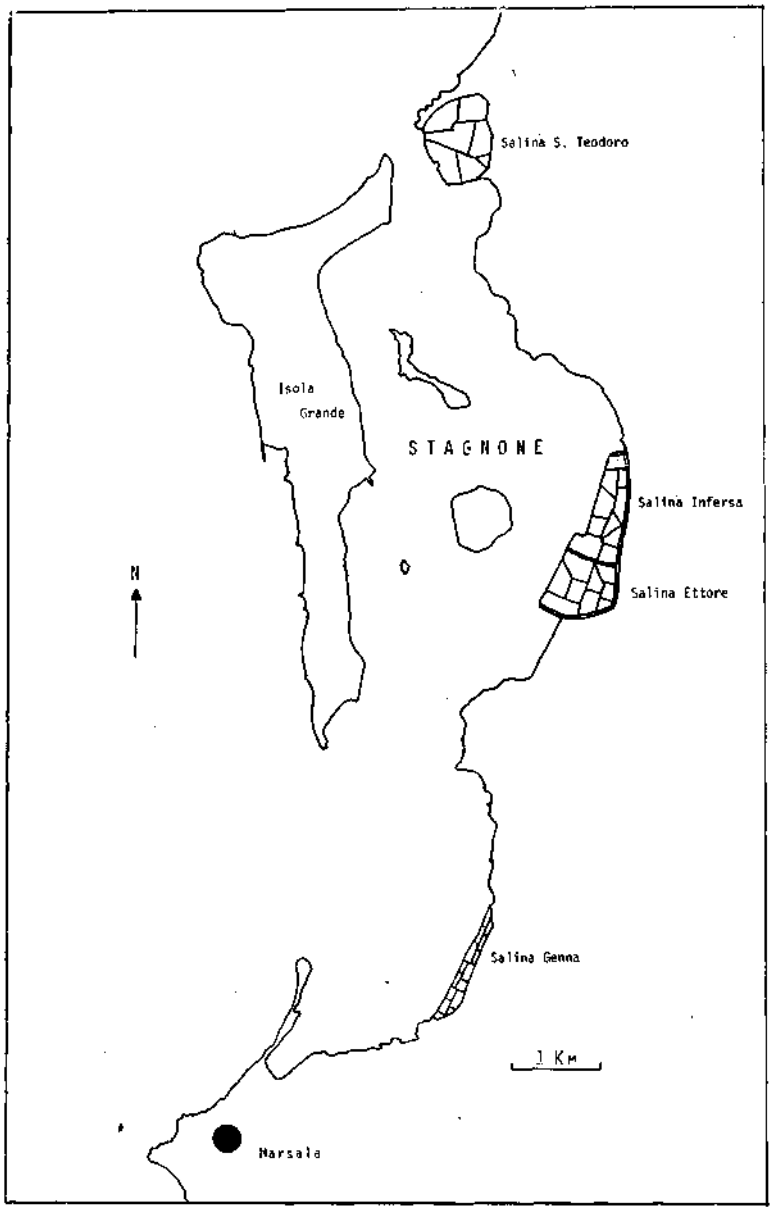


Fig. 1. — Ubicazione delle saline esaminate.

quali-quantitativo degli ioni di origine marina che trovano applicazione nell'industria del sale.

In Italia sono state studiate le saline di S. Gilla e S. Bartolomeo sul Golfo di Cagliari (STEFANI e FALQUI, 1962), mentre più organici si presentano i contributi apportati da POR (1972), POR e DOR (1975) e JONES ed altri (1975) per i laghi salati del Sinai e dell'Arabia Saudita e da BAYLY (1967), BAYLY e WILLIAMS (1966) per alcuni laghi salati dell'Australia.

Lo studio ecologico delle saline riveste un notevole interesse, rappresentando questi biotopi degli ambienti-limite a causa delle notevoli oscillazioni di temperatura e salinità che si verificano durante l'arco dell'anno.

Nell'ambito di una serie di ricerche riguardanti l'ecologia degli ecosistemi lagunari della costa occidentale della Sicilia (SORTINO ed altri, 1981; CALVO ed altri, 1979, 1980, 1981; GENCHI e RIGGIO, 1980, 1981; GENCHI e MONTALTO, 1980) sono state condotte delle indagini chimico-fisiche e biologiche su alcune salme di Marsala prospicienti lo Stagnone (fig. 1). In questa nota è stata esaminata la vegetazione bentonica e sono state valutate la produzione primaria e la biomassa della componente planctonica.

L'indagine chimico-fisica è stata oggetto di una precedente comunicazione (GENCHI ed altri, 1983).

Le saline esaminate sono state scelte tra i bacini abbandonati ed ancora in funzione. In particolare sono state studiate:

— la *salina S. Teodoro* nella quale viene praticata una piscicoltura estensiva;

— *la salina Genna* in stato di totale abbandono ed ampiamente eutrofizzata ad opera di discariche di rifiuti solidi;

— la *salina Ettore* ancora coltivata dai salinari secondo le tecniche tradizionali.

Produzione primaria e biomassa fitoplanctonica

Lo studio della produzione primaria della componente fitoplanctonica è stato condotto con frequenza mensile dal maggio del 1980 all'aprile del 1981, utilizzando la tecnica del ^{14}C.

In pratica 1μC di $NaH^{14}CO_3$ in soluzione acquosa è stato aggiunto a 100 ml di campione isolato della comunità in esame. Le coppie di bottiglie messe ad incubare, sono state adagiate con cautela sul fondo (onde non sollevare sedimenti) in modo da simulare le stesse condizioni di temperatura e luminosità dell'ambiente.

In considerazione dei fondali estremamente bassi (30-60 cm) ed entro certi limiti uniformi, si è ritenuto opportuno esprimere i valori di pro-

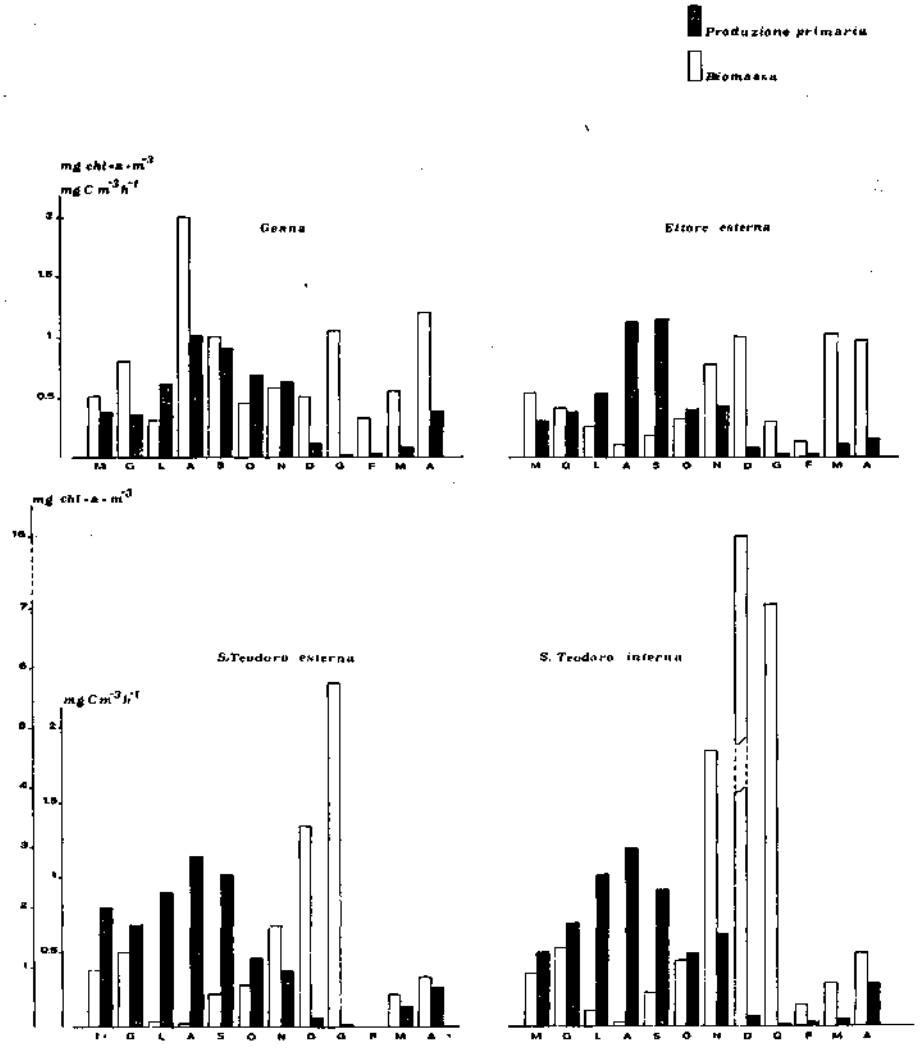


Fig. 2. — Andamento mensile della produzione e biomassa nelle vasche esaminate.

duttività in $mgC/m^3 \times h$, relativamente al periodo giornaliero di massima intensità luminosa (fig. 2).

L'andamento durante i mesi dell'anno è sostanzialmente simile tra le vasche esaminate ed i valori massimi e minimi riscontrati (1.3-0.1

$mgC/m^3 \times h$) sono leggermente più bassi di quelli trovati da MAGAZZÙ (1976) nello Stagnone*.

Le variazioni stagionali di produzione primaria sono fondamentalmente caratterizzate da un pronunciato picco estivo (Luglio-Settembre) cui fa seguito, nei mesi successivi, una più o meno rapida caduta di produttività a causa della temperatura dell'acqua, che scende a livelli molto bassi (8-9ºC), e della torbidità causata dal vento.

Le basse temperature, oltre a rallentare direttamente l'attività fotosintetica, agiscono sulla attività batterica (che è in relazione con la velocità di rilascio dei nutrienti all'interfaccia acqua-sedimento) e quindi sulla velocità di produzione primaria.

Ciò spiega ulteriormente la bassa produzione durante il periodo invernale e la produzione più elevata tra Luglio e Settembre.

La biomassa, espressa come mg chl «a»/m^3, mostra un andamento stagionale in opposizione a quello della produzione nella salina S. Teodoro e nella vasca esterna della salina Ettore, mentre nella salina Genna presenta un andamento più regolare, aumentando e diminuendo in accordo con la produzione primaria.

Ciò è spiegabile con i maggiori contatti con il mare aperto della salina Genna rispetto alle altre saline, nelle quali gli scambi con il mare aperto sono regolati dall'uomo in relazione alle attività economiche che in esse si svolgono (salicoltura e piscicoltura estensiva).

L'andamento della biomassa, riscontrato nella salina S. Teodoro e nella salina Ettore, pensiamo sia in relazione al grado idrodinamico delle vasche, essendo la biomassa fitoplanctonica legata, negli ambienti lagunari, in massima misura alla componente ticopelagica. La biomassa risulta infatti più elevata durante il periodo invernale, quando maggiore è l'idrodinamismo provocato dai venti, e ridotta durante il periodo estivo allorché prevalgono le brezze ed i periodi di calma.

Vegetazione

I criteri utilizzati per lo studio della vegetazione sommersa delle saline di Marsala si basano sugli schemi di classificazione introdotti da DEN HARTOG e SEGAL (1964) per la vegetazione acquatica e modificati da GIACCONE (1974).

La tabella, ordinata secondo un gradiente crescente di salinità e di

* Nei valori minimi non sono stati presi in considerazione i dati ottenuti nei mesi di Gennaio e Febbraio, essendo stati considerati valori limiti a causa delle eccezionali condizioni meteorologiche avute in Sicilia e nel mezzogiorno d'Italia in quel lasso di tempo.

SALINE DI MARSALA (Giugno-Agosto)

Località/n. rilievo	SG/1	SG/2	SG/3	STE	STI	SEF	SEC/1	SEC/2	SEC/3	
Profondità cm	10	20	50	30	40	60	40	5	10	PRESENZA
Superficie m²	3	1	4	0.04	2	2	0.01	0.01	0.01	
Copertura	30	80	100	50	80	20	100	100	100	
Diatomee bentoniche	+	+	+	+	+	+	20	20	+	V
Acetabularia acetabulum (L.) Silva	5	+	—	+	40	30	—	—	—	III
Cladophora laetevirens (Dillw.) Kütz.	10	40	+	20	+	—	—	—	—	III
Chondria tenuissima (Good. et Wood.) C. Ag.	30	40	40	—	5	—	—	—	—	III
Enteromorpha intestinalis (L.) Link	+	5	+	+	—	—	—	—	—	III
Laurencia obtusa (Huds.) Lamour.	1	+	2	—	5	—	—	—	—	III
Ruppia cirrhosa (Petagna) Grande	+	+	20	—	100	—	—	—	—	III
Spirulina subsalsa Derst.	+	+	—	—	—	—	+	+	—	III
Spirulina major Kütz.	+	—	—	—	+	—	+	+	—	III
Anadyomene stellata (Wulf.) C. Ag.	+	+	+	—	—	—	—	—	—	II
Aphanotece stagnina (Spreng.) A. Br.	—	—	—	—	—	—	40	40	20	II
Cymodocea nodosa (Ucr.) Asch.	50	5	80	—	—	—	—	—	—	II
Cystoseira barbata C. Ag. f. aurantia (Kütz.) Giacc.	5	3	5	—	—	—	—	—	—	II
Dunaliella salina (Dun.) Teodor.	—	—	—	—	—	—	+	+	+	II
Laurencia papillosa (Forsk.) Grev.	3	3	3	—	—	—	—	—	—	II
Microcoleus chtonoplastes Thur.	—	—	—	—	—	—	10	15	60	II
Rytiphloea tinctoria (Clem.) C. Ag.	1	5	25	—	—	—	—	—	—	II
Cystoseira spinosa Sauv.	—	2	+	—	—	—	—	—	—	II
Dictyota linearis (C. Ag.) Grev.	—	+	+	—	—	—	—	—	—	II
Padina pavonica (L.) Thivy	+	+	—	—	—	—	—	—	—	II
Oscillatoria amphibia C. Ag.	—	—	—	—	—	—	+	+	—	II
Oscillatoria limosa C. Ag.	—	+	—	+	—	—	—	—	—	II

SG = Salina Genna; STE = San Teodoro Est.; STI = San Teodoro Int.; SEF = Salina Ettore 'fredda'; SEC = Salina Ettore 'calda'. SEC/1/2/3, indicano rispettivamente vasche calde della salina Ettore a concentrazione salina media estiva di 110 g/l, 150 g/l e 310 g/l.

scambi più o meno frequenti con il mare aperto, rappresenta l'aspetto estivo della vegetazione sommersa nelle saline di Marsala.

Si nota come nelle saline Genna e S. Teodoro interna, prevale la componente vegetale costituita da angiosperme e macrofite bentoniche.

In particolare nella salina Genna *Cymodocea nodosa* colonizza le aree più vicine alle bocche di entrata dell'acqua, dove si risente maggiormente il potere vivificante del mare, mentre *Ruppia cirrhosa* occupa le aree retrostanti.

Tale riscontro conferma ulteriormente il carattere aperto di questa salina, dove coesistono popolamenti provenienti dal vicino Stagnone (*Cymodocetum nodosae* (GIACCONE e PIGNATTI, 1967) associato a *Cystoseira barbata f. aurantia, Cystoseira spinosa, Chondria dasiphylla* etc.) e popolamenti di lagune chiuse (*Ruppietum spiralis Iversen,* 1936) in relazione rispettivamente alla maggiore o minore stabilità nei parametri abiotici.

Di notevole interesse nella salina S. Teodoro interna un esteso popolamento ad *Acetabularia acetabulum* di colore rosso, che trova condizioni di impianto su manufatti, egagropili di *Posidonia,* conchiglie, etc.

Le intense colorazioni rosse, mai riscontrate in letteratura, sono attualmente oggetto di studio. È probabile che la forte intensità luminosa e le elevate temperature estive favorite dai bassi fondali (30-40 cm) possano influire su questo fenomeno.

L'assenza di omogenei popolamenti a fanerogame marine nelle vasche esterne delle saline S. Teodoro ed Ettore, è probabilmente da ricercare nella struttura e tessitura del substrato (non idoneo all'impianto di *Ruppia cirrhosa)* e nella funzione di aree di passaggio dell'acqua che queste vasche esercitano tra il mare aperto ed i bacini più interni.

Tali aree pensiamo rappresentino dei biotopi di transizione in cui la variabilità del mezzo risulta condizionata, a causa anche delle ridotte estensioni (2-3 ha), dal ritmo dei cicli produttivi che in esse si esercitano.

Le vasche interne della salina Ettore, ancora in funzione, sono caratterizzate da intense colorazioni dovute alla presenza di Cianoficee, cromobatteri alofili e solfobatteri fotosintetici.

Tra le Cianoficee si rinvengono in prevalenza *Aphanotece st agnina, Microcoleus chtonoplastes* e *Oscillatoria amphybia,* mentre notevole è la copertura di Diatomee bentoniche.

Nelle vasche a 310 g/l di sali disciolti, si ha una netta contrazione nel numero delle specie con la prevalenza di *Microcoleus chtonoplastes* Thur.

Per le popolazioni batteriche, sebbene l'identificazione delle specie è ancora in corso, possiamo fare un breve cenno generale della situazione.

Nelle vasche e salinità oltre i 100 g/l predominano negli strati superficiali i batteri alofili, con i caratteristici pigmenti rosa, rosso e rosso-

arancio (principalmente batteriorodopsina), che assicurano una protezione contro le radiazioni solari e trasformano l'energia luminosa in energia protone-motrice a livello di membrana cellulare (OSTERHELT D. ed altri, 1977).

A qualche millimetro di profondità, in condizioni ambientali riducenti, sono stratificate le popolazioni di solfobatteri purpurei e verdi. I primi si vengono a trovare sopra i secondi, a causa della maggiore sensibilità all' H_2S che arriva per diffusione dagli strati più profondi.

Infine in questi ultimi strati è stata evidenziata la presenza di massicce popolazioni di solfato riduttori.

CONCLUSIONI

Queste osservazioni hanno permesso di delineare un quadro delle condizioni ambientali delle saline di Marsala. La presenza di popolamenti vegetali a rizofite testimonia che le condizioni ambientali di questi bacini sono buone ad eccezione di alcune aree della salina Genna soggette a discarica di rifiuti solidi.

Ciò è ulteriormente confermato dal mancato riscontro di popolamenti vegetali ad alghe verdi e/o cianoficee che, con la loro presenza, testimoniano zone gravemente compromesse da inquinamento di natura antropica.

I valori di biomassa e produzione, più elevati rispetto a quelli di mare aperto, sono quindi la conseguenza delle peculiari caratteristiche di tali biotopi che, costituendo delle «trappole di nutrienti », presentano una elevata produttività biologica.

Il recupero delle saline di Marsala, finalizzato ad una loro maggiore utilizzazione, potrebbe permettere un razionale sviluppo dell'acquacoltura, con notevoli vantaggi di carattere economico e sociale, ove si considerino le possibilità occupazionali legate alla valorizzazione di tali ambienti.

Pertanto, data l'importanza che rivestono questi biotopi, è auspicabile un intervento energico ai fini di una loro efficace protezione ed al tempo stesso, di una maggiore valorizzazione.

ELENCO DELLE SPECIE RISCONTRATE NEI RILIEVI E NON RIPORTATE IN TABELLA

Acrochaetium sp. SG/1
Aphanocapsa littoralis Hansg. SEC/2
Aphanocapsa maritima Hansg. STI
Aphanocapsa pulchra (Kütz.) Rabenh. SEC/1
Aphanocapsa sescianensis Frémy STI-SEC/2
Asterocytis ornata (C. Ag.) Hamél (SG/1-STI

Calothrix aeruginea (Kütz.) Thuret STI
Ceramium diaphanum (Roth) Harvey STI
Chroococcus spelaeus Ercegovic STI-SEC/1
Cladophora retroflexa (Bonnem.) Crouan STE-STI
Cladophoropsis membranacea (C. Ag.) Böerges. SG/3
Dermatolithon cystoseirae (Hauck) H. Huvè SG/3
Dermocarpa clavata Geitler SEC/2
Endoderma viride (Reinke) Lagerh SG/1
Endoderrma wittrockii (Wille) Lagerh SG/3
Goniotricum alsidii (Zanard.) Howe SG/1-SG/2
Gomphosphaeria aponica Kütz. STI
Griffithsia sp. SG/1-SG/3
Halopteris filicina (Grat.) Kütz. SG/2
Lyngbya aestuarii Liebm. SG/3
Lyngbya majuscula Harvey SG/1-STE
Lyngbya martensiana Menegh. SG/2
Laurencia pinnatifida (Gmel.) Lamour. SG/3
Oscillatoria limosa C. Ag. SG/2
Oscillatoria longiarticulata Hansg. SEC/2
Oscillatoria tenuis C. Ag. v. tergestina Rabenh. SG/1
Phaeophyla divaricata Hub. SG1-SG/2
Phaeophyla dendroides (Crouan) Batt. SG/2
Phormidium tenue (Meneg.) Gom. SEC/2
Polysiphonia breviarticulata (C. Ag.) Zanard. SG/1
Polysiphonia dichotoma Kütz. STI-SG/1-SG/2
Polysiphonia subulifera (C. Ag.) Harvey SG/3
Pringsheimiella scutata (Reinke) Schmitd et Petrak SG/1
Synechococcus maximus Ercegovic SEC/1
Synechocystis crassa Moronichin STI-SEC/1-SEC/2
Synechocystis salina Wislouch SEC/1
Valonia aegagropila Kütz. SG/2

BIBLIOGRAFIA

CALVO S., DRAGO D., SORTINO M., 1979 — Ricerche sulla possibilità di utilizzazione merceologica dei popolamenti fitobentonici dello Stagnone (costa occidentale della Sicilia). Cartogramma e biomassa della vegetazione invernale. — *Atti del Convegno Scientifico Nazionale del Progetto Finalizzato « Oceanografia e Fondi Marini»,* Roma, v. 1: 413-122.

CALVO S., DRAGO P., SORTINO M., 1980 — Winter and summer submersed vegetation maps of the Stagnone. (Western coast of Sicily). — *Revue de Biologie-Ecologie méditerranéenne,* Provence, VII (2): 89-96.

CALVO S., DRAGO D., SORTINO M., 1981 — Distribuzione estiva del fitobentos e biomassa delle specie di interesse merceologico dello Stagnone. (Costa occidentale della Sicilia). — *Thalassia Salentina,* Taranto, 10: 67-74.

GENCHI G. e MONTALTO N., 1980 — Bilancio dei nutrienti e chimismo in un ambiente lagunare. — *Mem. Biol. Marina e Oceanogr.,* Suppl. X, 399-400, Napoli.

GENCHI G. e RIGGIO S., 1980 — The nutrient cycles in the salt basins along the marine lagoon of Marsala (Western Sicily). — *Rapp. Comm. int. Mer Médit.,* 27: 205-206.

GENCHI G. e RIGGIO S., 1981 — The study of salt ponds as model of artificial ecosystems: the ecology of the salt ponds near Marsala. — *Atti I Congr. SITE,* Salsomaggiore 1980, p. 534. Parma.

GENCHI G., CALVO S. e LUGARO A., 1982 — Le saline di Marsala. 1. Caratteristiche chimico-fisiche. — *In questo stesso volume:* 197-208.

GIACCONE G., 1974 — Lineamenti della vegetazione lagunare dell'alto Adriatico ed evoluzione in conseguenza dell'inquinamento. — *Boll. Mus. Civ. Venezia,* vol. XXIV: 87-98. ,

DEN HARTOG C. e SEGAL S., 1964 — A new classification of the water-plant communities. — *Acta Botanica Neerlandica,* 13: 367-393.

MAGAZZÙ G., 1977 — Usefulness of the Marsala lagoon for acquacolture. I. Nutrients and primary production. — *Rapp. Comm. int. Mer. Médit.,* 24 (6): 81-82.

OSTERHELT D., GOTTSCHLIK R., HARTMANN R., MICHEL H. and WAGNER G., 1977 — Light energy conversion in halobacteria. — *Symposia Soc. Gen. Microbiol.,* 27: 233-249.

SORTINO M., ANDREOLI C, CALVO S. e BARONE R., 1981 — Risultati preliminari sulla flora e la vegetazione di alcuni ambienti lagunari della costa occidentale della Sicilia. — *Atti X Congr. S.I.B.M., Ancona. Quad. Lab. Tecnol. Pesca,* Ancona, vol. III (1 suppl.): 457-465.

Indirizzo degli Autori. — S. CALVO - Istituto di Botanica, Palermo. — G. GENCHI, A. LUGARO - Istituto di Zoologia, Palermo. — L. Di STEFANO - Istituto di Istologia ed Embriologia, Palermo (I).

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.), 2 1982, pp. 219-230

SEBASTIANO CALVO, GIOACCHINO GENCHI, ACHILLE LUGARO
e FRANCESCA DI BERNARDO

MISURE COMPARATIVE DI Eh NEI SEDIMENTI DELLE SALINE DI MARSALA

RIASSUNTO

Vengono riportati i risultati di una ricerca sui potenziali redox, effettuata nei sedimenti delle saline di Marsala (TP). Sono inoltre illustrati un metodo semplice e rapido di misura ed un confronto tra elettrodi di diversa struttura, allo scopo di migliorare la riproducibilità dei dati sperimentali.

SUMMARY

Comparative measurements of Eh in sediments of the salt works of Marsala.

The results of a study of redox potentials in sediments from some salt works near Marsala (Trapani) are reported. In addition, a fast easy method of measurement and a comparison between different electrodes, which improve the reproducibility of experimental data, are also explained.

Key words: Eh - sediments - salt-works - Sicily.

INTRODUZIONE

L'applicazione di concetti termodinamici, quali Eh e pH, allo studio di ambienti naturali e la caratterizzazione dei processi chimici e biologici

Lavoro in parte eseguito con fondi C.N.R., P.F. « Oceanografia e Fondi Marini ». Subprogetto « Risorse Biologiche », contratto N. 79.0144.88.

per mezzo di tali parametri, sono alla base dei moderni metodi di analisi ambientale.

Fotosintesi, respirazione, degradazione della materia organica, biogenesi nei sedimenti, possono essere ben descritte da contemporanee misure di variazione dei valori di pH e potenziale redox.

Infatti tutti i processi biologici con produzione di energia nei sedimenti sono processi redox che coinvolgono una molteplicità di accettori e donatori di idrogeno sia organici che inorganici.

Inoltre molti microorganismi sono influenzati dalle condizioni redox dell'ambiente ed a loro volta sono capaci di influenzarne lo stato (FENCHEL, 1969).

Le misure sono eseguite con elettrodi di metallo inerte (in prevalenza platino), relativi ad elettrodi di riferimento al calomelano o cloruro d'argento e quindi convertiti ai valori della scala dell'idrogeno.

Tuttavia quello che è fondamentale tenere presente trattando in tale maniera la descrizione di un ambiente naturale, è la relazione esistente tra ciò che è il concetto di Eh e ciò che è effettivamente misurato. Lo stato redox di un ambiente, infatti, è il risultato di un effetto combinato di processi biologici e chimici di natura reversibile e/o irreversibile e quindi difficile da definire.

Così quello che in realtà si misura è un potenziale misto che non è utile, ad esempio, per calcoli di equilibrio chimico (MORRIS e STUMM, 1967).

A tale scopo ZOBELL (1946) ha sottolineato che, se da una parte i valori di Eh ottenuti su campioni di sedimento sono più descrittivi che esatti da un punto di vista chimico-fisico, dall'altra essi possono venire adoperati come utile mezzo per caratterizzare i sedimenti stessi.

Malgrado certe limitazioni di carattere chimico-fisico e termodinamico discusse da WHITFIELD (1969), le misure di potenziale redox sono state, con il passare del tempo, sempre più utilizzate come un parametro operazionale in studi ecologici.

Per il passato sono ormai classici gli studi di MORTIMER (1941a, b) su sedimenti lacustri, di STARKEY e WIGHT (1946) su sedimenti terrestri e di ZOBELL (1946) su sedimenti marini.

In seguito BASS BECKING e WOOD (1955) e BASS BECKING et al. (1960) hanno mostrato la correlazione tra Eh, pH e pS^{--} e distribuzione batterica, in uno studio sul ciclo dello zolfo.

Altri autori (BERNER, 1963 e FENCHEL, 1969) hanno usato tali misure per delimitare sedimenti ossidati e ridotti ed assumere, in generale, come anaerobici sedimenti con valori negativi di Eh.

Misure di Eh all'interfaccia acqua-sedimento sono state condotte da

SCHINDLER e HANICK (1971); su sedimenti profondi da MOSHIRE e CRUPTON (1978). HARGRAVE (1972) ha messo in relazione Eh, concentrazione e consumo di ossigeno nei sedimenti; JONES (1966) ha correlato l'attività microbica con gradienti di potenziale redox. BAGANDER e NIEMI STO (1978) e PEARSON e STANLEY (1979), mentre utilizzano rispettivamente le misure di Eh per caratterizzare sedimenti recenti e gli effetti di inputs di inquinanti in sedimenti marini, hanno illustrato interessanti tecniche di misura che semplificano le operazioni in situ ed in laboratorio, riducendo la possibilità di risultati poco riproducibili.

Durante le ricerche condotte di recente da alcuni di noi in ambienti ad elevata salinità, sono state eseguite misure di potenziale redox associate ad osservazioni chimico-fisiche e biologiche (CALVO *et al.,* 1983; GENCHI *et al.,* 1983).

Nel corso di tali ricerche è stata messa a punto una metodica di misura che, facendo uso di materiali semplici e di facile reperibilità, consente allo stesso tempo di ottenere misure riproducibili, riducendo al minimo le fonti di alterazione del sedimento in esame, sia in situ che in laboratorio a distanza di alcune ore.

MATERIALI E METODI

I campioni di sedimento su cui sono state effettuate le determinazioni, provengono dalla salina S. Teodoro e dalla salina Ettore localizzate a Nordi di Marsala, in prossimità dello Stagnone (fig. 7).

La prima è una salina abbandonata utilizzata per la piscicoltura estensiva; la seconda, in funzione, viene sfruttata per la produzione del sale.

In particolare sono state esaminate nella salina S. Teodoro le vasche esterna ed interna e nella salina Ettore vasche presalanti a salinità compresa tra 110‰ e 310‰.

La vasca esterna della salina S. Teodoro (STE), il cui substrato è costituito da sedimento compatto, si presenta priva di vegetazione, ad eccezione di sporadici esemplari di *Cladophora laetevirens* (Dillw.) Kütz, fissati sui manufatti che delimitano la vasca.

I fondali della vasca interna della S. Teodoro (STI), di natura prevalentemente limosa, sono invece colonizzati da una estesa prateria a *Ruppia cirrhosa* (Petagna) Grande.

Infine, le vasche della salina Ettore (SEC), caratterizzate da un grado di salinità crescente e da sedimenti compatti ed elastici, presentano intense colorazioni dovute a Cianoficee, batteri alofili o solfobatteri fotosintetici.

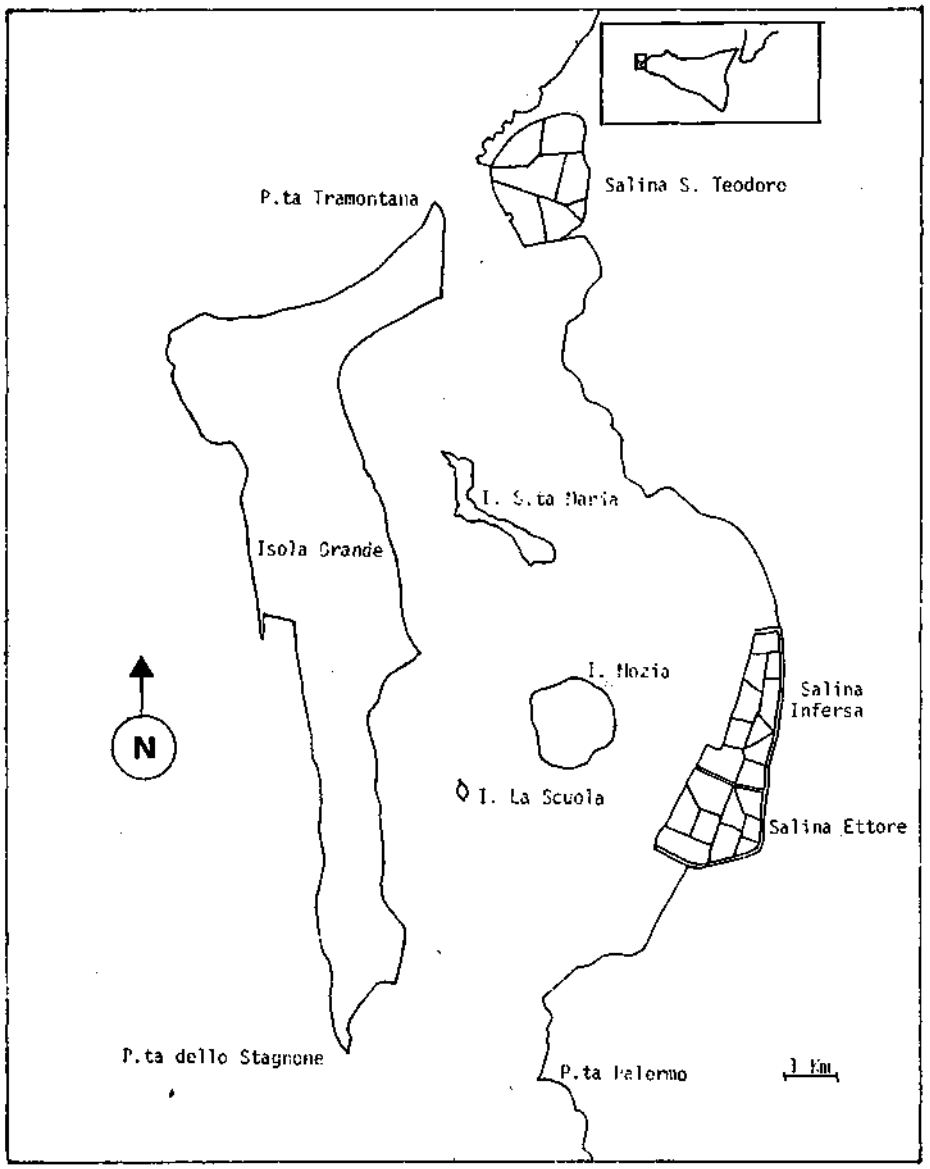


Fig.. 1. — Località esaminate.

Gli elettrodi utilizzati sono stati di due tipi diversi dal punto di vista costruttivo, pur essendo entrambi a riferimento interno.

Il primo è un elettrodo Orion mod. 96-78, ai cui parte sensibile è un disco di platino con un'area di lavoro di 28 mm^2, posto in posizione orizzontale all'estremità dell'elettrodo. L'elettrodo è provvisto di un riferimento interno al calomelano, con un potenziale di + 244 mV (20°C) da aggiungere alle misure di Eh effettuate.

La parte sensibile del secondo elettrodo (mod. Pt-Kl-Gel della Hanna Instruments, riportato in fig. 3) è costituita da una punta di platino, fusa all'estremità del tubo di vetro, di circa 0.8 mm di diametro e 8 mm di lunghezza e con un'area di lavoro di 20 mm^2 circa. L'elettrodo di riferimento è un elettrodo Ag/AgCl, con un potenziale da aggiungere alle misure di Eh di + 198 mV (20°C).

Le misure sono state realizzate con pH metri Radiometer mod. PHM 29 (portatile) e mod. PHM 82.

Con l'elettrodo a punta sono state eseguite le misure in situ per diretta introduzione nel sedimento. Tale introduzione, effettuata con notevole precauzione e facilitata dalla modesta ampiezza della colonna d'acqua sovrastante, avveniva ad intervalli incisi sul corpo stesso dell'elettrodo.

L'elettrodo piatto è stato impiegato per eseguire misure dopo estrazione del sedimento con tubi di PVC larghi 6 cm e lunghi 40-50 cm; i campioni che presentavano un evidente disturbo superficiale, venivano scartati.

Le carote da esaminare in laboratorio sono state tappate immediatamente in atmosfera di azoto e conservate in borse termiche a bassa temperatura.

L'analisi è stata effettuata nel giro di qualche ora e la procedura è schematizzata in figura 2.

Il pistone permette l'avanzamento della carota che viene successivamente tagliata allo spessore desiderato, mentre il sacchetto di plastica garantisce misure in atmosfera di azoto.

Dopo ogni lettura l'elettrodo è stato sciacquato con acqua deionizzata, asciugato con carta assorbente e la funzione è stata controllata immergendolo nella soluzione di Zobell. Le misure sono state effettuate tra Agosto e Settembre del 1980.

DISCUSSIONE

I risultati comparativi dei valori di Eh nelle varie vasche, ottenuti con i due elettrodi e le procedure in precedenza descritti, sono riportati in tab. 1. In essa vengono anche indicati i profili verticali di pH, malgrado

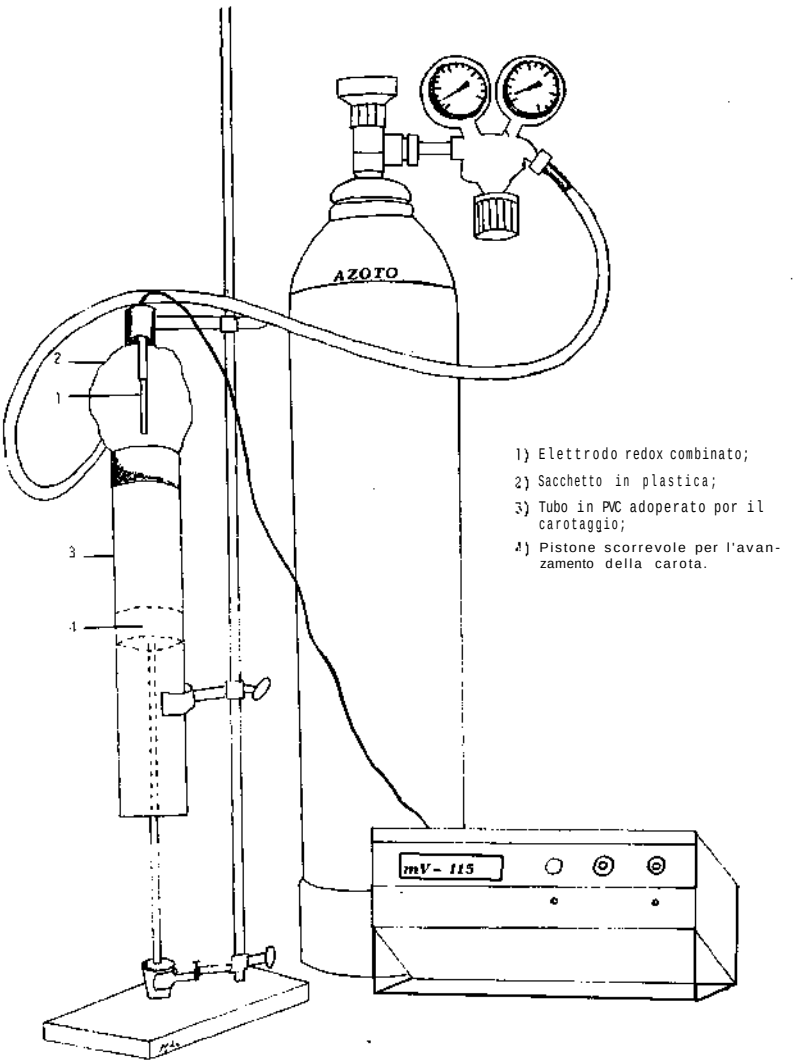
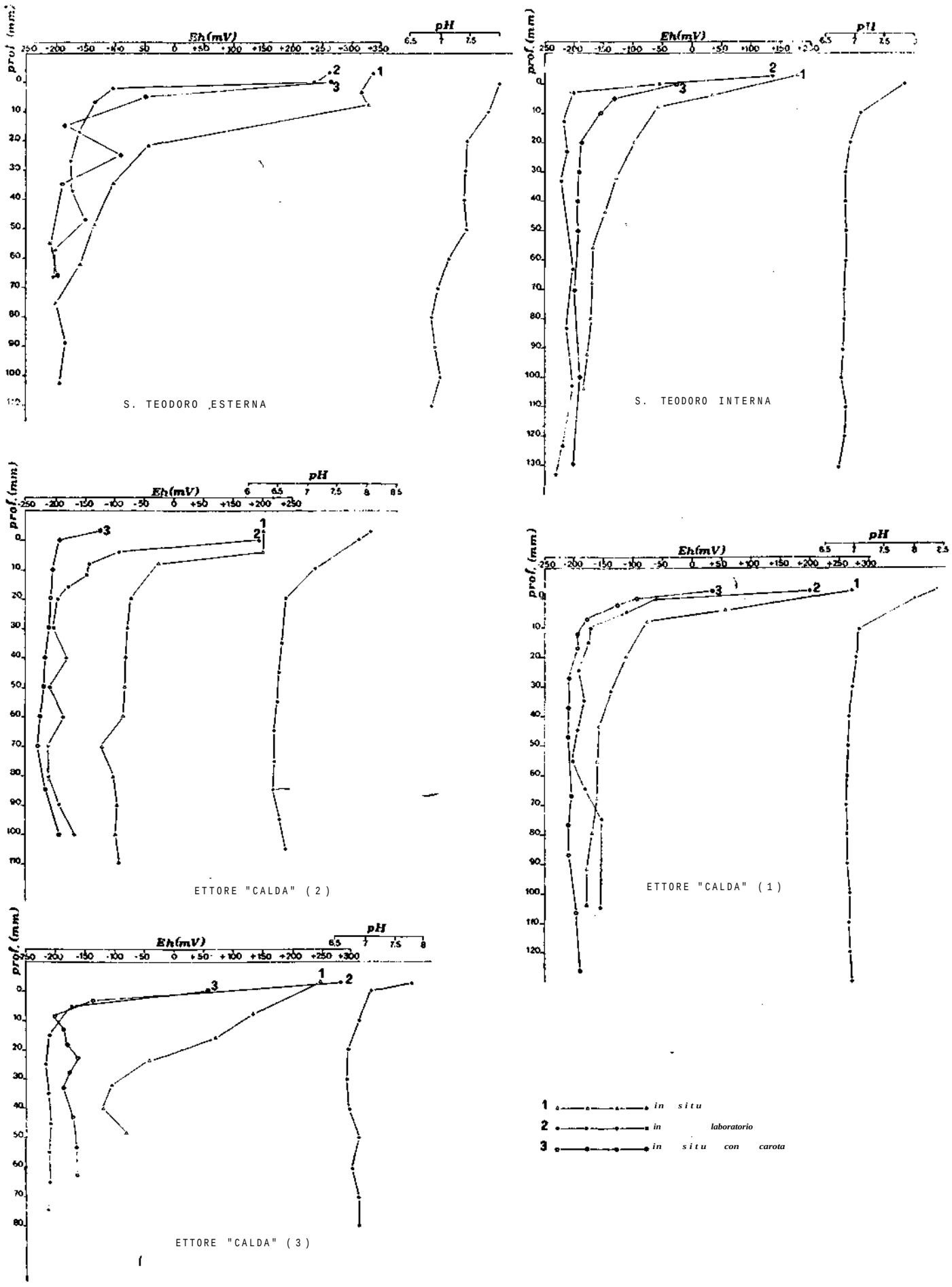


Fig. 2. — Metodo di misura di Eh e pH utilizzato in laboratorio ed in situ con carota.

questo parametro non rientrasse nello scopo di questo lavoro.

Come si può notare, le differenze maggiori in tutti i casi si hanno fra le misure eseguite per diretta introduzione dell'elettrodo nel sedimento e quelle ricavate con i carotaggi, sia in situ che in laboratorio.

Evidentemente una delle cause più probabili risiede nel diverso tipo di elettrodo utilizzato, per cui in un caso il potenziale redox rappresente-



Tab. 1 — Andamento dei valori di Eh e pH in funzione della profondità delle vasche esaminate. (1), (2) e (3) indicano rispettivamente vasche a concentrazione salina media estiva di 110 g/l, 150 g/l e 310 g/l.

rebbe un valore medio orizzontale e nell'altro un valore medio verticale. Noi riteniamo, però, che ancora più probanti siano le cause legate all'introduzione diretta dell'elettrodo nel sedimento.

WHITFIELD (1969) ha fatto una rassegna molto particolareggiata di questi problemi, che succintamente possono riassumersi (fig. 3) in:

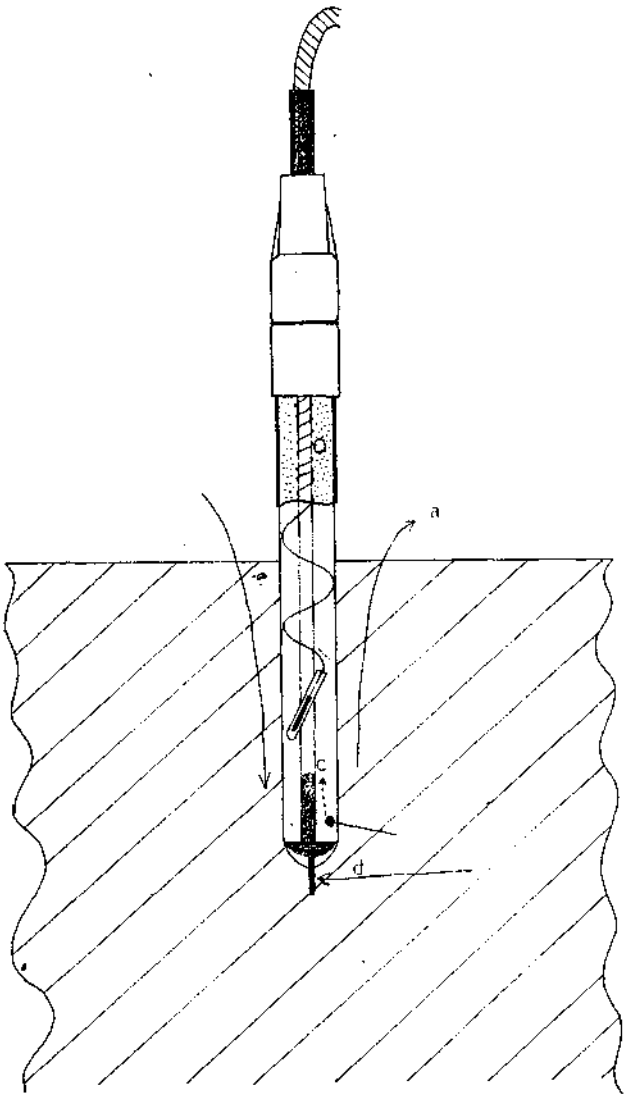


Fig. 3. — Rappresentazione delle principali fonti di errori nelle misure in situ (spiegazioni nel testo).

a) liberazione di gas (in particolare H_2S);

b) introduzione di acqua;

c) avvelenamento dell'elettrodo a causa dell'ingresso di H_2S attraverso il setto poroso (elettrodo a riferimento interno);

d) attacco diretto al platino metallico da parte dell'H_2S;

e) trasporto di materiale dagli strati sovrastanti verso il basso.

Noi aggiungiamo che un'altra incertezza può derivare dalla difficoltà di valutare esattamente la profondità di misura, a meno di non usare sofisticati sistemi da realizzare appositamente in funzione della colonna d'acqua e della consistenza del sedimento.

Le differenze riscontrate nello strato acquoso ed all'interfaccia acqua-sedimento, dove le modalità costruttive degli elettrodi avrebbero dovuto influire in minore misura, sono principalmente da attribuire ai problemi connessi al carotaggio.

I valori più positivi si riscontrano nelle misure effettuate introducendo l'elettrodo direttamente in situ; ciò sta ad indicare che, durante il carotaggio (metodi 2 e 3), malgrado le precauzioni adottate e l'assenza apparente di modificazioni superficiali, è avvenuto un passaggio di sostanze sedimento-acqua.

Fra le misure eseguite con lo stesso elettrodo ed identiche modalità, ma a distanza di ore, si possono fare altre osservazioni.

L'effetto di disturbo superficiale si evidenzia maggiormente nelle misure effettuate sul posto subito dopo il prelievo ed i valori di Eh risultano più bassi.

A distanza di ore, invece, lo strato d'acqua ben ossigenato, tende a riportare il sistema in uno stato più ossidato.

Per quanto concerne i profili verticali di Eh c'è ancora da aggiungere che i valori relativi al metodo 1 e 2 indicano la possibilità di processi ossidativi, attribuibili nel primo caso ai fattori descritti da Withfield e nel secondo caso al tempo trascorso tra la misura in situ e quella in laboratorio.

In quest'ultima circostanza tali oscillazioni sembrano meno marcate rispetto a quelle descritte da GENOVESE (1963).

Altro problema insito nelle misure di Eh è la mancanza di una standardizzazione nei tempi di misura. Alcuni autori fermano la lettura dopo un minuto; altri dopo tre o dieci minuti; altri quando le variazioni di potenziale redox non superano lmV/minuto.

Nel metodo da noi adoperato, effettuando le misure sotto azoto, il tempo di stabilizzazione si riduce notevolmente in quanto vengono eliminate le cause principali derivanti dalla possibilità di processi ossidativi.

L'andamento del pH (valori estremi 8.4-6.6) mostra una sostanziale identità con le curve di Eh, con brusche variazioni a livello del redoxclino

causate dalla dominanza di una coppia redox rispetto ad altre. WEBER e STUMM (1963) hanno studiato in sistemi acquatici naturali l'effetto di alcuni processi biologici sul pH. In base allo schema che questi autori hanno proposto (tab. 2), è possibile avere un'idea dei processi biologici

Tab. 2 — Effetto di alcuni processi biologici sul pH in sistemi acquatici naturali *.

Processo	*Effetto sul pH*
Fotosintesi	Aumenta
Respirazione	Diminuisce
Metanogenesi	Diminuisce
Nitrificazione	Diminuisce
Denitrificazione	Aumenta
Ossidazione del solfuro	Diminuisce
Solfato-riduzione	Aumenta

* Da Weber e Stumm (1963) in Goldman et al. (1972).

che prevalgono nei sedimenti in funzione della profondità. Nel nostro caso, l'abbassamento dei valori di pH al di sotto della neutralità deriva dai notevoli processi fermentativi che hanno luogo in questi sedimenti. Tuttavia a tali processi si contrappongono quelli derivanti in massima parte dal ciclo dello zolfo.

Infatti lo stato redox di sedimenti caratterizzati da valori particolarmente bassi di Eh, è in relazione alla produzione anaerobica di H_2S per decomposizione delle proteine solforate e per solfato-riduzione.

Il brusco salto di pH è localizzato a livello del redoxclino in corrispondenza dell'ossidazione del solfuro da parte di Cianobatteri e di solfobatteri fotosintetici; in seguito, con l'instaurarsi dei processi prima descritti, i valori si assestano verso la neutralità.

In tutte le vasche esaminate, il redoxclino risulta localizzato entro i primi 10 mm, mentre valori costanti si ottengono a partire da 30-40 mm.

In conclusione si può affermare che l'utilizzo di un elettrodo a superficie piatta presenta notevoli vantaggi applicativi, legati tuttavia ad un affinamento nella tecnica dei carotaggi di sedimenti estremamente soffici e melmosi.

Per le misure in situ, ottenute attraverso l'introduzione diretta dell'elettrodo nel sedimento, molti problemi sembrano superati con le tecniche introdotte da BLACKBURN et al. (1975) ed in seguito applicate da HANSEN et al. (1978) e JORGENSEN et al. (1979) nel campo dell'ecologia microbica e dei cicli biogeochimici.

L'importanza notevole di questi lavori risiede nella possibilità di chiarire ulteriormente l'andamento dei microgradienti dei principali parametri ecologici legati ai cicli minerali.

BIBLIOGRAFIA

BASS-BECKING L. G. M., KAPLAN I. R. and MOORE D., 1960 — Limits of the natural environment in terms of pH and oxidation-reduction potentials. — *J. Geol.,* 68: 243-284.

BAAS-BECKING L. G. M. and WOOD E. J., 1955 — Biological processes in the estuarine environment. I and II. Ecology of the sulfur cycle. — *Proc. K. Ned. Akad. Wet.,* sect. B, 58: 160-181.

BAGANDER L. E. and NIEMISTO L., 1978 — An evaluation of the use of redox measurements for characterizing recent sediments. — *Est. Coast. Mar. Sci.,* 6: 127-134.

BERNER R. A., 1963 — Electrode studies of hydrogen sulfide in marine sediments. — *Geochim. Cosmochim. Acta,* 27: *563-565.*

BLACKBURN T. H., KLEIBER P. and FENCHEL T., 1975 — Photosynthetic sulfide oxidation in marine sediments. — *Oikos,* 26: 103-108.

CALVO S., GENCHI G., LUGARO A. e Di STEFANO L., 1982 — Le saline di Marsala. 2. Caratteristiche biologiche. — *In questo stesso volume:* 209-218.

FENCHEL T., 1969 — Energy, flow, microbial process and vertical structure of the ecosystem. — *Ophelia, 6:* 1-181.

GENCHI G., CALVO S. e LUGARO A., 1982 — Le saline di Marsala. 2. Caratteristiche chimicofisiche. — *In questo stesso volume:* 197-208.

GENCHI G., CALVO S., LUGARO A. e RAGONESE S., 1982 — Distribuzione verticale dei pigmenti fotosintetici nei sedimenti delle saline di Marsala. — *Giorn. Bot. Ital.,* 116 (suppl.).

GENOVESE S., 1963 — Sull'impiego delle misure del potenziale redox nelle ricerche ecologiche. — *Boll. Pesca Pisc. Idrobiol.,* XXXIX, XVIII (1): 57-70.

HANSEN M. H., INGVORSEN K. and JORGENSEN B. B., 1978 — Mechanisms of hydrogen sulfide release from marine sediments to the atmosphere. — *Limnol. Oceanogr.,* 22: 68-76.

HARGRAVE B. T., 1972 — Oxidation-reduction potential, oxygen concentration and oxygen uptake of profundal sediments in a eutrophic lake. — *Oikos,* 23: 167-177.

JONES R. H., 1966 — Oxidation-reduction potential measurement. — *ISA (Instr. Soc. Am.), J.,* 13: 40-44.

JORGENSEN B. B., REVSBECH N. P., BLACKBURN T. H. and COHEN Y., 1979 — Diurnal cycle of oxygen and sulfide microgradients and microbial photosynthesis in a cyanobacterial mat sediment. — *Appl. Environ. Microbiol.,* 38: 46-58.

MORRIS J. C. and STUMM W., 1967 — Redox equilibria and measurements of potential in the aquatic environment. — *Advan. Chem. Ser.,* 67: 270-285.

MORTIMER C. H., 1941a — The exchange of dissolved substance between mud and water in lakes, part 1 and 2. — *J. Ecol.,* 29: 280-329.

MORTIMER C. H., 1941b — The exchange of dissolved substance between mud and water in lakes, part 3. — *J. Ecol.,* 30: 147-201.

MOSHIRI G. A. and CRUMPTON W. G., 1978 — Some aspects of redox trends in the bottom muds of a mesotrophic Bayon estuarine. — *Hydrobiologia, 51:* 155-158.

PEARSON T. H. and STANLEY S. O., 1979 — Comparative measurement of the redox potential of marine sediments as a rapid means of assessing the effect of organic pollution. — *Mar. Biol.*, 53: 371-379.

SCHINDLER J. E. and HONICH K. R., 1971 — Oxidation-reduction determination at the mud-water interface. — *Limnol. Oceanogr.*, 46:837-840.

WEBER H. and STUMM W., 1963 — Citato in « Goldman J. C, Porcella D. B., Middle Brooks E. J. and Toerien D. F. », 1972 — The effect of carbon on algal growth. Its relationship to eutrophication. — *Wat. Res.*, 6: 637-679.

WHITFIELD M., 1969 — Eh as an operational parameter in estuarine studies. — *Limnol. Oceanogr.*, 14: 547-558.

ZOBELL C. E., 1946 — Studies on redox potential of marine sediments. — *Bull. Am. Ass. Petrol. Geol.*, 30: 477-513.

Indirizzo degli Autori. — S. CALVO - Istituto di Botanica, Università di Palermo. — G. GENCHI, A. LUGARO, F. DI BERNARDO - Laboratorio di Ecologia, Istituto di Zoologia Università di Palermo (I).

Naturalista sicil, S. IV, VI (Suppl.), 2 1982, pp. 231-239

ANTONIO MAZZOLA e BALDASSARRE RALLO

SFRUTTAMENTO SEMINTENSIVO DI UNA SALINA DEL TRAPANESE PER L'ALLEVAMENTO DI SPIGOLE RIPRODOTTE ARTIFICIALMENTE

RIASSUNTO

Vengono descritte le metodiche utilizzate per l'allevamento semintensivo di *Dicentrarchus labrax* L. in una delle saline della fascia costiera tra Trapani e Marsala (Sicilia). Per l'indagine è stato riadattato uno di questi invasi, dove sono stati seminati avannotti, ottenuti per riproduzione artificiale, ad una densità di 6,2 esemplari per mq. Mensilmente sono stati rilevati i dati biometrici e i parametri chimico-fisici dell'ambiente di allevamento. Vengono quindi analizzati i risultati relativi alla crescita in peso ed in lunghezza delle spigole, nonché i tassi di mortalità registrati durante i tredici mesi di allevamento.

SUMMARY

Semi-intensive breeding of seabass fry, artificially re-produced, in one of the Trapani salt pits.

The possibility of using the « Saline » (salt pits) along the coast between Marsala and Trapani for the breeding of very costly fish gave the authors the idea of studying the production capacities of a « Salina » (known as « fridda » in local dialect), changing it into a semi-intensive breeding pond. We modified one of these ponds near the Saline of Nubia and laid some blocks along its perimeter in order to obtain a pond of about 800 m^2 and 70 cm deep. Water exchange was provided by a water pump (Archimede screw) connected to a wind-mill. When there was no wind the water exchange was effected by means of a small master-cylinder. At the end of March 1980 we put 5000 seabass fry into the breeding pond. The fry were supplied by the Artificial Reproduction Centre of « Italittica» S.p.A. Marsala. The fry density was 6.2 units/m^2. The individuals were wed with artificial food pellets. During this testing period we checked both the weight and increase in length,

and the survival of the sea bass. We observed that growth is deeply influenced by seasonal temperature variations. In fact, the highest increase took place from June to October, when the temperature was between 22°C and 31°C. We also report the death rates, whose highest values are reported immediately after sowing and, for occasional pathological reasons, during the summer.

Key words: Dicentrarchus labrax L. - acquaculture.

INTRODUZIONE

La fascia costiera tra Trapani e Marsala è caratterizzata dalla distesa di saline, un tempo in piena attività per la produzione di sale, oggi in buona parte abbandonate, soprattuto quelle più vicine al centro abitato di Trapani. Le saline, come è noto, hanno bacini così detti « caldi », con uno spessore di circa 10 cm d'acqua, dove per evaporazione si ricava il sale e bacini « freddi », con una colonna d'acqua che oscilla, secondo i casi, tra 40 e 60 cm, che vengono utilizzati come vasche di alimentazione dell'intera salina.

FARANDA (1977) riporta le saline di Trapani e dello Stagnone di Marsala, come le uniche zone della Sicilia dove da sempre, collateralmente alla produzione del sale, si pratica l'allevamento estensivo di specie eurialine come Spigole, Orate, Mugilidi e Saraghi. La difficoltà per il reperimento di novellame dal mare ha tuttavia limitato notevolmente questa attività e solo da qualche anno è stato possibile garantire ad alcuni allevatori quantità sufficienti e continuative di avannotti di orata (MAZZOLA e RALLO, 1981) e di branzino, riprodotti artificialmente. Va comunque detto che gli allevamenti estensivi in questi ambienti comportano notevoli difficoltà di conduzione in quanto rappresentano sempre un aspetto secondario dell'attività principale che è il raccolto di sale. Così ad esempio, i ricambi nei bacini, adibiti ad allevamento, non vengono adeguatamente effettuati nei periodi di maggiore necessità come le fredde giornate invernali od i periodi estivi. Ne conseguono diffuse morie di giovani animali per l'improvviso abbassamento della temperatura durante il periodo invernale, o per l'aumento eccessivo della salinità (dovuto alle forti evaporazioni) e per fenomeni di eutrofizzazione, durante i mesi più caldi.

Il problema consiste quindi nello sviluppare opportune tecniche di acquacoltura che, integrandosi nel contesto socio-economico della salina, rendano possibile l'allevamento di specie ittiche senza danneggiare il ciclo produttivo del sale.

BARAHONA-FERNANDES (1981) suggerisce un modello di salina a produzione mista sale-pesce, dove « le vivier » è costituito dall'intero bacino

di riserva d'acqua. Nel nostro lavoro si è cercato invece di razionalizzare ulteriormente lo sfruttamento di tali aree, allevando le stesse specie ittiche in condizioni di maggiore controllo e con carichi biologici più elevati.

MATERIALI E METODI

È stato riadattato presso le saline di Nubia (TP), con muretti in blocchi tufacei (cioè con lo stesso materiale da sempre usato nella zona per suddividere gli invasi), un bacino « freddo » e ne è stata ricavata una vasca di circa 800 mq, dal fondo della quale è stato asportato limo e detrito organico fino ad ottenere una colonna d'acqua utile di 70 cm (fig. 1).

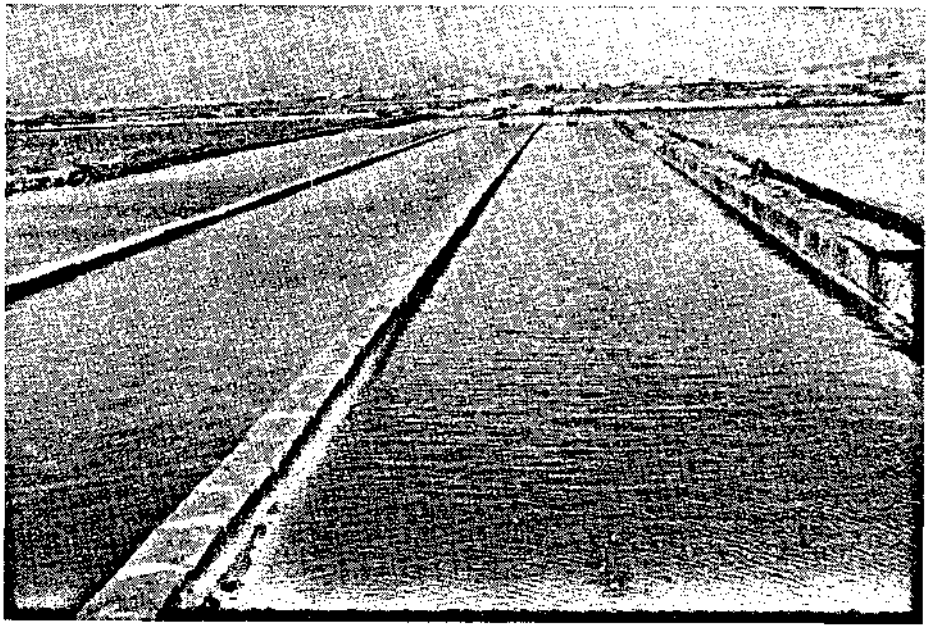


Foto 1. — Vasche di allevamento ricavate da un bacino «freddo».

A metà dell'aprile 1980, nel bacino di allevamento, sono stati seminati 5000 avannotti di spigola (*Dicentrarchus labrax* L.) ottenuti per riproduzione artificiale e forniti dall'Italittica S.p.A. di Marsala, ad una densità di circa 6,2 esemplari/mq. Al momento della semina, gli avannotti avevano un'età di 90 giorni, un peso medio di circa 260 mg ed una lunghezza totale media di 2,5 cm (fig. 2). Il fabbisogno idrico della vasca,

Foto 2. — Avannotti da semina.

calcolato mediamente intorno a 1,2 ricambi/giorno veniva variato secondo i periodi stagionali ed era assicurato da un sistema di sollevamento a vite di Archimede collegato ad un mulino a vento a pale orientabili che integrava le escursioni di marea. Nei periodi di calma e solo quando le condizioni dell'ambiente di allevamento lo imponevano, i ricambi sono stati effettuati con l'impiego di una idrovora di modesta portata. La pulizia del fondo della vasca, necessaria per asportare il mangime in eccesso e le fioriture algali, è stata effettuata periodicamente e con maggiore frequenza durante la primavera e l'estate.

Anche se nei mesi caldi si sono avute temperature oscillanti fra 23°C e 31°C, e la salinità ha raggiunto i 45 gr/l, la quantità di ossigeno disciolto non è mai scesa al di sotto dei valori limite mantenendosi intorno al 90% della saturazione (Tabella 1).

Sono state seguite sia la crescita in peso ed in lunghezza sia la sopravvivenza delle spigole. I rilevamenti dei parametri chimico-fisici sono stati effettuati a metà di ogni mese, mentre la temperatura è stata registrata con maggiore frequenza.

Gli avannotti sono stati alimentati con *pellets* di mangime artificiale di granulometria variabile in base al periodo di dieta (PARISELLE, 1973); la distribuzione è stata effettuata manualmente più volte al giorno.

Tab. 1 — Condizioni chimico-fisiche e biologiche nel bacino di allevamento.

Data	S‰ gr/l	O_2 mg/l	Ricambi n/giorno	Biomassa kg/mq	Densità ind./mq	Razione alimentare % peso corporeo
Maggio '80	40.5	6.5	1	0.015	6.0	7
Giugno	41.2	6.1	1	0.051	5.9	5
Luglio	43.1	5.5	1.5	0.11	5.9	3.5
Agosto	45.5	5.6	1.5	0.21	5.8	2.5
Settembre	43.3	6.1	1	0.32	5.8	2.0
Ottobre	41.6	6.7	1	0.39	5.8	2.0
Novembre	40.3	6.4	1	0.45	5.8	2.0
Dicembre	39.2	7.5	1.5	0.48	5.7	1.5
Gennaio	39.1	8.1	1.5	0.50	5.6	1.1
Febbraio	38.9	7.1	1.5	0.51	5.5	1.1
Marzo	40.2	6.9	1	0.53	5.4	1.5
Aprile	40.5	6.7	1	0.57	5.4	1.5
Maggio '81	41.3	6.3	1	0.62	5.4	2.0

Il quantitativo di mangime distribuito quotidianamente per tutti i mesi di allevamento è stato variato in ragione del peso corporeo degli avannotti, della loro voracità stagionale e, soprattutto, almeno per quanto riguarda le prime fasi, si è cercato di tenere un'elevata concentrazione dei granuli nell'acqua. Si è utilizzato un mangime composto integrato (BERTOLINO et al., 1979), la cui composizione media di proteine e lipidi sulla sostanza secca è rispettivamente del 50% e del 12%, in accordo con quanto riportato da ALLIOT (1978). Il regime alimentare dei giovani è stato integrato ovviamente con tutto ciò che il bacino ha naturalmente prodotto, come larve di Decapodi, di Anfipodi e larve di altri pesci. Non è da sottovalutare l'influenza di questo apporto alimentare sullo sviluppo delle spigole. Infatti alcuni contenuti gastrici, sottoposti ad esame qualitativo, sono risultati molto simili a quelli che si ritrovano nei branzini catturati in ambienti lagunari (CHIEREGATO et al., 1981). Si è preferito non somministrare alimento fresco (scarti della pesca e pesce azzurro) per le difficoltà di stoccaggio e soprattutto per il conseguente maggior inquinamento della vasca (BARNABÉ, 1980).

RISULTATI

È stato osservato che l'incremento della curva di crescita non è costante per tutta la durata dell'allevamento, ma presenta variazioni dovute ai periodi stagionali e soprattutto all'influenza della temperatura sullo sviluppo degli avannotti (BARNABÉ, 1976; RAVAGNAN, 1978; TESSEYRE, 1979).

I valori più alti di incremento ponderale valutabili, come valore medio, intorno a 18 gr al mese, ed in lunghezza totale a 3 cm, si sono avuti nel periodo estivo-autunnale in coincidenza con una temperatura oscillante tra 23°C e 31°C (fig. 1).

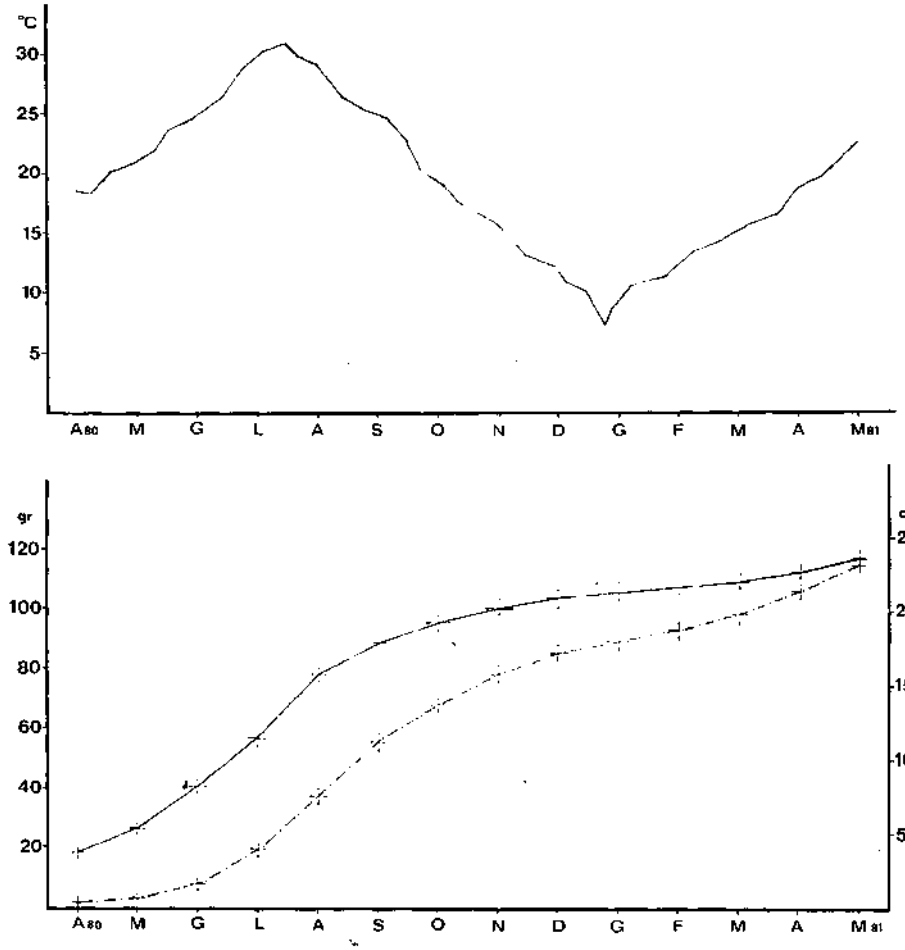


Fig. 1. — Crescita in peso (- - - -) ed in lunghezza totale (———), in relazione con la temperatura dell'acqua.

Tali valori di temperatura hanno comportato un aumento dell'attività metabolica delle giovani spigole, che si manifesta con un incremento dello stimolo a predare e un conseguente maggior consumo di alimento. Nello stesso periodo è stato possibile registrare un rapporto di conversione dello alimento di 1,5, valore molto basso se si considera che il rapporto di conversione totale, che tiene conto di tutto il periodo di allevamento, è stato di 3,2 (Tabella 1). L'abbassamento della temperatura durante il periodo invernale, ha causato un rallentamento della crescita, con valori medi di incremento ponderale di circa 5 gr al mese ed in lunghezza totale di circa 0,5 cm.

Alla fine del primo anno di allevamento si è registrato un peso medio di 115 gr, valore abbastanza elevato se paragonato ai dati relativi ad altri esperimenti effettuati in lagune costiere del sud della Francia (BARNABÉ, 1976) e in impianti intensivi non riscaldati dell'Italia centro-meridionale (RAVAGNAN, 1981).

Oltre alla crescita, particolare attenzione è stata riservata alla percentuale di sopravvivenza degli avannotti che è stata costantemente rilevata in tutte le fasi dell'allevamento (fig. 2). I tassi più elevati di mortalità

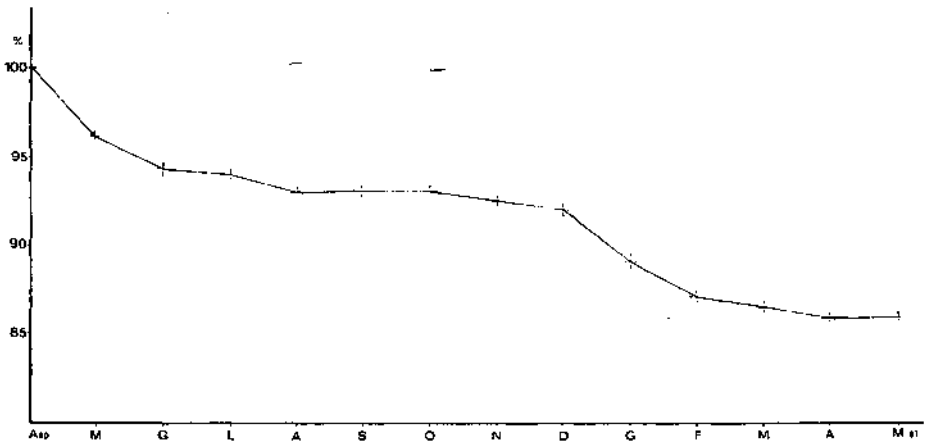


Fig. 2. — Percentuale di sopravvivenza.

sono stati registrati nelle prime settimane successive alla semina e nei mesi freddi; in entrambi i casi il decremento del numero di esemplari è valutabile intorno al 5%. La sopravvivenza finale, a 13 mesi dall'inizio dell'allevamento, è stata di circa l'86%.

DISCUSSIONI e CONCLUSIONI

Dai risultati raggiunti in questo primo anno di allevamento è possibile trarre qualche considerazione conclusiva sulla possibilità di ottimizzare ulteriormente le rese in crescita ed in percentuale di sopravvivenza fin qui ottenute. I maggiori incrementi si sono avuti durante il periodo estivo-autunnale, con una evidente relazione tra l'aumento della temperatura dell'acqua e l'aumento ponderale degli esemplari.

Non si sono dunque verificate flessioni nella crescita, dovute alle elevate temperature, come riportato per altri allevamenti (COSTA e MINERVINI, 1979). L'86% di sopravvivenza registrata può, alla luce delle esperienze maturate, essere ulteriormente aumentato, ottimizzando le metodiche di semina e aumentando l'altezza della colonna d'acqua del bacino.

L'assenza di alta mortalità ed il superamento dei mesi più caldi, notoriamente critici per gli allevamenti, va attribuito all'adeguato carico biologico tenuto costantemente nella vasca, che alla fine del primo anno è stato di 0,62 Kg/mq e, soprattutto, all'appropriato ricambio idrico assicurato durante le varie fasi stagionali.

Lo sviluppo delle spigole è risultato tuttavia più lento, circa il 20%, di quello fatto registrare da esemplari coetanei in un contemporaneo esperimento effettuato in un allevamento di tipo intensivo (MAZZOLA, in stampa).

I bassi costi di gestione, l'elevata sopravvivenza e l'assenza di manifestazioni patologiche giustificano comunque questa resa produttiva che, anche se più bassa, risulta pur sempre economicamente competitiva con quella registrata in impianti condotti con sistemi intensivi.

Un più accurato sforzo, concentrato prevalentemente sullo studio delle tecnologie collegate a questi ambienti permetterà, senza alcun dubbio, in un prossimo futuro, di poter aumentare la densità degli animali nei bacini, con rese finali molto superiori alle attuali.

Si è visto che è possibile utilizzare le riserve d'acqua delle saline per scopi di piscicoltura, dopo opportuni interventi di riadattamento, e che ciò può essere fatto senza interferire nel ciclo di produzione del sale.

Il personale impegnato nella routine quotidiana del bacino di allevamento è stato lo stesso di quello utilizzato per le normali operazioni di salina, con un costo di gestione complessivo aumentato solo dalle spese vive sostenute per l'acquisto del mangime e del novellame.

Si può ipotizzare quindi la possibilità di sfruttare razionalmente questi invasi per scopi ittici, tenendo conto però che, a causa delle condizioni idrologiche della zona, non è pensabile andare oltre determinati carichi

biologici e che quindi si dovrà puntare esclusivamente su un tipo di piscicoltura semintensiva.

Ringraziamenti. — Gli AA. ringraziano vivamente il Dr. SALVATORE GILIBERTO ed il Dr. RICCARDO CECCARELLI per la collaborazione prestata nel rilevamento dei dati.

BIBLIOGRAFIA

ALLIOT E., PASTOUREAUD A. et PATROIS J., 1978 — Etude de l' efficacité protèique de quelques farines de poisson pour l' alimentation du Bar, *Dicentrarchus labrax* L. — *Téthys, Endoume,* 8 (4): 335-338.

BARAHONA-FERNANDES M. H., 1981 — Les salines et leur usage éventuel pour l'acquaculture. — *Gén. Pêches Méditer,* Roma, 58: 269-276.

BARNABÉ G., 1976 — Contribution à la connaissance de la biologie du Lup *Dicentrarchus labrax* L. (Poisson Serranidae). — *Thése Doctorat d'Etat. Universitè des Sciences et Techniques du Languedoc,* pp. 426.

BARNABÉ G., 1980 — Aspects tecnologiques de la reproduction et du grossissement des poissons euryhalins en aquaculture. — *Oceanis,* Marseille, 6 (7): 695-711.

BERTOLINO A., MAZZOLA A., RALLO B., 1979 — Esperienze sulla crescita larvale della Spigola (*Dicentrarchus labrax* L.) in cattività. — Pubbl. a cura del Centro di Produzione Italittica, Marsala (TP). — *Corrao Edit.,* Trapani, pp. 22.

CHIEREGATO A. R., FERRARI I. e Rossi R., 1981 — Ricerche preliminari sul regime alimentare di avannotti di Orata, Branzino e Muggini nella Sacca di Scardovari (Delta del PO). — *Quad. Lab. Tecnol. Fesca,* Ancona, 3 (1 suppl.): 249-263.

COSTA C, MINERVINI R., 1979 — Le specie ittiche del lago di Sabaudia di prevalente interesse economico. Nota 1. Una metodica per l'allevamento intensivo di *Dicentrarchus labrax* L. e *Diplodus sargus* L. — *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat. Mem.,* Pisa, Ser. B, 86 (suppl.): 108-111.

FARANDA F., 1977 — Primo censimento delle aree destinabili ad acquacoltura in Sicilia. — *Atti Soc. Pel. Sci. Fis. Mat. Nat.,* Messina, vol. XXIII, suppl, 112 pp.

MAZZOLA A., — Differenze di crescita di avannotti di spigola, *Dicentrarchus labrax* L., allevati secondo due metodiche (in stampa).

MAZZOLA A., RALLO B., 1981 — Allevamento intensivo su scala preindustriale di avannotti di Orata (*Sparus aurata* L.) riprodotti in condizioni di laboratorio. Nota 1. Riproduzione artificiale ed allevamento larvale. — *Mem. Biol. Mar. Oceanogr.,* Messina, XI (III): 99-115.

PARISELLE J., 1973 — Contribution à l'étude des juveniles du Lup (*Dicentrarchus labrax* L. et *Dicentrarchus punctatus* BLOCH) placés dans un milieu naturel et nourris artificiellement. — *DEA Univ. Sc. Techni. Languedoc,* Montpellier, 33 pp.

RAVAGNAN G., 1978 — Vallicoltura moderna. — *Edagricole,* Bologna, 282 pp.

RAVAGNAN G., 1981 — Augmentation de la production des zones lagunaires: Tecnologies disponibles et stratégies d'intervention. — *Rev. Cons. Gén. Pêches Médit.,* Roma, 58: 181-251.

TESSEYRE C, 1979 — Etude des conditions d'élevage intensif du Lup (*Dicentrarchus labrax* L.). — *Thèse Doctorat de Spécialité. Univ. Sc. Techn. Languedoc,* Montpellier, pp. 115.

Indirizzo degli Autori. — ANTONIO MAZZOLA - Istituto di Zoologia, Via Archirafi 18, 90123 Palermo (I). — BALDASSARRE RALLO - Italittica s.r.l., via V. Florio 23, 91025 Marsala (TP) (I).

Naturalista sicil, S. IV, VI (Suppl), 2 1982, pp. 241-248

MASSIMO GIANNOTTA

OSSERVAZIONI PRELIMINARI SULLA PRESENZA DI GIOVANI DI MAZZANCOLLA *(PENAEUS KERATHURUS* [FORSKAL]), NELLE SALINE DI TARQUINIA *(Decapoda, Penaeidae)*

RIASSUNTO

Viene segnalata la presenza di giovani di mazzancolla in alcune zone delle Saline dì Tarquinia.

Sono stati esaminati esemplari raccolti negli anni 1977, 1979, 1980, prendendo in considerazione la taglia e il rapporto sessi.

Vengono messe in evidenza differenze significative, riguardo il primo parametro, tra le popolazioni del 1977 e quelle del 1979 e 1980. Il rapporto sessi, invece, è risultato essere sostanzialmente simile a quello di popolazioni adulte.

SUMMARY

Preliminary report on the presence of Penaeus kerathurus (Decapoda, Penaeidae) *in the Tarquinia salines.*

This paper reports data collected from 1977 until 1980 on juveniles of *Penaeus kerathurus* in the Tarquinia salines.

Sex-ratio and size were analyzed. The differences in the size of the 1977 population and the 1979, 1980 ones are statistically highly significant. Sex-ratio is substantially similar to that observed in adult populations.

Key words: Penaeus kerathurus - juveniles - salines

PREMESSA

Nel 1977 fu osservata la presenza di giovani di mazzancolla in alcune zone delle Saline di Tarquinia (VT) a più diretto contatto col mare.

Tale presenza, confermata negli anni 1979 e 1980, non veniva rilevata nel 1978.

Le Saline di Tarquinia (84 ha circa), situate tra le foci dei fiumi Marta a nord e Mignone a sud, funzionano per la produzione del sale da maggio a settembre, e presentano nei mesi primaverili, un piccolo apporto di acque polialine dagli sbocchi a mare, in quanto le piogge invernali e primaverili provocano una diluizione delle acque fortemente iperaline in esse contenute alla fine dell'estate.

Come è noto il *Penaeus*, durante il periodo riproduttivo si avvicina alla costa e depone uova pelagiche che si schiudono rapidamente liberando nauplii che fanno vita planctonica. Alla fine di essa, l'individuo che ha subito numerose mute, risale gli estuari o entra nelle lagune costiere, per abbandonare questi ambienti, dopo l'accrescimento estivo, ai primi freddi, per tornare in mare.

MATERIALI E METODI

Gli animali sono stati catturati di notte, quando sono attivi, con l'aiuto di lampade e retini a mano con maglia da mm 2, da operatori che campionavano sia dal bordo che dall'interno delle vasche. Questo metodo di raccolta è stato adottato nell'impossibilità di ricorrere, data la conformazione della salina, a reti da posta, a sciabiche, a trappole o simili.

Infatti le vasche in terra sono coperte da 30-40 cm di acqua e presentano sul fondo di argilla uno spessore di fango di 30-40 cm, di minima granulometria.

Sia i « Bertovelli » che le nasse hanno dato risultati scoraggianti, mentre l'uso di sciabiche anche piccole è da escludere, sia per la minima profondità, sia per la presenza di un diffuso feltro algale galleggiante, sia per i fitti stanziamenti della fanerogama *Ruppia maritima*.

Si è comunque avuta l'accortezza di utilizzare per la raccolta sempre gli stessi operatori.

Il campionamento è stato effettuato nei mesi di settembre e di ottobre e ad esso è seguita l'analisi di alcune caratteristiche delle popolazioni quali la taglia e il rapporto sessi.

La lunghezza totale degli animali è stata misurata dalla punta del rostro all'estremità del telson.

Sono stati esaminati 40 animali appartenenti al campione raccolto nel 1977, 68 del campione del 1979, 52 del campione del 1980.

Relativamente ai dati fisico-chimici riportati, la salinità è stata rica-

vata dalla clorosità, determinata in laboratorio col metodo del nitrato di argento; l'ossigeno disciolto è stato determinato col metodo Winkler modificato.

RISULTATI

Gli esemplari presentavano le seguenti caratteristiche:

a) il rapporto sessi (fig. 1) è risultato globalmente simile a quello osservato da BEN MUSTAPHA (1967) su un vasto campione di animali adulti (taglia da mm 101 a mm 201), con una leggera prevalenza di maschi. Nel campione del 1977, vi è una prevalenza di femmine (61,5%),

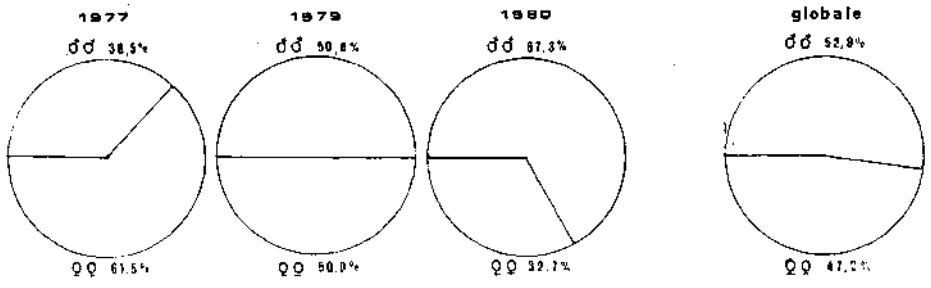


Fig. 1. — Rapporto sessi.

mentre in quello del 1980 risulta una maggiore presenza di maschi (67,3%). Per entrambi i sessi la classe modale è risultata essere la III (da mm 50 a mm 59) con una taglia lievemente superiore per le femmine;

b) la lunghezza totale copriva un intervallo variante dai mm 32 ai mm 88, che è stato diviso in 6 classi (tab. 1) (fig. 2).

La distribuzione in classi di taglia delle diverse popolazioni, mette in evidenza una maggiore dispersione intorno alla media dei dati relativi al 1977. Oltre a questa maggiore variabilità si osserva una taglia media sensibilmente più grande nella popolazione del 1977, rispetto a quelle del 1979 e del 1980.

Nel confronto delle medie attraverso il test t, sono emerse differenze significative, a P. 0,05 tra i campioni del 1977 e quelli del 1979 e 1980. Al contrario la differenza tra i campioni del 1979 e quelli del 1980, non risultava significativa.

Alla successiva analisi della varianza, effettuata tramite il test F, le differenze tra i campioni del 1977 e quelli del 1979 e 1980, risultavano a P. 0,05, altamente significative.

Tab. 1

Classi di taglia (mm)		1977 (n=40) %	1979 (n=68) %	1980 (n=52) %
I	< 39	2,5	1,5	7,7
II	da 40 a 49	10,0	10,3	32,7
III	da 50 a 59	12,5	61,7	32,7
IV	da 60 a 69	22,5	26,5	23,1
V	da 70 a 79	27,5	—	3,8
VI	80 <	25,0	—	—
		100,0	100,0	100,0
$\bar{x}$		67,8	55,0	52,9
s^2		193,08	36,73	99,33
dev. standard		13,89	6,06	9,96

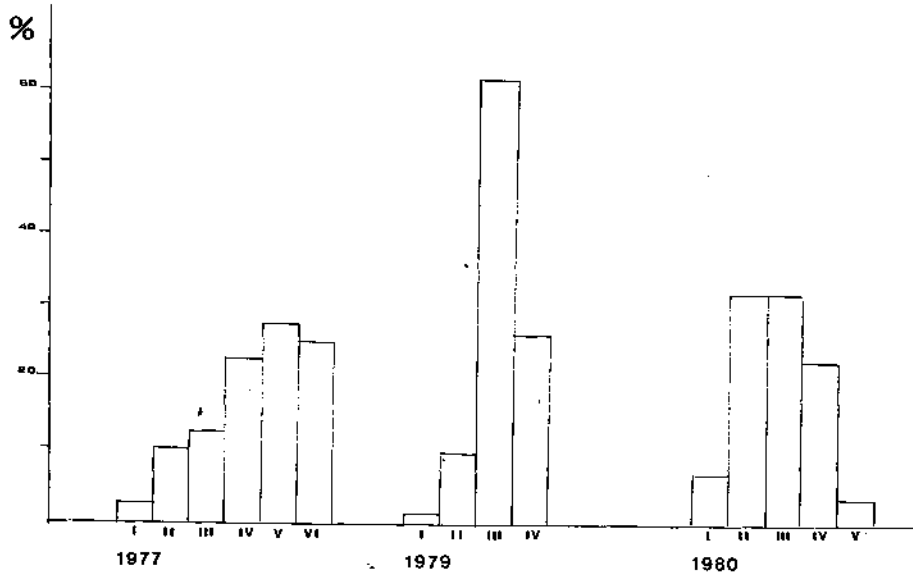


Fig. 2. — Distribuzione nelle classi di taglia.

DISCUSSIONE

Le ragioni di tali differenze vanno probabilmente ricercate nella estrema variabilità dell'ambiente preso in esame. Infatti l'esame dei principali dati fisico-chimici (figg. 3, 4, *5*, 6, 7) relativi alle zone in cui è stato rinvenuto il *Penaeus*, mette in evidenza forti oscillazioni, con andamenti annuali presumibilmente molto diversi, nell'ambiente che, d'altro canto, risulta essere estremamente ricco dal punto di vista trofico.

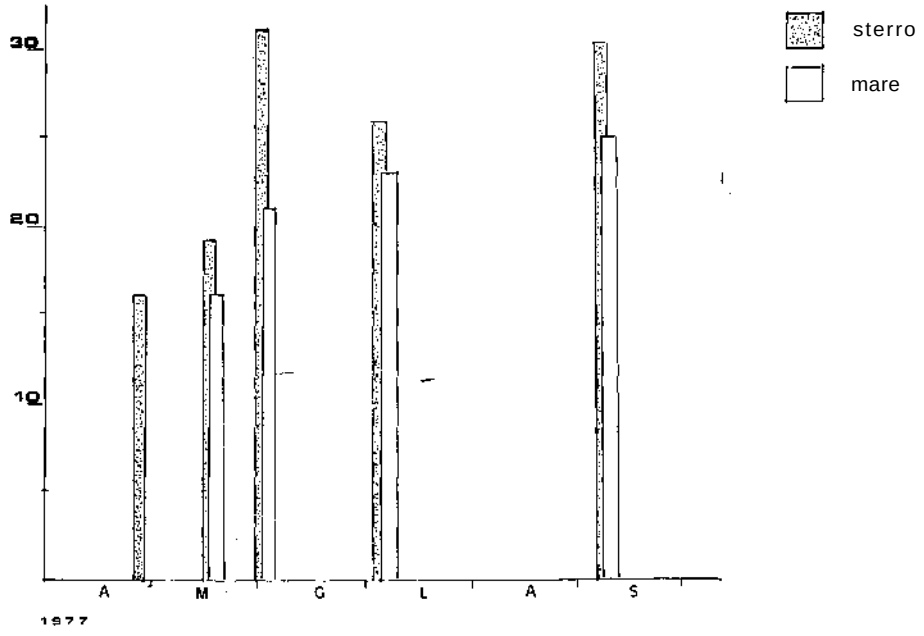


Fig. 3. — Temperature (°C) nella fascia oraria 10-14 (solari) da aprile a settembre 1977.

Ulteriori osservazioni potranno mettere in evidenza il ripetersi di fenomeni quali quello osservato.

È da ricordare, infine, la mancata comparsa del *Penaeus* durante l'anno 1978, durante il quale ne fu osservata la presenza nelle vicine foci dei fiumi Marta e Mignone, probabilmente ascrivibile a un inasprirsi delle condizioni ambientali, tale da non consentirne la vita.

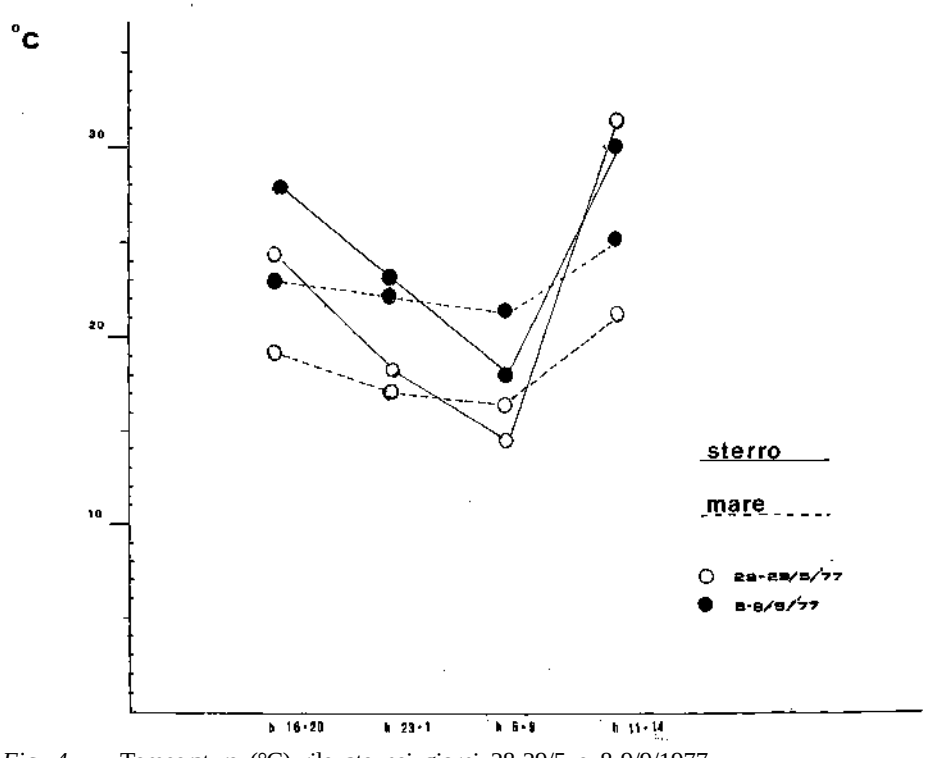


Fig. 4. — Temperature (°C) rilevate nei giorni 28-29/5 e 8-9/9/1977.

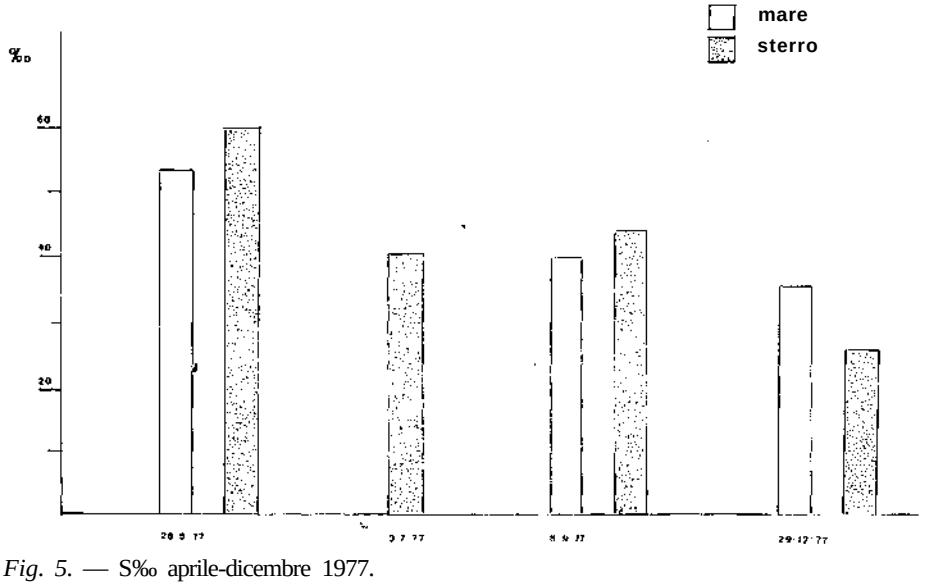


Fig. 5. — S‰ aprile-dicembre 1977.

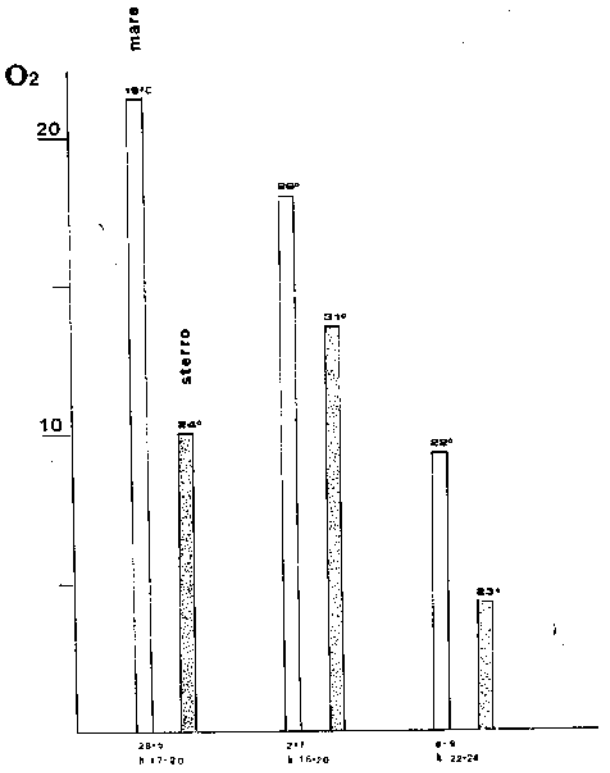


Fig. 6. — Ossigeno disciolto ms/l (1977).

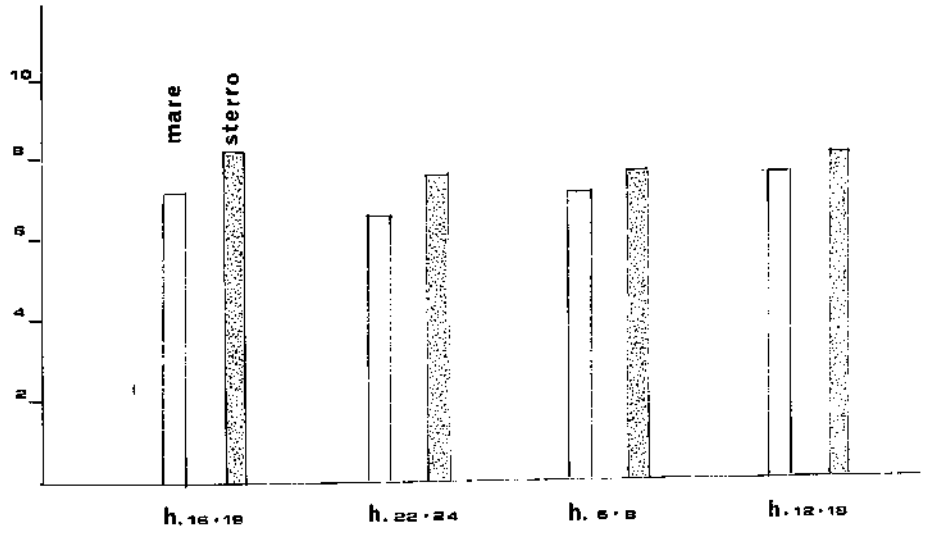


Fig. 7. — pH nei giorni 28-29/5/1977.

BIBLIOGRAFIA

BEN MUSTAPHA A., 1967 — Observations Biologiques sur *Penaeus kerathurus* Forskal et Etude Biometrique. — *Ann. Sta. Oceanogr. Salammbò,* 13.

ELLIOT J. M., 1977 — Some Methods for the Statistical Analysis of Samples of Bentic Invertebrates. — *Freshwater Biological Association,* Ambleside, 160 pp.

SCOSSIROLI R. e PALENZONA D. L., 1975 — Manuale di Biometria. — *Zanichelli,* Bologna, 259 pp.

Indirizzo dell'Autore. — CO.I.P.A. - Cooperativa Idrobiologica Pesca Acquacoltura, Piazza Risorgimento 14, 00192 Roma (I).

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.), 2 1982, pp. 249-254

REMIGIO ROSSI e ALESSANDRA CANNAS

ETÀ E ACCRESCIMENTO DI ALCUNE SPECIE ITTICHE NEGLI STAGNI SALATI DI PORTO PINO (SARDEGNA MERIDIONALE)

RIASSUNTO

Gli stagni salati di Porto Pino sono un complesso di circa 440 ha costituito da tre bacini poco profondi, fra loro comunicanti, con una salinità che da quella marina aumenta fino al 50 ‰. Le specie ittiche più abbondanti nelle catture, che sono fra le più basse degli stagni sardi, sono: *Anguilla anguilla* (circa il 39% del totale pescato); mugilidi (23%, di cui 10% *Liza aurata* e 7% *Mugil cephalus); Sparus aurata* (8%), *Lithognatus mormyrus* (2%) e *Dicentrarchus labrax* (3%).

I maschi delle anguille argentine hanno un'età media di 5.1 (D.S. ± 0.7) anni, una lunghezza media di 41.5 ± 2.6 cm ed un peso medio di 127.8 ± 21.4 g. La lunghezza media delle femmine argentine è di 58.5 ± 6.6 cm, il peso medio 370.0 ± 146.2 e l'età media 6.4 ± 1.2. L. *aurata* è presente nelle catture soprattutto con la classe di età 3; i maschi di *M. cephalus* con la classe 3, le femmine con la classe 4. Il gruppo di età prevalente per *S. aurata* è 2, per *L. mormyrus* 3; per i maschi di *D. labrax* 4, per le femmine 5. Nonostante le favorevoli condizioni di temperatura il tasso di accrescimento delle specie considerate è minore di quello osservato in altri ambienti mediterranei a causa delle stressanti condizioni causate dall'ambiente iperalino.

SUMMARY

Age and growth of some fish species in Porto Pino salt ponds (southern Sardinia).

Porto Pino salt ponds are a 440 ha area complex of 3 shallow basins with increasing salinity from 35‰ upwards, which are underfished in comparison with other Sardinian ponds.

Fish species of commercial interest in the catch are: *Anguilla anguilla* (about 39% of

the total yield), mullet (23%, of which *Liza aurata* 10%, *Mugil cephalus* 7%), *Sparus aurata* (8%), *Lithognatus mormyrus* (2%) and *Dicentrarchus labrax* (3%).

Male silver eels are younger than the females, with a mean age of 5.1 (S.D. ± 0.7) years, a mean length of 41.6 ± 2.6 cm and a mean weight of 127.8 ± 21.4 g. The average length of the female silver eels is 58.5 ± 6.6 cm, the average weight 370 ± 146.2 and the mean age is 6.4 ± 1.2.

L. aurata is mainly present in the catch with the age class 3 (total length *25* ± 3 cm and weight 113 ± 18 g); male *M. cephalus* with the age class 3 (TL 39 ± 2, W 547 ± 88) and the females with the age class 4 (TL 46 ± 2, W 1013 ± 160). The prevailing age group for *S. aurata* is 2 (TL 29 ± 1, W 344 ± 38), for L. *mormyrus* 3 (TL 21 ± 1, W 105 ± 23); for male D. *labrax* it is 4 (TL 40 ± 3, W 668 ± 171), for females *5* (TL 45 ± 3; W 1036 ± 158).

Notwithstanding the favourable trend of the water temperature, probably because of the stress conditions caused by the hyperhaline environment, the growth rate of these species is lower than that observed in other Mediterranean lagoons.

Key words: salt ponds - Sardinia - age - growth.

Gli stagni di Porto Pino si trovano nella costa sud occidentale della Sardegna. Sono costituiti da 3 bacini principali in comunicazione fra loro (89 ha La Spiaggia, 162 Is Brebeis e 189 Maestrale), utilizzati prioritariamente dalle saline di Stato come vasche preevaporanti, e da una Cooperativa come stagni da pesca. Solo lo stagno de la Spiaggia comunica direttamente col mare: gli altri due ricevono acqua solo dal primo, per cui la loro salinità è superiore a quella marina e si mantiene fra il 40 ed il 50‰ per tutto l'anno. La resa è stata mediamente di 70 Kg/ha negli ultimi anni, con un valore nettamente inferiore a quello della media degli stagni sardi (COTTIGLIA, 1981).

Le caratteristiche particolari della collocazione geografica e dell'alta salinità media hanno fatto ritenere interessante un confronto dell'età ed accrescimento delle principali specie ittiche presenti nel pescato con quanto noto per le altre lagune costiere mediterranee.

I campioni delle specie esaminate (tabella 1) sono stati raccolti durante la migrazione genetica, avendo cura di randomizzare fra quantità rappresentative del pescato di tutti gli stagni. L'età delle anguille è stata determinata sugli otoliti, quella delle altre specie sulle scaglie. La curva di accrescimento è stata calcolata per ogni specie a partire dai dati di lunghezza osservati delle singole coorti, secondo il modello di Von Bertalanffy (ABRAMSON, 1970).

RISULTATI E DISCUSSIONE

Le anguille (gialle ed argentine) rappresentano circa il 39% del pescato. Il campione (tabella 1) è costituito da sole anguille argentine. Al

Tab. 1 — Caratteristiche dei campioni delle principali specie ittiche degli stagni salati di Porto Pino.

	% peso pescato	CAMPIONE periodo cattura	n.	CLASSE DI ETÀ DOMINANTE classe	n.	lunghezza totale cm	peso g
Anguilla anguilla	39	XI-XII					
maschi argentini			92	V+	40	42.1 ± 2.5	132 ± 23
femmine argentine			45	V+	14	54.4 ± 2.9	274 ± 90
Liza aurata	10	VI-VII	102	III	71	25.0 ± 3.0	113 ± 18
Mugil cephalus	7	VIII-IX					
maschi			97	III	68	39.3 ± 2.2	547 ± 88
femmine			43	IV	15	46.0 ± 2.3	1013 ± 160
Sparus aurata	8	XI	86	II	64	28.7 ± 1.0	344 ± 38
Lithognatus mormyrus	2	VI-VII	121	III	49	20.5 ± 1.2	105 ± 23
Dicentrarchus labrax	3	XI-II					
maschi			24	IV	8	39.6 ± 2.6	668 ± 171
femmine			19	V	5	45.3 ± 2.6	1036 ± 158

momento della migrazione genetica i maschi hanno trascorso negli stagni in media 5.1 (D.S. ± 0.7) anni; la loro lunghezza media è di 41.6 ± 2.6 cm ed il peso 127.8 ± 21.4 g. Le femmine sono più lunghe (38.5 ± 6.6), più pesanti (370.0 ± 146.2) ed hanno un'età media di 6.4 ± 1.2 anni. L'anguilla è la specie che meglio tollera l'alta salinità: essa costituisce il 90% del pescato di Maestrale. Le condizioni ambientali diverse fra i tre stagni, nei quali cioè aumenta progressivamente la salinità e diminuisce la densità, influenzano in maniera caratteristica il rapporto sessi delle anguille argentine: a La Spiaggia, con salinità marina, il rapporto sessi è in favore dei maschi; a Maestrale, con la salinità media attorno al 50% si trovano solo femmine; a Is Brebeis, con salinità intermedia, il rapporto sessi è di circa 1:1. I coefficienti dell'equazione di crescita sono riportati nella tabella 2. L'età e l'accrescimento delle anguille a Porto Pino è simile a quello osservato nelle Valli Venete e a Comacchio (Rossi e COLOMBO, 1979), ad Acquatina (Rossi e CORBARI, 1982), ma inferiore a quello di Valle Nuova (Rossi e PAPAS, 1979) e nelle lagune di Lesina e Varano (Rossi e VILLANI, 1980).

I mugilidi rappresentano circa il 23% in peso del pescato: le specie più abbondanti sono L. *aurata* (10%) e *M. cephalus* (7%). *L. aurata,* presente quasi esclusivamente nello stagno a minore salinità, La Spiaggia, è una specie a lento accrescimento e di piccole dimensioni (tabelle 1, 2), minori anche di quelle osservate ad Acquatina (ROSSI e CORBARI, 1982). *M. cephalus* invece si trova anche a Is Brebeis: l' età e l'accrescimento osservati sono appena inferiori a quelli riportati per altre lagune italiane da MOROVIC (1954), ALESSIO (1976), Rossi e PAPAS (1979) e ROSSI e CORBARI (1982).

Tab. 2 — Parametri dell'equazione di crescita di Von Bertalanffy per le principali specie ittiche degli stagni di Porto Pino.

	$L\infty$	K	t_0
Anguilla anguilla			
maschi	50.1 ± 0.7	0.337 ± 0.014	—0.31 ± 0.04
femmine	72.8 ± 4.1	0.336 ± 0.083	—0.35 ± 0.06
Liza aurata	38.0 ± 5.2	0.328 ± 0.082	—0.05 ± 0.08
Mugil cephalus			
maschi	49.1 ± 0.3	0.521 ± 0.013	—0.01 ± 0.02
femmine	52.4 ± 0.5	0.481 ± 0.015	—0.03 ± 0.02
Lithognatus mormyrus	25.3 ± 1.1	0.522 ± 0.054	—0.10 ± 0.04
Dicentrarchus labrax			
maschi	52.2 ± 0.9	0.337 ± 0.016	—0.12 ± 0.04
femmine	95.2 ± 3.9	0.138 ± 0.012	—0.41 ± 0.10

L'orata costituisce circa l'8% del pescato, e si rinviene solo nel primo stagno a salinità marina. La classe di età dominante è quella di 2 anni. Le dimensioni di lunghezza e peso osservate sono simili a quelle riportate da LASSERRE e LABOURG (1974) per Thau e Sète, in acqua a salinità marina, e migliori, a partire dal terzo anno, dei dati riportati da BENTUVIA (1979) per la laguna iperalina di Bardawil (Sinai). A causa del « salto » di crescita fra il secondo ed il terzo anno in corrispondenza della inversione sessuale, non è stato possibile per questa specie calcolare una adeguata equazione di crescita.

Le mormore rappresentano il 2% in peso del pescato. La classe do-

minante è quella dei 3 anni. Questa specie si cattura quasi esclusivamente a La Spiaggia: le dimensioni raggiunte sono molto contenute e l' accre¬ scimento molto lento (tabella 2).

Anche la spigola (3% del pescato) preferisce le acque a salinità marina (il 93% è catturato a La Spiaggia); il campione è costituito da esemplari di grossa taglia: fra i maschi la classe di età dominante è quella dei 4 anni, fra le femmine 5 anni. L'accrescimento osservato è comunque minore di quello riportato da BARNABÉ (1976) a Sète, da ROSSI e PAPAS (1979) a Valle Nuova e da ROSSI e CORBARI (1982) ad Acquatina.

CONCLUSIONI

Lo studio dell'età e dell'accrescimento delle principali specie ittiche presenti nel pescato degli stagni salati di Porto Pino ha evidenziato una situazione generalizzata di scarsa o lenta crescita, in confronto con quanto osservato in altri ambienti mediterranei. La causa principale di questa situazione è imputabile all'alta salinità di questi stagni.

Nonostante infatti il favorevole andamento della temperatura gli stagni iperalini sono non solo altamente selettivi nei confronti dei pesci sottoposti a stressanti condizioni di vita, ad esempio a causa della mancanza di ossigeno, ma anche estremamente poveri di specie preda nei primi anelli della catena alimentare. Ciò spiega il lento accrescimento delle specie ittiche considerate.

BIBLIOGRAFIA

ABRAMSON N. J., 1970 — Computer programs for fish stock assessment. — *FAO Fish. Tech. Pap.*, 101: pag. var.

ALESSIO G., 1976 — Riproduzione artificiale e piscicoltura intensiva di specie ittiche marine come possibilità di sfruttamento della laguna di Orbetello (GR). — *At. Parm.*, 12: 315-332.

BARNABÉ G., 1976 — Contribution à la connaissance de la biologie du loup *Dicentrarchus labrax* (L). (Poisson Serranidae) de la region de Sète. — *Doct. Thesis*, Montpellier, 426 pp.

BENTUVIA A., 1979 — Studies of the population and fisheries of *Sparus aurata* in the Bardawil lagoon, eastern Mediterranean. — *Inv. Pesq.*, 43: 43-67.

COTTIGLIA M., 1981 — Gli « stagni » salsi sardi, situazione attuale e possibilità future. — *Quad. Lab. Tecnol. Pesca*, Ancona, 3 suppl.: 185-201.

LASSERRE G. et LABOURG P. J., 1974 — Etude comparée de la croissance de la daurade, *Sparus auratus* L. — *Vie et Milieu*, 24: 357-364.

MOROVIC D., 1954 — Contribution à la connaissance de la croissance annuelle de *Mugil*

cephalus L. dans quelque « Valli da Pesca » du litoral Venétian. — *Rap. Comm. Int. Exp. Sc. Mer Medit.,* 12: 203-217.

Rossi R. and COLOMBO G., 1979 — Some observations on age, sex and growth of silver eels (*Anguilla anguilla* L.) in North Adriatic lagoons. — *Rapp. P.-V. Réun. Cons. int. Explor. Mer,* 174: 64-69.

Rossi R. e PAPAS P., 1979 — Analisi del pescato di una « Valle » del Delta del Po (Valle Nuova-Ferrara) dal 1950 al 1978. — *Ann. Univ. Ferrara, Biol.,* 1: 123-148.

Rossi R. and VILLANI P., 1980 — A biological analysis of eel catches, *Anguilla anguilla* L., from the lagoons of Lesina and Varano, Italy. — *J. Fish Biol.,* 16: 413-423.

Rossi R. e CORBARI L. — Analisi biologica del pescato del Lago di Acquatina (Adriatico sud-occidentale) nel periodo 1976-79 *(in stampa).*

Indirizzo dell'Autore. — REMIGIO ROSSI - Istituto di Zoologia, Università di Ferrara, Via L. Borsari 46, 44100 Ferrara (I).

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl), 2 1982, pp. 255-261

ANNA MARIA BONVICINI PAGLIAI and ROBERTO CREMA

MODIFICATION OF MUDDY BOTTOM MACROFAUNA IN ORBETELLO LAGOON (ITALY) ALONG A GRADIENT OF ORGANIC ENRICHMENT

SUMMARY

The bottom macrofauna of three stations located in the central part of Orbetello lagoon has been studied. The hydrological and sedimentological conditions of the three stations are similar, except for the level of organic enrichment. The mud communities of these stations contain species with high ecological valence and are characterized by a good level of stability throughout an annual cycle. The values of three fundamental parameters: species number, total abundance and biomass show, along a gradient of organic enrichment, a pattern similar to that found in many coastal and estuary environments.

RIASSUNTO

Modificazione della macrofauna di fango nella laguna di Orbetello lungo un gradiente di arricchimento organico.

È stata studiata la macrofauna del fondo fangoso in tre stazioni situate nella zona centrale della laguna di Orbetello, simili per caratteristiche idrologiche e sedimentologiche, ma differenziate da un diverso grado di arricchimento organico. Le comunità in esame sono costituite da specie ad alta valenza ecologica e si presentano notevolmente stabili nel corso del ciclo annuale. Il numero di specie, il numero degli individui e la biomassa presentano, lungo un gradiente di arricchimento organico, un pattern simile a quello riscontrato in molti altri ambienti costieri ed estuariali. Viene suggerito di utilizzare il controllo di questi parametri per una valutazione del massimo carico organico che l'ambiente lagunare può ricevere senza subire un dannoso eccesso di eutrofizzazione.

Key words: lagoons - mud communities - organic enrichment.

Coastal lagoons and estuaries are naturally eutrophic environments and their potential production makes them particularly suitable for aquaculture. Human settlements around these areas usually introduce large amounts of organic material, which further increase the level of eutrophication. This organic enrichment is not always to be considered a negative factor. In fact, if it is maintained within appropriate limits, the total productivity of the system is increased. On the contrary, an excessive enrichment alters the equilibrium of lagoon biocoenoses and reduces the productivity. A fundamental problem in the management of these environments is, therefore, to quantify the amount of organic input which favours productivity and to define the limits above which the excess of eutrophication causes dystrophy.

PEARSON & ROSENBERG (1978) examined a large quantity of data concerning the spatial modifications of some fundamental parameters (bio-

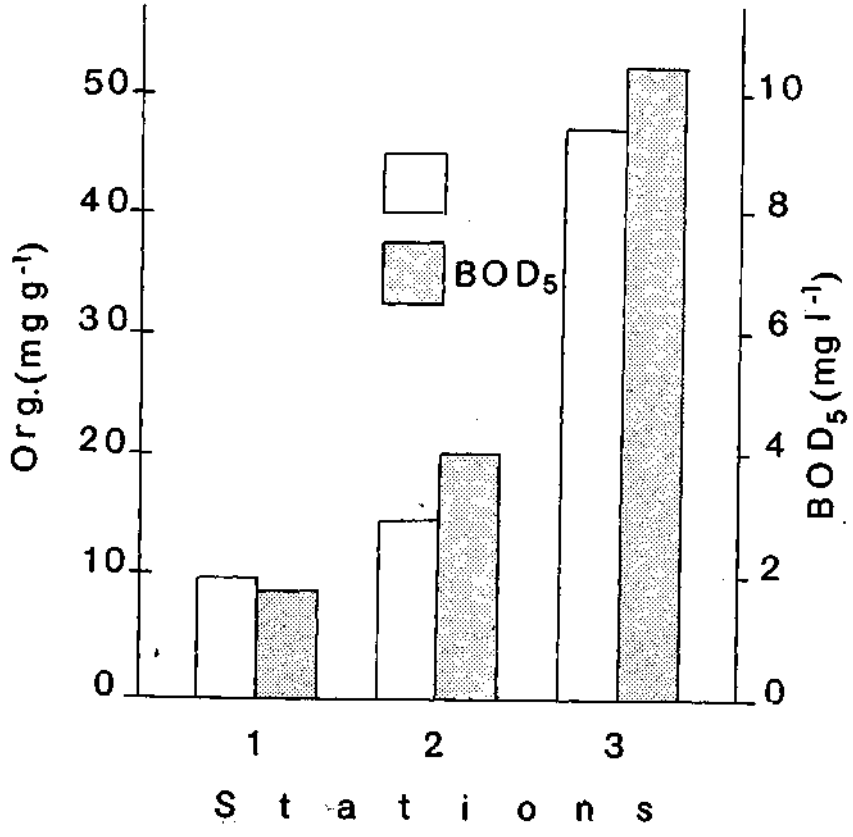


Fig. 1. — BOD and organic matter (Org.) in the sediment of each sampling station.

mass, abundance, species numbers) in coastal areas and estuaries with respect to organic enrichment (BELLAN & BELLAN SANTINI, 1972; ANGER, 1975; LEPPAKOSKI, 1975; PEARSON & ROSENBERG, 1976; ROSENBERG, 1976). These data, although from a variety of environments, show a general pattern, which can be taken as a general model of the progressive modifications of the benthic macrofauna in response to increasing levels of organic pollution (fig. 1).

The Orbetello lagoon presents a series of environmental conditions which vary spatially (COGNETTI et al., 1978). Along the coast of both basins the soft bottom populations are principally influenced by water exchange from both the sea and fresh waters. The central areas of the lagoon are not affected by the sea exchanges and are subject to a heavy organic pollution from urban discharges.

In this paper the macrobenthic communities of some stations located in the central part of the lagoon and differing for the level of organic enrichment are examined.

METHODS

Three collection stations were fixed in the central part of the lagoon. The first station is located in the center of the western lagoon and supports a low level of organic enrichment. The second station is located in the center of eastern lagoon; this basin support, for a large extent, high quantities of organic materials. The third station, finally, is located in the area facing the town of Orbetello in the western lagoon. This area support a very high level of organic enrichment, being directly influenced by urban outflows and liquid wastes from a slaughterhouse.

The samples were collected using a Eckman-Birge dredge with manual closure, having a sampling surface of 0.225 m^{-2}. Three replicates per station were taken during 12 monthly sampling occasions during 1976-77. The samples were sieved through a 0.5 mm mesh screen and the portion retained fixed in 4% neutral formalin. Animals were removed under a stereomicroscope and identified to species. The biomass was determined as wet weight after elimination of the non-living parts. The BOD_5 was determined on water samples collected near the bottom at each sampling occasion. The quantity of organic matter in the sediment was determined on a portion of the dredged material using chromic oxidation method of WALKEY & BLACK (1934).

Results of chemical analyses are represented in fig. 1.

RESULTS AND DISCUSSION

The species number, total abundance (ind. m^{-2}) and biomass (g m^{-2}) are reported in Table 1, and shown graphically in fig. 2.

Station 1 has the lowest level of organic enrichment. In this station 13 habitual species are found; among these *Armandia cirrosa* and *Aricia foetida* are the predominant Polychaetes and *Abra ovata* is the predominant Mollusk. The annual biomass is moderate for a lagoon environment, amounting to 37.75 g m^{-2}; the abundance is 900 ind m^{-2}.

Station 2 has a higher level of organic enrichment. A marked increase in the biomass and total abundance is detected; the biomass is more than double that of station 1, while the abundance is actually 7 times greater. The gap between the increase of biomass and the increase of abundance is due to the dominance, in this station, of the Polychaete *Armandia cirrosa* and the Oligochaete *Peloscoles* sp., which, because of their small size, have a little influence on total biomass. The moderate increase of the

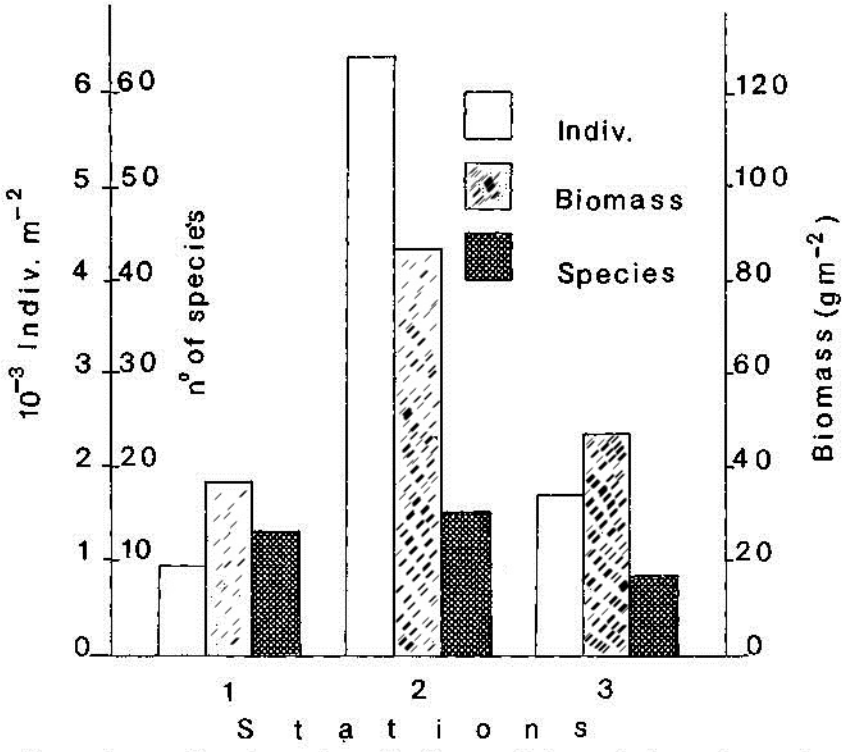


Fig. 2. — Diagram of species numbers, abundance and biomass in the stations under study.

species number can be attributed to the presence of a Phyllodocidae species in the mud community. Usually Phyllodocidae do not belong to the mud community, but, as observed in station 1, to the algae community. On the contrary, in the lagoon area including station 2, where underwater vegetation is almost completely absent, Phyllodocidae have become part of the mud community, This is a typical case of an adaptive strategy adopted by species with high ecological valence (COGNETTI, 1978a; 1978b).

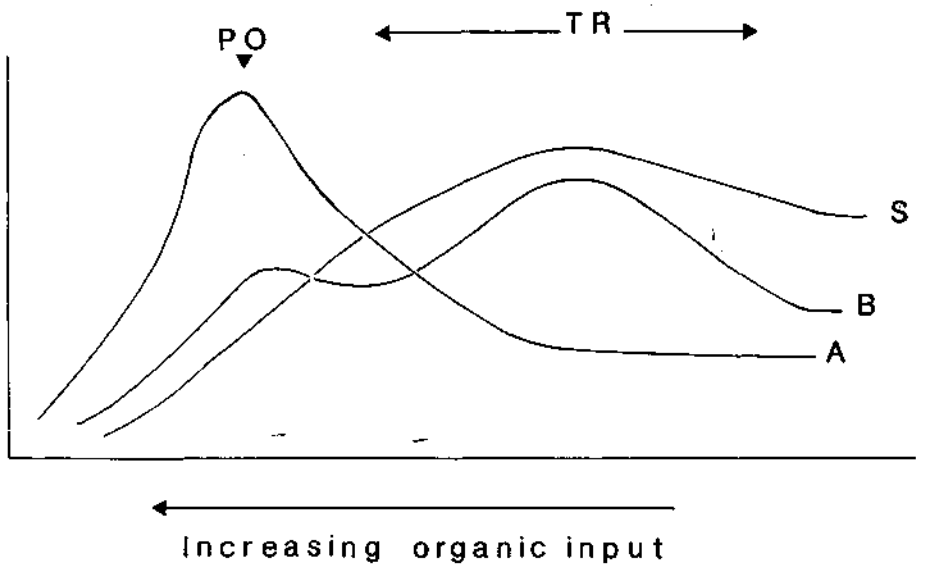


Fig. 3. — Diagram from Pearson & Rosenberg: S, species numbers; A, total abundance; B, total biomass; PO, peak of opportunists; TR, transition zone.

Station 3, with the highest level of organic enrichment, presents a drastic reduction in species number, total abundance and biomass. The last is of the order of that found in station 1, which has the lowest level or organic enrichment.

The data on the settlements in the three stations under study fit the general pattern of the « transition zone » found in coastal areas and estuaries subject to organic enrichment (fig. 3). The peak of opportunist is not present in this environment; these communities, in fact, possess a high degree of tolerance, even to high levels of organic enrichment. The increase of total abundance and biomass in response to moderate organic input and

Table 1 — Species, abundance and biomass in the three stations under study

Species	Stations 1		2		3	
	ind m^{-2}	g m^{-2}	ind m^{-2}	g m^{-2}	ind m^{-2}	g m^{-2}
Aricia foetida	192	6.52	696	23.66	755	25.60
Armandia cirorsa	222	0.07	2779	0.85	—	—
Capitella capitata	14	0.22	—	—	—	—
Eulalia punctifera	—	—	14	0.07	—	—
Eulalia viridis	—	—	32	0.14	—	—
Nereis caudata	—	—	—	—	15	0.53
Perinereis cultrifera	14	0.20	—	—	—	—
Phyllodoce pusilla	—	—	44	0.19	—	—
Phylllodoce rubiginosa	—	—	31	0.13	30	0.12
Platynereis dumerilii	—	—	14	0.21	—	—
Polydora antennata	—	—	33	0.33	—	—
Scololepis fuliginosa	15	0.37	46	1.15	—	—
Staurocephalus kefersteini	—	—	—	—	118	4.13
Peloscolex sp.	—	—	1644	8.22	563	2.82
Lineus nigricans	30	0.60	—	—	31	0.50
Abra ovata	192	7.32	758	28.80	148	5.63
Cerastoderma glaucum	30	16.01	29	15.47	14	7.42
Amiclyna corniculum	44	3.11	—	—	—	—
Cyclope neritea	29	2.36	76	6.08	—	—
Hydrobia ventrosa	74	0.37	152	0.80	—	—
Chironomus salinarius	30	0.60	—	—	—	—
Cumacea sp. indet.	14	—	133	0.15	—	—
Total	900	37.75	6481	86.25	1674	46.75

their fall in response to heavy enrichment may supply an objective indication to quantify the limit at which organic input must be managed to permit lagoon fertilization while preventing dystrophy.

Acknowledgements. — We wish to thank T. H. PEARSON and R. ROSENBERG for kind permission for reproduction of fig. 3. We also wish thank the Colleagues Profs A. M. COGNETTI VARRIALE, M. MARI, I. MORSELLI and R. ZUNARELLI VANDINI for species identification.

REFERENCES

ANGER K., 1975 — On the influence of sewage pollution on inshore benthic communities in the South of Kiel Bay: 2 Quantitative studies on community structure. — *Helgol. Wiss. Meeresunters.*, 27: 408-438.

BELLAN G., BELLAN SANTINI D., 1972 — Marine pollution and Sea life. M. Ruivo Ed. — *F.A.O., Fishing News,* Ltd. London, 624 pp.

COGNETTI G., 1978a — On some aspects of the ecology of the benthic littoral Polychaetes. — *Boll. Zool.,* 45: 145-154.

COGNETTI G., 1978b — Influence of substratum on predominantly physically controlled communities. — *Rapp. Comm. int. Mer Medit.,* 25/26: 181-182.

COGNETTI G. et al., 1978 — Risanamento e protezione dell'ambiente idrobiologico delle lagune di Orbetello. — *Ingegneria Ambientale,* 7 (4): 316-406.

LEPPAKOSKI E., 1975 — Assessment of degree of pollution on the basis of macrozoobenthos in marine and brackish-water environments. — *Acta Acad. Aboensis, Ser. B Math. e Phys.,* 35: 1-90.

PEARSON T. H., ROSENBERG R., 1976 — A comparative study of the effects on the marine environment of wastes from cellulose industries in Scotland and Sweden. — *Ambio,* 5 (2): 77-79.

PEARSON T. H., ROSENBERG R., 1978 — Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. — *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.,* 16: 229-311.

ROSENBERG R., 1976 — Benthic fauna dinamics during succession following pollution abatement in a Swedish estuary. — *Oikos,* 23 (3): 414-427.

1st Author Address. — ANNA MARIA BONVICINI PAGLIAI - Istituto di Zoologia dell'Università, Via Università 4, 41100 Modena (I).

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.), 2 1982, pp. 263-268

ANGELO TURSI, ALFONSO MATARRESE, MARGHERITA SCISCIOLI,
RAFFAELE VACCARELLA e MARIO CHIEPPA

BIOMASSE BENTONICHE NEL MAR PICCOLO DI TARANTO E LORO RAPPORTO CON I BANCHI NATURALI DI MITILI

RIASSUNTO

Sono state analizzate le variazioni di biomassa degli organismi bentonici sui pali di fondazione del ponte di Punta Penna-Pizzone (Mar Piccolo di Taranto). Sono stati esaminati i dati di biomassa totale (peso umido g/400 cm^2), quelli relativi alle biomasse dei mitili (g/400 cm^2) nonché quelli relativi al numero degli esemplari (n/400 cm^2). L'analisi statistica ha evidenziato che la biomassa totale decresce con la profondità ed ha un massimo a 2 metri. Inoltre, mentre il numero degli individui di mitili e la loro biomassa tendono anche essi a diminuire con la profondità, il contrario avviene per quanto concerne le loro dimensioni medie (lunghezza e larghezza).

SUMMARY

Benthic biomasses in the Mar Piccolo of Taranto and their relationship with the mussel beds.

In the present paper the authors analyze biomass variations of benthic organisms on the supporting columns of the Punta Penna Pizzone bridge (Mar Piccolo, Taranto). Data concerning the total biomass (wet weight g/400 cm^2), the biomass of mussels (g/400 cm^2) and the number of individuals (n/400 cm^2), were considered in this research.

The results of the statistical analysis have shown that biomass decreases remarkably with depth: its maximum is at 2 metres. The number of individuals and biomass of the mussels also tend to decrease as they pass from the intertidal zone to the bottom, while their average size tends to increase.

Key words: biomass - mussels - Mar Piccolo (Taranto).

INTRODUZIONE

La conoscenza delle biomasse bentoniche presenti nei vari ambienti fornisce spesso indicazioni circa lo stato di trofismo dei vari ecosistemi. Allorquando tali informazioni sono relative ad ambienti marini notoriamente eutrofizzati, come il Mar Piccolo di Taranto, il loro interesse aumenta notevolmente in quanto spesso tali ambienti vengono utilizzati per scopi produttivi come l'acquacoltura o, nel caso specifico, la mitilicoltura.

Obiettivo del presente lavoro è quello di analizzare le variazioni di biomassa degli organismi bentonici insediati su substrati duri presenti nel Mar Piccolo di Taranto, in funzione di alcuni parametri ambientali. Un'analisi particolare ha interessato i mitili *(Mytilus galloprovincialis)* di cui esistono, nel bacino, dei veri e propri banchi naturali che rappresentano spesso una porzione elevata di dette biomasse. Tale studio ([1]), oltre che per scopi prettamente conoscitivi, riveste un interesse anche sul piano pratico, in quanto permette di ottenere utili indicazioni sulle reali possibilità di ripristino della mitilicoltura nel Mar Piccolo, una volta sede tradizionale di tale tipo di attività (CERRUTI, 1948; PARENZAN, 1969) ed attualmente scomparsa a seguito delle note vicende del colera (1973).

MATERIALI E METODI

La stazione prescelta ai fini dell'indagine in oggetto, è stata individuata nei pali di fondazione del Ponte di Punta Penna Pizzone che, in numero di 87, risultano immersi nelle acque del bacino. Detto ponte risulta poggiato, nel tratto in cui attraversa il mare, su 4 plinti, ognuno dei quali è sostenuto da corone concentriche di pali di fondazione in cemento armato rivestito da una camicia tubulare di acciaio. Ogni palo ha un diametro di 1500 mm o, in alcuni casi, di 1800 mm ed è profondo circa 8-9 m. I lavori di fondazione sono iniziati nel 1971 e terminati nel 1972, per cui il periodo di immersione, sino al momento dei prelievi, è risultato mediamente di circa 9 anni.

Fra gli 87 pali di fondazione sono stati individuati, con apposita Metodologia statistica n. 9 pali campione su cui effettuare le indagini. Tale scelta del campione ha tenuto conto delle differenti condizioni sperimentali quali la profondità, la collocazione dei pali nell'ambito delle corone concentriche, la luminosità differente.

([1]) Questo lavoro verrà pubblicato per esteso su *Oebalia.* Istituto Sperimentale Talassografico - Taranto.

I prelievi sono stati effettuati durante i mesi di novembre e dicembre del 1980. Per ciascun palo prescelto venivano individuati 2 transetti verticali diametralmente opposti, che dal pelo dell'acqua giungevano sino al fondo. Le profondità prescelte per i prelievi sono state: 0m, 2m, 4m, 6m, fondo. I prelievi sono stati effettuati utilizzando una pistola pneumatica ed un retino modello TRUE (1963) di forma quadrata di 20 × 20 cm e munito di un sacco di polietilene. In laboratorio si è proceduto alla cernita ed al riconoscimento delle specie presenti in ogni prelievo, setacciando sino a 2 mm di maglia; sono stati rilevati i dati relativi al peso umido totale dopo sgocciolamento di circa 1 h, al peso umido dei mitili nonché al loro numero di individui. Tali dati, opportunamente codificati, sono stati memorizzati su supporti magnetici ed elaborati mediante calcolatore (Apple II).

RISULTATI

A) Valutazione della biomassa totale (peso umido g/400 cm^2)

Da una prima analisi è risultato che la distribuzione dei 90 valori manifestava una forte asimmetria positiva; calcolando invece i logaritmi dei 90 valori è risultato che la loro distribuzione ha presentato valori degli indici di asimmetria e di Kurtosis molto più prossimi a quelli normali per cui si è ritenuto che la distribuzione delle biomasse fosse di tipo lognormale. Tale ipotesi è stata ulteriormente avvalorata dalla stima delle varianze interne ai diversi gruppi sperimentali che, a seguito di tale trasformazione, sono risultate tendenzialmente omogenee. Accettata verosimilmente l' ipotesi di lognormalità è stata adottata la trasformazione logaritmica $z_i = \log (x)$, al fine di ottenere dei valori (z_i) distribuiti normalmente.

Effettuando l'analisi della varianza al fine di verificare l'influenza dei fattori sperimentali, si è evidenziato che solo la profondità ha influito in modo significativo sui differenti valori di biomassa.

Con riferimento alle diverse profondità riportiamo nella Tab. 1 i valori medi di biomassa stimati con i relativi intervalli di confidenza al 95%, espressi sia in termini di z che di g/400 cm^2.

L'esito di tali analisi ha evidenziato che la profondità rappresenta un fattore importantissimo per l'insediamento degli organismi sui pali di fondazione. In effetti si osserva un forte carico di organismi nei primi quattro metri di acqua (circa 1200 g/400 cm^2 ossia 30 Kg/m^2) mentre sul fondo tale biomassa tende notevolmente a decrescere.

Tab. 1 — Valori medi di biomassa e relativi intervalli di confidenza al 95%, espressi sia in termini di z che in g/400 cm^2, alle diverse profondità.

Profondità (m)	Valori medi $\bar{z}$	g/400 cm^2	Limite inferiore z	g/400 cm^2	Limite superiore z	g/400 cm^2
0	3,08575	1218	2,98793	973	3,18357	1526
2	3,12022	1319	3,02240	1053	3,21804	1652
4	3,05048	1123	2,95266	897	3,14830	1407
6	2,72918	536	2,63136	428	2,82700	671
Fondo	2,51577	328	2,41795	262	2,61359	411

B) Biomassa dei mitili (peso umido in g/400 cm^2)

La biomassa dei mitili è stata rilevata in solo 76 prelievi, in quanto nei rimanenti 14 tale specie è risultata assente. La distribuzione dei 76 valori presenta caratteristiche analoghe a quella precedentemente riscontrata per la biomassa totale per cui è stata adottata la stessa trasformazione z = log x.

Per il confronto fra i valori medi ottenuti, con riferimento a ciascuno dei fattori sperimentali presi in considerazione, è stata effettuata l'analisi della varianza. Dall'esame dei valori F risulta che le quantità medie dei mitili variano significativamente solo al variare della profondità. Con riferimento alle diverse profondità riportiamo in Tab. 2 le quantità medie di mitili rinvenute, con i relativi intervalli di confidenza al 95%, espressi sia in termini di z che di g/400 cm^2.

Anche in questo caso si nota una diminuzione della biomassa al-

Tab. 2 — Quantità medie di mitili e relativi intervalli di confidenza al 95%, espressi in termini di Z ed in g/400 cm^2, alle diverse profondità.

Profondità (m)	Valori medi $\bar{Z}$	g/400 cm^2	Limite inferiore Z	g/400 cm^2	Limite superiore Z	g/400 cm^2
0	2,51245	325	2,23019	170	2,79471	623
2	2,16322	146	1,88096	76	2,44548	279
4	1,81785	66	1,53559	34	2,10011	126
6	1,29799	20	0,99560	10	1,60038	40
Fondo	0,62519	4	0,02943	1	1,22095	17

l'aumentare della profondità. È altresì possibile osservare che la zona di massimo insediamento si ha a 0 m, vale a dire nella zona di bagnasciuga (x = *325* g/400 cm^2) mentre, man mano si va in profondità, la riduzione diventa notevolmente più drastica scendendo a valori di pochi grammi per 400 cm^2.

C) Densità dei mitili (n. esemplari/400 cm^2)

La distribuzione nello spazio del numero d'individui segue molto spesso un andamento di tipo binomiale negativo (SCOSSIROLI, 1974). Al fine di normalizzare tale distribuzione, abbiamo usato la trasformazione z = log (n+1). Effettuando l'analisi della varianza sui dati così trasformati si è evidenziato che solo la profondità va considerata come un fattore influente sull'insediamento dei mitili per cui, con riferimento alle diverse profondità, riportiamo in Tab. 3 le densità di mitili con i relativi intervalli di confidenza al *95%,* espressi sia in termini di z che di n/400 cm^2.

Tab. 3 — Numero medio di mitili e relativi intervalli di confidenza al 95%, espressi in termini di Z e di n/400 cm^2, alle diverse profondità.

Profondità (m)	Valori medi $\bar{Z}$	n/400 cm^2	Limite inferiore Z	n/400 cm^2	Limite superiore Z	n/400 cm^2
0	2,44977	281	2,25320	178	2,64635	442
2	1,66440	45	1,46782	28	1,86098	72
4	1,34622	21	1,14964	13	1,54280	34
6	0,85491	6	0,65833	4	1,05148	10
Fondo	0,24429	1	0,04771	—	0,44087	2

Così come è possibile notare, anche il numero di individui di mitili tende a decrescere in maniera molto repentina passando da 0 m sino al fondo.

CONCLUSIONI

Sulla scorta dei risultati ottenuti, è possibile evincere alcune considerazioni alquanto interessanti. Innanzitutto è stato possibile mettere in evidenza la densità notevole di organismi bentonici, pari a circa 30 Kg/m^2 nei primi metri di acqua. La sensibile diminuzione che si osserva all'aumentare della profondità, risulta legata, a nostro avviso, alle precarie

condizioni ambientali esistenti sul fondo, laddove, soprattutto nei periodi estivi e tardo-estivi, assistiamo ad un calo notevole del tasso di ossigeno ed al conseguente sviluppo di idrogeno solforato.

D'altronde anche l'estinzione progressiva della luminosità determina un forte calo nella produzione planctonica con conseguente riflesso sulle biomasse bentoniche rappresentate soprattutto da animali filtratori quali ascidiacei e mitili. Questi ultimi occupano nel Mar Piccolo la fascia dell'infralitorale superiore spingendosi anche nel mesolitorale a causa della forte competizione larvale interspecifica che diventa meno intensa proprio nella fascia intertidale. Si è notato inoltre che le dimensioni medie degli individui tendono ad aumentare man mano che si va verso il fondo: la causa del fenomeno è legata a nostro avviso ad una diminuita competizione alimentare intraspecifica ai livelli inferiori.

Ai fini di una futura reintroduzione delle attività di miticoltura nel Mar Piccolo di Taranto, ci sembra utile sottolineare come il bacino presenti dei banchi naturali di mitili notevolmente estesi ed abbondanti. Tali giacimenti potrebbero essere utilizzati per la raccolta del seme che dovrebbe comunque essere allevato in zona meno eutrofizzata rispetto alle acque del Mar Piccolo, in quanto riteniamo che il ricco popolamento planctonico che è presente nel bacino sembra favorire organismi fortemente competitori quali *Ciona intestinalis* e *Clavelina lepadiformis* piuttosto che il mitilo stesso.

BIBLIOGRAFIA

CERRUTTI A., 1948 — Sui danni causati da alcuni Tunicati (Ascidie) alle coltivazioni dei Molluschi del Mar Piccolo di Taranto. — *Breve Com. Ist. Sper. Talas.*, Taranto, 1-7.

GHERARDI M., LEPORE E., 1975 — Insediamenti stagionali delle popolazioni fouling del Mar Piccolo di Taranto. — *Atti IV Simp. Naz. Cons. Nat.*, Bari, 2: 235-258.

PARENZAN P., 1969 — Il Mar Piccolo ed il Mar Grande di Taranto, carta biocenotica. — *Thalassia Salentina*, 3: 19-34.

RELINI G., 1974 — La colonizzazione dei substrati duri. — *Mem. Biol. Mar. Ocean.*, N.S. IV (4, 5, 6): 201-261.

SCOSSIROLI R. E., CLEMENTEL S., SCOSSIROLI S., 1974 — Metodi statistici per l'ecologia. — *Zanichelli*, 1-218.

TRUE M. A., 1963 — Un appareil de prélevament quantitatif sur substrat solide. — *C.I.E.S.M.*, 19 (2): 127-134.

TURSI A., PASTORE M., PANETTA P., 1974 — Aspetti ecologici del Mar Piccolo di Taranto: Ascidie, Crostacei Decapodi e Molluschi. — *Atti IV Simp. Naz. Cons. Nat.*, Bari, 2: 93-117.

Indirizzo degli Autori. — Istituto di Zoologia ed Anatomia Comparata, Università degli Studi, Via Amendola 165/A, 70126 Bari (I).

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl), 2 1982, pp. 269-277

MARCO BIANCHINI, PETER W. SORENSEN and HOWARD E. WINN

STIMA DELL'ABBONDANZA E SCHEMI DI MOVIMENTO A BREVE RAGGIO DELLA ANGUILLA AMERICANA, *ANGUILLA ROSTRATA* (LESUEUR) *(Pisces, Apodes),* NEL NARROW RIVER, RHODE ISLAND, USA

RIASSUNTO

Stime di popolazione, sia chiusa che aperta, di *Anguilla rostrata* sono state condotte in un'area salmastra del Rhode Island, USA, con esperimenti di cattura e ricattura.

La densità, analizzata con vari metodi, risulta superiore a 300 individui per ettaro (75 kg/ha). In base all'analisi dei dati, gli AA. respingono l'ipotesi che sussistano una popolazione residente ed una « randagia ».

Gli spostamenti a breve raggio, sempre di modesta entità, risultano essenzialmente come fenomeni individuali, senza gregarismi; essi sembrano caratterizzati da periodi di stazionarietà, interrotti da rapidi movimenti erratici su un'area più estesa.

SUMMARY

Estimation of abundance and short-range movement patterns of the American eel, Anguilla rostrata, *in the narrow river, Rhode Island.*

Estimation of closed and open population of *Anguilla rostrata* were performed in a brackish-water area in Rhode Island, USA, using capture-recapture technique.

The abundance, measured with different methods, is more than 300 eels/hectare (75 kg/ha), equivalent to the highest densities found for European eels; considering the specific characteristics of the area under study, density exceeds the estimates for New Zealand, which is known to hold the world record.

On the basis of the data analysed, the authors rule out the existence of both a resident and a stray population.

Short-range movements are scarce and mainly the result of individual behaviour, with

no aggregative pattern; they lead to the assumption that eels establish home territories for a short period of time, in between rapid and erratic movements from ground to ground.

Key words: American eel - movements - abundance.

Il genere *Anguilla* comprende 17 specie strettamente correlate ed è stato oggetto di considerevoli studi (TESH, 1977); ciononostante, ben poco è noto della loro attività in ambiente naturale.

Anguilla rostrata (Lesueur) quasi con certezza depone in una area imprecisata del Mar dei Sargassi; i leptocefali giungono prevalentemente nelle aree costiere del Nordamerica; dopo la metamorfosi, le anguille subadulte spendono tra 5 e 20 anni nelle zone salmastre o nelle acque interne (fino a 2000 km dalle foci); il ritorno al mare dei riproduttori avviene a parziale maturazione, in livrea argentina (BIEDER, 1971; WINN et al., 1977).

Le anguille subadulte sono crepuscolari (BOHUN et al., 1966), si celano nel fango o tra la vegetazione (MEDCOF, 1966) e, se necessario, trascorrono l'inverno in quasi-ibernazione (TESCH, 1977; THOMAS, 1968); le scarse capacità visive e gustative (TESCH, 1977) sono compensate da un ottimo olfatto (TEICHMANN, 1959) e forse da un senso magnetico (ZIMMERMAN et al., 1975); le convenzionali tecniche di cattura, marcamento e determinazione dell'età non possono essergli ordinariamente applicate. Ciò rende difficile uno studio accurato e pertanto molti lavori non sono pienamente attendibili.

Nel New England, *Anguilla rostrata* è abbondante e commercialmente sfruttata. HAEDRICH (1978) trova una densità di 0,11 anguille/m di riva; un'altra stima (SMITH et al., 1955, nel Bills Lake, Canada) dà 79,3 kg/ha. Per l'area in esame non esistono dati sistematici, ma il Narrow River sostiene 3 pescatori di anguille; uno di questi riporta 225 kg/settimana. In una vicina laguna, l' arpionatura ha fruttato ben 540 kg in 10 giorni.

Numerosi lavori hanno evidenziato che l'anguilla subadulta è territoriale e con tendenza all'« homing ». Così TESCH (1967; 1970; 1977), MANN (1965) e VLADYKOV (1971), dopo aver trasferito animali anche di 200 km, li ricatturano in parte nell'area di origine.

In Louisiana, GUNNING et al. (1962) trovano su 40 esemplari un territorio inferiore ai 150 m; BEUMER (1979) in alcuni ampi estuari australiani trova un territorio di circa 400 m lineari per ambedue le specie presenti (*A. australis* e *A. reinhardti).*

MATERIALI E METODI

Il Narrow River (Pettaquamscutt River) è un estuario salmastro, con caratteristiche assimilabili a quelle di una laguna costiera. Per lo studio fu scelto un tratto di circa 200 m, naturalmente definito da strozzature a monte e a valle, considerato moderatamente produttivo dai pescatori locali; intorno fu delimitata e fatta osservare una zona di rispetto.

Il presente studio copre il periodo dal 12 agosto al 10 ottobre 1980; fino a novembre furono poi compiute prove di trasferimento.

Quattro gruppi di 4 trappole (di rete metallica, dotate di imbuto terminale) furono posti al centro del tratto, a circa 10 m dalla riva e a 25 m l' un dall'altro; trappole singole furono messe agli estremi dell'area in esame.

Come esca fu usata *Alosa pseudoharengus* (Teleostei), poi sostituita col più efficace « horseshoe crab » *Limulus polyphemus* (Merostoma,

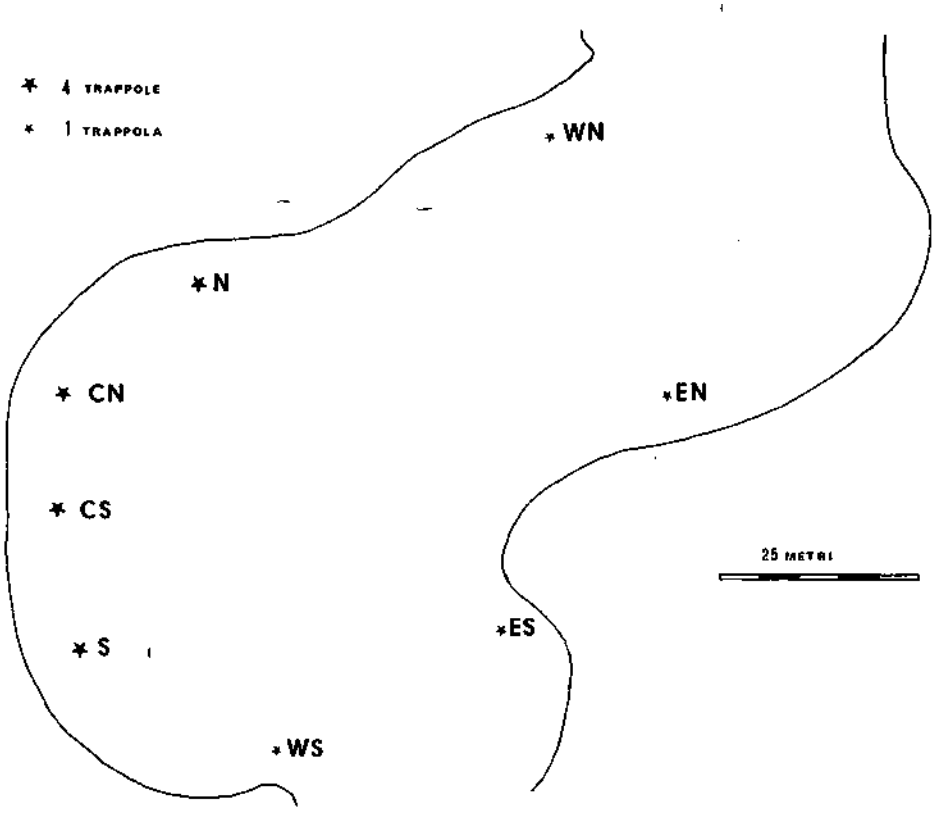


Fig. 1

Xiphosura) (BIANCHINI et al., 1981). Le trappole furono controllate da una barca 3 volte alla settimana; le anguille catturate venivano anestetizzate con TMS-222, misurate e controllate: se prive di marchio, questo veniva impresso; dopo un periodo di recupero esse erano rilasciate nel medesimo posto. Per marchiare fu utilizzato un marchio a caratteri mobili, raffreddato in azoto liquido (SORENSEN *et al.*, 1982); le anguille così risultavano individualmente ed univocamente riconoscibili.

Per le stime di popolazione furono usati gli algoritmi di Schnabel, Petersen e Jolly Seber (RICKER, 1975); l'indice di associazione di BERGENSEN *et al.* (1978) fu invece utilizzato per valutare gli schemi di movimento.

DISCUSSIONE DEI RISULTATI

Il totale giornaliero delle catture varia considerevolmente, ma sempre si nota una sua riduzione quando le trappole furono mantenute in acqua per 3 giorni. Da questo si ipotizza che il tasso di fuga dalle trappole sia elevato; la differenza dell'intervallo di tempo non giustifica tuttavia tutta la variabilità, e si deve ritenere che la popolazione totale sia mutevole, o che lo siano l'attrattività delle esche o il tasso di fuga. Se la

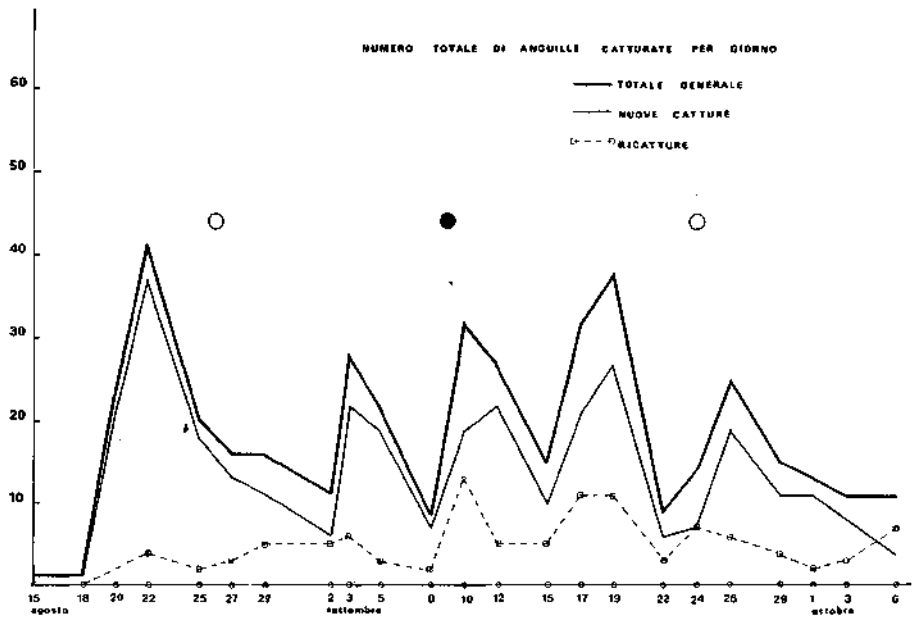


Fig. 2

variabilità dipende da movimenti temporanei delle anguille verso l'area in esame, la percentuale di ricattura dovrebbe variare inversamente al tasso di cattura totale poiché, se si ha immigrazione, si riduce la funzione di animali marcati; se invece essa dipende da fattori di catturabilità in genere, le nuove catture e le ricatture dovrebbero assumere un andamento concorde.

Il tasso di ricattura, essendo inversamente corrispondente a quello di cattura solo 2 volte su 9 (schemi settimanali), suggerisce, nonostante la scarsità di osservazioni, che le anguille non si muovono verso l'area di studio in tempi specifici, ma che piuttosto sono più propense ad essere catturate in momenti particolari; e ancora si può supporre che esse si comportino come singoli individui e non come aggregati o complessi sociali.

Poiché la stima di popolazione secondo Schnabel (inizialmente 382 individui) cresce col tempo ad un ritmo abbastanza stabile (60 anguille alla settimana), è comunque probabile un costante movimento verso l'area in esame.

tab. 1 — Stime di popolazione

	Schnabel N_s	Petersen N_p		Jolly Seber N_j	Jolly Seber S
25 ago	382	1515	25 ago	350	1,24
2 set	338	4208	27 ago	340	0,39
8 set	490	1380	29 ago	154	2,20
15 set	555	1560	2 sett	169	0,53
22 set	619	1476	3 set	193	0,74
29 set	675	880	5 set	309	1,65
6 ott	706	1911	8 set	309	1,65
13 ott	832	325	10 set	157	0,84
			12 set	315	0,90
			15 set	205	1,20
			17 set	256	—
Catture complessive: 508			Ricatture totali: 117		

Secondo Schnabel la popolazione aumenta consistentemente col tempo con una immigrazione di 64 nuove anguille/settimana; tuttavia, siccome il tasso di ricattura è costante, le anguille muoiono e/o emigrano.

Secondo Petersen la regressione $(1/N_p)$ al tempo ø dà una intercetta $y = 2692 \cdot 10^{-6}$ da cui risultano 370 anguille catturabili.

Secondo Jolly Sezer la media di N_j dà 289 anguille catturabili; dai valori di sopravvivenza (o permanenza) si ricava $S^3 = 0{,}666$, ossia vi è 1/3 di sostituzione per settimana.

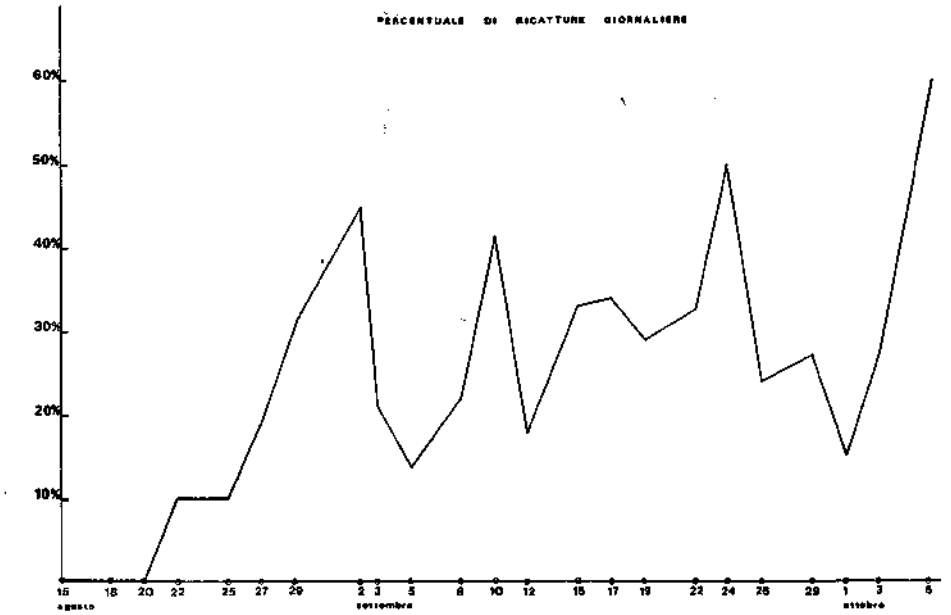


Fig. 3

La popolazione è stata stimata anche col metodo di Petersen, sempre ad intervalli settimanali; una linea di regressione (minimi quadrati) è stata costruita su questi dati. Al tempo 0 (quindi senza immigrazione), la stima (370 individui) è assai simile alla precedente; ambedue i metodi assumono però la condizione di popolazione « chiusa ».

Si è tentato allora con la tecnica di Jolly Seber, valida anche in condizioni « aperte ». La variazione temporale non segue in questo caso un andamento preciso; si può quindi presupporre che emigrazione ed immigrazione si compensino abbastanza tra loro, e che non vi è un effetto di attrazione verso l'area in esame. La variabilità presente, da 157 a 434 individui (media 288), è probabilmente dovuta a variazioni casuali ed a variazioni nell'efficienza di cattura; l'intervallo di confidenza non è calcolabile, ma dovrebbe essere piccolo. Il tasso di permanenza (o sopravvivenza) media, calcolato dopo rimozione degli estremi (winsorizzato), pari a (1 - tasso di emigrazione), è 0,8715; ciò equivale ad un ricambio di 19 anguille per giorno, circa il doppio della stima con Schnabel.

Riferendo le stime all'intero tratto in esame, la densità di anguille catturabili è pari a 300 individui/ha, vale a dire circa 75 kg-ha. Tale densità è al livello delle più alte riscontrate in Europa (TESCH, 1977); poiché le trappole non trattengono esemplari sotto i 25 cm, il quantita-

tivo è certamente più elevato. Supponendo poi che sia interessata solo la parte sinistra del tratto, come probabile, si giunge ad una densità pari a quella neozelandese, che è la più alta nota (TESCH, 1977).

L'abbondanza per m di riva, 7 anguille su tutta l'area o 14 per la parte sinistra, è enormemente superiore a quella secondo HAEDRICH (1978) e mette in discussione tale tipo di misura e/o le tecniche altrove impiegate. Resta infine da ricordare che l'area non è considerata particolarmente ricca dai pescatori.

Tab. 2 — Probabilità di ricattura

Probabilità	di	venir	ricatturati	in genere	0,318
»	»	»	»	1 volta	0,251
»	»	»	»	2 volte	0,218
»	»	»	»	3 volte	0,368
»	»	»	»	4 volte	0,430
»	»	»	»	5 volte	0,330
»	»	»	»	6 volte	1,00 *
»	»	»	»	7 volte	1,00 *
»	»	»	»	8 volte	1,00 *
»	»	»	»	9 volte	1,00 *

Tempo medio tra cattura e ricattura: 11,19 giorni (Δ = 9,9706)
Distanza media tra cattura e ricattura: 18,55 m (Δ = 26,468).
Distanza media percorsa giornalmente: 1,66 m.

* Riferito ad un solo individuo.

Le probabilità di ricatturare una anguilla particolare è indipendente da quante volte sia stata già catturata; ciò esclude un effetto di « trap¬happy ». Anche l'ipotesi di GERKING (1959), che esistano una popolazione residente ed una randagia, resta altamente improbabile. Non vi è infine neppure una correlazione di gruppo, né quindi un comportamento da animali gregari.

L'indice di associazione di BERGENSEN et al. (1976), relativamente alto (0,6105), e le modeste distanze medie percorse tra cattura e ricattura (18,5 m in 12 giorni) mostrano che l'anguilla si muove poco; ben il 61% delle ricatture è avvenuto poi nel medesimo posto della precedente cattura.

Indice di associazione tra posizione di cattura e di ricattura

Ricatt/Catt	EN	WN	N	CN	CS	S	WE	ES	nj.
EN	—	—	—	—	—	—	—	—	0
WN	1	2	2	—	—	1	—	—	0
N	—	3	32	12	4	—	1	1	53
CN	—	—	2	15	6	2	—	1	26
CS	—	—	3	3	9	3	—	—	18
S	1	—	—	—	4	10	1	—	16
WS	—	—	1	—	—	1	2	—	4
ES	—	—	—	—	—	—	—	4	4
n.j	2	5	40	30	23	17	4	6	121

L'indice h, che deve essere compreso tra 1 e 0,125, è pari a 0,6105.

Assumendo una efficacia di cattura di solo il 25%, e considerando l'alta densità delle trappole nell'area di studio e il bassissimo tasso di ricattura nelle trappole più estese, si ipotizzano 2 strati motivazionali nel movimento delle anguille: l'uno caratterizzato da un rapido spostamento da area ad area, l'altro estremamente localizzato. Gli Autori ritengono che nel Narrow River le anguille mostrino il seguente schema di movimento erratico: gli individui stabiliscono un territorio temporaneo (per 5 giorni o meno, estrapolando dalle probabilità di ricattura) tra due « viaggi » più ampi. È probabile comunque che questi territori siano legati all'abbondanza di cibo, e siano mantenuti più a lungo in aree più produttive.

Queste ipotesi concorrono a spiegare il basso tasso di ricatture nei dati di TESCH (1967; 1970; 1977) ed alcuni più ampi movimenti osservati da MANN (1965); quanto descritto da BEUMER (1978) può essere spiegato con la tendenza delle anguille a stabilire un territorio temporaneo in una più ampia (ma definita) area.

BIBLIOGRAFIA

BERGENSEN E. P. e KEEFE T. J., 1976 — An index of fish movement with statistical techniques for its interpretation. — *J. Fish. Res. Bd. Can.,* 33.

BEUMER J. P., 1979 — Reeding and movement of *Anguilla australis* and *A. reinhardti* in Macleods, Australia. — *J. Fish. Biol.,* 14.

BIANCHINI M., SORENSEN P. W. e WINN H. E., 1981 — Horseshoe crabs as an attractant for eels. — *World Conf. Aquaculture,* Venezia.

Nota: Il presente lavoro è stato condotto nell'ambito di una borsa NATO.

BIEDER R., 1971 — Age and growth in the American eel, *Anguilla rostrata,* in Rhode Island. — *M.S. Thesis, Univ. of Rhode Island,* USA.

BOHUN S. e WINN H. E., 1966 — Locomotor activity of the American eel, *Anguilla rostrata.* — *Chesapeake Sci.,* 7.

GERKING S. D., 1959 — The restricted movements of fish populations. — *Biol. Rev.,* 34.

GUNNING G. E. e SHOP C. R., 1962 — Restricted movements of the American eel, *Anguilla rostrata,* in freshwater streams with comments on growth rate. — *Tulane Stud. Zool,* 9.

.HAEDRICH R. L., 1978 — Eels in Cape Cod waters. — *Sea Grant Rep.,* Woods Hole, Mass., USA.

MANN H., 1965 — Uber das Ruckkehvermogen verplanzter Flussaale. — *Arch. Fish. Wiss.,* 15.

MEDCOF J. C, 1969 — Fishermen's reports of freshwater and saltwater migration of Nova Scotia eels. — *Can. Field Nat.,* 83.

RICKER W. E., 1975 — Computation and interpretation of biological statistics of fish population. — *Bulletin Fish. Res. Bd. Can.,* 191.

SMITH M. W. e SAUNDERS J. W., 1955 — The American eel of certain fresh waters of the maritime provinces of Canada. — *J. Fish. Res. Bd. Can.,* 12.

SORENSEN P. W., BIANCHINI M. e WINN H. E., 1983 — Individually marking american eels by freenze branding. — *Prog. Fish. Cult.,* 40 (1).

TESCH F. W., 1967 — Homing of eels *(Anguilla anguilla)* in the southern North Sea. — *Mar. Biol.,* 1.

TESCH F. W., 1970 — Heimfindevermogen von Aalen *Anguilla anguilla* nach Beeintrahtigung des Geruchssinnes, nach Adaptation oder nach Verplanzungen in ein Nachbar¬ Aestuar. — *Mar. Biol.,* 6.

TESCH F. W., 1977 — The eel biology and management of anguillid eels. — *Chapman and Hall,* London, 434 pp.

TEICHMANN H., 1959 — Ueber die Leistung des Geruchssinnes beim Aal (*Anguilla anguilla).* — Z. *Vergl. Physiol.,* 42.

THOMAS M. L. H., — Overwintering of American lobsters *Homarus americanus,* in burrows in Bideford River, Prince Edward Island. — J. *Fish. Res. Bd. Can.,* 25.

VLADYKOV V. D., 1971 — Homing of the American Eel, *Anguilla rostrata,* as evidenced by returns of transplanted tagged eels in New Brunswick. — *Can. Field Nat.,* 85

WENNER C. A. e MUSICK J. A., 1975 — Food habits and seasonal abundance of the American eel, *Anguilla rostrata,* from the lower Chesapeake Bay. — *Chesapeake Sci.,* 16.

WINN H. E., RICHKUS W. A. e WINN L. K., 1975 — Sexual dimorphism and natural movements of the American eel *(Anguilla rostrata)* in Rhode Island streams and estuaries. — *Helgol. Wiss. Meeresunters.,* 27.

ZIMMERMAN M. A. e Mc CLEAVE J. D., 1975 — Orientation of elvers of American eels *(Anguilla rostrata)* in weak magnetic and electric fields. —- *Helgol. Wiss. Meeresunters.,* 27.

Indirizzo dell'Autore. — MARCO BIANCHINI - Cons. Naz. Ricerche, P.le Aldo Moro 7, 00100 Roma (I).

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.), 2 1982, pp. 279-283

GIORGIO MATRICARDI e CARLO NIKE BIANCHI

DEFINIZIONE DI GRUPPI ECOLOGICI NEL MACROBENTHOS SESSILE DI UNA LAGUNA SALMASTRA PADANA ([1])

RIASSUNTO

Sulla base della distribuzione stazionale delle specie, viene fornita la definizione di gruppi ecologici (Coefficiente di Sorensen) in seno al macrobenthos sessile insediato su substrati artificiali immersi nella Sacca del Canarin, una laguna salmastra del delta padano. Vengono identificati tre gruppi di specie: il primo comprende quelle che colonizzano solo le aree più eutrofiche e dissalate; il secondo le specie più largamente diffuse in tutta la Sacca; il terzo quelle limitate alle aree più vivificate. Risulta così possibile evidenziare, seppur nell'ambito di una sostanziale omogeneità, modificazioni nella composizione del popolamento in relazione alle differenti condizioni ambientali.

SUMMARY

Definition of ecological groups within the sessile macrobenthos of a brackish lagoon in the Po River Delta (Northern Adriatic, Italy).

On the basis of their distribution the twenty-five sessil macrobenthic species which settled on artificial substrata immersed in the brackish lagoon called « Sacca del Canarin » (Po River Delta), can be distinguished into ecological statistical clusters (Sorensen Index). Three groups were identified: the first includes the species living only in the eutrophic and little-salted areas; the second those widely distributed in the whole lagoon; the third those

([1]) Ricerca condotta nell'ambito di un contratto tra l'Università di Genova e l'ENEL-CRTN.

colonizing only the zones under sea-water influence. Although the macrobenthic communities composition is substantially homogeneous, it is possible to point out changes in the groups incidence in relation to the different environment conditions.

Key words: Brackish water benthos - Po River Delta, Italy - Ecological statistical groups.

La Sacca del Canarin, una laguna salmastra del delta padano, è oggetto da diversi anni di un vasto piano di ricerche volte a definirne l'ecologia (ENEL DSR CRTN, 1980; BORGESE et al., 1981). Il popolamento macrobentonico di substrato duro, in particolare, è stato studiato in dettaglio da MATRICARDI *et al.* (1980) e da RELINI *et al.* (1981) che forniscono anche una descrizione dell'ambiente; si tratta in sintesi di una laguna prevalentemente mesoalina (secondo la terminologia del Sistema di Venezia), con acque basse — ma stratificate — ed eutrofiche, dal chimismo estremamente variabile. I giochi di marea (le cui escursioni superano talvolta i 50 cm) e, in contrapposizione, le variazioni di portata del Po determinano in Sacca condizioni che si discostano da quelle di una tipica laguna costiera e si avvicinano per certi aspetti a quelle di un estuario, senza che sia però possibile evidenziare un unico e netto gradiente fiume-mare (RELINI et al., in stampa): in linea di massima è la parte nord-occidentale quella più condizionata dall'apporto continentale (ed anche

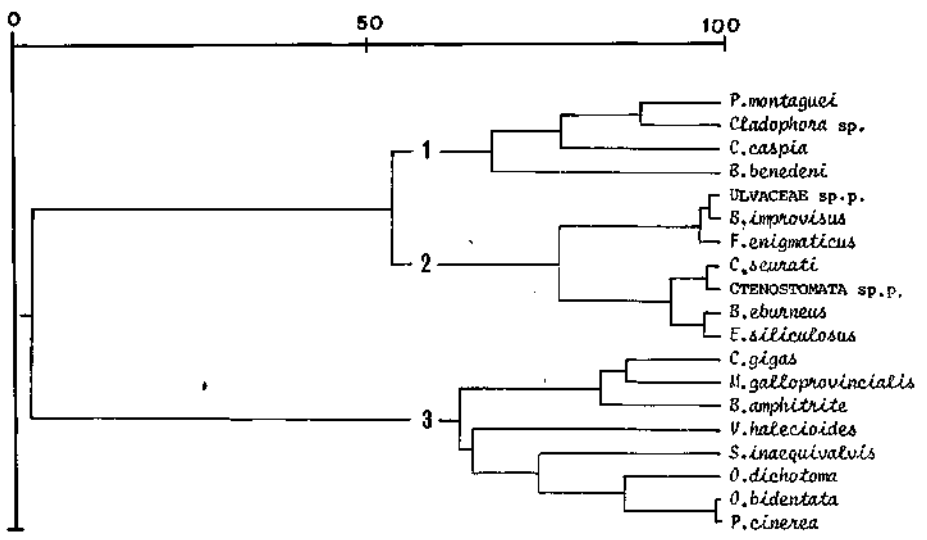


Fig. 1. — Dendrogramma dell'affinità tra le specie del macrobenthos sessile, ricavato in base al coefficiente di similitudine di Sorensen.

dall'azione antropica: arginature, idrovora ecc.), mentre l'area centro-orientale subisce in maggior misura l'influenza del mare.

Nel nostro lavoro abbiamo voluto analizzare se e come una tale situazione mesologica determinasse delle modificazioni spaziali nella composizione delle comunità macrobentoniche insediatesi su substrati artificiali (pannelli in fibrocemento, 20x30x0,3 cm) immersi tra il gennaio 1977 ed il dicembre 1979 per periodi scalari da 1 a 12 mesi in 6 stazioni della Sacca; la nostra attenzione si è rivolta esclusivamente alla componente sessile che, per sua natura, risente maggiormente e più costantemente dell'insieme delle condizioni ambientali esistenti nelle stazioni di raccolta.

Si tratta di 25 specie (tab. 1) che, sulla base della loro distribuzione stazionale, possono essere ripartite in 3 gruppi risolvendo in dendrogramma (metodo « group average sorting ») la matrice di intersimilitudine tra esse (Coefficiente di Sorensen), si separano infatti tre nuclei di affinità (fig. 1).

Del primo gruppo fanno parte *Polysiphonia montagnei, Cladophora* sp., *Cordylophora capsia* e *Bareni sia benedeni,* quattro specie che limitano la loro distribuzione alle zone occidentali della Sacca (fig. 2a), dove si riscontrano condizioni di dissalazione (a nord ed a sud) e di eutrofia (al centro); *Cladophora* sp. è delle quattro la più diffusa, *B. benedeni* la più localizzata.

Tab. 1 — Lista delle specie sessili raccolte.

ALGAE

Enteromorpha jugoslavica Bliding
E. kylinii Bliding
E. compressa (L.) Greville
E. flexuosa (Wulfen) J. Agardh
Ulva curvata De Toni
Cladophora sp.
Ectocarpus siliculosus (Dillw.) Lyngbye
Polysiphonia montagnei Zanardini

CNIDARIA

Cordylophora caspia (Pallas)
Obelia dichotoma (L.)
O. bidentata Clarke
Ventromma haleciodes (Alder)
Paranemonia cinerea (Contarini)

ANNELIDA

Ficopomatus enigmaticus (Fauvel)

ARTHROPODA

Balanus improvisus Darwin
B. eburneus Gould

MOLLUSCA

Scapharca inaequivalvis Bruguière
Mytilus galloprovincialis Lamark
Crassostrea gigas (Thunberg)

BRYOZOA

Conopeum seurati (Canu)
Bowerbankia gracilis Leidy
Tanganella mulleri (Kraepelin)
Bulbella abscondita Braem

ENTOPROCTA

Barentsia benedeni (Foettinger)

Il secondo gruppo comprende le specie più largamente diffuse in Sacca: *Ficopomatus enigmaticus*, *Balanus improvisus* e le Ulvaecae risultano estremamente frequenti ed abbondanti in tutte le stazioni, mentre *Conopeum seurati*, gli Ctenostomi, *Balanus eburneus* ed *Ectocarpus siliculosus* assumono notevole importanza quantitativa solo localmente ed evitano in generale le zone fortemente soggette ad apporti continentali (fig. 2b). Occorre però precisare che, per difficoltà di determinazione, le 5 Ulvaceae ed i 3 Ctenostomi sono sempre stati considerati collettivamente: in realtà questi ultimi si trovano in Sacca generalmente associati (JEBRAM e PISANO, 1980), ma nel caso delle Ulvaceae esistono probabilmente differenze nella distribuzione delle varie specie.

Il terzo gruppo, nettamente distaccato dai due precedenti, comprende quelle specie, più marcatamente « marine », che riescono a colonizzare le zone più vivificate della Sacca. Alcune sono nettamente limitate ad una ristretta area vicino alla bocca a mare, altre riescono invece ad installarsi

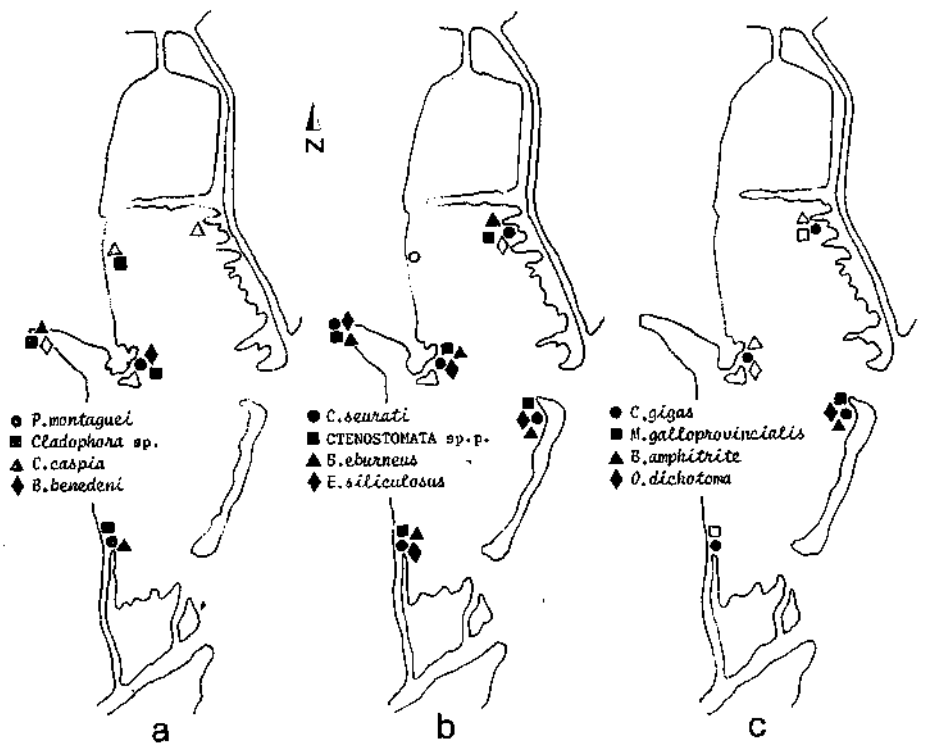


Fig. 2. — Distribuzione di alcune specie del primo (a), secondo (b) e terzo (c) gruppo all'interno della Sacca del Canarin. Il simbolo pieno corrisponde a più rinvenimenti nel corso dei tre anni di osservazioni, il simbolo vuoto ad una sola comparsa.

anche in zone relativamente più interne, purché non troppo dissalate (fig. 2c). *Crassostrea gigas* vi penetra anche frequentemente, mentre *Mytilus galloprovincialis, Balanus amphitrite* ed *Obelia dichotoma* vi appaiono sporadicamente, in concomitanza di condizioni ambientali particolarmente favorevoli (es. estate 1978).

In conclusione la fisionomia delle comunità macrobentoniche sessili è prevalentemente determinata, in tutte le stazioni, dalle specie appartenenti al secondo gruppo: il popolamento si presenta così oligotipico, costituito da un numero limitato di specie assai euriecie e schiettamente salmastre, e dominato da suspension-feeders. Tuttavia, pur mantenendo una sostanziale omogeneità, la composizione del macrobenthos si modifica in relazione alla diversa influenza delle acque continentali o marine: è possibile così distinguere il popolamento delle aree nord-occidentali, in cui compaiono le specie del primo gruppo, da quello della fascia orientale, in cui la vicinanza del mare permette l'installazione delle specie del terzo gruppo.

BIBLIOGRAFIA

BORGESE D., SMEDILE E. e AMBROGI R., 1981 — Programmes de recherche écologique en cours dans la zone du Delta du Po interessée par la construction d'une Cen¬trale Thermoélectrique de grande puissance. — *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, Monaco, 27 (4): 167-168.

ENEL DSR CRTN (a cura di), 1980 — Ricerche naturalistiche a Porto Tolle. — *ENEL-CRTN ed.*, Milano, 1-43.

JEBRAM D. e PISANO E., 1980 — Notes on the Victorellidae of the Delta of the River Po, Italy *(Bryozoa, Ctenostomata).* — *Verh. naturwiss. Ver. Hamburg.,* (NF), 23: 357-360.

MATRICARDI G., RELINI G. e DIVIACCO G., 1980 — Macrofouling of a lagoon in the Po River Delta. In: 5th International Congress on Marine Corrosion and Fouling, Marine Biology. — *Garsi ed.*, Madrid, 45-60.

RELINI G., MATRICARDI G. e BIANCHI C. N., 1981 — Organismi di substrato duro in un ambiente salmastro padano. — *Quad. Lab. Tecnol. Pesca,* Ancona, 3 (1 suppl.): 293-303.

RELINI G., MATRICARDI G. e DIVIACCO G., 1982 — Influenza della portata del flume sul macrobenthos di substrato duro in una laguna del delta padano. — *In questo stesso volume:* 289-294.

Indirizzo dell'Autore. — GIORGIO MATRICARDI - Istituto di Anatomia Comparata dell'Università, Via Balbi 5, 16126 Genova (I).

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.), 2 1982, pp. 285-288

EVA PISANO

ASPETTI QUANTITATIVI DELL'INSEDIAMENTO DI *CONOPEUM SEURATI* (CANU) NELLA SACCA DEL CANARIN (DELTA DEL PO) *(Bryozoa, Cheilostomata)* ([1])

RIASSUNTO

Il membraniporiforme *Conopeum seurati* è estremamente diffuso ed abbondante nell'intera Sacca del Canarin, una laguna salmastra del delta padano, dove si insedia da marzo a novembre, con due fasi di attivo sviluppo separate da un calo estivo.

Viene affrontato il problema della stima quantitativa della specie valutando l'entità dell'insediamento su substrati artificiali tramite Ricoprimento, Frequenza ed Abbondanza. I tre indici, confrontati statisticamente, forniscono informazioni che, pur essendo complementari, appaiono del tutto simili sotto certi aspetti, in particolare per quel che riguarda substrati immersi per tempi brevi.

SUMMARY

Quantitative aspects of the Conopeum seurati *settlement in the «Sacca del Canarin » (Po river Delta, Italy)* (Bryozoa, Cheilostomata).

The membraniporiform *Conopeum seurati* is very common and abundant in the whole Sacca del Canarin, a brackish lagoon of Po river Delta. It settles from March to November showing two different periods of intensive development with a summer stasis. Quantitative estimate of settlement of this species on artificial substrata is dealt by three indices:

([1]) Ricerca condotta nell'ambito di un contratto tra ENEL-CRTN di Milano e Università di Genova.

Covering, Abundance, Frequency, Their statistical comparation shows that they supply quite Similar information particularly as for substrata immerseci during short periods.

Key words: Bryozoa - Brackish water benthos - Po river Delta, Italy.

Nell'analisi dei popolamenti bentonici, la valutazione quantitativa degli organismi è particolarmente difficile nel caso di specie coloniali, come la maggior parte dei Briozoi per i quali la stima dell'Abbondanza ad esempio, può diventare ardua quando le colonie siano confluenti, sovrapposte o con portamento strisciante o nel caso di epibionti di vario ordine.

Nel corso di una ricerca sull'insediamento dei Briozoi su substrati artificiali in un'area del delta padano (Sacca del Canarin), avendo a disposizione un buon numero di substrati (superfici di fibrocemento di 20x30x 0,3 cm immerse per 1, 3, 6, 9 e 12 mesi durante l'anno 1979), è stato condotto uno studio quantitativo dell'insediamento del membraniporiforme *Conopeum seurati* (Canu), utilizzando contemporaneamente tre indici: a) il Ricoprimento R (vedi BOUDOURESQUE, 1971); b) l'Abbondanza A = numero di colonie/dm^2 (trasformata in %, per omogeneità); c) la Frequenza F = percentuale di superfici unitarie (rettangoli di 2x3 cm) in cui la specie risulta presente. Le tre serie di dati ottenuti, dopo normalizzazione (trasformazione in Log), sono state confrontate statisticamente, considerando separatamente i substrati immersi per un solo mese, quelli immersi per periodi più lunghi ed il totale dei substrati (114).

I tre indici presentano tra loro sempre una forte correlazione lineare positiva, con i seguenti valori di r:

	1 mese	+ mesi	totale
Log R - Log F	0,88	0,90	0,89
Log R - Log A	0,89	0,88	0,87
Log A - Log F	0,99	0,93	0,94

I valori massimi si hanno tra Log A e Log F, in particolare per i substrati immersi per un mese. In effetti dopo un periodo così breve le colonie, appena insediate, sono in generale ancora di piccole dimensioni ed ognuna di esse non occupa più di una superficie unitaria, cosicché i valori di F e di A quasi coincidono. Vengono qui di seguito riportate le equazioni delle rette di regressione di Log F su Log A corrispondenti ai substrati immersi per un mese, per più mesi e al totale dei substrati:

$$\text{Log F} = 0{,}91\ \text{Log A} - 0{,}05 \quad \text{(mensili)}$$
$$\text{Log F} = 1{,}21\ \text{Log A} - 0{,}15 \quad \text{(+ mesi)}$$
$$\text{Log F} = 1{,}04\ \text{Log A} - 0{,}09 \quad \text{(totale)}$$

Si può notare inoltre che gli andamenti delle spezzate che descrivono l'insediamento mensile secondo i tre diversi metodi (fig. 1) sono pressocché identici, il che permette di ritenere che le serie di dati forniscano informazioni, per certi aspetti, del tutto simili. Pertanto può risultare preferibile adottare il solo Ricoprimento per diverse indagini sulle associa-

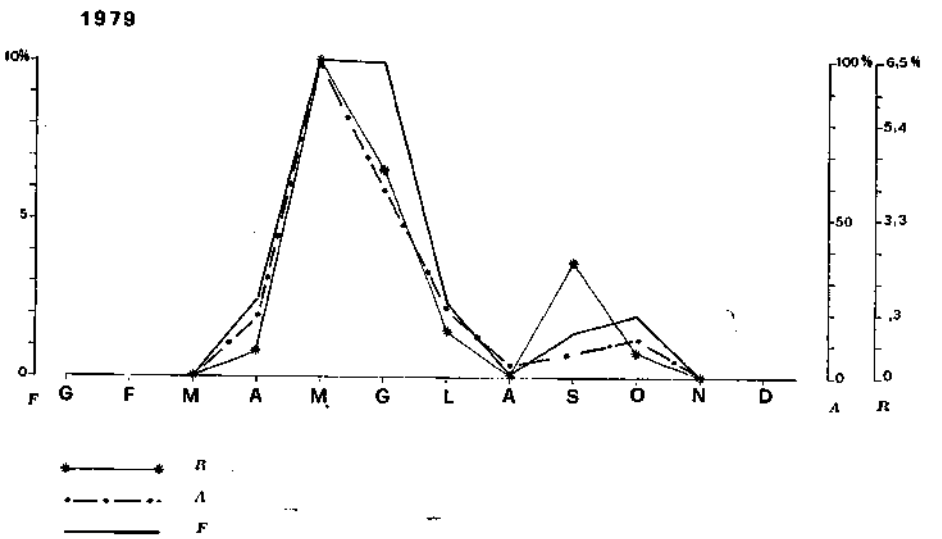


Fig. 1. — Insediamento mensile di *C. seurati* nella Sacca del Canarin durante il 1979 espresso mediante indice di Ricoprimento (R), di Abbondanza (A) e di Frequenza (F).

zioni bentoniche (periodi di insediamento, cicli stagionali, distribuzione, ecc.): R è infatti di rapida valutazione, può essere applicato a specie coloniali o solitarie, a forme incrostanti od erette e, generalizzando, anche a molte specie appartenenti a svariati gruppi.

Da notare però che (fig. 2), all'aumentare del tempo di immersione, oltre il semestre, gli andamenti dei valori di R ed F sono ancora molto simili mentre i dati di A si discostano notevolmente dalle altre due serie, essendo il ricoprimento delle superfici determinato più dalla crescita dimensionale delle colonie che dal loro incremento numerico.

Per quanto riguarda l'aspetto più prettamente biologico, *Conopeum seurati,* recentemente studiato in altre aree del delta del Po (POLUZZI, 1980), è ampiamente distribuito nella Sacca del Canarin, dove è presente insieme a varie specie di Ctenostomi (PISANO, 1980). Si insedia da marzo a novembre, con massimi nel periodo primaverile ed una ripresa in settembre-ottobre (fig.. 1), presentando due fasi di attivo sviluppo separate da un

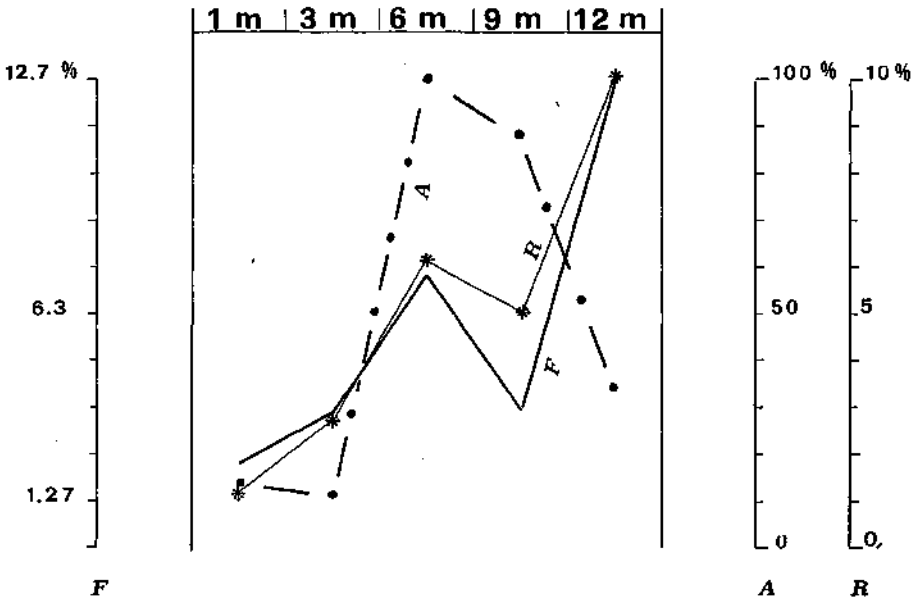


Fig. 2. — Andamento dei valori di R, A ed F per *C. seurati* su substrati a diverso periodo di immersione.

calo estivo (agosto), come è tipico della specie anche in altre lagune salmastre italiane (SACCHI, 1964; PISANO e RELINI, 1981). Alterazioni più o meno importanti nel ciclo stagionale di insediamento e nella distribuzione in diverse stazioni della Sacca si verificano peraltro, durante annate diverse (dati in corso di elaborazione), in relazione con le diverse condizioni idrologiche della zona, in particolare con le portate del Po.

BIBLIOGRAFIA

BOUDOURESQUE C. F., 1971 — Méthodes d'étude qualitative et quantitative du benthos (en particulier du phytobenthos). — *Téthys,* 3 (1): 79-104.

PISANO E., 1980 — Alcune osservazioni sui Briozoi della Sacca del Canarin (delta del Po, Italia). — *Mem. Biol. Marina e Oceanogr.,* Suppl. 10: 433-434.

PISANO E. e RELINI G., 1981 — I Briozoi della laguna di Orbetello. — *Quad. Lab. Tecnol. Pesca,* 3 (1 suppl.): 315-324.

POLUZZI A., 1980 — I Briozoi Membraniporiformi del delta settentrionale del Po. — *Atti Soc. ital. sci. nat. Museo civ. Stor. nat.,* Milano, 121 (1-4): 101-120.

SACCHI C. F., 1964 — Zoobenthos e necton del lago di Patria. — *Delpinoa,* n.s., 5 suppl.: 1-145.

Indirizzo dell'Autore. — Istituto di Anatomia Comparata dell'Università, Via Balbi 5, 16126 Genova (I).

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.), 2 1982, pp. 289-294

GIULIO RELINI, GIORGIO MATRICARDI e GIOVANNI DIVIACCO

INFLUENZA DELLA PORTATA DEL FIUME SUL MACROBENTHOS DI SUBSTRATO DURO IN UNA LAGUNA DEL DELTA PADANO ([1])

RIASSUNTO

L'insediamento del macrobenthos di substrato duro è stato studiato in sei stazioni della laguna salmastra « Sacca del Canarin » (delta del Po) per tre anni. L'insediamento, valutato in peso umido e ricoprimento, è risultato fortemente condizionato dall'apporto del fiume Po: per portate superiori a 1500 m^3/sec prevale l'influenza fluviale, per valori inferiori quella marina. La riva occidentale della Sacca risente dell'apporto delle acque dolci molto più intensamente di quella orientale. In tutte le stazioni il secondo semestre di ogni anno è risultato di gran lunga il più produttivo. In relazione al regime idrico del Po vengono anche segnalate variazioni nei periodi di insediamento e nella distribuzione di alcune specie.

SUMMARY

Incidence of the river flow rate on hard substrata macrobenthos settled in a lagoon of the Po river delta (northern Adriatic, Italy).

The macrobenthos settling on hard substrata (asbestos panels) immersed in six stations in the brackish lagoon « Sacca del Canarin » (Po river delta, Italy) was investigated over three years (January 1977 - December 1979). The settlement evaluated as wet weight and coverage indices was strongly affected by season and by the flow rate of the Po river: when flow rates were less than 1500 m^3/sec the influence of the sea was more important. In each station the heaviest summer settlement during three years was different because different

([1]) Ricerca svolta nell'ambito di un contratto tra l'Università di Genova e l'ENEL-CRTN.

flow rates occurred. Communities settled on western part of the lagoon were much more influenced by freshwater coming from river than those of eastern part more closed to the sea. In all stations the settlement occurred in the second six month period of the year was much more important than that of the first half of the year.

Key words: Brackish water benthos - Po river delta, Italy - Flow rate and settlement.

La Sacca del Canarin (delta del Po) è da alcuni anni oggetto di una serie di ricerche condotte da Istituti Universitari e Gruppi ENEL allo scopo di conoscere le caratteristiche ecologiche della zona che sarà interessata dall'entrata in funzione di una centrale termoelettrica di 2400 MW (BORGESE et al., 1981). Nell'ambito di tali studi ci occupiamo delle associazioni macrobentoniche di substrato duro artificiale e naturale (DIVIACCO, 1981; JEBRAM e PISANO, 1980a-b; MATRICARDI e BIANCHI, 1983; MATRICARDI et al., 1980; PISANO, 1980, 1983; RELINI, 1980, 1981; RELINI et al., 1981); rimandiamo ai lavori già pubblicati per una descrizione delle metodologie impiegate. Qui ci limitiamo a ricordare che nella Sacca sono stati individuati tre gruppi ecologici di specie (MATRICARDI e BIANCHI, 1983): il primo riunisce le specie che preferiscono acque dissalate o eutrofiche (*Cordylophora aespia,* Cladoforacee ecc.); il secondo è composto dalle specie a più ampia diffusione in laguna (fra cui dominano *Balanus improvisus, Balanus eburneus, Ficopomatus enigmaticus*); il terzo raccoglie quelle specie che colonizzano con preferenza le zone soggette a buona vivificazione (*Mytilus galloprovincialis, Obelia* sp.p., *Crassostrea gigas* ecc.).

Nel corso di tre anni di ricerche (gennaio 1977-dicembre 1979) abbiamo osservato variazioni qualitative e quantitative sia spaziali che temporali talvolta consistenti; esse possono esser messe in relazione con il sovrapporsi delle variazioni idrologiche sui cicli stagionali di insediamento ed accrescimento degli organismi. Infatti le caratteristiche mesologiche di questa laguna risultano fortemente influenzate dalla situazione idrologica; acque del Po ed acque marine penetrano in più punti (fig. 1) e si rimescolano secondo gradienti complessi, difficilmente schematizzabili. Tuttavia, poiché nel corso dell'anno le variazioni di apporto marino appaiono deboli, è l'entità di portata del Po ad assumere un ruolo discriminante in Sacca: in particolare altri gruppi di ricerca hanno appurato (dati non pubblicati) che a portate superiori ai 1500 m^3/sec corrisponde in media il prevalere dell'influenza del fiume, mentre con valori inferiori si ha il prevalere dell'influenza del mare. Per ciascuna delle due situazioni si riscontra una differente distribuzione del primo e del terzo gruppo ecologico precedentemente definiti: al prevalere dell'influenza del Po le specie appartenenti al primo gruppo tendono ad occupare la parte nord-occidentale e settentrio-

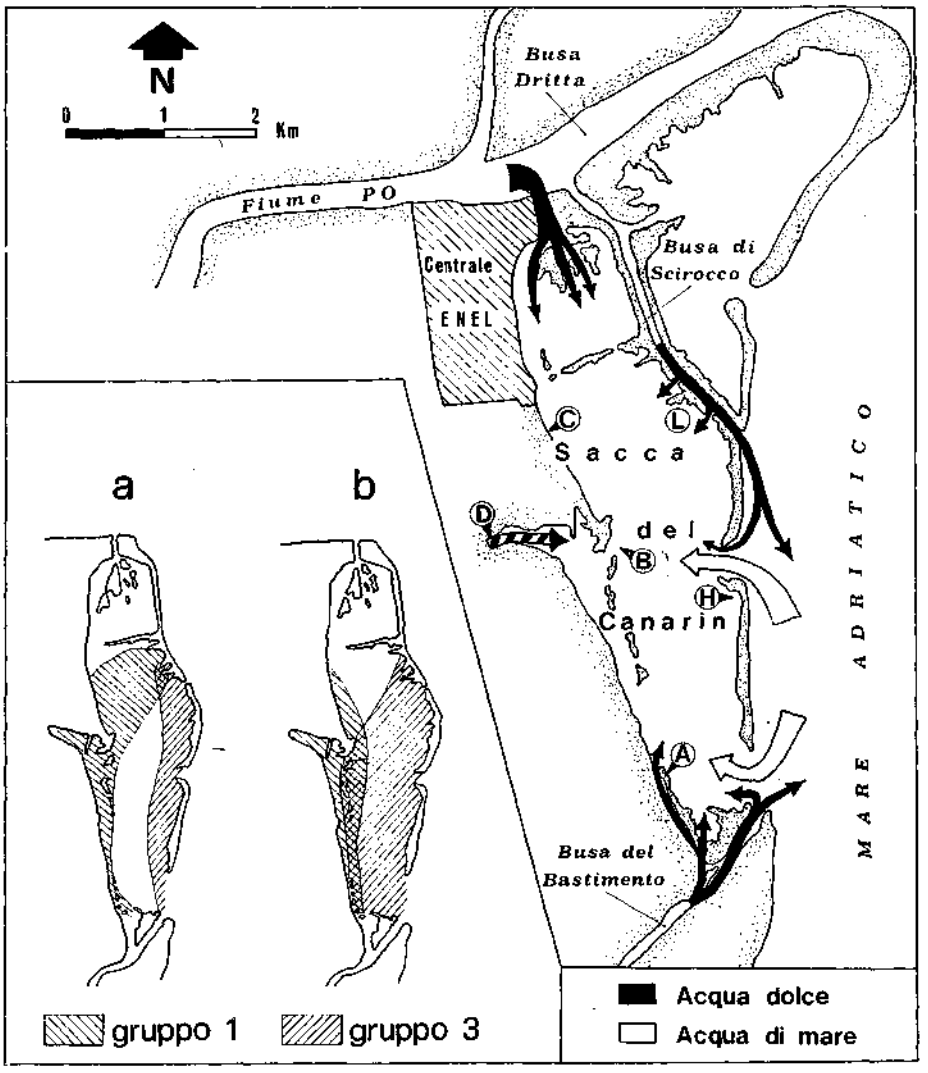


Fig. 1. — Penetrazione in Sacca dei due contingenti idrici, marino e fluviale, e ubicazione delle stazioni di studio (lettere maiuscole). In a) distribuzione dei gruppi 1 e 3 in corrispondenza di portate in fiume superiori ai 1500 m^3/sec; in b) distribuzione degli stessi gruppi in corrispondenza di portate inferiori ai 1500 m^3/sec.

nale della laguna, oltre ad una piccolissima area nella parte sud-occidentale, mentre i rappresentanti del terzo gruppo si limitano a colonizzare aree vicine alle sponde orientali (fig. 1a). Per portate inferiori ai 1300 m^3/sec gli organismi del terzo gruppo tendono a colonizzare quasi tutta la Sacca,

ad esclusione della parte più settentrionale ed occidentale mentre il primo gruppo è rappresentato in una stretta fascia lungo la sponda ovest (fig. 1b).

Per quanto riguarda gli aspetti quantitativi relativi all'accumulo della biomassa (peso umido: g/dm^2/mese), è stato possibile rilevare un netto andamento stagionale, con massimi accumuli nel periodo estivo; in tutte le stazioni il secondo semestre di un anno solare risulta essere molto più produttivo del primo e l'accumulo è di gran lunga superiore alle stazioni poste lungo la riva orientale rispetto a quelle della sponda opposta.

L'andamento stagionale dell'accumulo della biomassa è però modificato

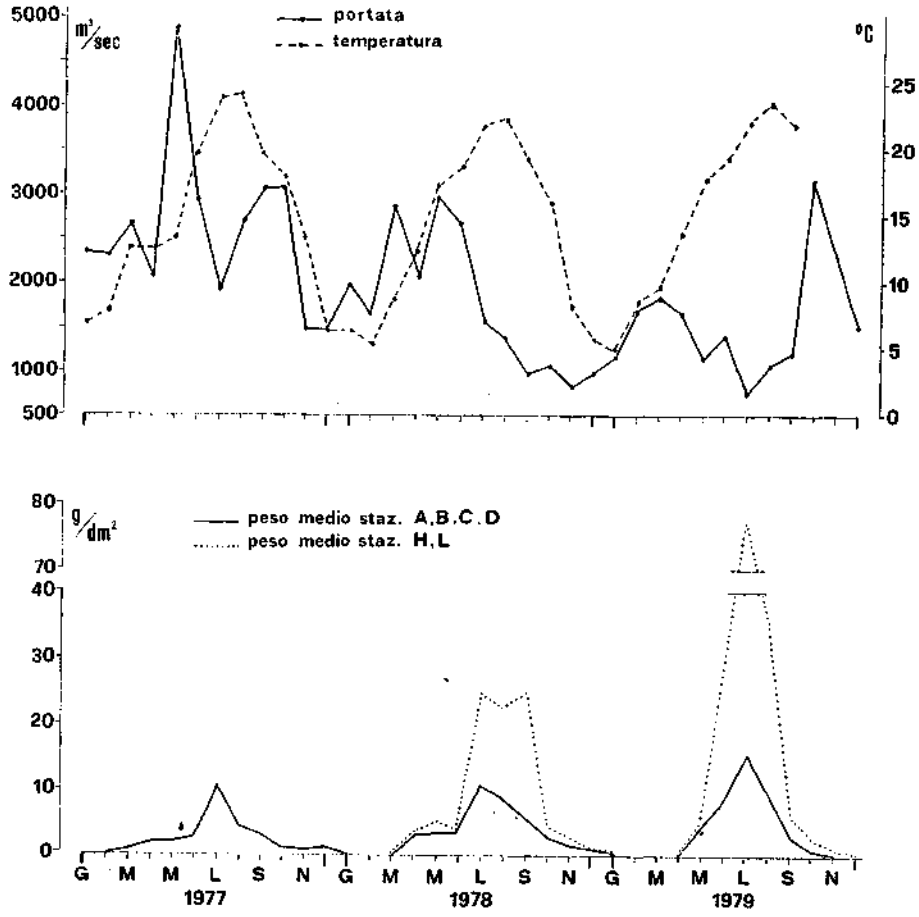


Fig. 2. — Andamento stagionale dell'accumulo della biomassa sui substrati in relazione con la situazione idrologica del Po (portata misurata a Pontelagoscuro, dati forniti gentilmente dall' ENEL) e con la temperatura dell'acqua (dati cortesemente messi a disposizione dall'Istituto di Botanica dell'Università di Padova).

dalla situazione idrologica del Po (fig. 2): in particolare è interessante confrontare l'andamento dell'accumulo medio alle stazioni A, B, C, D nei mesi fra aprile e luglio dei tre anni; nell'ultima annata si riscontra un rapido aumento del peso umido tra aprile e luglio, mentre nel 1977 e nel 1978 questo non è avvenuto anche a causa degli alti valori di portata in fiume.

In conclusione, le variazioni di apporto fluviale influiscono in modo determinante sull'insediamento degli organismi di substrato duro per quanto riguarda l'accumulo (fig. 1), la distribuzione delle specie (fig. 1a-b) e la durata del periodo di insediamento: ne sono esempi l'estendersi della distribuzione in Sacca di *Mytilus galloprovincialis* e *Crassostrea gigas* nell'estate 1978 in corrispondenza di un basso apporto fluviale, la contrazione del periodo di insediamento di *Balanus improvisus* alla stazione B nel 1979 e la contemporanea riduzione di consistenza del popolamento a Balani alla stazione H (RELINI, 1980), entrambe riconducibili fra l'altro ai maggiori apporti continentali registrati in aprile e ottobre dello stesso anno.

BIBLIOGRAFIA

BORGESE D., SMEDALE E. e AMBROGI R., 1981 — Programmes de recherche écologique en cours dans la zone du Delta du Po interessée par la construction d'une Centrale Thermoélectrique de grande puissance. — *Rapp. Comm. int. Mer Medit.,* Monaco, 27 (4): 167-168.

BOUDOURESQUE C. F., 1971 — Méthodes d'étude qualitative et quantitative du benthos (en particulier du phytobenthos). — *Téthys,* Marseille, 3 (1): 79-104.

DIVIACCO G., 1981 — Remarks on Crustanceans Amphipods of the Po river Delta. — *Rapp. Comm. int. Mer Medit.,* Monaco, 27 (4): 195-196.

JEBRAM D. e PISANO E., 1980a — The occurrence of *Bulbella abscondita (Bryozoa, Ctenostomata)* in brackish waters of northern Italy. — *Int. Revue ges. Hydrobiol.,* Berlin, 65 (5): 749-751.

JEBRAM D. e PISANO E., 1980b — Notes on the Victorellidae of the delta of the river Po, Italy *(Bryozoa, Ctenostomata).* — *Verh. naturwiss. Ver. Hamburg,* (NF) 23: 357-360.

MATRICARDI G. e BIANCHI C. N., 1982 — Definizione di gruppi ecologici del macrobentos sessile di una laguna salmastra padana. — *In questo stesso volume:* 279-283.

MATRICARDI G., RELINI G. e DIVIACCO G., 1980 — Macrofouling of a lagoon in the Po river delta. In: 5th International Congress on Marine Corrosion and Fouling, Marine Biology, Garsi ed., Madrid, 45-60.

PISANO E., 1980 — Alcune osservazioni sui Briozoi della Sacca del Canarin (delta del Po, Italia). — *Mem. Biol. Marina e Oceanogr.,* Messina, suppl. 10: 433-434.

PISANO E., 1982 — Aspetti quantitativi dell'insediamento di *Conopeum seurati* (Canu) *(Bryozoa, Cheilostomata)* nella Sacca del Canarin (delta del Po). — *In questo stesso volume:* 285-288.

RELINI G., 1980 — Aspetti quantitativi stagionali dell'insediamento di Balanus *(Crustacea,*

Cirripedia) in un ambiente deltizio padano. In: *Atti del I° Convegno SITE, Salsomaggiore, ottobre 1980:* 485-490.

RELINI G., 1981 — Settlement of *Balanus* spp. *(Crustacea, Cirripedia)* in the Po river delta, Italy. — *Rapp. Comm. int. Mer Medit.,* Monaco, 27 (4): 173-174.

RELINI G., MATRICARDI G. e BIANCHI C. N., 1981 — Organismi di substrato duro di un ambiente salmastro padano. — *Quad. Lab. Tecnol. Pesca,* Ancona, 3 (1 suppl.): 293-303.

Indirizzo del 1° Autore. — GIULIO RELINI - Istituto di Anatomia Comparata dell'Università di Genova, Via Balbi 5, 16126 Genova (I).

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.), 2 1982, pp. 295-306

[1]

V. FORMENTINI, M. BERTONATI, E. IOANNILLI

STUDIO IN AMBIENTE NATURALE DELL'INFLUENZA DEL PENNACCHIO TERMICO DI CENTRALI TERMOELETTRICHE SULLA CINETICA DI ALCUNI PARAMETRI MICROBIOLOGICI

RIASSUNTO

Nel contesto di una più ampia indagine ecologica, si è ritenuto importante studiare gli eventuali effetti degli scarichi termici esistenti nella laguna di Venezia, sui processi di ossidazione della sostanza organica ed inorganica.

Nell'arco di due anni, in tre diverse occasioni, sono stati determinati alcuni indici di attività batterica riferiti sia alla componente autotrofa che eterotrofa, e precisamente l'attività relativa ai nitrificanti (autunno '79) e quella relativa agli eterotrofi (primavera-estate 1980) mediante incubazione nel punto di prelievo.

L'andamento spaziale di tali indici di attività è stato determinato in un'ampia zona prospiciente lo scarico termico delle Centrali Termoelettriche ENEL - Fusina (1180 MW) e ALUMETAL (160 MW).

La struttura spaziale degli indici relativi ad entrambe le componenti, auto ed eterotrofa è risultata correlata con quella dei parametri indicatori della qualità delle acque (nutrienti, metalli pesanti, particolarmente Ni e Fe) e non con la temperatura al prelievo.

Ciò indica che tale struttura parziale è indotta non dallo scarico termico, ma dai fattori idrodinamici locali che determinano la dispersione degli effluenti industriali ed agricoli.

SUMMARY

Study about the influence of the thermal plumme from power plants on the kinetics of some microbiological parameters in the natural water environment.

In the course of a wider ecological survey, we considered it important to study the effects of thermal discharges into the lagoon of Venice of the oxidation processes of organic and inorganic matter.

Three times in two years we measured some bacterial activity indexes referring to the

autotrophic and heterotrophic components, that is, the activity of the nitrifying macroorganisms (autumn 79) and that of the heterotrophic ones (spring-summer '80). The spatial trend of these indexes of activity was determined in a wide zone in front of the thermal discharge of the thermoelectric plants ENEL - Fusina (1180 MW) and Alumetal (160 MW).

The spatial patterns of both indexes (auto- and hetero- trophic) resulted to be correlated with those of the water quality parameters (nutrients, heavy metals, particularly Ni and Fe) and not with temperature.

Key words: Nitrifying - heterotrophic activity.

INTRODUZIONE

I processi microbiologici che presiedono al riciclo della materia organica rivestono, come noto, particolare importanza in ecosistemi in cui è rilevante l'apporto di sostanza organica alloctona.

Pertanto, nel quadro di un'ampia indagine per la valutazione degli eventuali effetti ambientali delle Centrali Termoelettriche di Fusina, è stato effettuato uno studio per stabilire se e in che misura tali processi fossero influenzati dallo scarico termico.

A tal fine sono stati determinati i tassi di attività nitrificante e di attività eterotrofa in numerose stazioni di campionamento, variamente interessate dalla perturbazione termica.

Area di studio

La Centrale Termoelettrica di Fusina (due gruppi da 160 MW e due da 320 MW) è posta sulla sponda Ovest della parte meridionale della laguna di Venezia, nel cuore di un'ampia area industriale polisettoriale (Petrolchimica, Alluminio, ecc.) (fig. 1).

Il canale di presa dell'acqua di raffreddamento preleva da un bacino artificiale adibito a dock per navi di grande tonnellaggio, e il canale di scarico sbocca in un canale di irrigazione (Naviglio Brenta) che, dopo aver ricevuto lo scarico di un'altra Centrale (Alumetal, 160 MW), a sua volta scarica nella laguna dopo un percorso di circa 800 m e un tempo di permanenza di circa 10 minuti.

Nel complesso le due Centrali usano per il raffreddamento, nel funzionamento normale a pieno carico, circa 33 m^3/sec di acqua con salinità media del 33‰; l'incremento di temperatura medio è pari a circa 10°C.

Il corpo d'acqua lagunare ha una profondità media di 1,5 m in condizioni di medio mare ed è solcato da numerosi canali con profondità variabili dai 18 m del canale industriale Malamocco-Marghera ai pochi metri degli antichi canali di collegamento Venezia-terra ferma.

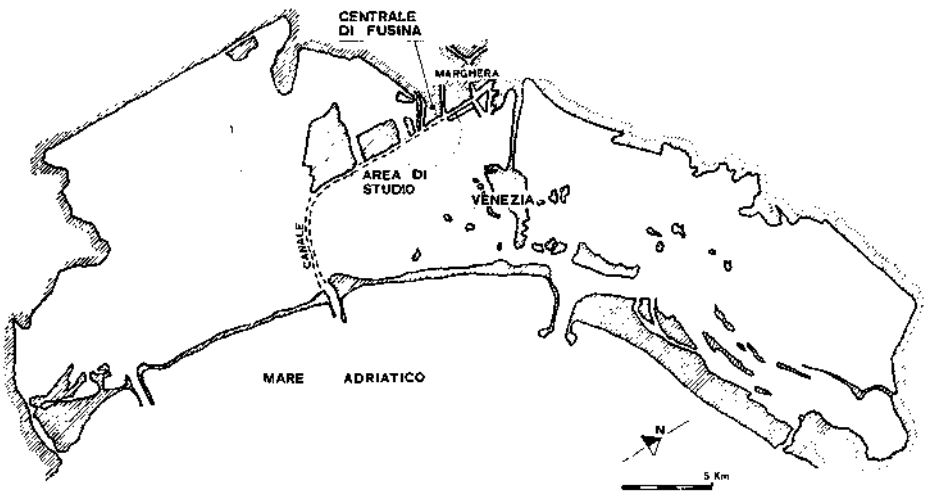


Fig. 1. — Laguna di Venezia.

Il regime delle correnti (NYFFELER, 1976) è caratterizzato da un moto di rotazione progressiva dei vettori di corrente, tipico di un sistema bidimensionale. Questa rotazione si fa marcata in marea discendente, quando l' effetto drenante dei canali di navigazione diviene preponderante. All'esterno dei canali di navigazione la massima velocità osservata è di circa 30 cm/sec in marea sizigiale di 1,20 m di escursione, mentre in quadratura non supera i 15 cm/sec. La distanza percorsa da un elemento liquido durante il riflusso è di circa 4 km in sizigia e di 2 km in quadratura, in direzione degli sbocchi a mare.

La laguna meridionale è soggetta agli sversamenti della citata zona industriale polisettoriale, di numerosi canali di irrigazione, oltre che, in piccola parte, agli scarichi urbani di Venezia.

Piano sperimentale

Il piano sperimentale ha previsto stazioni di campionamento disposte a raggiera centrata sullo scarico del Naviglio Brenta, alle distanze di 500, 1000 e 2000 m, oltre a due stazioni in corrispondenza delle opere di presa e scarico della Centrale di Fusina (fig. 2).

I campioni per la determinazione delle attività di nitrificazione sono stati prelevati il 24/15/'70; quelli per la determinazione dell'attività eterotrofa, sono stati prelevati il 26/3/'80 e il 6/8/'80, sempre in fase di marea calante. Contemporaneamente al campionamento sono state effettuate mi-

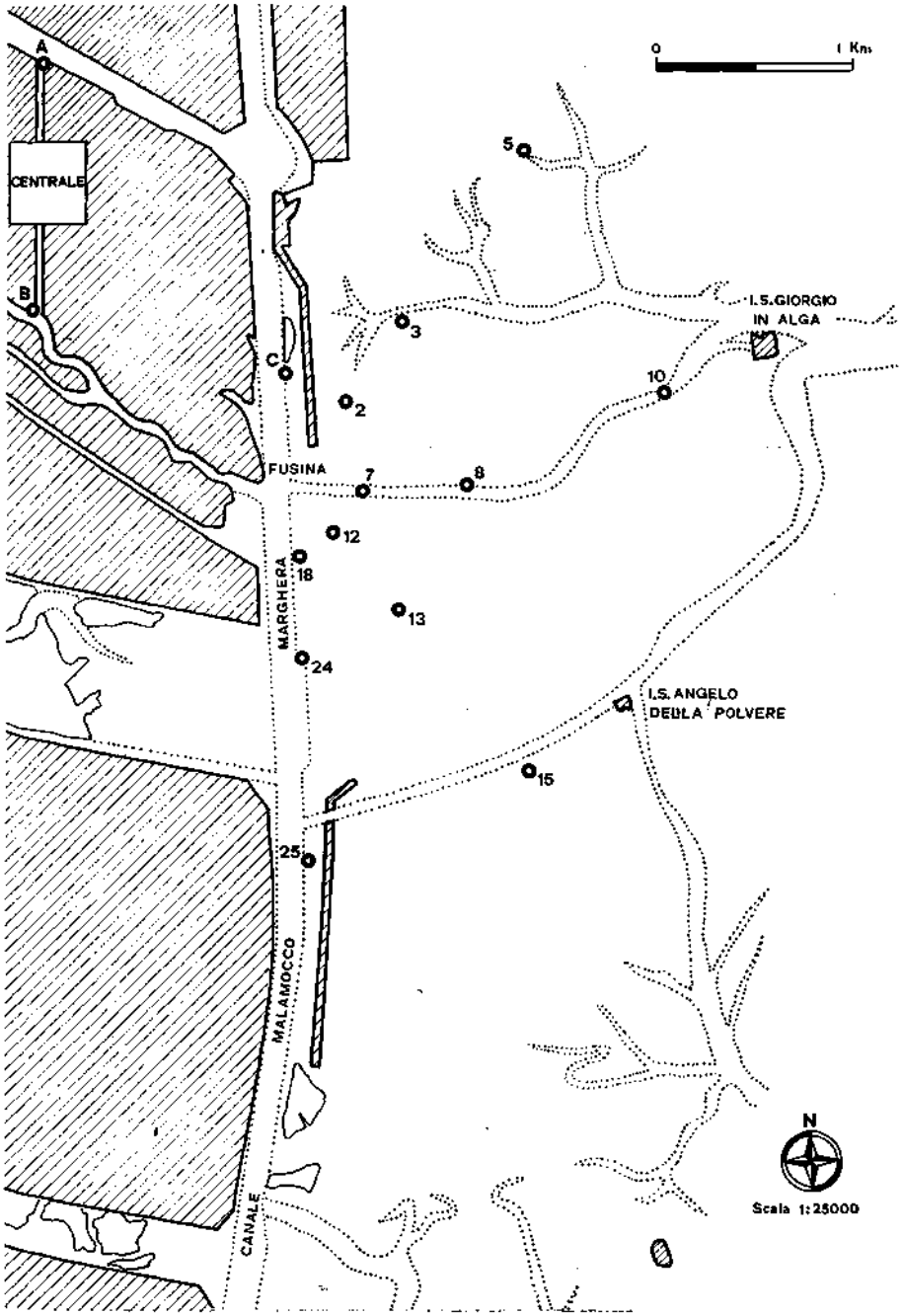


Fig. 2. - Reticolo di campionamento.

sure di parametri chimici e fisici (temperatura, pH, salinità, trasparenza, nutrienti, clorofilla *a*, ossigeno disciolto); durante la campagna estiva del 1980 sono state determinate, sugli stessi campioni, la produttività primaria (^{14}C) e le concentrazioni di alcuni metalli (Fe, Cu, Zn, Pb, Cd, Ni, dopo filtrazione attraverso membrana 0.45 µ), migliorando così la possibilità di studio delle correlazioni interparametriche degli andamenti riscontrati.

MATERIALI E METODI

Attività di nitrificazione

Il metodo si basa sul principio, generalmente riconosciuto, che la grande maggioranza di nitrificanti siano chemio-autotrofi stretti, così che l' incorporazione del bicarbonato gioca un ruolo primario nel loro metabolismo (vedi: GORING, 1961; BILLEN, 1975; SOMVILLE, 1978), occorre però tenere presente che numerosi microorganismi, sia autotrofiche, in minor misura, eterotrofi, assumono bicarbonato (SOROKIN, 1972).

Pertanto, come è stato già dimostrato da alcuni (GORING, 1961; SHATTUCK, 1963), la sola tecnica disponibile per discriminare l'incorporazione del bicarbonato tra diversi metabolismi, è quella di aggiungere al campione inibitori specifici e quindi valutare l'entità dell'incorporazione inibita.

Seguendo questa tecnica ed avvalendoci di precedenti esperienze (BILLEN, 1975), abbiamo usato come inibitore dei microorganismi nitrificanti la 2-6-cloro-6 tricloro metilpiridina che è un inibitore specifico di *Nitrosomonas* sp.

È stato dimostrato che tale prodotto, già alla concentrazione di 5 ppm, ha la capacità di bloccare il metabolismo dei microorganismi nitrificanti, mentre non influenza minimamente quello degli altri (GORING, 1961, SHATTUCK, 1963; BILLEN, 1975; SOMVILLE, 1978).

Da campioni di acqua di circa 5 litri prelevati alla profondità di circa 30 cm nelle stazioni stabilite, sono stati ottenuti due sottocampioni (A-B) in bottiglie di vetro neutro della capacità di 120 ml opportunamente oscurate. In ognuna delle bottiglie era stato precedentemente iniettato 1 ml di soluzione sterile di bicarbonato marcato (12 µCi).

Nella bottiglia A è stata iniettata una soluzione alcolica di 2 cloro-6 triclorometilpiridina commercialmente conosciuta come N-SERVE (prodotto Dow Chemical) in modo da ottenere una concentrazione finale di 5 mg/l. Nella bottiglia B è stato iniettato un ugual volume di alcool etilico assoluto. Le due bottiglie sono state messe ad incubare « in situ » per un periodo variante dalle 4,5 ore alle 8,5 ore.

Dopo l'incubazione i campioni sono stati filtrati su filtro Millipore da 0,45 µ, quindi posti in una soluzione di alcool acidificato (10% di acido acetico e alcool v/v). La radioattività trattenuta sui filtri è stata misurata per mezzo di un contatore a scintillatore liquido, Beckmann LS 100.

La differenza di incorporazione di bicarbonato, tra campione trattato con N-SERVE e quello non trattato, è assunta proporzionale all'attività di nitrificazione e si considera un indice di quest'ultima.

Attività eterotrofa

È stato impiegato il metodo di misura proposto da STRICKLAND e PARSON (1962) ed elaborato in seguito da altri (WRIGHT e HOBBIE, 1966; VACCARO e JANASCH, 1969; WILLIAMS e ASKEW, 1968), che utilizza il glucosio marcato ^{14}C. L'attività totale è stata ottenuta determinando separatamente il tasso di Assimilazione e Respirazione.

Da una bottiglia di prelievo da 5 l sono stati ottenuti tre sottocampioni da 100 ml di acqua; questi sono stati versati in bottiglie di vetro neutro annerite (capacità 120 ml) attraverso un imbuto che montava una rete da plancton da 20 µ, atta a trattenere gli organismi più grossi. I sottocampioni sono stati addizionati con glucosio uniformemente marcato per una concentrazione di attività pari a 1 µCi/l, corrispondente a 0.725 µg di glucosio/l e incubati « in situ » per circa due ore. Un sottocampione però, prima dell'incubazione, è stato fissato con formalina a costituire il bianco.

Alla fine dell'incubazione i rimanenti sottocampioni sono stati fissati con formalina; uno di essi è stato filtrato per determinare l'Assimilazione e l'altro, tal quale, acidificato, captando la CO_2 liberata su un filtro in fibra di vetro imbibito di lamina idrossido.

La radioattività fissata sul filtro (Assimilazione) e quella captata da lamina idrossido (Respirazione) servono a calcolare « V_n », indice di velocità di Assimilazione e Respirazione secondo la formula proposta da PARSON e STRICKLAND (1962).

È evidente che per conoscere il reale assorbimento del glucosio, dovremmo conoscere anche la concentrazione naturale di questo nel campione; questa però non è stata determinata, pertanto « V_n » rappresenta un indice e non un valore assoluto.

Assimilazione e Respirazione così determinate nelle diverse stazioni, possono essere confrontate tra loro nell'ipotesi generalmente assunta che nel sistema considerato la concentrazione di glucosio sia pressoché costante (R. P. GRIFFITHS, 1977) e che il substrato aggiunto non ne influenzi la cinetica di assorbimento. Il valore del conteggio per l'assimilazione è stato moltiplicato per = 1.06, che è un fattore che compensa la caduta di ren-

dimento di conteggio per il materiale depositato e per il filtro; il conteggio per la Respirazione è stato invece moltiplicato, nel caso specifico, per il fattore di correzione = 0.67, che tiene conto della chemiluminescenza dovuta alla iamina, come ottenuto da HERBLAND (1974).

Secondo GRIFFITHS (1977), la scelta di effettuare le misure dell' in¬ dice di attività per un'unica concentrazione del substrato aggiunto, anziché costruire l'intera curva di saturazione di Michaelis e Menten, è adeguata allo studio di andamenti spazio-temporali.

A partire dai valori di Assimilazione e Respirazione è stato calcolato il tempo di turnover.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Attività nitrificante

In tabella 1 sono riportati i valori dell'indice di attività nitrificante, relativi alla campagna dell'Ottobre 1979.

L'indice varia da un minimo di 0.013 $ngCm^{-3}h^{-1}$ nella stazione di scarico B, ad un massimo pari a 0.43 $ngCm^{-3}h^{-1}$ nella stazione 15, posta in

Tab. 1 — Valori di Assimilazione (A), Respirazione (R), Attività eterotrofa (AET) $ngCl^{-1}h^{-1}$ e attività nitrificante in ngC $m^{-3}h^{-1}$

Stazioni	Attività nitrificante	Attività aterotrofa					
		Campagna primaverile			Campagna estiva		
	Campagna ott. 1979	Ass.	Resp.	AET (A+R)	Ass.	Resp.	AET (A+R)
A	0.027	4.2	4.50	8.70	0.70	4.60	5.300
B	0.013	7.5	6.60	14.15	0.06	0.16	0.224
C	0.220	8.3	9.40	17.70	5.20	6.80	12.000
2	0.260	10.1	15.20	25.30	3.34	4.60	7.940
3	0.380	8.0	18.00	26.00	17.50	11.30	28.800
5	0.064	11.2	24.60	35.80	8.30	19.60	27.900
7	0.180	9.7	16.50	26.20	13.00	11.50	24.500
8	0.200	6.7	7.90	14.60	2.00	7.80	9.800
10	0.054	10.4	11.50	21.90	6.40	7.70	14.10
12	0.050	7.3	15.60	28.90	17.80	10.50	28.30
13	0.042	12.2	15.05	27.25	17.50	11.00	28.50
15	0.430	8.6	7.60	16.20	5.50	4.60	10.10
18	0.049	14.3	12.30	26.60	10.10	4.50	14.60
24	0.052	10.6	11.10	21.70	7.30	8.70	16.00
25	0.190	11.1	11.60	22.70	18.70	12.60	31.30

laguna lungo la direttrice SE. Escludendo la stazione B, assoggettata ad una temperatura al prelievo di circa 24°C, non si sono riscontrate correlazioni significative tra l'attività nitrificante e temperatura al prelievo. Non si sono evidenziate correlazioni neppure con pH, salinità e distanza lineare misurata tra le stazioni ed il vertice del reticolo posto dinanzi allo sbocco del Naviglio Brenta (fig. 2).

Sono state trovate altamente significative ($p > 95\%$) le correlazioni (funzione $\log y = a + b \log x$) tra le attività di nitrificazione e Azoto totale Kjeldhal, Nitriti, Nitrati, Ammoniaca e tasso di incorporazione afotica del bicarbonato.

Tali risultati concordano con quanto riscontrato da SZWERINSKI nel 1977 in un'indagine concettualmente simile alla nostra effettuata nella Baia di Kiel, nella quale l'attività nitrificante risultava correlata con la concentrazione di ammoniaca e nitriti.

Attività eterotrofa

In tabella 1 sono riportati i risultati relativi agli indici di Assimilazione, Respirazione e Attività eterotrofa totale per le due campagne della primavera ed estate '80.

Nella campagna primaverile l'indice di Attività AET varia da un minimo di 8.7 ngC/l nella stazione A, corrispondente all'opera di presa della Centrale ENEL, ad un massimo di 35.8 nella stazione 5, in zona lagunare sulla direttrice NE. La stazione di scarico B, termicamente alterata di circa 12°C, non si differenzia in modo netto dalle rimanenti stazioni. Nella campagna estiva sono stati riscontrati valori massimi dello stesso ordine di grandezza; i valori minimi, invece, risultano assai inferiori: si osservi in particolare il valore prossimo a zero riscontrato nella stazione di scarico B, che presentava una temperatura al prelievo (costante durante l'incubazione) di circa 39°C.

Il quoziente respiratorio R/R + A varia dal 46 al 67% in Marzo e dal 31 all'86% in Agosto.

Per poter interpretare più compiutamente gli andamenti dell'indice di Attività eterotrofa totale sono state studiate le sue correlazioni con i principali parametri fisici e chimici.

Dai risultati ottenuti nelle due campagne, non si è evidenziata, escludendo la stazione B, nessuna correlazione tra indice di attività eterotrofa e temperatura dell'acqua lagunare al momento del prelievo, che è variata dai 28.2 ai 32.3°C. Ciò indica che le fondamentali funzioni descritte da questo parametro non risentono della presenza dello scarico termico, nel corpo di acqua lagunare.

Del tutto particolare è la situazione nella stazione B, posta sul canale

di scarico, dove l' effetto della temperatura sembrerebbe determinante. Infatti, rispetto ai valori di attività riscontrati nella stazione di ingresso al sistema di raffreddamento (staz. A) è stato registrato un leggero incremento di attività in Marzo (temperatura dello scarico ca. 23°C) e un decremento netto in Agosto (temperatura dello scarico 39°C). Va però fatto osservare che in Agosto nella stazione B si è rilevata anche la massima concentrazione di Ni (28 ppb), che, come illustrato in seguito, potrebbe avere un distinto effetto inibitore.

Anche uno studio effettuato precedentemente su questo sito (J. BEARDALL, 1979) ha mostrato la mancanza di correlazione tra temperatura dell'acqua e abbondanza di batteri eterotrofi, determinata su terreni di arricchimento.

In entrambe le campagne si sono evidenziate correlazioni significative (precisamente al 99% in Marzo e *95%* in Agosto tra l'indice di attività eterotrofa) e la produttività primaria, la clorofilla *a* e l'ossigeno disciolto (peraltro tra loro correlati); tali correlazioni sono illustrate dai diagrammi di dispersione in fig. 3.

Per i dati della campagna estiva la « Steap-Wise Multiple linear regressi-on » ha messo in eviden

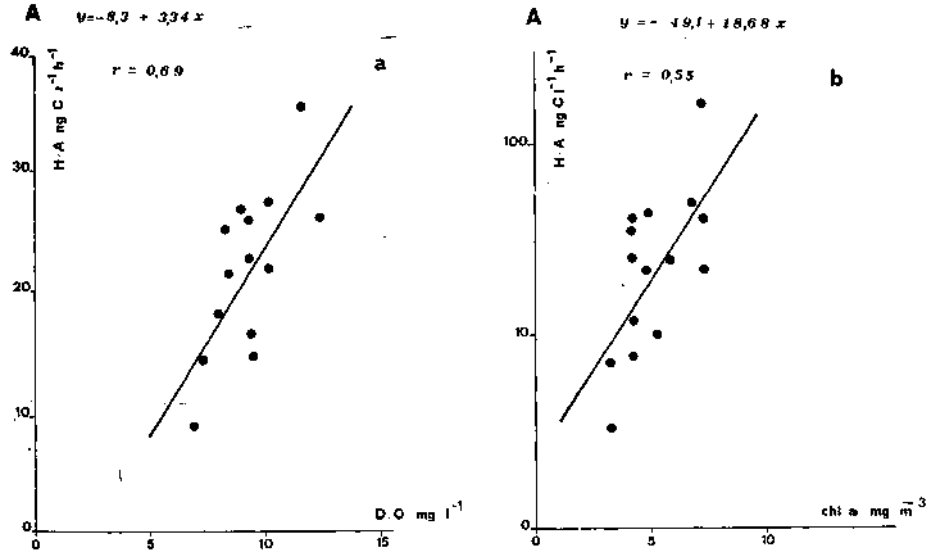
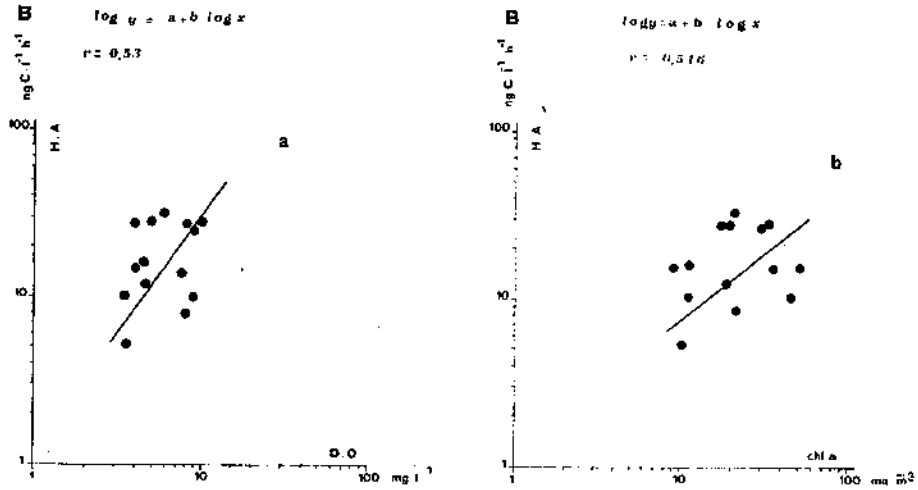


Fig. 3A

Fig. 3. — A) campagna primaverile. Relazioni tra attività e: (a) O.D.; (b) clorofilla *a*. B) campagna estiva. Relazioni tra attività eterotrofa a: (a) O.D.; (b) clorofilla *a* e (c) Produttività primaria.


B
log y = a + b log x
r = 0,53
mgC l⁻¹ h⁻¹
H·A
a
100
10
1
10
100 mg l⁻¹
B
log y = a + b log x
r = 0,516
mgC l⁻¹ h⁻¹
H·A
b
100
10
1
10
100 mg m⁻³
chl a

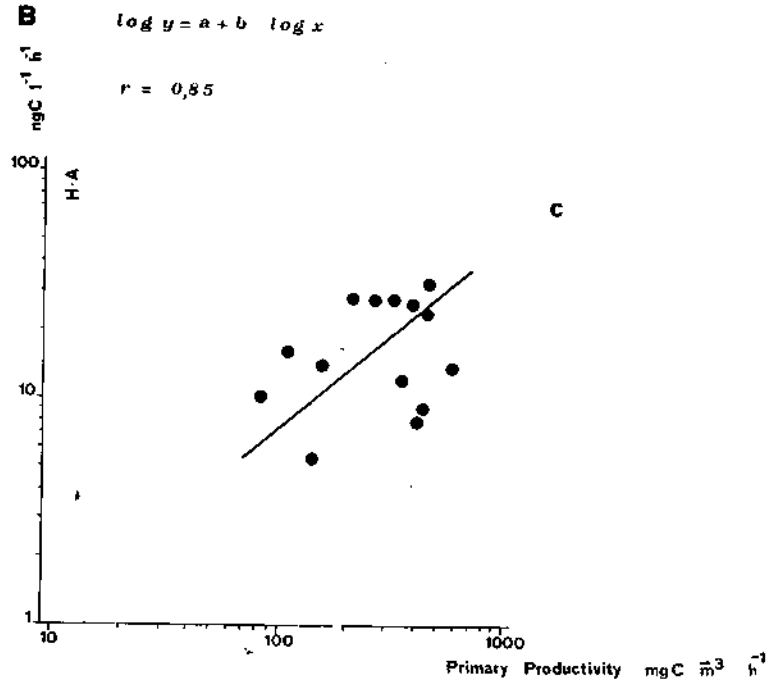

B
log y = a + b log x
r = 0,85
mgC l⁻¹ h⁻¹
H·A
c
100
10
1
10
100
1000
Primary Productivity mgC m⁻³ h⁻¹

Fig. 3B

mente ($P > 0.95$) con la concentrazione di Fe (variabile da 82 a 530 µg/l) e negativamente con quella di Ni (variabile da 4 a 28 µg/l) con pesi ($ßwt = b\text{-}S_2/S_1$) rispettivamente di 0.64 e - 0.55.

La correlazione negativa tra indice di attività eterotrofa e Ni potrebbe indicare che questo metallo ha un effetto inibitore sul metabolismo eterotrofo; tale indicazione necessita ovviamente di conferma.

Il quoziente respiratorio R viene da alcuni autori considerato come un indice dello stress indotto da metalli pesanti (WOOD and CHUA, 1973); questi autori hanno riscontrato che in presenza di metalli pesanti la frazione di substrato respirata aumenta rispetto a quella assimilata.

Per altri autori invece (ALBRIGHT, 1972 e SAYLER, 1979) lo stress causerebbe depressione generalizzata. Nel nostro lavoro si è evidenziata una correlazione significativa ($P > 0.95$) tra questo parametro e la concentrazione di Ni, il che confermerebbe l'ipotesi di un'effettiva azione inibitrice di Ni sulla fase di Assimilazione.

Confrontando i valori dell'indice di attività ottenuti nelle due campagne (Marzo/Agosto '80) si osserva una stretta correlazione ($P > 0.99$), con retta di regressione avente pendenza di circa 45° e valore di intercetta non significativamente diverso da zero; ciò indicherebbe un'interessante stabilità della struttura spaziale nel tempo, a parità di condizioni di marea.

CONCLUSIONI

I risultati non hanno evidenziato, se si esclude la stazione sul canale di scarico, effetti significativi della perturbazione termica sugli indici di attività studiati.

Un'influenza significativa è stata riscontrata solo prima dello sversamento dell'acqua utilizzata per il raffreddamento nel corpo d'acqua lagunare vero e proprio. Tale influenza sembrerebbe leggermente negativa per l'attività nitrificante nell'Ottobre '79; sull'attività eterotrofa leggermente positiva in primavera e nettamente negativa in estate.

Sulla base delle correlazioni interparametriche trovate si può concludere che il pattern spazio-temporale nel corpo d'acqua lagunare degli indici studiati sia governato non tanto dalla perturbazione termica, quanto dalla maggiore o minore diluizione degli apporti dovuti ai canali di irrigazione e alle zone industriali, legati ai complicati fattori idrodinamici locali.

Per chiarire meglio l'intervento di tali fattori è necessario un approfondimento dell'indagine, attualmente in programma.

BIBLIOGRAFIA

ALBRIGHT L. J., 1972 — Technique for measuring metallic salt effects upon the indigenous heterotrophic microflora of a natural waters. — *Water Research,* 6: 1589-1596.

BEARDALL J. e VOLTOLINA, 1979 — Rapporto alla Commissione Tecnico Scientifica per la sperimentazione e i controlli periodici sulla Centrale Termoelettrica dell' ENEL sita in località Fusina di Porto Marghera (Venezia).

BILLEN G., 1976 — Evaluation of nitrifyng activity in sediments by dark ^{14}C-bicarbonate incorporation. — *Water Research,* 10: 51-57.

GORING C. A. I., 1962 — Control of nitrification by 2-chloro-6-(trichloromethyl) pyridine. — *Soil Sci.,* 93: 211-218.

GRIFFITHS R. P. et al., 1977 — Comparison between two methods of assaying relative microbial activity in marine environments. — *Applied and Environmental Microbiology,* 34 (6): 801-805.

HERBLAND A. M. et BOIS J. F., 1974 — Assimilation et mineralisation de la matière organique avissante dans la mer: methode par comptage en scintillation liquide. — *Marine Biology,* 24: 203-212.

NYFFELER F., 1972 — Il regime idrodinamico della laguna di Venezia. — *Fonds National Suisse de la Reserche Scientifique,* Post box 156 - 8024 Zûrich.

PARSON T. R. and STRICKLAND J. D. H., 1962 — On the production of particulate organic carbon by heterotrophic processes in sea water — *Deep Sea Research,* 8: 211-222.

SAYLER G. S., 1979 — Comparative effects of aroclor 1254 (polychlorinated bipheyls) and pthenanthrenc on glucose uptake by freshwater microbial populations. — *Applied and Environmental Microbiology,* 37 (5): 878-885.

SHATTUCK G. E., 1963 — A differential inhibitor of nitrifyng microorganisms. — *Soil Sci. Soc. Proceedings.*

SOMVILLE M., 1978 — A method for the measurement of nitrification rates in water. — *Water Research,* 12: 843-484.

SOROKIN Y. I. and KADOTA, 1972 — Microbial production and decomposition in fresh waters. — *IBP Handbook 23 Blackwell Sci. Pub.*

SZWERINSKI, 1977 — Nitrification (pp. 237-243) in Microbial Ecology of Brackish Water Environment. — Ed. G. Rheinheimer - *Springer Verlag.*

VACCARO R. F. and JANNASCH H. W., 1966 — Studies on heterotrophic activity in seawater based on glucose assimilation. — *Limnology Oceanography,* 11: 596-697.

WILLIAMS B. and ASKEW C, 1968 — A method of measuring the mineralization by microorganism of organic compounds in sea water. — *Deep Sea Research,* 15: 365-375.

WOOD L. W. et al., 1973 — Glucose flux at the sediment water interface of Toronto Harbour, Lake Ontario with reference to pollution stress. — *Can. J. Microbiol.,* 19: 413-420.

WRIGHT R. T. and HOBBIE J. E., 1966 — Use of glucose and acetate by Bacteria and Algae in aquatic ecosystems. — *Ecology,* 47: 447-463.

*

Indirizzo degli Autori. — ENEL-DCO Laboratorio Centrale di Piacenza (I).

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.), 2 1982, pp. 307-313

[1]

IRENEO FERRARI, MARIA GRAZIA MAZZOCCHI,
CARLA CALVI PARISETTI, MARIA TERESA CANTARELLI

MAREA E VARIABILITÀ DELLO ZOOPLANCTON: ANALISI DI UN CICLO DI 24 ORE DI CAMPIONAMENTI IN UNA LAGUNA DEL DELTA PADANO

RIASSUNTO

Dati idrometrici (altezza di marea e velocità di corrente) e dati di densità dello zooplancton sono stati raccolti in una laguna del Delta padano (Sacca del Canarin) durante un ciclo di 24 ore di campionamenti, nel luglio 1980. I dati sono stati analizzati come serie temporali. È stato anche valutato, per i più importanti gruppi zooplanctonici, il bilancio giornaliero delle entrate e delle uscite attraverso una sezione sulla bocca a mare principale della laguna.

SUMMARY

Tidal current and zooplankton variability: analysis of a 24-hour sampling cycle in a lagoon of the To river Delta.

Hydrometric data (tidal height and current speed) and zooplankton density data were gathered in a lagoon of the Po river Delta (Sacca del Canarin) during a 24-hour sampling cycle, in July 1980. Data were analyzed as time series; for each series, autocorrelation function in the time domain and sample spectrum in the frequency domain were estimated. Moreover, the daily balance of input and output was estimated for the most important zooplankton groups.

Key words: zooplankton - coastal lagoons - tide - time series analysis.

Numerosi cicli nictemerali di prelievi zooplanctonici e di rilevamenti idrometrici sono stati effettuati, negli ultimi anni, nella Sacca del Canarin (CALVI PARISETTI et al., 1979; FERRARI et al., 1980; MAZZOCCHI, 1981),

con un duplice obiettivo: valutare l'influenza dei movimenti di marea sulla distribuzione dello zooplancton; ottenere una stima del trasporto di masse zooplanctoniche ad opera delle correnti tidali attraverso la bocca principale che collega la laguna al mare.

In questa nota sono presentati alcuni risultati dell'analisi dei dati relativi a un ciclo di campionamenti di 24 ore effettuato il 29 e 30 luglio 1980, a marea sizigiale. Prelievi di zooplancton sono stati eseguiti con bottiglia di Ruttner e rete a maglie di 90 µm, a intervalli di circa 90 minuti, lungo la verticale di massima profondità (circa 4 m) sulla bocca a mare principale. Per ogni campione sono state eseguite due repliche. Sono stati

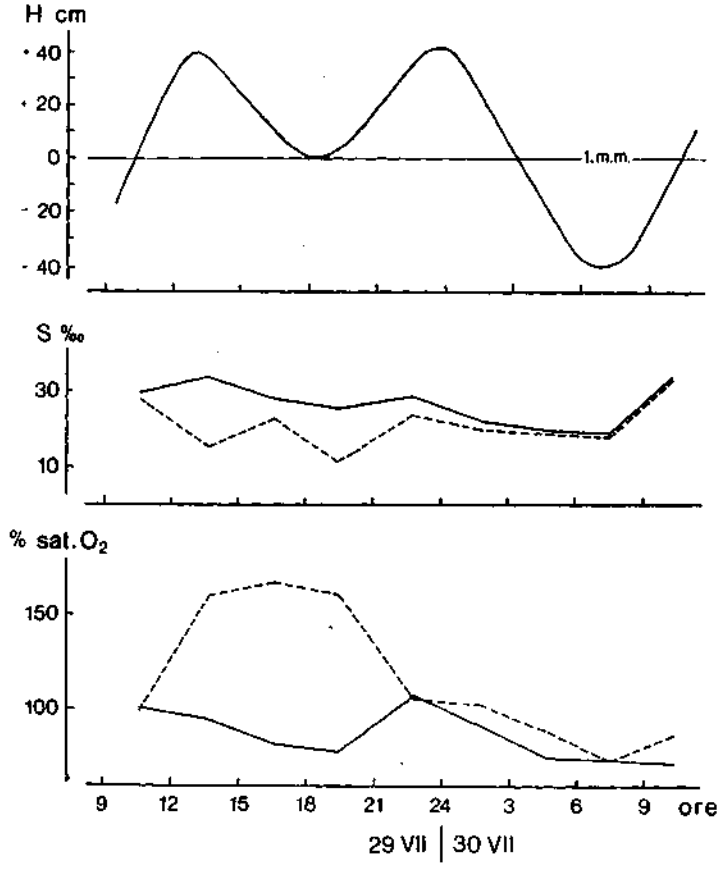


Fig. 1. — Salinità e saturazione percentuale di ossigeno disciolto, in superficie (————) e in profondità (– – –), in relazione alle variazioni di altezza idrometrica (H) durante il ciclo di 24 ore del 29 e 30 luglio 1980.

complessivamente raccolti 68 campioni (quattro serie, due in superficie e due in prossimità del fondo, ciascuna di 17 campioni). Sulla verticale di campionamento dello zooplancton sono stati rilevati anche dati idrologici e inoltre, a cura del CRIS-ENEL di Mestre, dati di altezza idrometrica e di velocità di corrente.

Gli andamenti nelle 24 ore della salinità e della saturazione percentuale di ossigeno disciolto in relazione all'altezza idrometrica sono presentati in fig. 1. Si osserva un evidente ciclo nictemerale dell'ossigeno disciolto con massimi pomeridiani in superficie. La salinità è piuttosto alta su tutta la colonna d'acqua con valori medi nettamente superiori a quelli di un analogo ciclo di campionamenti effettuato nel luglio 1979 (MAZZOCCHI, 1981); ciò sembra dovuto soprattutto alla chiusura (che risale all'autunno 1979) della Busa Bonifazi, il canale che collegava la sacca al Po di Pila.

Le densità zooplanctoniche complessive sono mediamente molto alte (oltre 190 ind./l) sia in superficie che in profondità (tab. 1). Il popolamento è dominato dai Copepodi (naupli, ma anche copepoditi e adulti di specie neritiche); particolarmente abbondanti sono tre gruppi meroplanctonici: naupli di Cirripedi, larve di Policheti e larve di Molluschi (per lo più Bivalvi).

Tab. 1 — Densità media dello zooplancton totale e incidenza percentuale dei vari gruppi nel ciclo di campionamenti del 29 e 30 luglio 1980.

	superficie %	fondo %
Tintinnidi	11,4	5,5
Rotiferi	7,2	3,1
Cladoceri dulcicoli	0,01	0,01
Copepodi dulcicoli	0,1	0,1
Naupli Copepodi	37,5	38,6
Copepodi salmastri	0,8	0,9
Larve Cirripedi	9,2	17,2
Larve Policheti	8,3	7,8
Larve Decapodi	0,2	0,3
Larve Molluschi	12,6	5,9
Cladoceri marini	1,8	1,9
Copepodi marini	8,2	15,0
Tunicati	2,4	3,4
Altri gruppi	0,3	0,3
Zooplancton totale (ind./^{3})	191.600	193.100

I dati di densità dello zooplancton e i dati di portata calcolati sui profili di velocità di corrente sono stati elaborati per una stima del bilancio giornaliero delle entrate e delle uscite attraverso la bocca a mare. Per ciascuno dei più importanti gruppi sistematici è stato determinato un indice n' come rapporto tra il numero degli individui in entrata dal mare e il numero degli individui in uscita dalla sacca, nelle 24 ore, attraverso una sezione di base 1 m e di altezza uguale alla verticale di massima profondità sulla bocca (tab. 2). L'indice n' è > 1 solo per i gruppi tipicamente neritici (Tunicati, Cladoceri marini e Copepodi marini) e per le larve di Policheti; si ha $0 < n' < 1$ per un più alto numero di taxa, in particolare per larve di Decapodi e di Cirripedi (che rappresentano la componente più tipicamente autoctona dello zooplancton lagunare), ma anche per due gruppi numericamente molto importanti come naupli di Copepodi e larve di Molluschi.

Tab. 2 — Valori dell'indice n' (vedi testo) per i più importanti gruppi zooplanctonici.

	n'
Larve Decapodi	0,13
Larve Cirripedi	0,25
Naupli Copepodi	0,41
Rotiferi	0,55
Copepodi salmastri	0,57
Larve Molluschi	0,63
Copepodi marini	1,72
Larve Policheti	2,63
Cladoceri marini	2,89
Tunicati	16,86

Rispetto al ciclo di campionamenti del luglio 1979 (FERRARI et al., 1980; MAZZOCCHI, 1981), si hanno, da una parte, densità assai più consistenti sia della componente marino-neritica che della componente autoctona, quest'ultima caratterizzata da una maggiore ricchezza di specie; dall'altra, sono molto più intensi gli scambi di zooplancton tra laguna e mare antistante. Queste modificazioni sembrano principalmente in relazione con la vivificazione marina della sacca conseguente alla chiusura della comunicazione con il Po di Pila.

I dati di altezza idrometrica e i dati di densità dei più importanti gruppi e delle specie dominanti dello zooplancton sono stati anche analizzati, previa regolarizzazione, come serie storiche, stimando, per ogni serie,

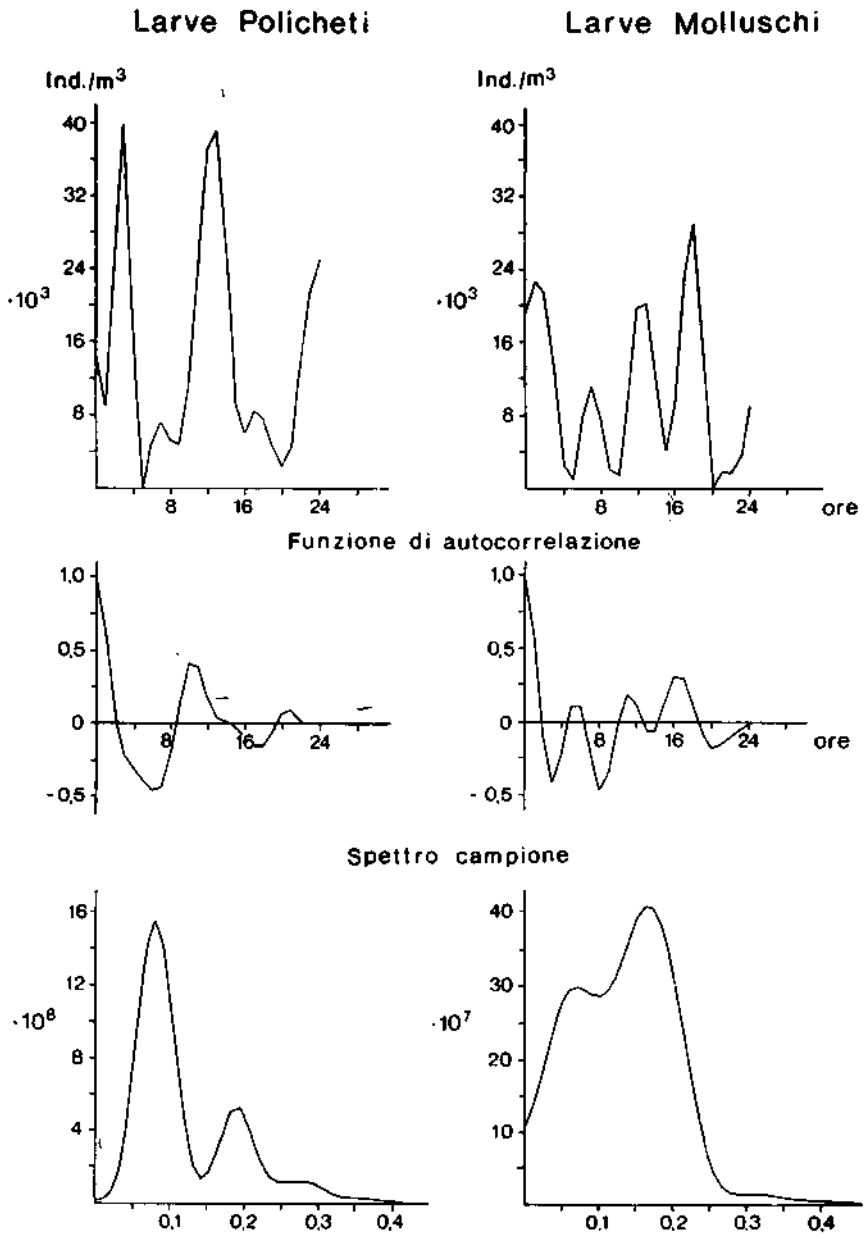


Fig. 2. — Larve di Policheti e larve di Molluschi nei campioni di profondità: variazioni di densità nelle 24 ore, funzione di autocorrelazione e spettro campione.

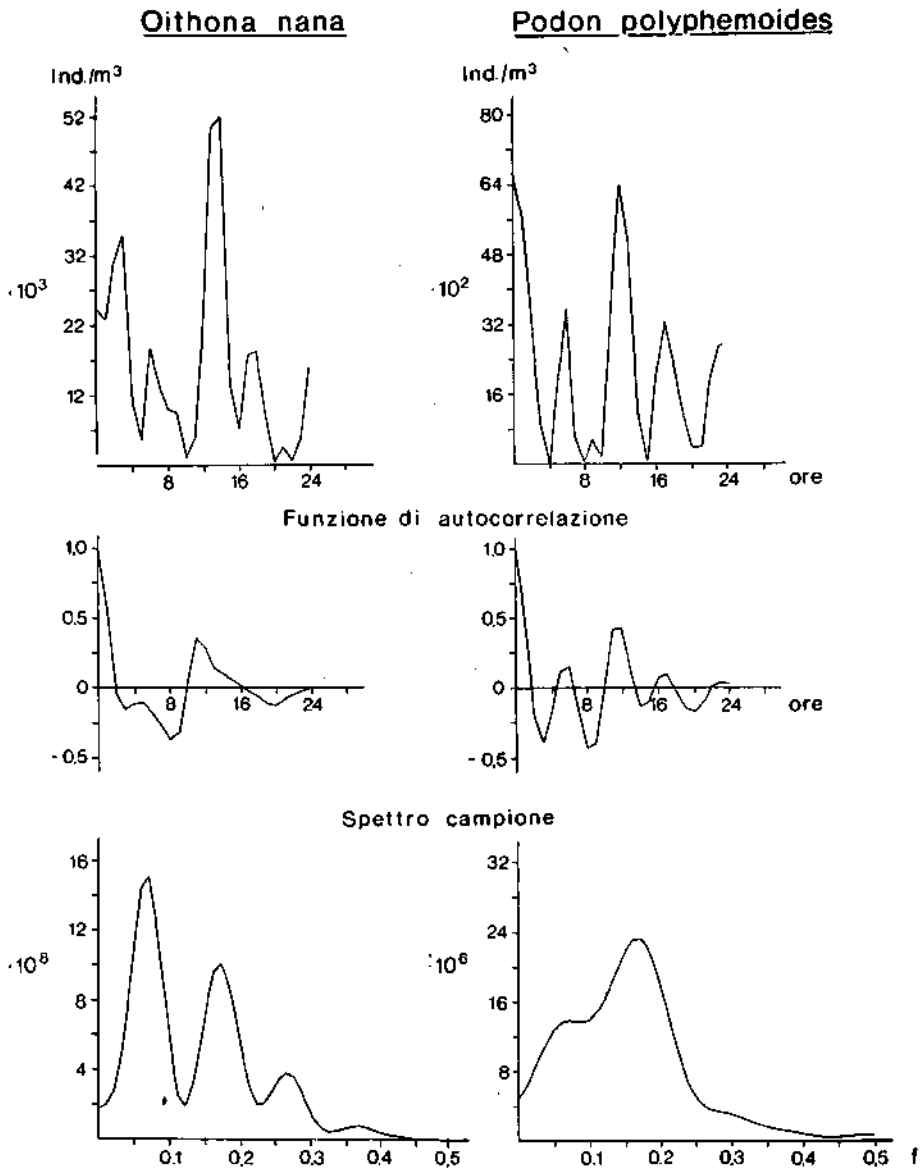


Fig. 3. — Oithona nana (Copepodi) e *Podon polyphemoides* (Cladoceri) nei campioni di profondità: variazioni di densità nelle 24 ore, funzione di autocorrelazione e spettro campione.

la funzione di autocorrelazione nel dominio temporale e lo spettro campione nel dominio delle frequenze (Box e JENKINS, 1976; KOOPMANS, 1976) (fig. 2 e fig. 3). L'analisi ha messo in evidenza, per la marea, una periodicità di circa 12 ore. La stessa periodicità è presentata anche dalle forme zooplanctoniche che sono prevalentemente in entrata dal mare, come Copepodi neritici (ad esempio *Oithona nana)*, Tunicati e larve di Policheti, soprattutto nei campioni raccolti in profondità. Per alcuni organismi ad ampia distribuzione sia in laguna che nelle acque costiere, l'analisi ha evidenziato una periodicità di circa 6 ore: è il caso delle larve di Molluschi e del Cladocero *Podon polyphemoides* nei campioni di profondità. Per numerosi taxa, infine, specialmente in superficie, le variazioni di densità nelle 24 ore non appaiono strettamente correlate con la marea.

BIBLIOGRAFIA

Box G. E. P. and JENKINS G. M., 1976 — Time series analysis: forecasting and control. — Holden-Day, San Francisco, 575 pp.

CALVI PARISETTI C., FERRARI I. e MAZZOCCHI M. G., 1979 — Effetti della marea sulla distribuzione di popolazioni zooplanctoniche in un ambiente lagunare. — *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, Suppl. 37: 95-106.

FERRARI I., MAZZOCCHI M. G., TOSI L. e CECCHERELLI V. U., 1980 — Correnti di marea e trasporto di zooplancton in un ambiente lagunare. — *Mem. Biol. Marina e Oceanogr.*, Suppl. 10: 393-394.

KOOPMANS L. H., 1976 — The spectral analysis of time series. Academic Press, New York, 366 pp.

MAZZOCCHI M. G. — Variabilità a breve termine e trasporto dello zooplancton in una laguna del Delta padano. — *Riv. Idrobiol.* (in stampa).

Indirizzo degli Autori. — I. FERRARI, M. G. MAZZOCCHI - Istituto di Ecologia, Università, Parma. — C. CALVI PARISETTI, M. T. CANTARELLI - Istituto di Matematica, Università, Parma (I).

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.), 2 1982, pp. 315-323

SERENA FONDA UMANI, MARIO SPECCHI e SERGIO PARADISI

IL PLANCTON DELLE BOCCHE DI PRIMERO E DI GRADO (LAGUNA DI GRADO - ALTO ADRIATICO)

RIASSUNTO

Viene descritta la composizione qualitativa del plancton raccolto alle bocche principali della Laguna di Grado a marea entrante e a marea uscente durante due anni di ricerche.

Questi dati sono stati anche confrontati con quelli relativi ad una stazione fissa al largo di Grado.

All'esterno delle bocche lagunari la comunità risulta impoverita rispetto a quella della stazione al largo, ed è caratterizzata prevalentemente da *Acartia clausi* Giesbrecht e *Penilia avirostris* Dana.

Per quanto riguarda il bilancio degli scambi che avvengono a marea entrante e a marea uscente tra il mare e la laguna si è notato che esiste una correlazione tra l'abbondanza numerica di una certa specie in uno dei due ambienti e il relativo flusso.

Questo è particolarmente evidente per *Acartia clausi* che, in periodo estivo, è percentualmente meglio rappresentata in laguna che non in mare aperto ed è quindi più numerosa nel plancton raccolto a marea uscente.

SUMMARY

The plankton of Primero and Grado mouths (Lagoon of Grado - Northern Adriatic).

A two year research was carried out at the main mouths of the Grado lagoon during incoming and ebb tide.

The qualitative composition of the collected plankton samples is described and the data are compared with those from a fixed station of Grado.

Just outside the lagoon mouths the community is poorer than in the station at large, and is mainly characterized by *Acartia clausi* and *Penilia avirostris.*

As far as the balance of tidal exchanges between lagoon and open sea species is concerned, a correlation has been noted between the numerical abundance of a particular species in an environment and the relative incoming or outgoing flow.

This is noted to occur for *Acartia clausi*, whose percentage frequency during the summer is higher within the lagoon than in the open sea, and this species is therefore more abundant in plankton sampled at ebb tide.

Key words: zooplankton - lagoon.

INTRODUZIONE

Da alcuni anni è stato intrapreso lo studio delle comunità zooplanctoniche delle lagune di Grado e di Marano. Le ricerche sono incominciate raccogliendo lo zooplancton che entra nella Laguna di Grado attraverso le due bocche principali a marea entrante e quello che ne esce a marea uscente (FONDA UMANI e SPECCHI, 1979; FONDA UMANI, SPECCHI, BUDA DANCEVICH e ZANOLLA, 1979) successivamente (SPECCHI e FONDA UMANI, 1981; FONDA UMANI e SPECCHI — in questo stesso volume —) è stato studiato lo zooplancton della Laguna di Marano, contermine a quella di Grado. Le due lagune presentano caratteristiche idrologiche molto simili. Esse sono caratterizzate da una grande instabilità dovuta all'apporto di acque dolci dai fiumi di risorgiva e a quello periodico di acqua dal mare legato ai ritmi di marea (le maree nel Golfo di Trieste possono raggiungere escursioni massime anche di 2 m, in particolari condizioni bariche). Inoltre, nel determinare la variabilità idrologica dell'ambiente lagunare, hanno un ruolo importante, a causa anche dei bassi fondali, le condizioni meteorologiche (l'insolazione causa un rapido riscaldamento e anche una notevole evaporazione, la pioggia determina raffreddamento e diluizione, i venti dominanti — soprattutto Bora ENE — un intenso raffreddamento cui consegue, d'inverno, la formazione di ghiaccio in superficie).

Lo scopo delle ricerche svolte alle bocche lagunari era quello di verificare se anche in queste lagune erano valide le osservazioni sulla vivificazione marina di vari Autori fra i quali, in particolare per lo zooplancton delle lagune venete si veda RANZOLI (1951) e per il fitoplancton delle lagune di Marano e di Grado i lavori di TOLOMIO (1976a, 1976b). I primi dati quantitativi (FONDA UMANI e SPECCHI, 1979; FONDA UMANI, SPECCHI, BUDA DANCEVICH e ZANOLLA, 1979) rilevati per gli anni 1978-1979 hanno chiaramente messo in evidenza come, da un punto di vista della biomassa zooplanctonica, l'apporto vivificante non era costante, anzi spesso vi era maggiore biomassa in uscita che non in entrata.

È stata studiata perciò nei suoi particolari la composizione qualita-

tiva del plancton e il suo andamento nel corso di due anni di raccolte alle bocche di Grado e di Primero, confrontando questi dati con quelli relativi ad una stazione fatta in mare aperto a 2 miglia al largo di Grado.

MATERIALI E METODI

Le raccolte sono state effettuate con rete Bongo 20 con vuoto di maglia di 236 µm e 336 µm con frequenza quindicinale. La rete, dotata di flussometro, veniva calata dai ponti sulle strade Monfalcone-Grado (per la bocca di Primero) e Grado-Aquileia (per la bocca di Grado) e mantenute in tensione dalla corrente di marea. Nella stazione in mare aperto al largo di Grado venivano effettuate raccolte verticali dal fondo alla superficie (fondale di 18 m) con rete WP 2 con 200 µm di vuoto di maglia (fig. 1).

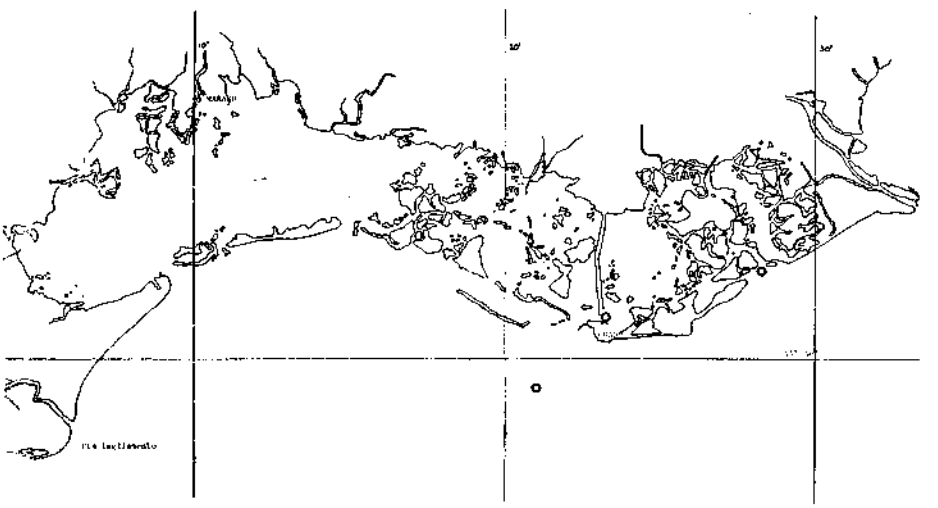


Fig. 1. — Posizione delle stazioni alle bocche lagunari e al largo di Grado.

OSSERVAZIONI

La comunità zooplanctonica al largo di Grado, come si può notare dalla fig. 2, risulta composta essenzialmente da *Acartia clausi* Giesbrecht, *Oithona nana* Giesbrecht, *O. helgolandica* Claus, O. *plumifera* Baird, *Centropages typicus* Kröyer, *C. kröyeri* Giesbrecht e *Penilia avirostris* Dana

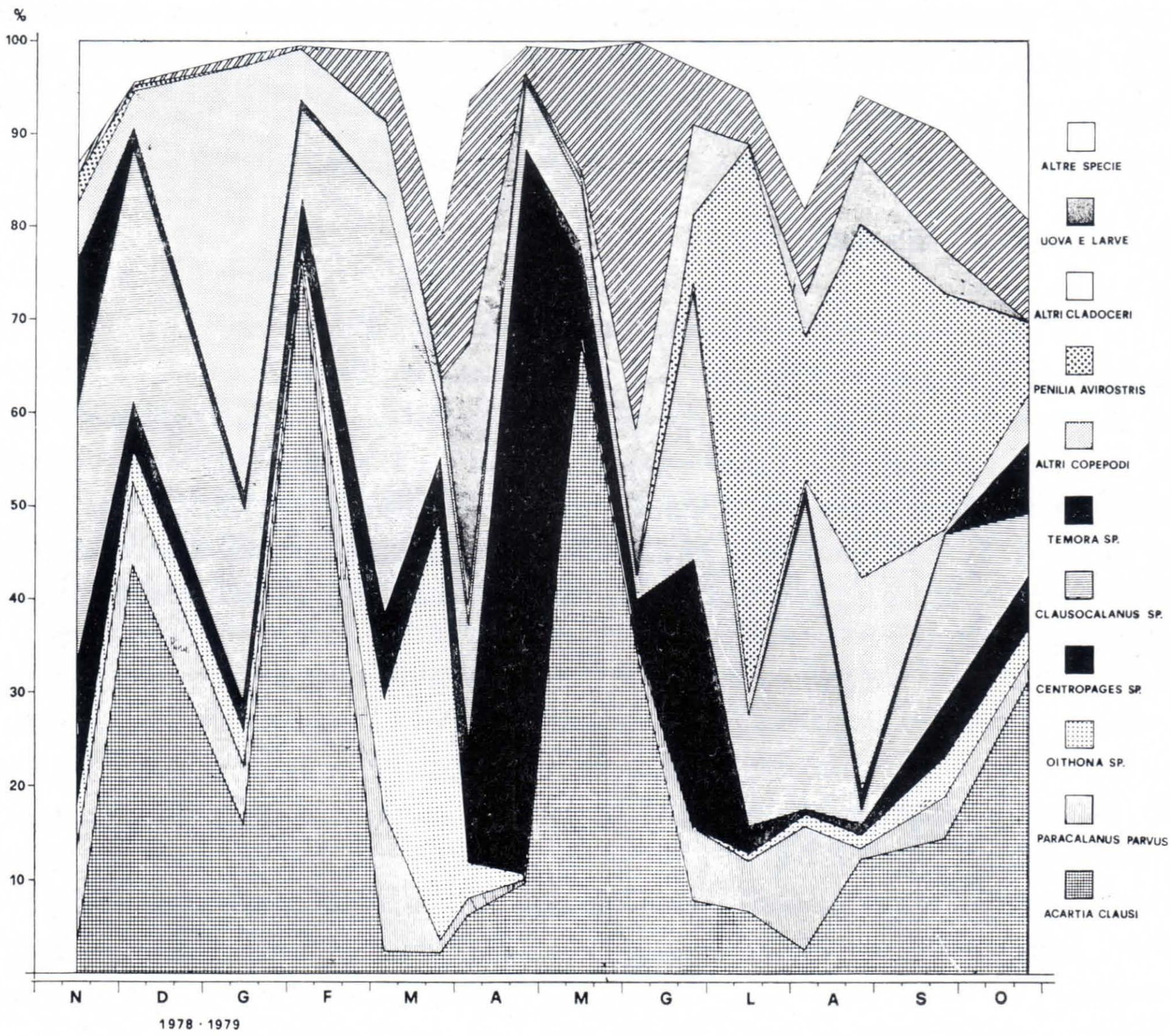


Fig. 2. — Composizione percentuale qualitativa della comunità zooplanctonica al largo di Grado.

mentre il contributo degli altri Copepodi (*Pseudocalanus elogantus* Boeck, *Euterpina acutifrons* Dana, *Oncaea* sp.p. e *Corycaeus* sp.p.) e degli altri Cladoceri (*Evadne spinifera* Müller, *E. nordmanni* Lovén, *E. tergestina* Claus, *Podon polyphemoides* Leuckart e *P. intermedius* Lilljeborg) risulta meno importante.

Le uova e le larve percentualmente sono ben rappresentate; le « altre specie » invece e soprattutto *Noctiluca miliaris* Suriray non raggiungono mai percentuali particolarmente elevate come quelle riscontrate nella laguna di Marano o a livello delle bocche.

La specie dominante, come era già stato visto per le stazioni del Golfo di Trieste (Specchi, Fonda Umani e Radini, 1981) è anche in questo caso *Acartia clausi* che presenta tre massimi: alla fine dell'autunno e alla fine dell'inverno, mentre durante l'estate è poco numerosa. Impor-

tanza quantitativa maggiore assume il Copepode *Centropages typicus* che è segnalato per l'Alto Adriatico da HURE e SCOTTO DI CARLO (1969).

Nel plancton raccolto alle bocche di Primero e di Grado sia a marea entrante che a marea uscente vi è lo stesso numero di specie oloplanctoniche che si trovano nella stazione al largo e che generalmente si raccolgono anche nel Golfo di Trieste. Tuttavia l'apporto percentuale, come si può vedere anche dal grafico della fig. 3, delle varie specie è notevolmente diverso, poiché sotto costa e quindi anche alle bocche, sono nettamente prevalenti solo alcune specie e segnatamente *Acartia clausi*, *Oithona nana* e *Paracalanus parvus* Claus a scapito di altre come ad esempio *Temora longicornis* Müller, *T. stylifera* Dana, *Centropages typicus* e *Clausocalanus*

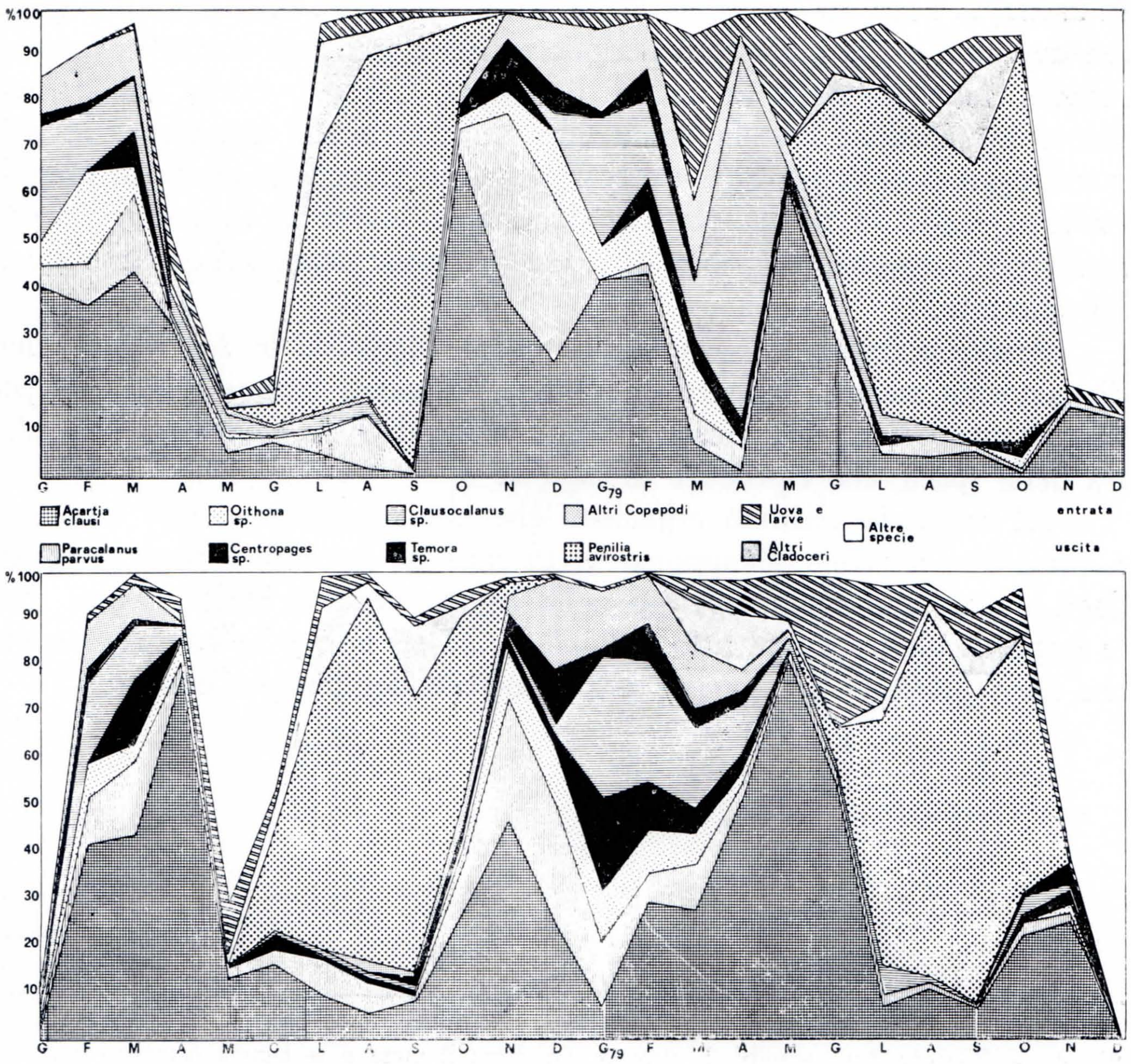


Fig. 3. — Composizione percentuale qualitativa dello zooplancton raccolto a marea entrante (in alto) e uscente (in basso) alla bocca di Primero.

sp.p. che spesso vi sono solamente rappresentate. Questa condizione è facilmente spiegabile se si pensa che normalmente in prossimità della costa per effetto di fenomeni selettivi sono abbondanti soltanto quegli organismi caratterizzati da una più ampia tolleranza (valenza ecologica). È evidente che una popolazione planctonica, già di per se stessa impoverita, nei suoi passaggi dal mare alla laguna e viceversa, pur ricevendo apporti da parte di specie che si riproducono in laguna, subisce un'ulteriore riduzione qualitativa.

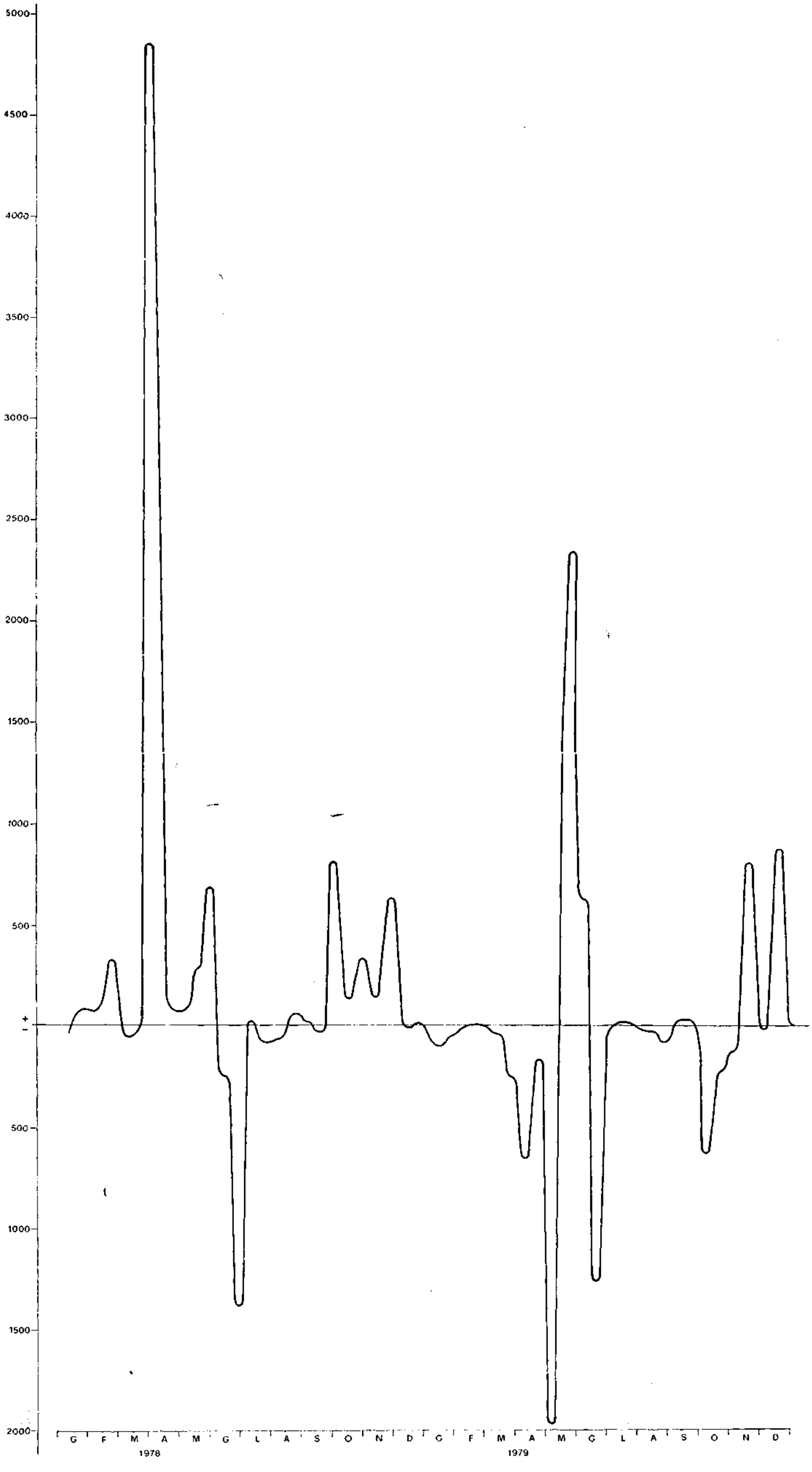
Anche l'aspetto degli individui raccolti in uscita (spesso pescati già morti o con evidenti segni di sofferenza) dimostra la pressione selettiva operata dall'ambiente all'interno delle lagune.

Per quanto riguarda *Acartia clausi,* dall'esame del grafico di fig. 4 ottenuto facendo un semplice bilancio degli esemplari per m^3 in entrata e in uscita, si nota, ad esclusione di alcuni periodi, che l'andamento è simile nei due anni e che durante il periodo estivo è più importante il flusso di *Acartia clausi* in uscita di quello di entrata. Ciò può essere messo facilmente in relazione con la dominanza negli ambienti lagunari, non solo quelli oggetto della presente ricerca, di questo Copepode anche in periodo estivo, quando in mare aperto è dominante invece il Cladocero *Penilia avirostris* Dana che, a riprova di ciò, è particolarmente abbondante a marea entrante.

Analogamente per esempio per quanto riguarda le zoe si nota mediamente un maggior numero di esemplari a marea uscente quando in primavera-inizio estate è intensa la riproduzione di *Palaemon serratus,* un'altra delle specie che riproduce in laguna.

Al contrario esistono organismi che non riproducono mai in laguna e che contribuiscono all'apporto vivificante da parte del mare descritto dagli Autori che hanno operato nella laguna veneta. Tipici esempi sono le Appendicularie (soprattutto *Oikopleura dioica* Fol) e *Temora longicornis* che sono praticamente sempre più numerose del flusso d'entrata.

Fig. 4. — Bilancio degli scambi di *Acartia clausi* tra il mare e la laguna ottenuto per somma algebrica degli individui per m^3 raccolti a marea entrante ed a marea uscente. I valori positivi indicano quindi un maggior numero in entrata, quelli negativi in uscita e il valore 0 corrispondente ad un numero uguale di esemplari in entrata e in uscita.


5000
4500
4000
3500
3000
2500
2000
1500
1000
500
+
-
500
1000
1500
2000
G F M A M G L A S O N D G F M A M G L A S O N D
1978
1979

CONCLUSIONI

Sembra di poter concludere, almeno per quanto riguarda l'apporto delle specie più importanti dal mare alla laguna e viceversa, che esiste un flusso di abbondanza in un senso o nell'altro in relazione alla densità dei popolamenti nei rispettivi ambienti. Non bisogna però dimenticare che lo studio degli scambi tra il mare e la laguna è reso estremamente difficile dalla particolare conformazione delle bocche e dalla morfologia dei fondi lagunari, poiché è possibile che le correnti lagunari a marea calante emungano in modo differente il plancton. Mentre questo studio può essere relativamente semplice in marea di sizigia, quando la corrente è molto sensibile e quando l' emunzione del bacino lagunare è più completa, in marea di quadratura, come è rilevato anche in un recente studio di BREGANT e CATALANO (1980) sulla distribuzione dei nutrienti alla bocca di Primero, la situazione risulta estremamente più complessa per il basso flusso di corrente che può venir modificato in modo sensibile dalle condizioni meteorologiche o da altri fattori e che determina prelievi dal mare ed emungimenti dalla laguna anomali. È ovvio pertanto che sarà necessario riprendere la ricerca tenendo conto di queste situazioni particolari e della distribuzione e dinamica delle popolazioni lagunari e costiere.

BIBLIOGRAFIA

BREGANT D. e CATALANO G., 1980 — Distribuzione di alcuni elementi nutrienti alla bocca di Primero (Laguna di Grado). — *IV Congresso A.I.O.L., Chiavari,* 43 (1-14).

FONDA UMANI S. e SPECCHI M., 1979 — Dati quantitativi sullo zooplancton raccolto presso le due bocche principali della Laguna di Grado (Alto Adriatico). — *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat. Mem. ser. B,* 86 *(suppl.to):* 89-93.

FONDA UMANI S., SPECCHI M., BUDA DANCEVICH M. e ZANOLLA F., 1979 — Lo zooplancton raccolto presso le due bocche principali della Laguna di Grado (Alto Adriatico - Golfo di Trieste). I Dati quantitativi. — *Boll. Soc. Adriatica Sc,* 63: 83-95.

FONDA UMANI S. e SPECCHI M., 1982 — La comunità planctonica della Laguna di Marano. — *In questo stesso volume:* 325-336.

HURE J. e SCOTTO DI CARLO B., 1969 — Copepodi pelagici dell'Adriatico settentrionale nel periodo gennaio-dicembre 1965. — *Pubbl. Sta. Zool. Napoli,* 37 (2° *suppl.to):* 173-195.

RANZOLI F., 1951 — Ricerche sul plancton della laguna veneta. — *Boll. Zool.,* 19 (4/5/6): 257-263.

SPECCHI M. e FONDA UMANI S., 1981 — Copepods of the Gulf of Trieste. — *Symposium «The Adriatic Sea » Rovinj* (in stampa).

SPECCHI M., FONDA UMANI S. e RADINI G., 1981 — Les fluctuations du zooplancton dans

une station fixe du Golfe de Trieste (Haute Adriatique). — *Rapp. Comm. int. Mer Medit.*, 27 (7): 97-100.

TOLOMIO C., 1976a — Su la vivificazione attraverso il porto-canale di Primero (Laguna di Grado). — *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, 31 (1/2): 319-327.

TOLOMIO C., 1976b — Variazioni stagionali del fitoplancton nella Laguna di Marano (Udine). — *Pubbl. Sta. Zool. Napoli*, 40: 133-237.

Indirizzo degli Autori. — Istituto di Zoologia ed Anatomia Comparata dell'Università di Trieste, Via Valerio 32, Trieste.

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl), 2 1982, pp. 325-336

SERENA FONDA UMANI e MARIO SPECCHI

LA COMUNITÀ PLANCTONICA DELLA LAGUNA DI MARANO

RIASSUNTO

Viene descritto l'andamento delle popolazioni fito- e zooplanctoniche nel corso di un anno di ricerche su due stazioni fisse nella Laguna di Marano (Alto Adriatico).

La comunità fitoplanctonica è caratterizzata da Diatomee e Cianoficee, quest'ultime più abbondanti nella stazione più prossima alla foce del fiume Aussa.

Quella zooplanctonica risulta impoverita rispetto al mare aperto ed è nettamente dominata durante tutto l'anno dal Copepode *Acartia clausi.* Quest'ultima, nonché il Cladocero *Podon polyphemoides* sembrano le uniche specie in grado di riprodursi in laguna. Le altre specie presenti sono verosimilmente oggetto di trasporto da parte del mare. Abbastanza ben rappresentata tra i Cladoceri, oltre a *Podon polyphemoides,* è *Penilia avirostris* che, tuttavia, non raggiunge in laguna le elevatissime percentuali riscontrate in mare aperto.

SUMMARY

The plankton community of Marano lagoon.

We describe the trend of the phyto- and zooplankton population during a year research in two fixed stations in the Marano lagoon (Northern Adriatic).

The phytoplankton community is characterized by Diatoms and by *Oscillatoriae,* more abundant in the station near the mouth of the Aussa river.

The zooplankton community appears reduced in comparison with that of the typical open sea, and it is clearly dominated throughout the year by the Copepod *Acartia clausi,* which, together with the Cladoceran *Podon polyphemoides,* can reproduce in the lagoon. The other species (*Oithona nana, Paracalanus parvus, Centropages typicus, Pseudocalanus*

elongatus, Clausocalanus sp.p. *Oncaea* sp.p. and *Temora longicornis)* are probably carried by the flood tide. Among the Cladocerans both *Penilia avirostris* and *Podon polyphemoides* are well represented, but the former does not reach the high percentages found the open sea.

Key words: plankton ecology - lagoons.

INTRODUZIONE

Mentre lo zooplàncton della laguna di Venezia è stato oggetto di numerose ricerche, lo studio del plancton delle lagune del Golfo di Trieste è molto recente, se si fa eccezione per i dati di TOLOMIO (1976a, 1976b). In particolare in una prima fase del lavoro sono stati studiati gli scambi tra il mare e le lagune a livello delle principali bocche della Laguna di Grado (FONDA UMANI e SPECCHI, 1976; FONDA UMANI, SPECCHI, BUDA e ZANOLLA, 1979). Per migliorare la conoscenza su questo argomento è stata iniziata una serie di raccolte nella Laguna di Marano.

MATERIALI E METODI

I campionamenti sono stati fatti con frequenza quindicinale su due stazioni: una al centro della laguna e una alle foci del fiume Aussa dal febbraio 1980 al al marzo 1981. Lo zooplancton è stato raccolto con rete WP 2 con 200 [µm di vuoto di maglia; le pescate, orizzontali, sono solo qualitative.

Il fitoplancton è stato raccolto solo in superficie con bottiglie della capacità di un litro.

Dopo le raccolte il fito e lo zooplancton venivano fissati con formalina neutralizzata rispettivamente al 4% e al 3%.

Lo studio dello zooplancton è stato fatto su subcampioni di consistenza tale da rappresentare significativamente il campione totale.

Il fitoplancton veniva studiato al microscopio rovesciato usando il metodo Üthermöl.

In corrispondenza di ogni pescata venivano rilevati la salinità e la temperatura.

OSSERVAZIONI

L'ambiente delle Lagune di Grado e di Marano

Le lagune di Grado e di Marano costituiscono un unico complesso e sono poste lungo la costa occidentale del Golfo di Trieste. Le loro acque

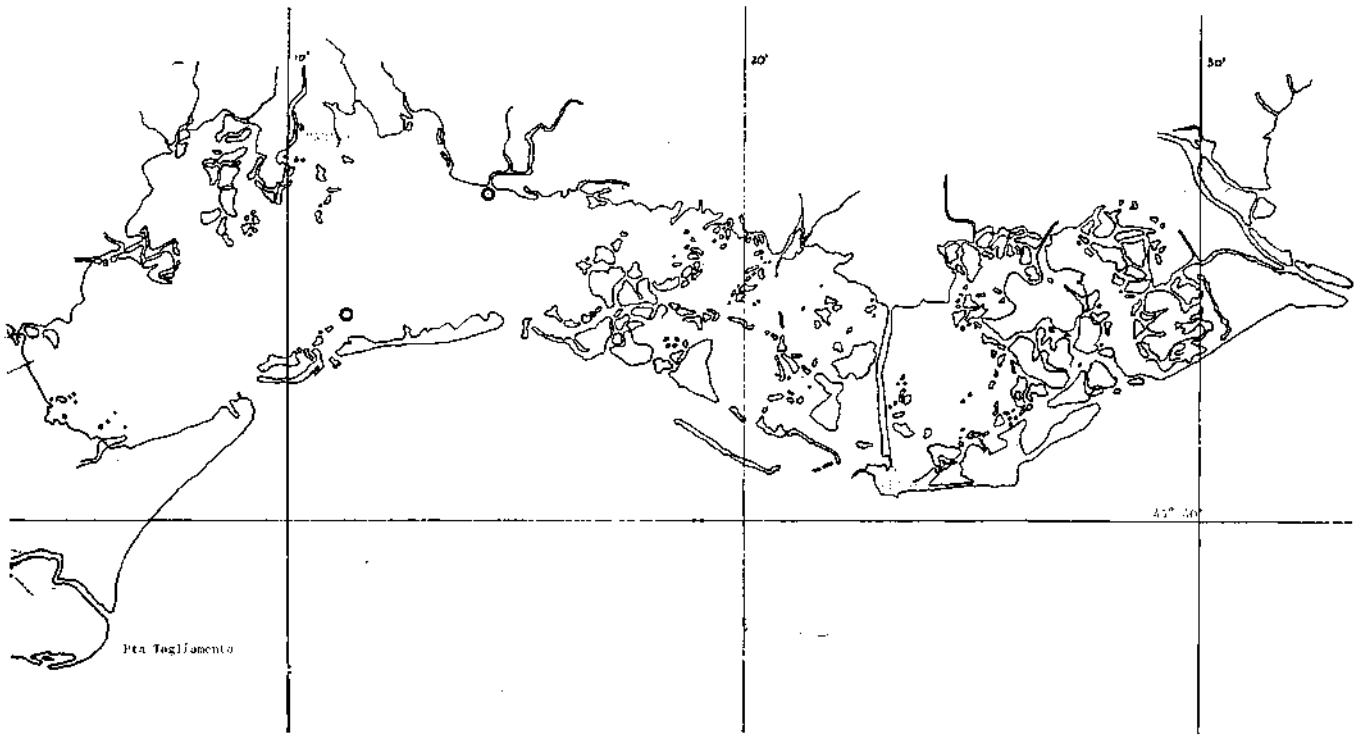


Fig. 1. — Laguna di Marano: stazioni fisse.

sono caratterizzate da un alto grado d'instabilità chimico-fisica dovuta a molteplici fattori quali l'apporto periodico di acqua dal mare attraverso le bocche (per la Laguna di Marano: Buso e Lignano) legato al ritmo di marea, l'apporto continuo e costante di acqua dolce da parte dei fiumi di risorgiva (Aussa, Corno, Stella, ecc.), la bassa profondità dei fondali (generalmente inferiore al metro, tranne che nei canali e in altri punti in cui il gioco delle correnti ha determinato un aumento della profondità (« gurghi » profondi anche 18 m), l'esposizione ai venti dominanti (soprattutto Bora, ENE), ecc.

Queste condizioni determinano ampie variazioni idrologiche superiori a quelle osservate nel Golfo di Trieste (SPECCHI e FAMIANI, 1976); ad esempio (fig. 2) la temperatura, che oscilla da un minimo di 4°C ad un massimo di 25°C, presenta valori estremi più bassi di quelli rilevati nel Golfo di Trieste. Ciò è agevolmente spiegabile se si pensa che durante l'estate la temperatura dell'acqua della Laguna di Marano viene mantenuta su valori bassi dall'acqua dei fiumi di risorgiva che vi si gettano e

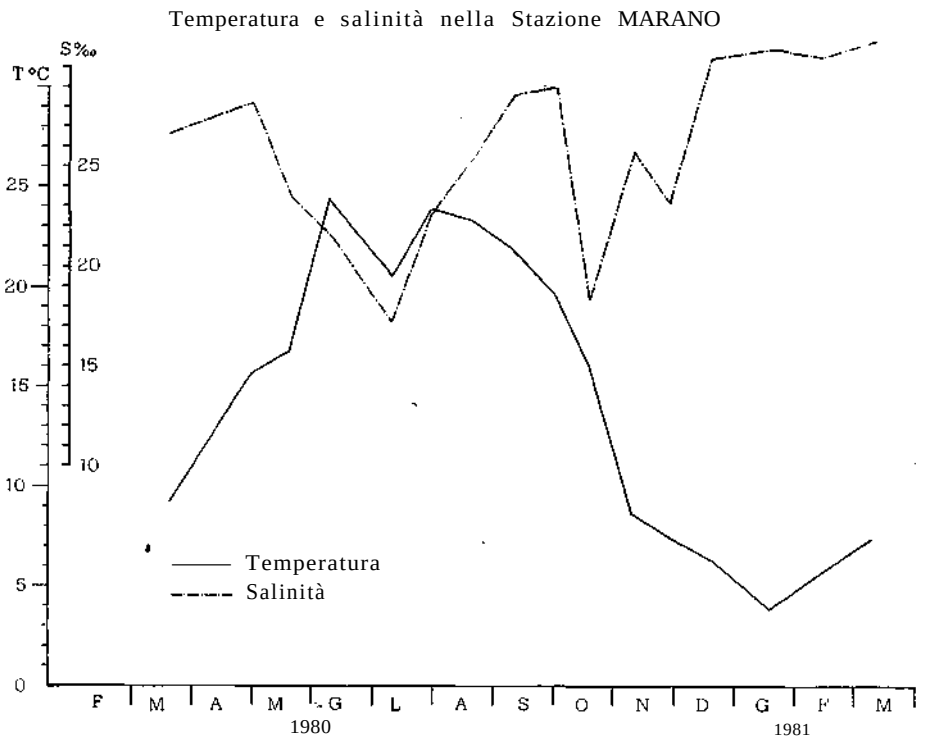


Fig. 2a. — Andamento della temperatura e della salinità della stazione di Marano.

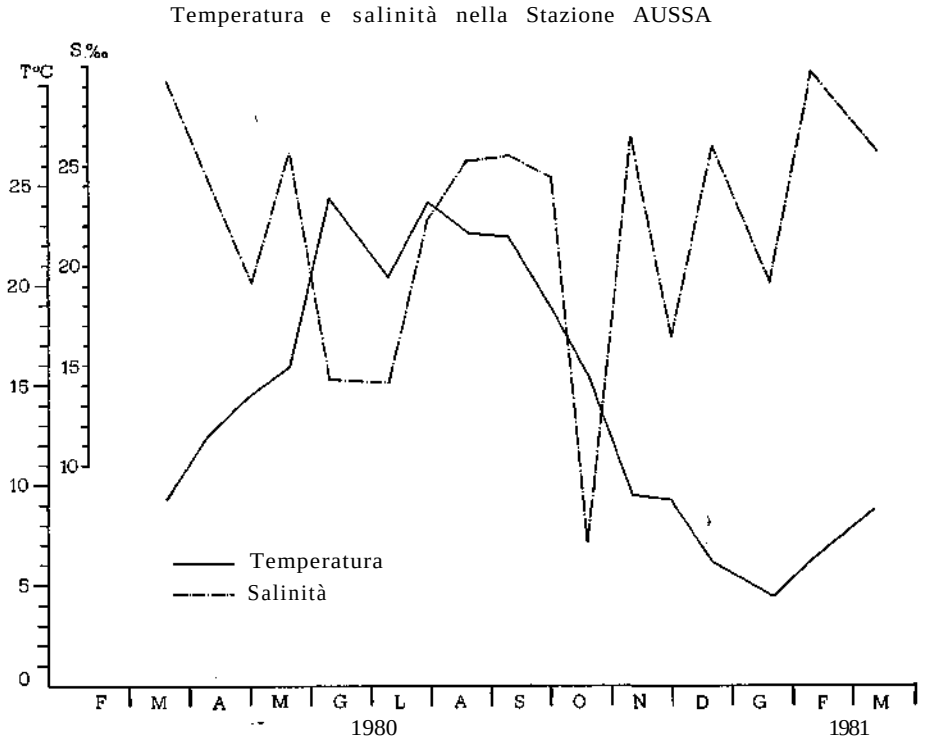


Fig. 2b. — Andamento della temperatura e della salinità nella stazione dell'Aussa.

che hanno temperature notevolmente inferiori (al massimo 18°C) a quelli del corpo recipiente. D'inverno il piccolo spessore dello strato d'acqua e la frequente presenza della Bora, permettono un raffreddamento notevole che spesso, soprattutto nelle acque meno profonde, causa la formazione di ghiaccio in superficie. Il massimo termico della prima decade di giugno corrisponde ad un generale riscaldamento di tutte le acque del Golfo di Trieste. La successiva e notevolissima diminuzione della temperatura osservata in luglio è correlata con un periodo di piogge, le quali, oltre ad abbassare direttamente la temperatura dell'acqua, provocano aumenti della portata dei fiumi di risorgiva, le cui acque, relativamente fredde, abbassano la temperatura di quelle lagunari. La salinità, più variabile nella stazione alle foci dell'Aussa per la presenza di acque dolci, varia da un minimo di 5‰, ad un massimo di 31‰, con un intervallo molto meno marcato di quello osservato nella Laguna di Grado (Di MARCOTULLIO, ecc., 1979) che andava da un minimo di 8.99‰ ad un massimo di 41.19‰. Si notano (fig. 2) due minimi: uno nel mese di luglio e uno di ottobre, entrambi in corrispondenza dei massimi stagionali di piovosità.

Il fitoplancton

In primavera, all'inizio del ciclo, predominano nettamente le Diatomee, sia Centriche che Pennate; le Peridinee, del resto mai molto abbondanti, compaiono più tardi e raggiungono le percentuali più elevate da maggio ad agosto, come era stato già osservato da TOLOMIO (1976b) nella Laguna di Marano. Anche dai nostri dati si nota che il valore del rapporto tra Diatomee e Peridinee (D/P) è superiore a quello riscontrabile in mare aperto, come era stato già messo in evidenza da TOLOMIO (1976C), a riprova della scarsa adattabilità delle Peridinee alle condizioni variabili dell'ambiente lagunare. Nei mesi autunnali-invernali, specialmente nella stazione alle foci dell Aussa, si trovano numerose Cianoficee (appartenenti soprattutto alla famiglia delle Oscillatoriacae) che testimoniano come vi sia un notevole contributo biologico al popolamento fitoplanctonico lagunare, oltre che da parte del mare, anche da parte delle acque dolci dei fiumi di risorgiva che sboccano in laguna. Anche le Crisoficee sono spesso più frequenti e meglio rappresentate nella stazione più vicina alla foce del fiume. D'altra parte questa stazione è più ricca anche in termini quantitativi, probabilmente proprio per l'apporto di nutrienti e per l'apporto di specie dulciacquicole che riescono a sopravvivere meglio in quest'area più influenzata dal fiume che non al centro della laguna. I massimi quantitativi cadono per entrambe le stazioni in marzo che è evidentemente il mese più favorevole per lo sviluppo fitoplanctonico anche in ambiente lagunare. Inoltre si notano altri massimi quantitativi, soprattutto nella stazione alle foci dell'Aussa, in novembre-dicembre e in maggio del 1980 dovuti entrambi ad elevate percentuali di Cianoficee. Questi massimi sono connessi verosimilmente a periodi di grande piovosità. La pioggia, direttamente e indirettamente, tramite le acque dei fiumi, ha determinato una diminuzione notevolissima della salinità (fig. 2) e un aumento dei nutrienti. Queste condizioni hanno permesso l'instaurarsi e il proliferare di specie tipicamente dulciacquicole che hanno determinato i massimi quantitativi summenzionati.

Lo zooplancton

La comunità zooplanctonica della Laguna di Marano è profondamente differente da quella del Golfo di Trieste. Quest'ultima è caratterizzata dalla presenza massiccia di Copepodi in tutte le stagioni tranne che in estate in cui prevale il Cladocero *Penilia avirostris* Dana, accompagnato da alcune specie dei generi *Evadne* e *Podon.* Nel Golfo di Trieste sono segnalate 6 specie di Cladoceri e cioè: *Penilia avirostris* Dana, *Podon polyphemoides* Leuckart, *P. intermedius* Lilljeborg, *Evadne tergestina*

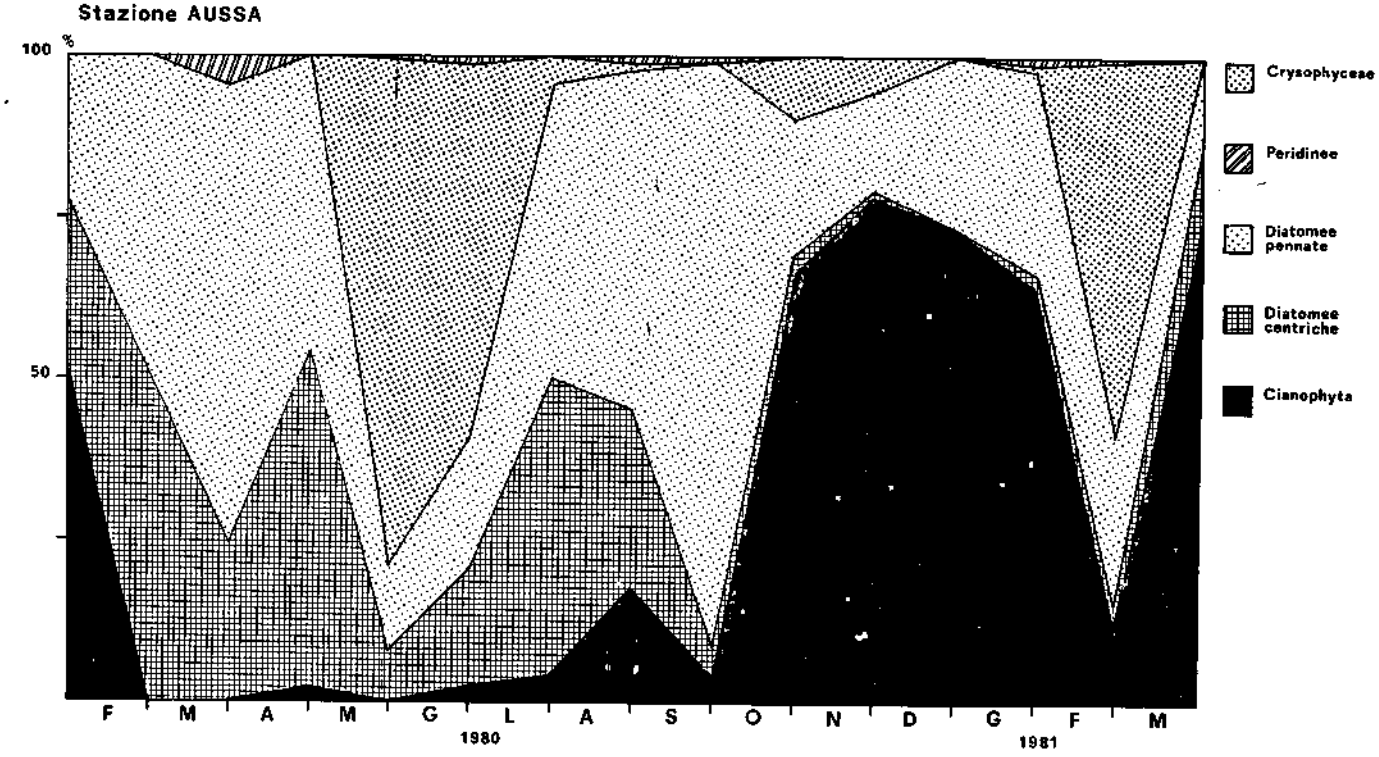


Fig. 3. — Composizione qualitativa percentuale del fitoplancton nella stazione alla foce del fiume Aussa.

Claus, *E. nordmanni* Lovén ed *E. spinifera* Müller e 30 specie di Copepodi tra i quali sono dominanti le specie tipicamente neritiche quali: *Paracalanus parvus* Claus, *Pseudocalanus elongatus* Boeck, *Clausocalanus* sp.p., *Oithona nana* Giesbrecht, O. *helgolandica* Claus, O. *plumifera* Baird, *Centropages typicus* Kröyer, *C. kröyeri* Giesbrecht, *Temora longicornis* Müller, *T. stylifera* Dana, *Oncaea* sp.p. ed *Acartia clausi* Giesbrecht. Quest'ultima è specie costantemente presente con massimi primaverili ed autunnali. Tuttavia .l'andamento della comunità zooplanctonica sembra essere condizionato da poche specie dominanti quali appunto *Acartia clausi* Giesbrecht, *Oithona* sp.p. e *Penilia avirostris* Dana e che le variazioni all'interno della composizione siano dovute alle interazioni dirette o indirette di queste specie, oltre che alle fluttuazioni delle condizioni ambientali (SPECCHI, FONDA UMANI e RADINI, 1981; SPECCHI e FONDA UMANI, 1981).

Nella Laguna di Marano la comunità planctonica è composta da un numero minore di specie — quasi un popolamento paucispecifico. Evidentemente la grande variabilità delle condizioni idrologiche opera una severa selezione su un popolamento a sua volta già formato da un numero di specie molto più piccolo rispetto a quello del Medio e Basso Adriatico. Infatti, pur essendo segnalate per la Laguna di Marano tutte le sei specie di Cladoceri e 25 specie di Copepodi, gran parte di essi sono presenti solo sporadicamente e inoltre il più delle volte si tratta di esemplari in cattive condizioni o addirittura morti che non hanno tollerato le condizioni dell'ambiente lagunare. In questa situazione sono solo poche le specie che concorrono effettivamente a costituire il popolamento zooplanctonico lagunare. La specie prevalente in entrambe le stazioni e per tutto l'anno è *Acartia clausi* pur con forti oscillazioni. È verosimile che questa sia l'unica specie di Copepode a riprodursi in laguna e ciò sarebbe avvalorato anche da numerosi ritrovamenti dei suoi stadi giovanili. Le altre specie di Copepodi abbastanza numerosi e segnatamente: *Oithona nana* Giesbrecht, *Paracalanus parvus* Claus, *Centropages typicus* Kröyer, *Pseudocalanus elongatus* Boeck, *Clausocalanus* sp.p., *Oncaea* sp.p. e *Temora longicornis* Müller probabilmente sono oggetto di trasporto dal mare alla laguna e presumibilmente in questo ambiente non sono in grado di riprodursi, anche se si tratta di forme neritiche costiere. I Cladoceri sono molto scarsi e rappresentati quasi esclusivamente da *Penilia avirostris* Dana e *Podon polyphemoides* Leuckart. *Penilia avirostris* compare solamente ad agosto, quindi con un ritardo di circa due mesi rispetto all'inizio della sciamatura in mare aperto (SPECCHI e FONDA, 1974) e raggiunge al massimo percentuali del 10% sul totale della popolazione zooplanctonica, mentre nella comunità del Golfo di Trieste raggiunge durante l'estate per-

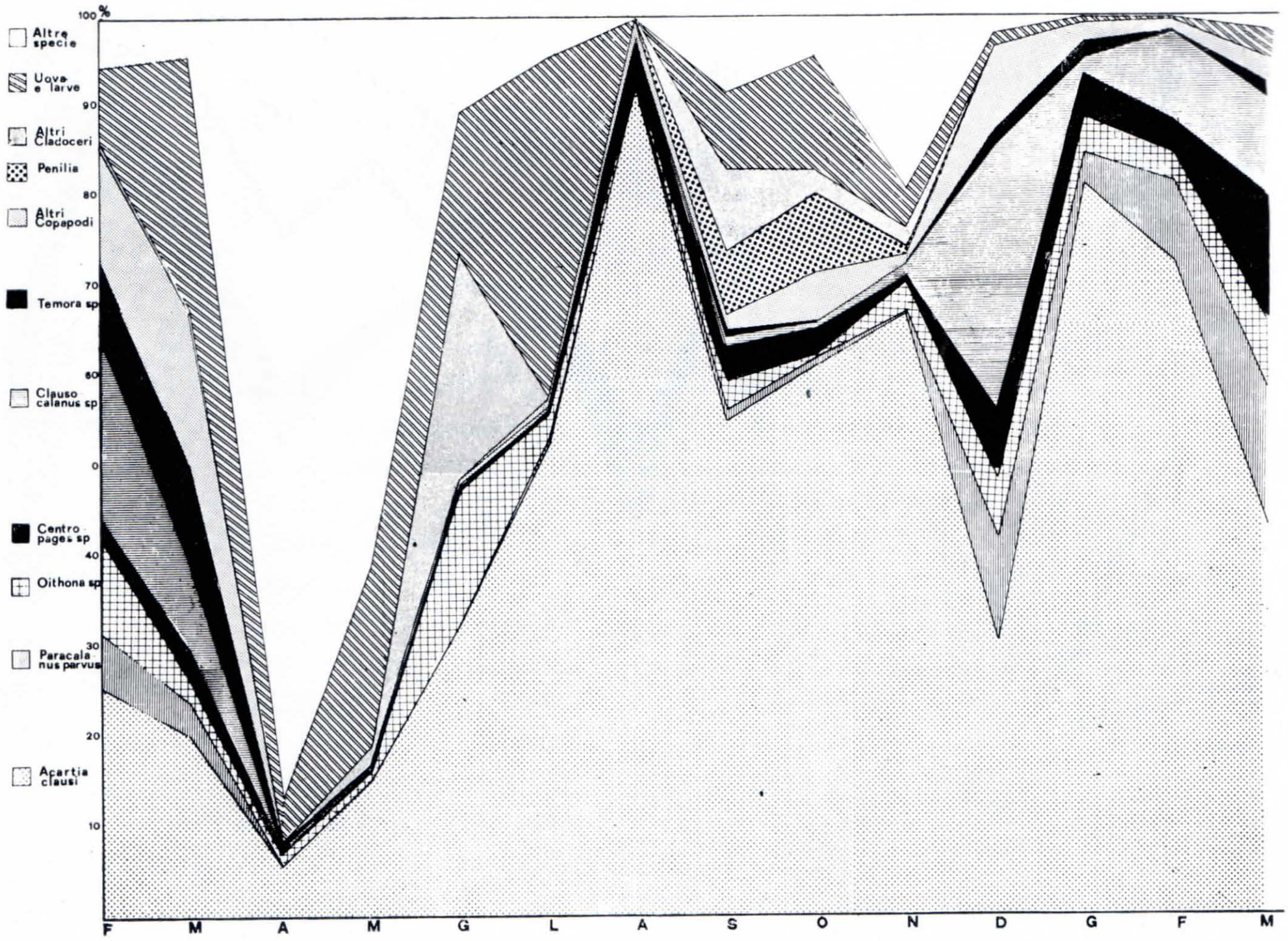


Fig. 4. — Composizione qualitativa percentuale dello zooplancton nella stazione al centro della laguna.

centuali anche del 70-80% (Specchi, Fonda Umani e Radini, 1981). *Podon polyphemoides* è il Cladocero meglio rappresentato in primavera e alla fine dell'estate in relazione forse alla sua predilezione per ben precise condizioni tra cui i bassi fondali, la prossimità delle rive e la bassa salinità. Un altro elemento molto importante in certi periodi, in particolare in maggio e giugno, è *Noctiluca miliaris* Suriray che da qualche anno stagionalmente presenta imponenti fioriture anche nel Golfo di Trieste e che alla luce dei dati finora raccolti, come si può notare anche dalle figg. 4 e 5 sembra essere l'unica specie in grado di dividere il primato con *Acartia clausi* Giesbrecht.

Nella stazione alle foci dell'Aussa, che è spesso vettore di notevoli quantità di sostanze inquinanti provenienti da un grande complesso industriale situato lungo le sue rive, in cui le condizioni idrologiche sono più instabili, come è già stato detto, di quelle rilevate al centro della laguna, anche la comunità zooplanctonica presenta una notevole variabilità

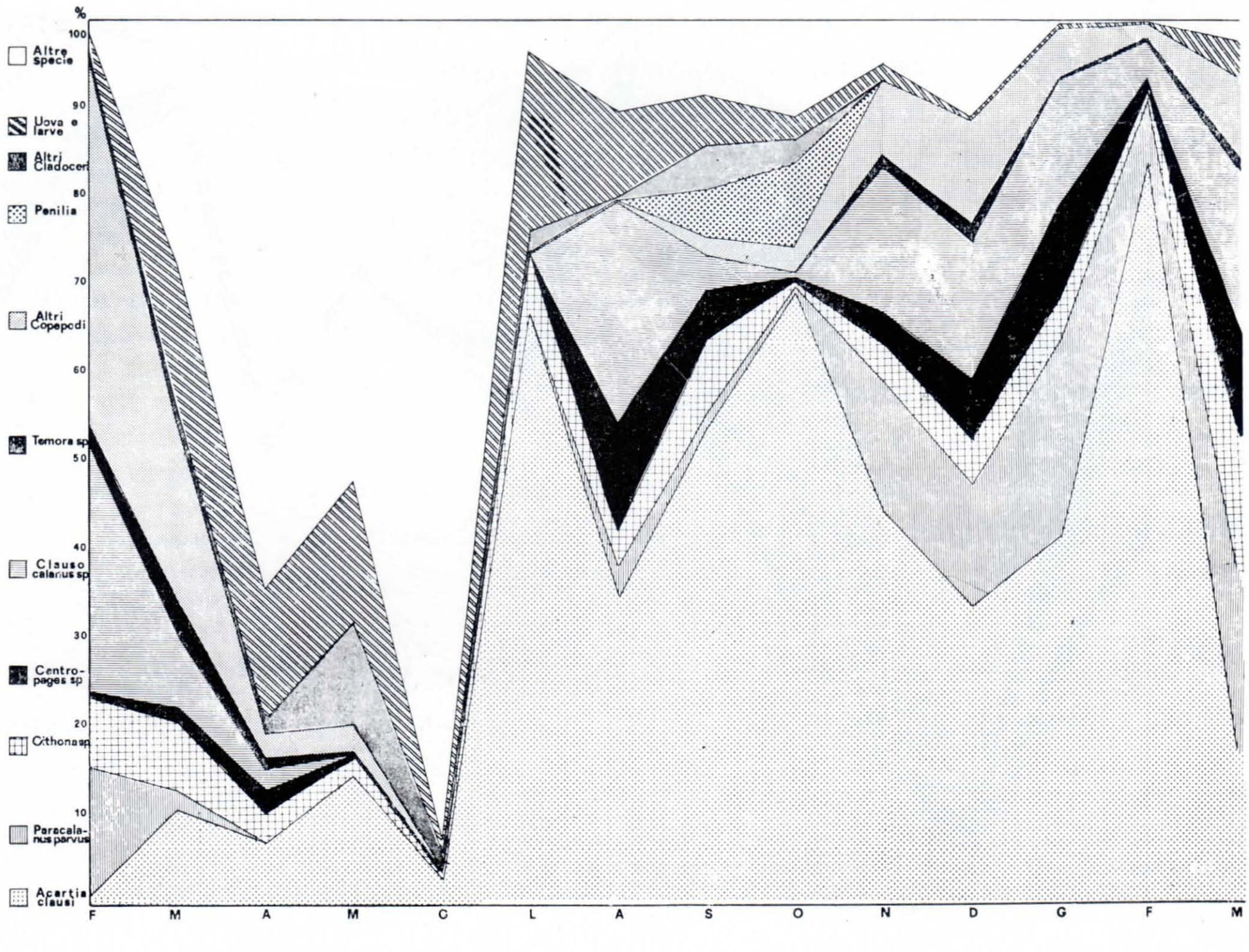


Fig. 5. — Composizione qualitativa percentuale dello zooplancton nella stazione alla foce del fiume Aussa.

sia sotto l'aspetto qualitativo, ma soprattutto quantitativo e inoltre presenta dei notevoli sfasamenti nell'andamento nel tempo rispetto alla stazione di Marano.

CONCLUSIONE

In definitiva l'ambiente lagunare opera un'intensa selezione sulla comunità planctonica del Golfo di Trieste, già di per se stessa ridotta rispetto a quella del mare aperto. Nella Laguna di Marano, pur essendo presenti quasi tutte le specie segnalate nel Golfo di Trieste, comincia a delinearsi una situazione descritta per altre località, non solo del Mediterraneo, caratterizzata dalla dominanza quasi assoluta di *Acartia clausi* come ad esempio nella Sacca del Canarin (Delta del Po) riportata da FERRARI, GANDOLFI e STEFANIN (1978), nel porto di Milazzo (GUGLIELMO, 1973), nel porto di Marsiglia (PATRITI, BLANC e CUBIZOLLES-BASTIANI, 1979)

a Ria de Vigo (Spagna) (ALCARAZ, 1979) nella Baia di Maizuru (Giappone) (FURUHASHI, 1976) o dalla congenere *Acartia tonsa* Dana ad esempio alle foci del fiume Patuxent (USA) (HEINLE, 1966).

BIBLIOGRAFIA

ALCARAZ M., 1979 — Coexistence of congeneris pelagic Copepods: the *Acartia* complex in the Ria of Vigo (NW of Spain). — *Int. Counc. Explor. Sea, C.M.* 1979 L: 18.

Di MARCOTULLIO A., GHIRARDELLI E., OREL G., SPECCHI M., STRAVISI F. e VALLI G., 1979 — Acquisizione dei dati meteorologici ed idrologici lagunari. — *Le lagune di Grado e di Marano, Reg. Aut. Friuli Venezia Giulia, Ass. Industria e Comm.,* 63-109.

FERRARI I., GANDOLFI G. e STEFANIN A., 1978 — Lo zooplancton della Sacca del Canarin (Delta del Po): composizione e ruolo nell'alimentazione dei pesci planctonofagi. — *Atti Soc. ital. Sci. nat. Museo civ. Stor. nat. Milano,* 119 (3-4): 211-228.

FONDA UMANI S. e SPECCHI M., 1979 — Dati quantitativi sullo zooplancton raccolto presso le due bocche principali della Laguna di Grano (Alto Adriatico). — *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat. Mem. ser. B,* 86 *(suppl.to):* 89-93.

FONDA UMANI S., SPECCHI M., BUDA DANCEVICH M. e ZANOLLA F., 1979 — Lo zooplancton raccolto presso le due bocche principali della Laguna di Grado (Alto Adriatico - Golfo di Trieste). I Dati quantitativi. — *Boll. Soc. Adriatica Sc,* 63: 83-95.

FURUHASHI F., 1976 — Diel Vertical migration suspected in some Copepods and Chaetognaths in the inlet waters with a special reference to behavioural differences between male and female, noted in the former. — *Publ. Seto Mar. Biol. Lab.,* 22 (6): 355-370.

GUGLIELMO L., 1973 — Distribuzione quantitativa dello zooplancton in aree portuali inquinate della Sicilia orientale (Milazzo ed Augusta). — *Atti* 5° *Coll. Int. Oceanogr. Med. Messina,* 399-422.

HEINLE D. R., 1966 — Production of a Calanoid Copepod *Acartia tonsa* in the Patuxent River Estuary. — *Cheasapeake Science,* 7: 59-74.

PATRITI G., BLANC F. e CUBIZOLLES-BASTIANI F., 1979 — Système planctonique en milieu portuaire (Port de Marseille). Structure et fonctionnement. Etude chronologique. — *Téthys,* 9 (2): 137-148.

SPECCHI M. e FONDA S., 1974 — Alcune osservazioni sul ciclo biologico di *Penilia avirostris* Dana nel Golfo di Trieste. — *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.,* 29 (1): 11-19.

SPECCHI M. e FAMIANI L., 1976 — Alcune osservazioni idrobiologiche in una stazione fissa del Golfo di Trieste (Alto Adriatico). — *Arch. Oceanogr. Limnol.,* 18 (3): 255-264.

SPECCHI M. e FONDA UMANI S., 1981 — Copepods of the Gulf of Trieste. — *Symposium «The Adriatic Sea» Rovinj* (in stampa).

SPECCHI M., FONDA UMANI S. e RADINI G., 1981 — Les fluctuations du zooplancton dans une station fixe du Golfe de Trieste (Haute Adriatique). — *Rapp. Comm. int. Mer Medit.,* 27 (7): 97-100.

TOLOMIO C, 1976a — Su la vivificazione marina attraverso il porto-canale di Primero (Laguna di Grado). — *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.,* 31 (1/2): 319-327.

TOLOMIO C., 1976b — Variazioni stagionali del fitoplancton nella Laguna di Marano (Udine). — *Pubbl. Sta. Zool. Napoli*, 40: 133-237.

TOLOMIO C, 1976C — Problematica e dinamica del fitoplancton nelle acque salmastre. — *Arch. Oceanogr. Limnol.*, 18 *(suppl.to):* 343-356.

Indirizzo degli Autori. — Istituto di Zoologia ed Anatomia comparata dell'Università di Trieste, Via Valerio 32, Trieste.

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.), 2 1982, pp. 337-359

GIUSEPPE A. MAGAZZÙ

LA CRESCITA FITOPLANCTONICA IN ALCUNI AMBIENTI LAGUNARI DEL MAR MEDITERRANEO

RIASSUNTO

Viene effettuata una stima del tasso specifico di crescita delle biocenosi fitoplanctoniche di cinque ambienti lagunari del Mar Mediterraneo. I risultati, espressi in raddoppi di carbonio cellulare/giorno (doubling/day), sono stati ottenuti mediante misure del tasso fotosintetico e determinazioni di clorofilla attiva dall'espressione:

$$\mu\ (\text{dupl./giorno}) = \frac{1}{\Delta t} \log_2 \frac{(R + PB)}{R}$$

Il valore di R, rapporto del C fitoplanctonico con la clorofilla non degradata, è stato calcolato per ciascun ambiente e stagione da misure del Numero di Assimilazione PmB, utilizzando le relazioni che legano quest'ultimo alla temperatura ed a μ.

In due delle lagune studiate (Laguna di Venezia e Rada di Augusta) erano in atto, al momento delle misure, dei « blooms » fitoplanctonici causati da crisi eutrofiche. Il tasso di crescita è stato stimato in 1.4 (max 2.3) e 1.5 (max 2.7) dupl./giorno, rispettivamente. Delle altre lagune, quella del Faro, esaminata durante il periodo invernale (gennaio-marzo), pur risultando caratterizzata da una biomassa e un tasso fotosintetico elevati, ha esibito valori di crescita stazionari e relativamente modesti: media generale di 0.37 dupl./giorno con min 0.31 e max 0.48 dupl./giorno. Per lo Stagnone di Marsala e l'area lagunare di Taranto sono stati presi in considerazione due cicli stagionali completi. La media dei valori stagionali per Taranto è risultata di 0.31 dupl./giorno (min. 0.03, max 0.91), inferiore a quella dello Stagnone che è stata di 0,93 dupl./giorno (min 0.44, max 2.28) nonostante la notevole consistenza della biomassa e del tasso fotosintetico verificati specialmente nel Mar Piccolo di Taranto. In ogni caso, i valori massimi del Tasso Specifico di Crescita delle biocenosi fito-

planctoniche lagunari studiate sono stati osservati in corrispondenza delle temperature più elevate.

L'analisi di regressione multipla fra sei parametri, scelti a definire l'ecosistema, e il tasso di crescita ha consentito di individuare nella temperatura e nel Numero di Assimilazione le variabili più significative con un'incidenza sulle variazioni di μ superiore al 50% mentre l'apporto dei nutrienti e della clorofilla è risultato trascurabile.

Il numero e il Quoziente di Assimilazione, infine, sono apparsi correlati in modo altamente significativo con la temperatura, secondo un andamento di tipo esponenziale.

SUMMARY

Phytoplankton growth-rate estimates in some brackish lagoons of the Mediterranean sea.

Estimates of phytoplankton growth-rate in five brackish lagoons of the Mediterranean Sea were calculated using an equation expressing μ, the doubling of cellular carbon/day, in terms of the C/chlorophyll a ratio and the photosynthetic rate per weight of chlorophyll a:

$$\mu = \frac{1}{\Delta t} \log_2 \frac{(R + PB)}{R}$$

R was derived seasonally and locally using the Assimilation Numbers and the relationship between T° and μ max proposed by Eppley.

In the Venice lagoon and in the Rada di Augusta sampling was carried out during an eutrophic bloom. The mean specific growth rates were 1.4 (max 2.3) and 1.5 (max 2.7) doubling/day respectively. In the Faro lake, studied only in winter, values of μ were quite constant and low (0.37 doubling/day, range: 0.31-0.48) associated with nutrient-rich and productive waters. An opposite trend was found in the Stagnone di Marsala: higher growth rates (0.93 doubl./day, range: 0.04-2.28) associated with nutrient-poor waters. In the Taranto lagoon area μ averaged 0.31 doubl./day (range: 0.03-0.91) with high biomass and nutrients concentrations. Maxima of specific growth rate, however, occurred last summer, associated with the highest temperatures.

A step-wise multiple regression analysis, using a set of 6 independent variables representative of the ecosystems, has shown that temperature and Assimilation Number were the most significant contributors (> 50%) of the observed variation in μ, while nutrients (PO_4 and NH_4) and chlorophyll contributions were insignificant.

Assimilation Numbers and photosynthetic rate per weight of chlorophyll a, in a separate regressione analysis, were highly correlated with temperature in an exponential pattern.

Key words: Phytoplankton - lagoons - Mediterranean.

INTRODUZIONE

La produzione di materia vivente nel mare si basa sulla crescita del fitoplancton nella zona eufotica e nel trasferimento del materiale prodotto ai livelli superiori. Alla crescita fitoplanctonica sono collegati innumerevoli processi secondari interdipendenti i cui effetti, non ancora del tutto chiari,

esercitano un'influenza spesso decisiva sul processo primario rendendo difficile la sua interpretazione. Anche per questi motivi la misura del tasso di crescita del fitoplancton in ambienti naturali non può, a tutt'oggi, considerarsi una procedura di routine. Inoltre, altre difficoltà ne hanno limitato la diffusione come l'inadeguatezza dei metodi analitici e una certa resistenza dimostrata in passato dai biologi marini ad accettare misure di tipo dinamico negli ambienti naturali. Tuttavia, superata almeno questa ultima posizione mentale grazie ai progressi degli studi sulla dinamica delle popolazioni e sulla applicabilità di modelli matematici in grado di prevedere lo sviluppo degli ecosistemi acquatici, sono rimaste le non poche difficoltà di carattere metodologico.

La determinazione del tasso di crescita, μ, richiede, infatti, una misura istantanea dello « standing stock » in unità di massa e il tasso orario o giornaliero della medesima grandezza. Fra i componenti cellulari, probabilmente, neanche il carbonio può fornire misure accurate del tasso di crescita dal momento che i prodotti finali della sintesi e lo stesso tasso di assimilazione dei nutrienti della cellula fitoplanctonica non aumentano esponenzialmente con la medesima velocità. Il concetto di « crescita bilanciata » è fondamentale, come puntualizzato da SHUTER (1979) e più recentemente da EPPLEY (in corso di stampa), per l'impiego dei parametri necessari alle misure del tasso di crescita. Il problema deriva dal fatto che le cellule fitoplanctoniche crescono e si dividono in un ambiente naturale caratterizzato da cicli nictimerali. In tali condizioni le velocità dei processi misurati per brevi periodi possono non riflettere un ciclo giorno-notte di 24 ore. In queste condizioni i tassi di sintesi dei prodotti finali della fotosintesi possono variare nelle loro porzioni relative e dipendono fortemente dalle condizioni ambientali attuali o storiche intrinseche all'ecosistema (MORRIS, in corso di stampa). Pertanto, condizioni che favoriscano l'aumento della sintesi dei prodotti di riserva, ad esempio, possono fornire valori del tasso di crescita superiori al reale in quanto la cellula tende ad accumulare e non a dividersi. Comunque sia, allo stato attuale delle nostre conoscenze la misura accurata dello « standing stock » e quella del tasso di assimilazione del carbonio, magari estesa ad un congruo periodo di tempo, costituiscono uno dei metodi più realistici. Però, se da una parte il tasso orario e giornaliero dell'assimilazione del carbonio può considerarsi una misura sufficientemente agevole e precisa mediante la tecnica del C^{14} i metodi per l'analisi diretta del carbonio cellulare nelle acque marine sono scarsamente precisi a causa delle interferenze dovute all'impossibilità di separare la componente di detrito organico ed inorganico del C (EPPLEY, 1972; EPPLEY *et al.*, 1977). Di norma si impiegano metodi indiretti sulla cui validità il precedente Autore fornisce una

dettagliata analisi critica. Ulteriori limitazioni per l'uso di tali metodologie vengono segnalate da BANSE (1980) mentre quelle dirette — osservazione microscopica durante il periodo della divisione cellulare — (SWIFT e DURBIN, 1972; WEILER, 1980) risultano di scarsa applicabilità routinaria negli ambienti naturali e, comunque, limitate ad una o due specie dell'intera biocenosi planctonica.

In considerazione delle suesposte difficoltà, per questo studio, che intende fornire delle stime preliminari sul tasso della crescita fitoplanctonica nei nostri ambienti lagunari, è stato utilizzato un metodo teorico-sperimentale che collega direttamente alcuni importanti indici fisiologici delle biocenosi planctoniche: il Numero di Assimilazione, la temperatura, il rapporto C/clorofilla e μ max. Esso ha già fornito risultati accettabili per le acque marine del largo (MAGAZZÙ, in preparazione) e probabilmente sarà possibile migliorarne la formulazione. E' certo tuttavia, che una misura più realistica di μ potrà essere ottenuta dal concorso di più tecniche sperimentali che tengano in conto la complessa fisiologia della crescita planctonica.

MATERIALI E METODI

I campioni sono stati prelevati ed analizzati in occasione di una serie di studi effettuati in vari ambienti lagunari e salmastri delle coste italiane. La prima indagine in ordine di tempo è stata un ciclo stagionale, dal settembre 1972 al luglio 1973, nell'area lagunare del Golfo di Taranto. Il secondo studio è stato limitato alle condizioni invernali (gennaio-marzo 1972) del Lago di Faro, all'estremo N della Sicilia orientale. Un altro ciclo stagionale di quattro prelievi è stato effettuato dal luglio 1975 al maggio 1976 nello Stagnone di Marsala, lungo le coste occidentali siciliane. Gli studi nella Laguna Veneta si sono protratti da agosto a settembre del 1976 e da giugno a luglio del 1977, in occasione di una vasta indagine coordinata dalla TECNECO sulle condizioni ambientali della Laguna Veneta. I dati della Rada di Augusta, infine, si riferiscono ad una ricerca effettuata in corrispondenza dei massicci fenomeni di eutrofia osservati nella, Rada durante il settembre del 1977.

Nelle figg. 1-4 vengono indicati i punti di stazione per ogni laguna. Informazioni dettagliate sulle osservazioni chimico-fisiche e biologiche sono parzialmente disponibili in letteratura (PANELLA, in corso di stampa; MAGAZZÙ, 1977a-b; CESCON et al., 1980).

Il tasso fotosintetico è stato misurato *in situ* con la tecnica del C^{14}; inoltre, un sub-campione (Taranto e Marsala) è stato incubato a luce

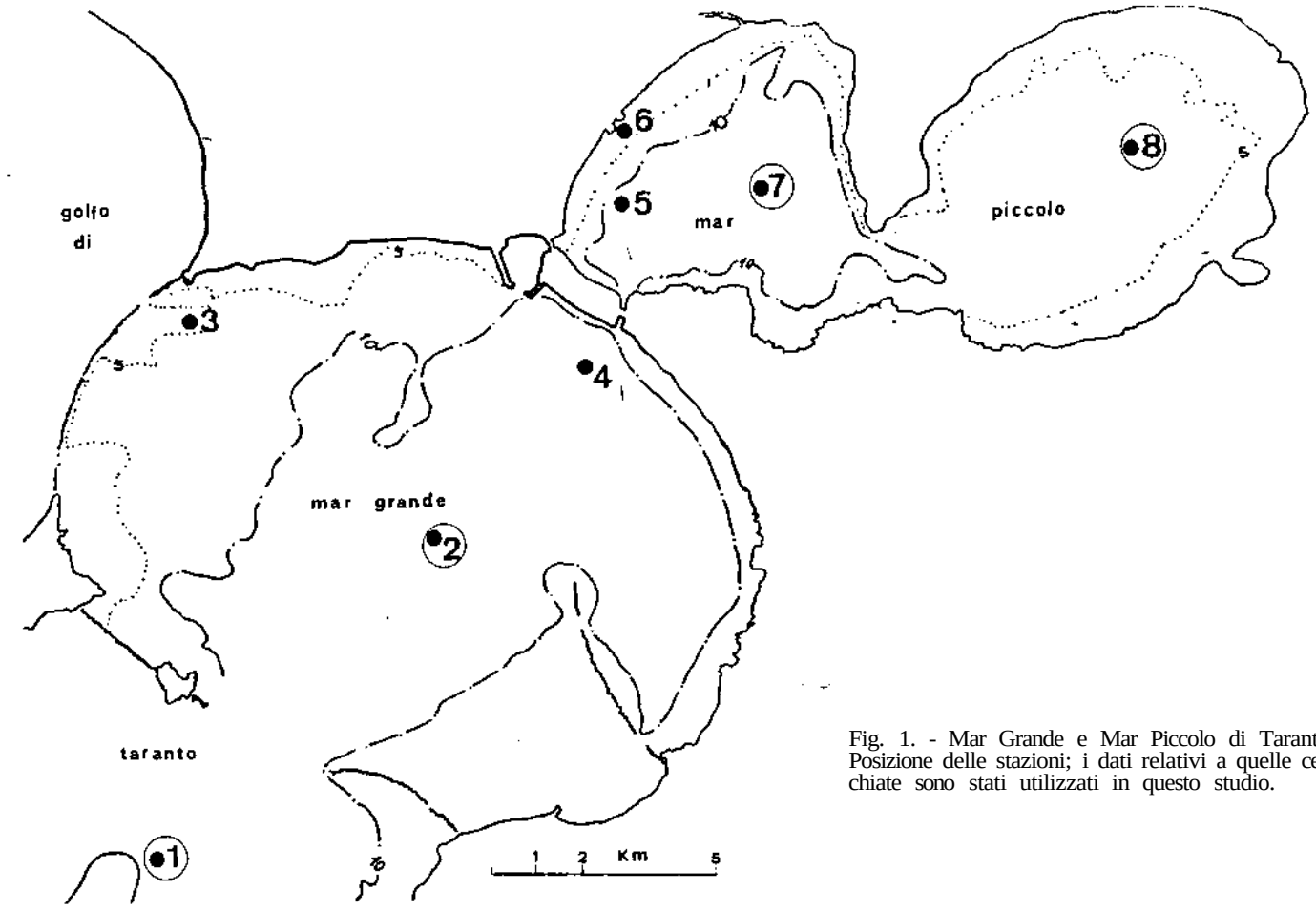


Fig. 1. - Mar Grande e Mar Piccolo di Taranto. Posizione delle stazioni; i dati relativi a quelle cerchiate sono stati utilizzati in questo studio.

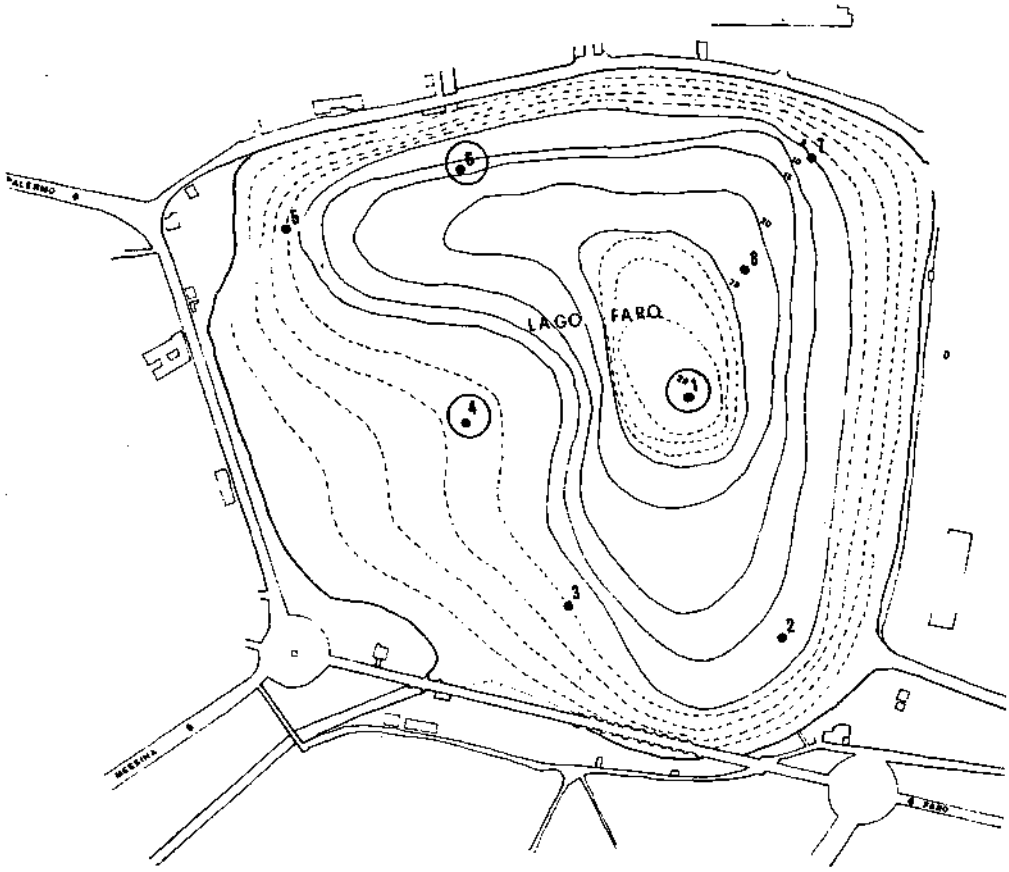


Fig. 2. - Lago del Faro. Posizione delle stazioni; i dati relativi a quelle cerchiate sono stati utilizzati in questo studio.

costante (0.1 ly/min. - 70 W/m^2) e alla temperatura di superficie per la misura del Numero di Assimilazione (N.A.). Questa intensità luminosa risulta compresa nell'intervallo di 0.04-0.2 ly/min. (28-140 W/m^2) indicato da RYTHER (1956) per l'inizio dei fenomeni di fotoinibizione per il fitoplancton e può considerarsi ottimale o di « sub-saturazione » per la crescita algale (PARSONS, TAKAHASHI e HARGRAVE, 1977; PLATT e JASS¬ BY, 1976). La clorofilla attiva è stata determinata con il metodo spettro¬ fluorimetrico. Per i procedimenti analitici si è proceduto secondo quanto

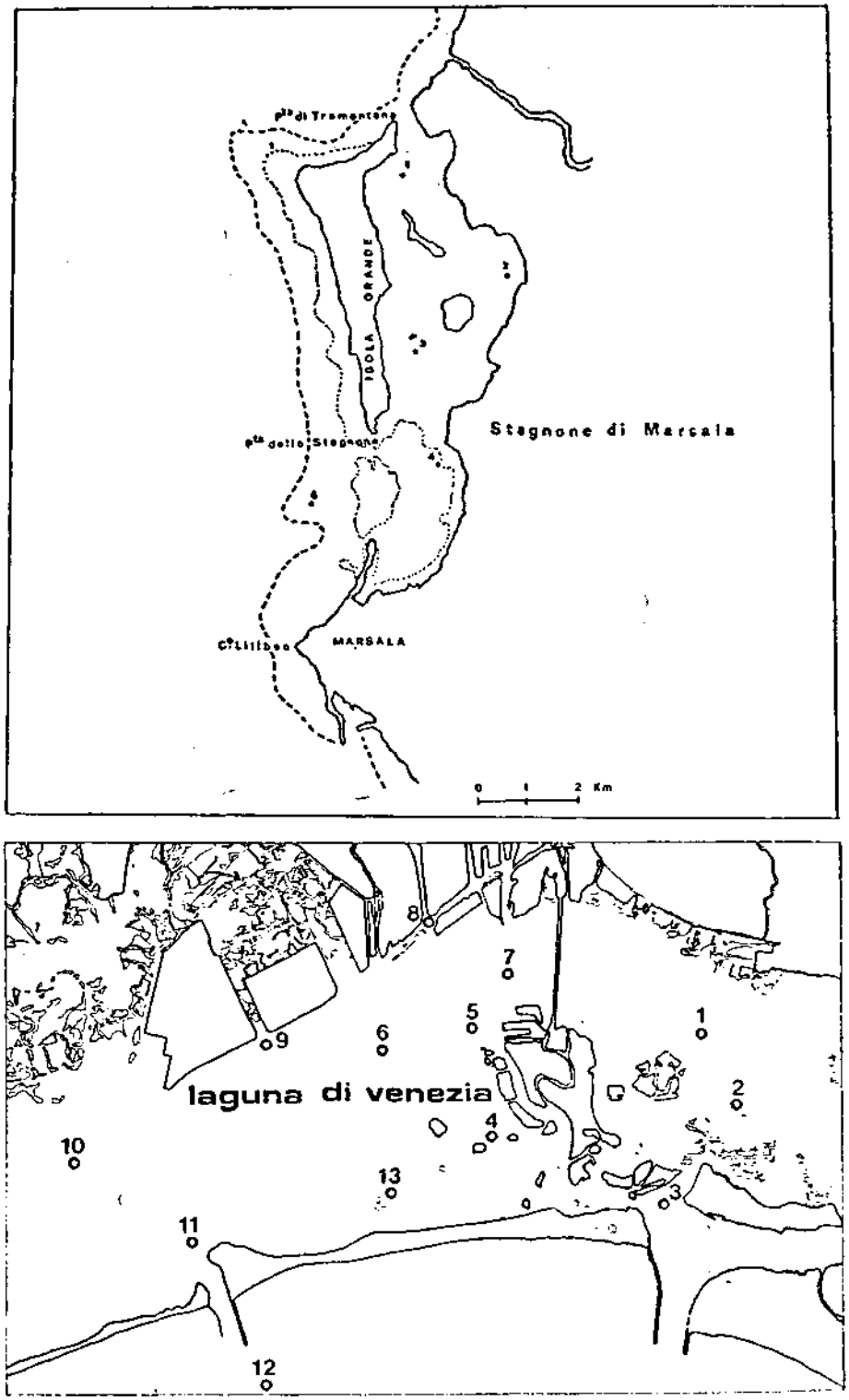


Fig. 3. - Stagnone di Marsale e Laguna Veneta. Posizione delle stazioni.

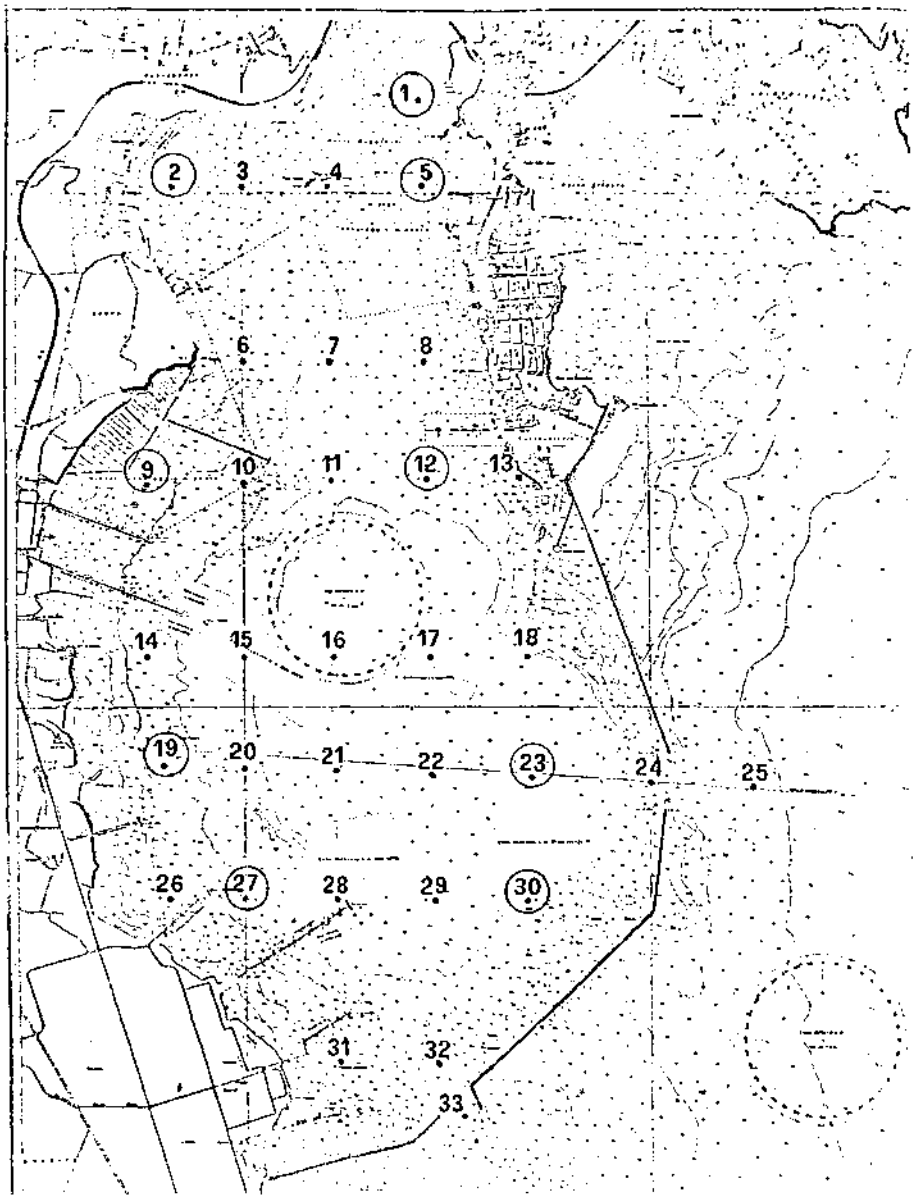


Fig. 4. - Rada di Augusta. Posizione delle stazioni; i dati relativi a quelle cerchiate sono stati utilizzati in questo studio.

descritto in « Metodi per lo studio del plancton e della produzione primaria » (MAGAZZÙ, 1978). La temperatura, i sali nutritivi e gli altri parametri qui utilizzati sono stati ottenuti secondo le metodiche di STRICKLAND e PARSONS (1972) e GENOVESE e MAGAZZÙ (1969). La radiazione totale incidente è stata calcolata da misure piranografiche dirette (Taranto, Faro, Marsala) o stimata (Venezia e Augusta) utilizzando la formula.

$$\bar{I} = \bar{I}O\,(0.3 + 0.7\,Sr)\ ly/giorno$$

riportata da VOLLENWEIDER (1974) e le registrazioni di un eliofanografo. Il valore della PAR, E 350-700 in, ly/giorno, infine, è stato ottenuto moltiplicando la radiazione totale incidente per il fattore 0.425 (MOREL e SMITH, 1974).

Il Tasso Specifico di Crescita, μ, espresso in raddoppi di carbonio cellulare/giorno (doublings/day) è stato calcolato per ciascuna quota di campionamento (Taranto, Faro, Marsala) o solamente in superficie (Venezia, Augusta) in dipendenza della disponibilità delle misure di C^{14} o di clorofilla e della profondità del luogo. Per la sua determinazione è stata utilizzata un'equazione che esprime μ in termini di PB, il tasso fotosintetico per unità di clorofilla a, e del rapporto carbonio fitoplanctonico/clorofilla, C/CHL, parametri di rilevante interesse per lo studio della fisiologia del plancton vegetale:

$$\mu = \frac{1}{\Delta t} \log_2 \frac{(R + PB)}{R} \qquad (1)$$

dove Δt = intervallo di tempo utilizzato per la misura di PB, espresso in giorni;
R = rapporto C/CHL;
PB = quoziente di assimilazione espresso in mg $C/m^3/h/mg$ CHL a/m^3.

Il valore del rapporto R è stato ricavato per gruppi omogenei di misure nello stesso ambiente e nel medesimo periodo in base a considerazioni teoriche e dati sperimentali utilizzando i rapporti che legano μ max, il valore massimo predicibile del tasso specifico di crescita, alla temperatura per un'illuminazione 12 ore (EPPLEY, 1972):

$$\mu\,max = \frac{1}{2}\,(0.851 \times 1.066^{T}) \qquad (2)$$

ed il Numero di Assimilazione più elevato, PmB, misurato mediante le incubazioni a luce costante nella colonna d'acqua. Ponendo nella (1) al posto di μ e PB rispettivamente μ max e PmB e uguagliandola alla (2) si ottiene:

$$\frac{1}{2}(0.851 \times 1.066^{T}) = \frac{1}{\Delta t}\log_2\frac{(R + PmB)}{R} \qquad (3)$$

dalla quale, infine, si calcola R. In effetti, per le lagune dove si è campionato solo in superficie (Venezia e Augusta) non essendo disponibili misure dirette del N.A., in luogo di questo si è utilizzato il quoziente di assimilazione PB nell'ipotesi che quest'ultimo non si sarebbe discostato di molto da PmB per campioni esposti in superficie ad intensità prossime a quelle dell'incubatore.

In definitiva, si può osservare (fig. 5) che per ogni ambiente e durante il medesimo periodo i valori del N.A. si situano, in modo più o meno omogeneo, in zone comprese fra isolinee di A.N. ottenute dall'equazione (3) per diversi valori di R. I punti sperimentali del N.A. si dispongono, per campagna e per laguna, in zone di dispersione limitate da una curva corrispondente ad un dato valore di R, il minimo possibile, nelle condizioni sperimentali osservate.

RISULTATI

Nelle cinque lagune studiate sono state eseguite 79 prove sperimentali di cui 76 complete dei 6 parametri utilizzati in questo studio. I valori relativi alle stazioni di Taranto, Faro e Marsala, però, sono le medie ponderate di più quote in ognuna delle quali sono state eseguite tutte le misure sperimentali. Il totale dei dati utilizzati nelle analisi statistiche, pertanto, supera 700.

Nella tab. 1 vengono riassunti per ciascuna laguna e per tutti i risultati la media, la deviazione standard e il campo di variazione dei 6 parametri sperimentali e di quello derivato μ. La scelta dei parametri è stata indirizzata a comprendere le variabili più rappresentative dell'ecosistema: la temperatura (T) e la radiazione solare disponibile alla superficie per la fotosintesi, PAR, (E) come elementi di definizione delle condizioni fisiche. I fosfati (PO_4), l'ammoniaca (NH_4) e la clorofilla a (CHL) come indici, rispettivamente, del trofismo e della biomassa fitoplanctonica del sistema.

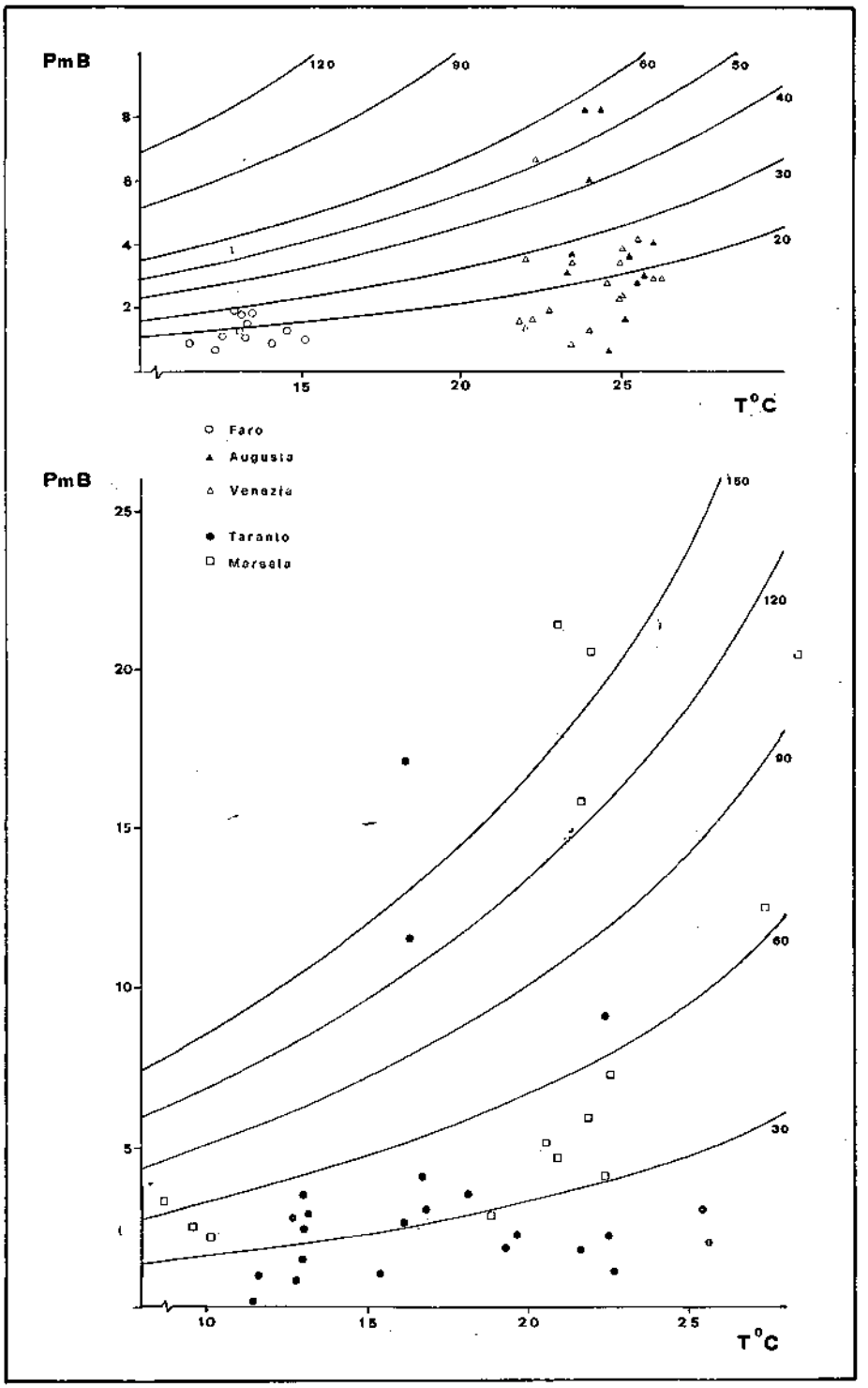


Fig. 5. - Dispersione del N. di Assimilazione (PmB) con la temperatura (T). Le esolinee rappresentano l'andamento del N.A. al variare del rapporto C/Clorofilla. Spiegazioni nel testo.

Tab. 1 — T = temperatura in C°. E = Radiazione solare disponibile per la fotosintesi in ly/giorno. PO_4 = Fosfati solubili in µg-a/l. NH_4 = Ione ammonio in µg-a/l. CHL = Clorofilla a in mg/m^3. µ = Tasso specifico di crescita in duplicazioni/giorno. PmB = Numero di assimilazione (mg C/mg CHL/h ad intensità di sub-saturazione).

	Margrande e Marpiccolo di Taranto			Lago di Faro			Stagnone di Marsala		
	media	deviazione standard	Campo di variazione	media	deviazione standard	Campo di variazione	media	deviazione standard	Campo di variazione
T	17.20	4.45	12.73-26.62	13.27	0.99	11.50-15.22	19.77	5.92	8.60-28.55
E	165	99	25-310	109	51	57-188	217	71	123-330
PO_4	0.18	0.15	0.04-0.62	0.50	0.35	0.15-1.45	0.14	0.14	0.04-0.55
NH_4	2.99	2.19	0.68-9.58	1.54	1.33	0.08-4.74	1.56	0.94	0.20-3.33
CHL	4.50	4.37	0.80-15.47	6.52	2.35	4.45-11.54	0.34	0.31	0.08-1.01
µ	0.31	0.24	0.03-0.91	0.37	0.17	0.18-0.75	0.93	0.55	0.04-2.28
PmB	3.57	3.93	0.18-17.26	1.26	0.43	0.69-1.92	9.57	7.23	2.24-21.37
	Laguna di Venezia			Rada di Augusta			Tutti i risultati		
T	23.88	1.51	21.80-26.20	24.77	0.99	23.33-26.03	19.48	5.35	8.60-28.55
E	141	56	47-200	103	35	54-144	154	81	25-330
PO_4	0.96	1.61	0.10-6.70	2.04	194	0.71-6.90	0.62	1.16	0.04-6.90
NH_4	33.25	61.20	2.00-181.0	3.25	2.73	0.30-7.52	9.28	31.14	0.08-181
CHL	25.26	36.14	0.65-140.0	20.37	13.01	6.81-41.28	10.52	19.96	0.08-140
µ	1.38	0.46	0.60-2.31	1.46	0.68	0.28-2.67	0.82	0.64	0.03-2.67
PmB	2.69	1.39	0.84-6.62	3.22	1.55	0.59-6.10	4.15	4.79	0.18-21.37

Il Numero di Assimilazione (PmB), infine, come espressione dello stato fisiologico delle popolazioni.

Il Tasso Specifico di Crescita, μ, ha avuto un campo di variazione per l'insieme dei risultati di 0.03 e 2.67 duplicazioni/giorno misurate rispettivamente durante l'inverno nella staz. 1 di Taranto e a settembre nella Rada di Augusta durante un « bloom » di Peridinee. In generale, le oscillazioni dei parametri presi in considerazione nello spettro degli ambienti esaminati sono risultate molto elevate: circa due ordini di grandezza per μ, PmB e PO_4 e tre ordini di grandezza per NH_4 e CHL. Per le costanti fisiche, T ed E, tali oscillazioni sono apparse più contenute. Questo tipo di distribuzione sottolinea, in ogni caso, l'estrema variabilità ed instabilità degli ecosistemi lagunari studiati.

Nella Tab. 2 sono riportate le matrici di correlazione fra i sette parametri considerati per ciascun ambiente e per tutti i risultati. Nel caso in cui erano disponibili misure estese all'arco di un anno, il Tasso Speci-

Tab. 2 — Matrici di correlazione semplice fra parametri fotosintetici ed ambientali in diverse lagune del Mar Mediterraneo. Limiti di fiducia: a 99,9%; b 99%; c 95%

Margrande e Marpiccolo di Taranto. GdL = 22

	T	E	PO_4	NH_4	CHL	μ	PmB
T	1.000	0.417b	0.263	—0.016	0.197	0.637a	0.070
E		1.000	0.253	0.027	—0.009	0 722a	—0.287
PO_4			1.000	0.793a	0.091	0.178	—0.155
NH_4				1.000	—0.001	0.014	0.346
CHL					1.000	—0.001	—0.027
μ						1.000	—0.026
PmB							1.000

Lago di Faro. GdL = 11

	T	E	PO_4	NH_4	CHL	μ	PmB
T	1.000	0.743b	—0.032	—0.157	—0.048	—0.080	—0.004
E		1.000	—0.161	—0.275	0.243	—0.059	—0.247
PO_4			1.000	0.863a	—0.304	—0.579c	—0.421
NH_4				1.000	—0.587c	—0.682b	—0.550
CHL					1.000	0.296	0.347
μ						1.000	0.725b
PmB							1.000

Stagnone di Marsala. GdL = 14

	T	E	PO_4	NH_4	CHL	μ	PmB
T	1.000	0.785a	0.443	0.633b	—0.567c	0.810	0.590c
E		1.000	0.513c	0.224	—0.350	0.764a	0.166
PO_4			1.000	—0.120	0.084	0.088	—0.052
NH_4				1.000	—.0460	0.544c	0.737b
CHL					1.000	—0.750b	—0.614c
μ						1.000	0.551c
PmB							1.000

Laguna di Venezia. GdL = 16

	T	E	PO_4	NH_4	CHL	μ	PmB
T	1.000	0.704a	0.344	0.524c	0.145	0.165	0.134
E		1.000	0.217	0.106	—0.108	0.031	0.106
PO_4			1.000	0.802a	0.233	0.209	0.243
NH_4				1.000	0.366	0.297	0.145
CHL					1.000	—0.290	—0.303
μ						1.000	0.731a
PmB							1.000

Tutti i risultati. GdL = 75

	T	E	PO_4	NH_4	CHL	μ	PmB
T	1.000	0.305c	0.293c	0.255c	0.294c	0.729a	0.260c
E		1.000	—0.122	—0.088	—0.156	0.161	0.209
PO_4			1.000	0.549a	0.268c	0.328b	—0.104
NH_4				1.000	0.445a	0.288c	—0.044
CHL					1.000	0.207	—0.184
μ						1.000	0.258c
PmB							1.000

fico di Crescita è risultato, con un'alta significatività, correlato con la temperatura e la radiazione incidente. Naturalmente, per misure limitate ad un determinato periodo dell'anno la significatività è stata nulla.

La correlazione di μ con i nutrienti è risultata variabile da ambiente ad ambiente: inversa in modo significativo per PO_4 e NH_4 nel lago di Faro e diretta, ma significativamente solo per l'ammoniaca, nello Stagnone di Marsala. Considerando tutti i risultati, tuttavia, sia il P che l' N hanno mo-

strato una dipendenza positiva statisticamente significativa con il tasso di crescita.

L'andamento delle correlazioni della clorofilla a con μ ha esibito caratteristiche simili a quelle dei nutrienti con i quali, peraltro, nel totale dei risultati, è apparsa direttamente dipendente in modo significativo.

Infine, le correlazioni, μ-PmB sono apparse positive e fortemente significative per il lago di Faro, lo Stagnone di Marsala, la Laguna Veneta e il totale dei risultati.

In conclusione, i parametri che maggiormente hanno influenzato la crescita negli ambienti lagunari studiati sono apparsi, di volta in volta, differenti ma tutti in diverso grado coinvolti. L' analisi di tutti i risultati ha limitato la significatività alle correlazioni della crescita con temperatura, nutrienti e stato fisiologico delle popolazioni fisioplanctoniche.

Un'analisi di regressione multipla lineare «step-wise» sui medesimi parametri, considerando μ come variabile dipendente, ha permesso di definire, sempre per singolo ambiente e per il totale dei dati (Tab. 3), le percentuali di incidenza di ciascun parametro, dei sei scelti per il sistema, sulla variabilità di μ. Le regressioni risultanti, altamente significative utilizzando i coefficienti di Fisher, hanno indicato nella temperatura e nel N.A. i fattori che hanno esercitato il maggior peso sul tasso di crescita nelle singole lagune. La regressione di tutti i dati ha posto il luce che il 58% delle variazioni di μ è da attribuire ai sei parametri scelti. Il maggiore contributo a tale variabilità è stato fornito dalla temperatura (53%) mentre PO_4 (2%), Numero di Assimilazione (1%), ammoniaca, redazione luminosa e biomassa (CHL) hanno contribuito per meno del 5%.

Tab. 3 — Regressione multipla lineare « step-wise » del tasso specifico di crescita (variabile dipendente) e parametri fotosintetici e ambientali in diversi ambienti lagunari e salmastri del Mar Mediterraneo. R = Coefficiente di correlazione multipla. ΔR^2 = incremento della varianza di μ. Var% = Percentuale della variazione di μ attribuibile alle variazioni dei 6 parametri scelti per l'analisi dell'ecosistema e la regressione con il tasso specifico di crescita.

Margrande e Marpiccolo di Taranto. GdL = 22

Step	Variabile	R	ΔR^2	F	Var%
1	E	0.722	0.521	22.82	52
2	T	0.811	0.136	19.23	14
3	PmB	0.819	0.013	12.86	1
4	CHL	0.822	0.005	9.34	<1
5	PO_4	0.824	0.003	7.20	<1
6	NH_4	0.826	0.003	5.72	<1

Equazione: $\mu = 0.0014\ (E) + 0.0249\ (T) + 0.0031\ (PmB) - 0.0037\ (CHL) - 0.3131\ (PO_4) - 0.0159\ (NH_4) - 0.3395$.

Lago di Faro. GdL = 11

Step	Variabile	R	ΔR^2	F	Var%
1	PmB	0.725	0.525	11.06	52
2	NH_4	0.800	0.114	8.00	11
3	T	0.813	0.021	5.20	2
4	CHL	0.831	0.029	3.90	3
5	E	0.854	0.038	3.24	4
6	PO_4	0.867	0.023	2.52	2

Equazione: $\mu = 0.2736\ (Pmb) - 0.1085\ (NH_4) - 0.0996\ (T) - 0.0348\ (CHL) + 0.0016\ (E) + 0.1782\ (PO_4) + 1.4779.$

Stagnone di Marsala. GdL = 14

Step	Variabile	R	ΔR^2	F	Var%
1	T	0.810	0.669	24.86	67
2	PO_4	0.865	0.079	17.77	8
3	E	0.919	0.096	19.86	10
4	CHL	0.940	0.039	19.08	4
5	PmB	0.945	0.009	14.95	1
6	NH_4	0.945	0.000	11.08	0

Equazione: $\mu = 0.0193\ (T) - 1.2381\ (PO_4) + 0.0051\ (E) - 0.4227\ (CHL) + 0.0118\ (PmB) + 0.0052\ (NH_4) - 0.3611.$

Laguna di Venezia. GdL = 16

Step	Variabile	R	ΔR^2	F	Var%
1	PmB	0.731	0.534	17.22	53
2	NH_4	0.756	0.037	9.34	4
3	PO_4	0.783	0.041	6.85	4
4	CHL	0.803	0.032	5.44	3
5	T	0.807	0.006	4.10	<1
6	E	0.808	0.002	3.12	<1

Equazione: $\mu = 0.2266\ (PmB) + 0.0051\ (NH_4) - 0.1187\ (PO_4) - 0.0026\ (CHL) - 0.0476\ (T) + 0.0005\ (E) + 1.8498.$

Tutti i risultati. GdL = *15*

Step	Variabile	R	ΔR^2	F	Var%
1	T	0.729	0.531	83.81	53
2	PO_4	0.739	0.015	43.81	2
3	PmB	0.745	0.009	29.91	1
4	NH_4	0.747	0.003	22.38	<1
5	E	0.748	0.001	17.83	<1
6	CHL	0.750	0.003	14.76	<1

Equazione: $\mu = 0.0822\ (T) + 0.0516\ (PO_4) + 0.0128\ (PmB) + 0.0018\ (NH_4) - 0.0005\ (E) - 0.0017\ (CHL) - 0.7862.$

Tab. 4 — Coefficienti di correlazione tra PB e PmB con T ed equazioni per ciascuna laguna e il totale dei risultati. ΔT = escursione massima di temperatura osservata durante il periodo delle misure.

	Equazione	ΔT	GdL	σ^2	r	r^2	p
Taranto	$PB = 0.052 \times 1.150^T$	16.4	95	1.176	0.442	0.195	0.001
	$PmB = 0.647 \times 1.061^T$		89	1.113	0.128	0.016	ns
Faro	$PB = 0.557 \times 0.996^T$	3.4	44	1.187	—0.012	—	ns
Marsala	$PB = 0.169 \times 1.180^T$	20.1	61	1.117	0.561	0.315	0.001
	$PmB = 0.433 \times 1.145^T$		49	1.110	0.319	0.103	0.05
Venezia	$PB = 0.240 \times 1.100^T$	4.4	16	1.129	0.134	0.018	ns
Augusta	$PB = 7.470 \times 0.961^T$	2.7	8	1.250	—0.143	0.020	ns
Tutti i risultati	$PB = 0.037 \times 1.121^T$	20.1	227	1.097	0.531	0.282	0.001
	$PmB = 0.302 \times 1.131^T$		137	1.094	0.329	0.108	0.001

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Variabili ambientali e crescita fitoplanctonica

Nelle lagune dove era disponibile un ciclo stagionale completo di osservazioni, i parametri ambientali (T° ed E) hanno rappresentato il fattore che maggiormente ha influito sullo sviluppo della crescita fitoplanctonica con un'incidenza sulla sua variabilità superiore al 60%. Nelle altre lagune, nelle quali le osservazioni sono state limitate ad un periodo determinato, ma si sono succedute in stagioni diverse, l'analisi dei risultati, considerati

insieme a tutti gli altri, ha indicato nella temperatura la variabile di maggior incidenza (53%).

Questi risultati sono in accordo con le più recenti osservazioni sui rapporti che legano la temperatura e la crescita del fitoplancton. Infatti, pur dovendosi considerare la fotosintesi in generale come una reazione atermica, tuttavia, l'intero complesso delle reazioni che ne regolano i processi nel fitoplancton risulta fortemente condizionato dalla temperatura. In particolare, l'andamento di μ max, può essere descritto, come già detto, mediante l'equazione (2), da una funzione esponenziale della temperatura (EPPLEY, 1972), con un Q10 di 1.88. Analoghe equazioni tra Tº e μ max, nell'ambito dei limiti termici osservabili in natura, sono state formulate sia per singole specie *(Skeletonema costatum;* YODER, 1979), sia per popolazioni marine e d'acqua dolce coltivate in chemostato (GOLDMAN e CARPENTER, 1974) con un Q10 rispettivamente di 3.5 e 2.1, molto vicino, quest'ultimo, al valore di 2.17 ottenuto per μ dall'equazione di regressione di tutti i valori di questo studio.

È da presumere, inoltre, che negli ambienti lagunari e salmastri gli effetti di temperatura risultino potenziati dalla scarsa profondità e dalla distribuzione laminare del corpo idrico nel quale, generalmente, si osservano escursioni termiche molto maggiori di quelle usualmente registrate nel mare.

I nutrienti e la crescita del fitoplancton.

Il contributo dei sali nutritivi alla variabilità di μ nella regressione multipla « step-wise » estesa a tutti i risultati è apparso (Tab. 3) scarsamente significativo con un'incidenza per PO_4 + NH_4 inferiore al 2%. Tuttavia, dall'analisi dettagliata dei risultati relativi alle singole lagune si evidenzia che nel lago di Faro, nello Stagnone di Marsala e nella Laguna Veneta i fosfati e l'ammoniaca sono apparsi, da soli o insieme, in qualche modo, limitanti la crescita con un'incidenza di variabilità oscillante dal *4%* all'H %. Valori modesti se confrontati con quelli della temperatura. D'altra parte, l'alta variabilità del Numero di Assimilazione e l'elevato valore di R, specie nello Stagnone, confermano ulteriormente l'azione limitante dei nutrienti. La concentrazione attuale di questi ultimi, ad ogni modo, non sempre costituisce un indice valido per l'accertamento del trofismo di un ecosistema a causa del riciclo, più o meno rapido, imputabile ai processi batterici e chimici di norma molto attivi negli ambienti lagunari. Sotto questo aspetto rivestono un certo interesse le condizioni dello Stagnone di Marsala dove, accanto a valori di PO_4, NH_4 e CHL, è stato misurato un tasso fotosintetico che può considerarsi elevato, di 2.0 mg c/m^3/h

(MAGAZZÙ, 1977). Una simile risposta ambientale, apparentemente contraddittoria, può spiegarsi se si ammette sia un rapido riciclo dei nutrienti, come farebbe supporre l'elevata biomassa e l'attività di taluni gruppi fisiologici batterici individuati nello Stagnone di Marsala da GENOVESE (1969), sia considerando che allo stato stazionario del sistema l'elemento limitante risulta a così scarsa concentrazione da apparire solo in tracce o assente a causa dell'elevata affinità del fitoplancton verso di esso e, tuttavia, in grado di assicurare a causa di ciò, un alto livello di crescita indipendentemente dalla biomassa presente (GOLDMAN et al., 1979).

Numero di Assimilazione, clorofilla a e Tasso Specifico di Crescita.

L'analisi delle correlazioni semplici e della regressione multipla fra PmB e μ conferma la validità dell'equazione (3) e le ipotesi avanzate da EPPLEY (1972) circa la dipendenza del Tasso Specifico di Crescita dal quoziente PB e dal Numero di Assimilazione PmB indici, entrambi, dello stato fisiologico del fitoplancton. Con l'esclusione di Taranto, infatti, le correlazioni fra PmB e μ sono risultate fortemente significative (limiti di fiducia da 95% a 99,9%) soprattutto in quelle lagune dove gli effetti di temperatura non erano direttamente evidenziabili durante le osservazioni a causa della scarsa variabilità termica nell'ambiente ma erano stati registrati dalle biocenosi attraverso i meccanismi di adattamento fisiologico.

D'altra parte, la dipendenza del Numero di Assimilazione dalla temperatura sembra potersi considerare un fatto indiscutibile convalidato da una quantità sempre crescente di p[r]ove sperimentali. A partire dalle prime osservazioni di CURL e SMALL (1965) circa la sua variabilità in zone del largo, altri ricercatori hanno dimostrato l'esistenza di una sua correlazione significativa con la temperatura in un ampio spettro di ambienti costieri (WILLIAMS e MURDOCH, 1966; JEHIMURA, 1967; MANDELLI et al., 1970; YENTSCH et al., 1974; DURBIN et al., 1975; MALONE, 1977; HARRISON e PLATT, 1980; MALONE e NEALE, 1981) e lacustri (STADEEMAN et al., 1974). Tale significatività può essere estesa anche agli ecosistemi lagunari salmastri (MAGAZZÙ, in preparazione): in Tab. 4 vengono riportate le correlazioni e le equazioni relative all'analisi PB, PmB e T° per le cinque lagune studiate. I coefficienti di correlazione (0.53 e 0.33 rispettivamente) indicano che almeno il 28% della varianza di PB è in rapporto con la temperatura.

La scarsa incidenza della concentrazione della clorofilla a sulla variabilità di μ, infine, rappresenta un'ulteriore conferma della maggiore adeguatezza dei parametri fisiologici rispetto a quelli ambientali per la definizione della dinamica degli ecosistemi lagunari e costieri.

Il Tasso Specifico di Crescita in ambienti eutrofizzati

Le stime di μ riportate in questo studio si riferiscono a cinque ambienti diversi. Almeno due di essi (Venezia e Augusta), al momento dei prelievi presentavano sicuramente i sintomi di una crisi eutrofica. Il Mar Piccolo di Taranto, poi, in occasione del campionamento di luglio appariva anch'esso in fase di « bloom » fitoplanctonico. Come si è già visto, il Tasso Specifico di Crescita a Venezia e Augusta è risultato mediamente superiore a 1.3 dupl./giorno con massimi di oltre 2.3 dupl./giorno, ma nel Mar Piccolo μ è sempre rimasto inferiore all'unità. Questi valori possono considerarsi elevati in rapporto alle stime disponibili per acque marine mesotrofiche oscillanti fra 0.3 e 0.6 dupl./giorno (EPPLEY, 1972) e, in definitiva, caratterizzanti di ambienti eutrofizzati. D'altra parte, per lo Stagnone di Marsala, che non ha mai presentato (almeno durante le nostre osservazioni) i sintomi di una esplosione eutrofica, è stato ottenuto un valore medio di μ poco inferiore all'unità con un massimo superiore a 2 dupl./giorno. Questi risultati apparentemente in contrasto riflettono una certa conflittualità rilevabile anche in letteratura. Ad esempio, EPPLEY (1972) conclude che un alto valore del Tasso di Crescita debba considerarsi tipico di un ambiente eutrofizzato mentre altri Autori (KOBLENTZ-MISHKE e VEDERNIKOV, 1976; SCHELDON e SUTCLIFFE, 1978) hanno trovato valori di μ elevati in acque oligotrofiche e povere di nutrienti.

A parte i dubbi che possono venir suscitati dal confronto di risultati ottenuti mediante le diverse metodologie utilizzate dagli Autori (EPPLEY, in corso di stampa), il problema della quantizzazione dei fenomeni di crescita in un ecosistema eutrofizzato esistono, se non altro, per disporre di un valido strumento di previsione e lotta a questo tipo di inquinamento (MAGAZZÙ, in corso di stampa). Per contro, nel lago di Faro, sono stati osservati valori elevati di biomassa, di nutrienti e di produzione primaria contro un tasso di crescita modesto per un ecosistema nel quale, durante il periodo estivo, si verificano « blooms » a fitoflagellati con numeri dell'ordine di 10^6 cell./l (BRUNI et al., 1976). Non v'è dubbio, almeno in questo caso, che l'adattamento fisiologico alle basse temperature invernali abbia influito sui processi della crescita ma una tale problematica, evidenziata anche per le acque salmastre, soprattutto dalle osservazioni nello Stagnone di Marsala, potrebbe trovare una soluzione ove si individuassero i meccanismi naturali di contenimento e/o di distruzione dell'elevata biomassa prodotta.

Ringraziamenti. — Si ringraziano i dott. SERGIO PANELLA del Laboratorio Centrale di Idrobiologia di Roma e BRUNO CESCON della Soc. TECNECO per aver consentito l'utilizzazione di dati ottenuti in occasione delle campagne di studio in comune effettuate rispettivamente a Taranto e Venezia.

BIBLIOGRAFIA

BANSE K., 1980 — Microzooplankton interference with ATP estimates of plankton biomass. — *J. Plankton Res.,* 2: 235-238.

BRUNI V., COSTANZO G., DE DOMENICO E., DE DOMENICO M., FARANDA F., GANGEMI G., GIUFFRÉ G., GUGLIELMO L. e MANGANARO A., 1976 — Ricognizione ambientale nel lago salmastro di Faro (Messina). Un anno di osservazioni (aprile 1973-aprile 1974). — *Atti Soc. Peloritana Sci. Fis. Mat. Nat.,* 22: 1-115.

CESCON B., DE ANGELIS U., IOVENITTI L., ISOLATI A., ALFASSIO GRIMALDI S. e MAGAZZÙ G., 1978 — The modelling of the trophic behaviour of the Venice lagoon. — *Math. Models Mar. Ecosystems,* 135-156.

CURL Jr. H. and SMALL L. F., 1965 — Variations in the photosynthetic assimilation ratios in natural, marine phytoplankton communities. — *Limnol. Oceanogr.,* 10: R67-R73.

DURBIN E. G., KRAWIEC R. W. and SMAYDA T. J., 1975 — Seasonal studies on the relative importance of different size fractions of phytoplankton in Narragansett Bay (USA). — *Mar. Biol,* 32: 271-287.

EPPLEY R. W., 1972 — Temperature and phytoplankton growth in the sea. — *Fish. Bull.,* 70: 1063-1085.

EPPLEY R. W., HARRISON W. G., CHISHOLM S. W. and STEWART E., 1977 — Particulate organic matter in surface waters off Southern California and its relationship do phytoplankton. — *J. Mar. Res.,* 35: 671-696.

EPPLEY R. W., 1980 — Relations between nutrient assimilation and growth in phytoplankton with a brief review of estimates of growth rate in the ocean. *Proceedings of NATO Summer School in phytoplankton Ecology.* — Lipari, 14-26 ottobre.

GENOVESE S., 1969 — Données écologiques sur le « Stagnone » de Marsala (Sicile occidentale). — *Rapp. Comm. int. Mer Médit.,* 19: 823-826.

GENOVESE S. e MAGAZZÙ G., 1969 — Manuale d'analisi per le acque salmastre. — *La Ed. Universitaria,* Messina, 1-134.

GOLDMAN Y. C. e CARPENTER E. J., 1974 — A kinetic approach to the effect of temperature on algal growth. — *Limnol. Oceanogr.,* 19: 756-766.

GOLDMAN Y. C, MC CARTHY Y. Y. and PEAVY D. G., 1979 — Growth rate influence on the chemical composition of phytoplankton in oceanic waters. — *Nature,* 279: 210-215.

HARRISON W. G. and PLATT T.. 1980 — Variations in assimilation of coastal marine phytoplankton: effects of environmental co-variates. — *J. of Plankton Res.,* 2: 249-260.

ICHIMURA S., 1967 — Environmental gradients and its relation to primary productivity in Tokyo Bay. — *Rec. Oceanogr. Works Jap.,* 9: 115-128.

KOBLENTZ-MISKHE O. Y., VEDERNIKOV V. I. and SHIRSHOV P. P., 1976 — A tentative comparison of primary production and phytoplankton quantities at the ocean surface. — *Mar. Sci. Comun.,* 2: 357-374.

MAGAZZÙ G., 1977 — Usefulness of the Marsala Lagoon for Acquaculture. I. Nutrients and primary production. — *Rapp. Comm. int. Mer Médit.,* 24: 81-82.

MAGAZZÙ G., 1977 — Rapporto sui risultati delle ricerche svolte nella Rada di Augusta in occasione dei fenomeni di eutrofizzazione verificatisi nel Settembre del 1977. — *Relaz. interna Staz. Biol. Mar. Univ. Messina.*

MAGAZZÙ G., 1978 — Metodi per lo studio del plancton e della produzione primaria. — *Edizioni G. M.,* Vibo Valentia, 1-68.

MAGAZZÙ G. — Tentativo per la definizione di limiti biologici e biochimici in ecosistemi con tendenza dell'eutrofizzazione. — *In corso di stampa.*

MALONE T. C, 1977 — Light-photosynthesis by phytoplankton size fractions in the New York Bight, USA. — *Mar. Biol,* 42: 281-292.

MALONE T. C. and NEALE P. J., 1981 — Parameters of Light-Dependent photosynthesis for Phytoplankton size fractions in temperate estuarine and coastal environments. — *Mar. Biol,* 61: 289-297.

MANDELLI E. F., BURKHOLDER P. R., DOHENY T. E. and BRODY R., 1970 — Studies of primary productivity in coastal waters in southern Long Island, New York. — *Mar. Biol, 7:* 153-160

MOREL A. and SMITH R. C, 1974 — Relation between total quanta and total energy for aquatic photosynthesis. — *Limnol. Oceanogr.,* 19: 591-600.

MORRIS I., 1980 — Photosynthesis products, physiological state and Phytoplankton growth. Proceedings of NATO Summer School in Phytoplankton Ecology. — Lipari, 14-26 ottobre.

PANELLA S. — Aspetti metodologici in ordine allo studio e al controllo dello smaltimento in mare dei residui di Origine industriale. — *In corso di stampa.*

PARSONS T. R., TAKAHASHI M. and HARGRAVE B., 1977 — Biological Oceanographic processes. — *Pergamon Press,* Oxford, 1-332.

PLATT T. and JASSBY A. D., 1976 — The relationship between photosynthesis and light for natural assemblages of coastal marine phytoplankton. — *J. Phycol.,* 12: 421-430.

RYTHER Y. H., 1956 — Photosynthesis in the ocean as a function of light intensity. — *Limnol. Oceanogr.,* 1: 61-70.

SHUTER B., 1979 — A model of physiological adaptation in unicellular algae. — *J. theor. Biol,* 78: 519-552.

STADELMANN P., MOORE J. E. and PICKETT E., 1974 — Primary production in relation to temperature, structure, biomass concentration and light conditions at an inshore and offshore station in Lake Ontario. — *J. Fish. Res. Board of Can.,* 34: 1215-1232.

STRICKLAND J. D. H. and PARSONS T. R., 1972 — A practical handbook of seawater analysis. — *Pish. Res. Bd. Canada Bull,* 169: p. 310.

SWIFT E. and DURBIN E. G., 1972 — The phased division and Cytological characteristics of *Pyrocystis* spp. can be used to estimate doubling times of their populations in the sea. — *Deep-Sea Res.,* 19: 189-198.

VOLLENWEIDER R. A., 1974 — A manual oh methods for measuring Primary production in aquatic environments., TPB Handbook n. 12, Blackwell Sci. Publ. Oxford, 1-225.

WEILER C. S., 1980 — Population structure and *in situ* division rates of *Ceratium* in oligotrophic waters of the North Pacific centrale gyre. — *Limnol Oceanogr.,* 25: 610-619.

WILLIAM R. B. and MURDOCH M. B., 1966 — Phytoplankton production and chlorophyll concentration in the Beaufort Channel, North Carolina. — *Limnol. Oceanogr.,* 11: 73-82.

YENTSCH C.S., YENTSCH C.M., STRUPE L. R. and MORRIS I., 1974 — Influence of temperature on the photosynthetic efficiency in natural populations of marine phytoplankton. In: « Thermal Ecology. Savannah River Project, AEC Symp. Series Proc. » (Ed. J. W. Gibbons and R. R. Shartiz), 687.

YODER J. A., 1979 — A comparison between the cell division rate of natural populations of the marine diatom *Skeletonema costatum* (Greville) Cleve grown in dialysis culture and that predicted from a mathematical model. — *Limnol. Oceanogr.*, 24: 97-106.

Indirizzo dell'Autore. — Istituto di Idrobiologia, Università di Messina, Via dei Verdi *15,* 98100 Messina (I).

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.), 2 1982, pp. 361-373

CARLO FROGLIA

OSSERVAZIONI SU ALCUNI FATTORI CHE CONDIZIONANO I RENDIMENTI DI PESCA NELLA PESCA A STRASCICO *

RIASSUNTO

I rendimenti di pesca che si ottengono con la pesca a strascico sono fortemente influenzati dalla catturabilità delle diverse specie e dall'efficienza delle attrezzature da pesca usate.

Vengono discusse alcune delle cause di ordine biologico (abitudini trofiche, ritmi di attività legati a particolari condizioni di luce, migrazioni e concentrazioni genetiche o trofiche) che condizionano la catturabilità di diverse specie nell'ambito delle 24 ore e nei diversi periodi dell'anno.

Dall'insieme dei dati risulta che i rendimenti orari di pesca possono, a volte, fornire un'immagine estremamente imprecisa della effettiva abbondanza delle diverse specie costituenti il popolamento ittico di una zona.

SUMMARY

Observations on some factor that influence bottom trawl catches.

Bottom trawl catches strongly depend upon availability of different species to the fishing gearc.

Many species have a different availability throughout the 24 hours period or throughout the year as a consequence of their feeding behaviour, activity rhythm under light control,

* Ricerche condotte nell'ambito del Progetto finalizzato « Oceanografia e Fondi Marini », Sottoprogetto: «Risorse biologiche». Tema: «Distribuzione, valutazione e sfruttamento razionale delle risorse di pesca ».

feeding or spawning migrations, etc. The examples given show that improper use of data on catch/hour can lead to misestimations of abundance of different species in an area. The incorrectness of comparing data reported by Authors working with different gears and with non-standardized methods is emphasized.

Key words: Bottom trawl catches.

INTRODUZIONE

Nella pesca a strascico la cattura è funzione dell'abbondanza delle specie oggetto di pesca e dell'efficienza delle attrezzature (rete e motopeschereccio) utilizzate; cioè i rendimenti di pesca, generalmente espressi come cattura in Kg. per ora di pesca, sono condizionati da fattori biologici e da fattori tecnologici.

Le cause di variabilità dei rendimenti di pesca sono da molto tempo oggetto di studio soprattutto in quei paesi ove più sviluppata è la ricerca applicata nel settore pesca.

In questa relazione saranno presi in esame principalmente i fattori biologici, cercando di evidenziarne 1 importanza per una corretta utilizzazione dei dati relativi a rendimenti di pesca.

Le specie oggetto di pesca, anche in relazione alla loro posizione rispetto alla rete a strascico, possono essere distinte in quattro gruppi ecologici (fig. 1):

A) Specie pelagiche, generalmente gregarie, che possono trovarsi an-

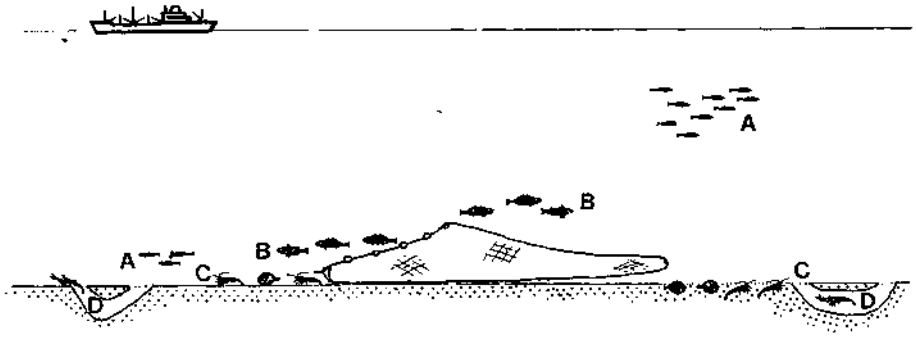


Fig. 1. — Raggruppamenti ecologici degli organismi interessati dalla pesca a strascico: A) specie pelagiche gregarie, B) specie demersali, C) specie bentoniche che hanno la possibilità di affossarsi nel sedimento, D) specie bentoniche che conducono parte della loro vita in tane scavate nel sedimento. Loro possibile posizione rispetto alla bocca della rete a strascico; a sinistra sono catturabili, a destra non sono catturabili.

che in prossimità del fondo (es. Clupeiformi, *Scomber, Trachurus),* esse hanno un'importanza marginale nella pesca a strascico;

B) Specie demersali, che principalmente vivono in prossimità del fondo (es. Gadiformi), non sono catturabili allorché si trovano ad una distanza dal fondo maggiore di quella che è l'apertura verticale della rete a strascico;

C) Specie bentoniche che vivono sulla superficie del sedimento o che hanno la capacità di affossarsi in esso (es. Pleuronectiformi, Rajiformi, Peneidi); la loro catturabilità è inversamente proporzionale alla loro capacità di sprofondarsi nel sedimento e direttamente proporzionale alla aderenza della rete sul fondo ed alla sua capacità di smuovere il sedimento;

D) Specie bentoniche che scavano vere e proprie tane nel sedimento ed all'interno delle quali passano parte della loro vita (es. *Nephrops norvegicus, Cepola macrophthalma,* alcuni Gobidi); esse vengono catturate solo se al passaggio della rete si trovano all'esterno delle loro tane.

Generalmente il rendimento di pesca orario è considerato un indice dell'abbondanza di una specie in una data area. Ma la composizione di una pescata è dipendente dal ciclo biologico, dalle migrazioni riproduttive e trofiche ed in generale dall'etologia delle diverse specie oggetto di pesca.

In conclusione i rendimenti di pesca risultano altamente variabili anche in una stessa area, non solo nelle diverse stagioni, ma anche nell'arco delle ventiquattro ore.

INFLUENZA DI RITMI NICTEMERALI DI ATTIVITÀ

Particolarmente negli ambienti batiali ed epibatiali in cui le reti trofiche sono strettamente legate all'ambiente pelagico sovrastante, numerose specie demersali, nell'ambito delle 24 ore, compiono spostamenti verticali analoghi a quelli del micronecton che costituisce la loro principale fonte di cibo ed i rendimenti di pesca con reti a strascico sono fortemente influenzati da questi movimenti.

Un esempio di ciò si ha nella Fossa mesoadriatica, « nursery area » per il Merluzzo (*Merluccius merluccius).*

Ricerche precedenti (FROGLIA, 1973), ulteriormente sviluppate nel periodo 1977-80 nell'ambito dei Progetti finalizzati del C.N.R., hanno evidenziato che nell'area in questione, i giovani di *M. merluccius* si nutrono prevalentemente di organismi epipelagici del micronecton *(Maurolicus muelleri* ed Eufasiacei) che di giorno si trovano quasi a contatto del fondo e di notte si spostano a livelli superiori (CASANOVA, 1970). Nella pesca a strascico i minimi di cattura dei giovani merluzzi si verificano proprio nelle ore notturne (fig. 2).

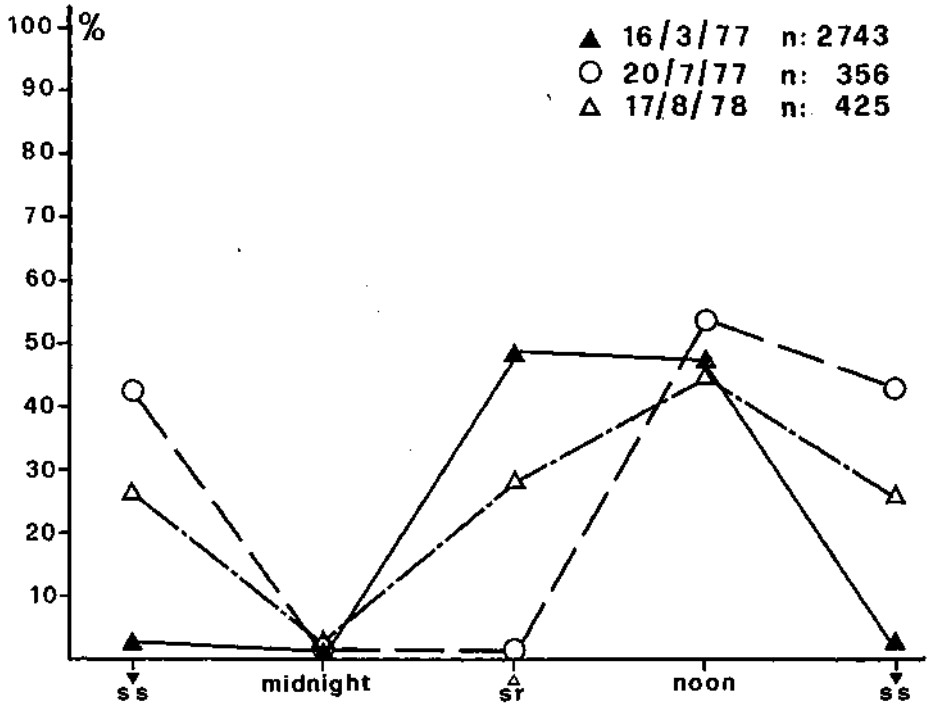


Fig. 2. — Catture di *Merluccius merluccius* (espresse come percentuale della cattura globale ottenuta nel ciclo di 24 ore) nella Fossa di Pomo. È evidente il minimo notturno.

PARSON e PARSON (1976) in una serie di esperienze di pesca a strascico nell'area dell'ICNAF evidenziarono come le catture diurne di *Sebastes* spp. fossero mediamente tre volte più elevate delle catture notturne. Due anni dopo CHEKHOVA e KOSTANTINOV (1978), nella stessa area, adoperando sia reti a strascico (bottom trawl) che reti al traino pelagiche (midwater trawl) evidenziarono la possibilità di ottenere rendimenti elevati nelle ore notturne utilizzando reti pelagiche ed attualmente numerosi Motopescherecci nelle aree ICNAF pescano *Sebastes* utilizzando di giorno reti da fondo e di notte reti pelagiche.

CHEKHOVA e KOSTANTINOV (1978) evidenziarono inoltre, per alcuni mesi dell'anno, una sostanziale differenza nella composizione per taglie e nello stato di maturità sessuale dei *Sebastes* catturati con i due tipi di reti.

Aggregazioni di individui di una stessa specie in funzione della loro età o del loro stato fisiologico sono note da molto tempo e questo fatto va tenuto presente allorché si analizzano dati ottenuti con pescate a stra-

scico; sopratutto se per le pescate si è usata una rete di tipo italiano che, per le sue caratteristiche costruttive, ha, in condizioni normali, un'apertura verticale di bocca non superiore ad un metro.

A titolo di esempio si riportano in fig. 3 le distribuzioni di frequenza delle lunghezze ottenute per *Micromesistius poutassou* nell'Agosto 1978 nella Fossa di Pomo impiegando una rete a strascico tradizionale ed una rete pelagica tipo « Volante per Clupeiformi ». Individui con una Lunghezza Totale maggiore di 25 cm., estremamente rari nelle pescate a strascico, costituivano la totalità della cattura della rete pelagica, che ha una apertura

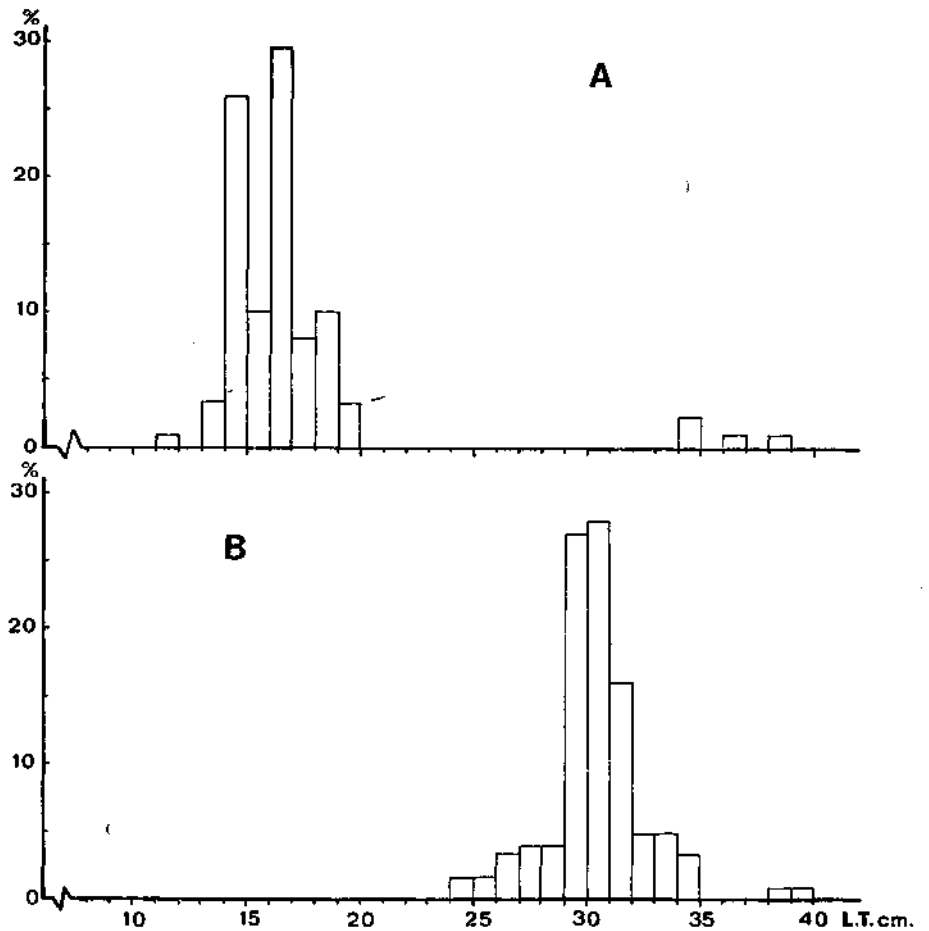


Fig. 3. — Distribuzioni di taglie (Lunghezza Totale) rilevate in campioni di *Micromesistius poutassou* pescati nella fossa di Pomo nell'Agosto 1978. A) con rete a strascico, B) con rete pelagica « Volante ».

verticale di oltre 5 m. e veniva trainata ad alcuni metri dal fondo.

Se i dati ottenuti con lo strascico fossero stati usati per la stima della biomassa della specie in questione avremmo avuto un risultato sensibilmente sottostimato; contemporaneamente, se le distribuzioni di lunghezze fossero state usate nel calcolo della mortalità, questa sarebbe stata sovrastimata.

Un marcato ritmo nictemerale si osserva anche nelle catture delle specie in grado di affossarsi e ricoprirsi parzialmente di sedimento come i Pleuronettiformi (BOEREMA, 1964; BOWERING, 1979) e diverse specie di Peneidi (ELDRED et al., 1961; HUGHES, 1969).

Queste specie hanno generalmente un massimo di attività notturno, di solito legato ad abitudini trofiche, ed in concomitanza con esso si osservano i migliori rendimenti di pesca.

Un simile andamento delle catture è stato da noi osservato in *Solenocera membranacea,* un piccolo Peneide caratteristico dei fanghi circalitorali ed epibatiali e relativamente abbondante nella Fossa di Pomo. L'andamento delle catture nelle 24 ore (fig. 4) rispecchia perfettamente l'etologia ed i ritmi di attività evidenziati per questa specie da HEEGARD (1967) con esperimenti in acquario.

La catturabilità della Sogliola (*Solea vulgaris),* altra specie in grado di affossarsi nel sedimento, presenta un netto ritmo nictemerale con un massimo nelle ore notturne. BOEREMA (1964), in un'indagine sulla abbondanza di questa specie al largo delle coste olandesi, ha messo in risalto come si potessero ottenere due risultati quasi opposti considerando i rendimenti di pesca grezzi e quelli trasformati tenendo conto della diversa catturabilità della specie nelle diverse ore in cui furono effettuati i campionamenti.

Nell'ambito delle 24 ore le differenze nei rendimenti orari di pesca sono particolarmente sensibili allorché si considerano specie che scavano tane, generalmente gallerie con una o più aperture, da cui escono solo alla ricerca di cibo o nel periodo dell'accoppiamento. Per molte di queste specie si osservano dei massimi di cattura attorno all'alba ed al tramonto.

E', ad esempio, il caso di *Cepola macrophthalma* che, secondo ATKINSON, PULLIN e DIPPER (1977), vive in gallerie verticali profonde anche 50 cm., ed è anche il caso di *Nephrops norvegicus* che scava gallerie, profonde 20-30 cm., con due o più aperture alla superficie del sedimento (RICE e CHAPMAN, 1971).

Sui ritmi di attività di quest'ultima specie, data anche la sua importanza economica, sono state condotte numerose osservazioni, sia con esperimenti di laboratorio (ATKINSON e NAYLOR, 1976; HAMMOND e NAYLOR, 1977) sia in base ai risultati di pescate sperimentali e ricognizioni subacquee,

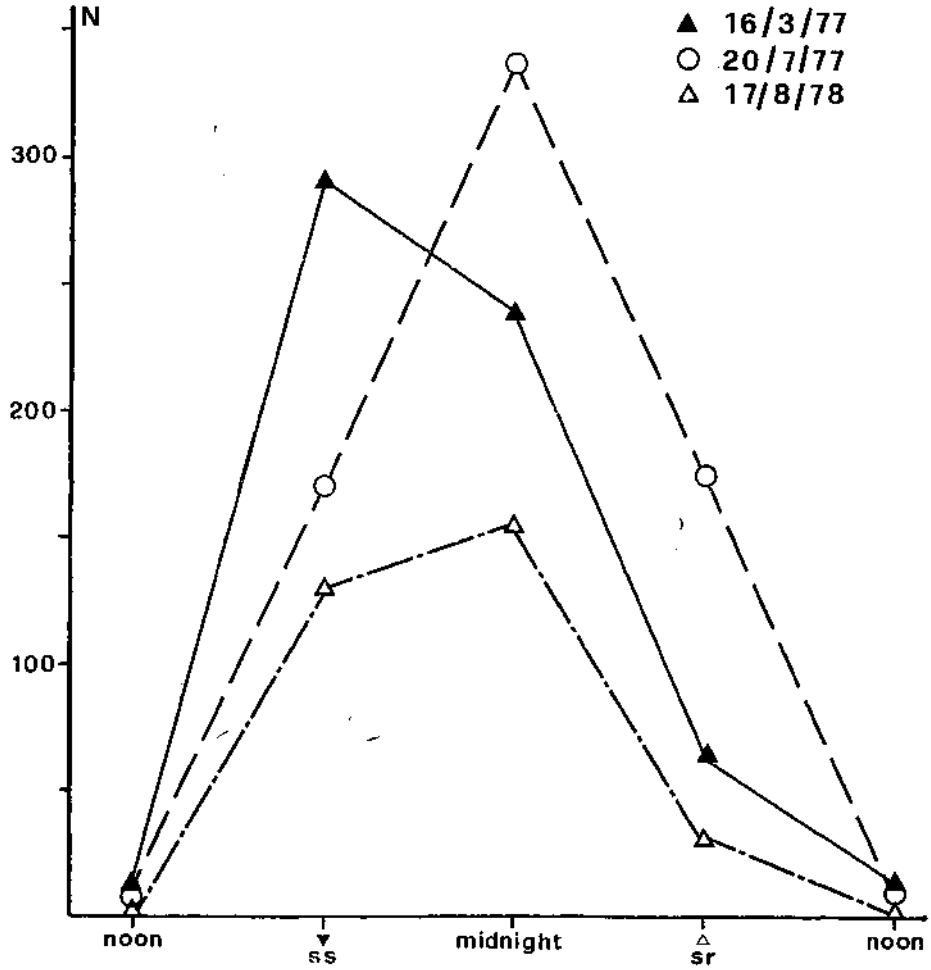


Fig. 4. — Catture (numero per ora di pesca) di *Solenocera membranacea* nella fossa di Pomo in cicli di pescate nelle 24 ore. È ben evidente il massimo notturno.

soprattutto al largo della Gran Bretagna (CHAPMAN e RICE, 1971; FARMER, 1974; CHAPMAN e HOWARD, 1979; OAHLEY, 1979) ed in Adriatico (JUKIC, 1971; FROGLIA, 1972).

La catturabilità dello Scampo, ovviamente funzione della presenza di individui all'esterno delle tane, presenta un marcato ritmo giornaliero correlabile con l'intensità di luce che arriva sul fondo, per cui i minimi di cattura, che a profondità inferiori ai 60 m si verificano durante le ore di piena luce a profondità maggiori di 200 m si verificano durante le ore notturne (fig. 5). Anche i massimi di attività, e quindi di catturabilità, di

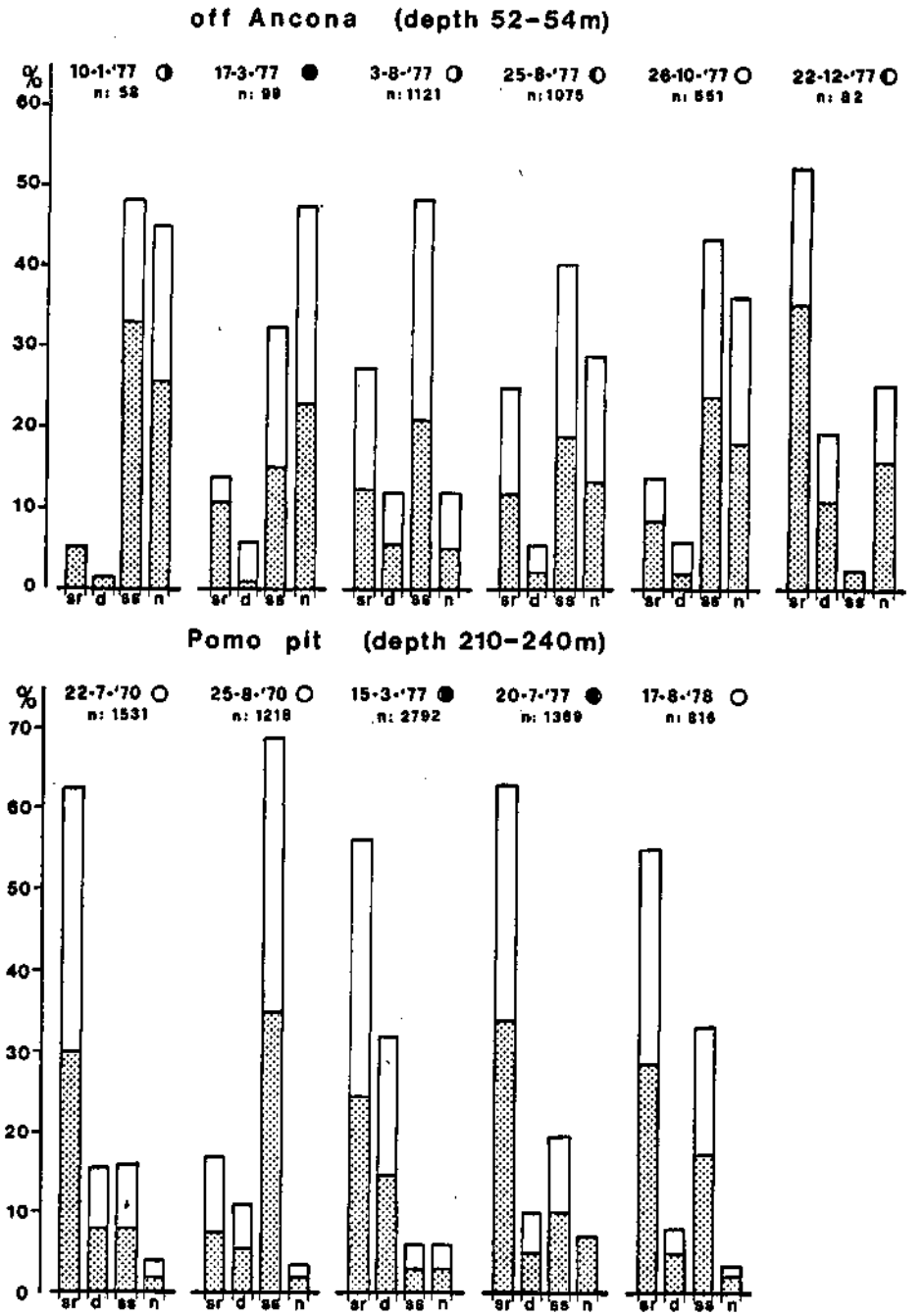


Fig. 5. — Variazioni (%) di cattura di *Nephrops norvegicus* in cicli di pescate nell'arco di 24 ore in un'area al largo di Ancona e nella Fossa di Pomo (puntinato: Maschi, bianco: Femmine). È riportato anche il numero complessivo (n) di individui catturati in ogni ciclo di pescate.

questa specie risultano più o meno spostati rispetto al tramonto ed all'alba in funzione della profondità dei diversi fondali considerati (CHAPMAN, 1980).

VARIAZIONI STAGIONALI

Le variazioni stagionali che si osservano nei rendimenti di pesca in una data area e per alcune specie, sono frequentemente legate a migrazioni (trofiche o genetiche) o conseguenza della diversa catturabilità di una specie in relazione al particolare momento del suo ciclo biologico.

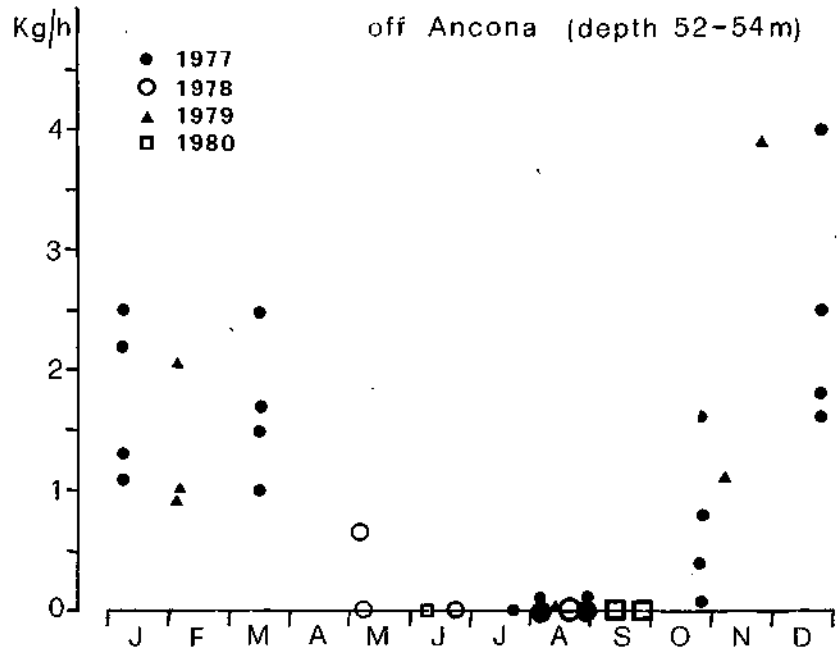
Come esempio del primo caso si può considerare la pesca delle Seppie (*Sepia officinalis)* in Adriatico. Questa specie nel periodo autunno-invernale si trova sui fondi circalitorali da cui, all'inizio della primavera, migra per concentrarsi sui fondali infralitorali ove avviene la riproduzione (GHIRARDELLI, 1947).

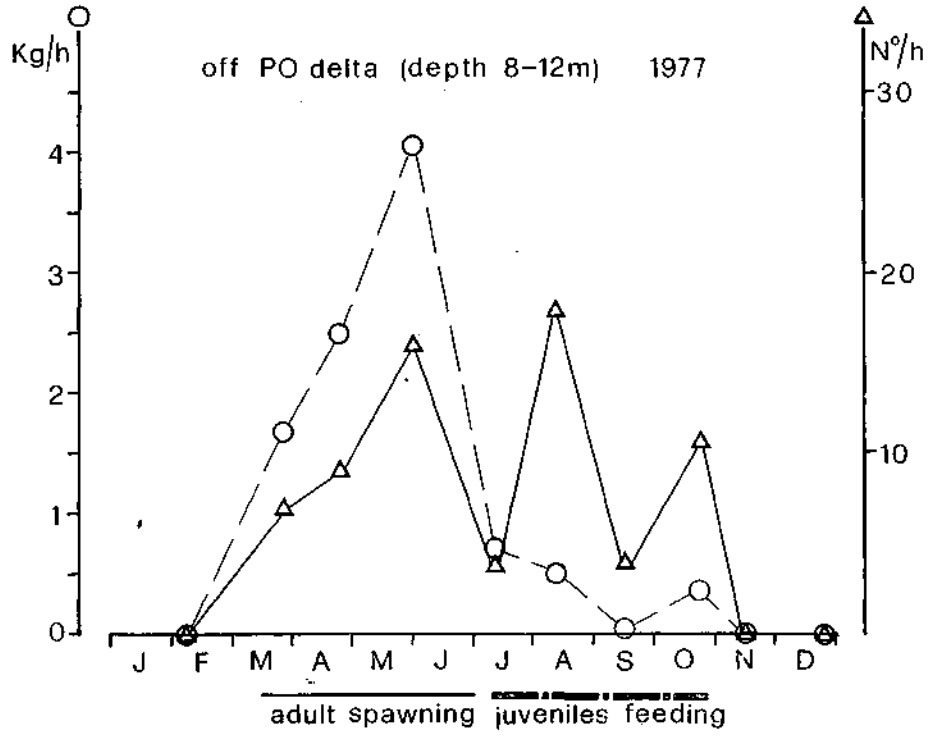
Di conseguenza sui fondi circalitorali i rendimenti di pesca per questa specie si riducono praticamente a zero nel periodo estivo. Viceversa nella fascia costiera delle tre miglia (FROGLIA, OREL e VIO, 1980; FROGLIA e MAGISTRELLI, 1981) i rendimenti presentano un marcatissimo picco primaverile in seguito alla concentrazione genetica della specie in una fascia limitata e dei valori intermedi nel periodo estivo in conseguenza della concentrazione trofica dei giovani nati dalla deposizione primaverile (fig. 6).

Come esempio di rendimenti di pesca con ciclo stagionale dovuto a variazioni di catturabilità legate al ciclo biologico di una specie, possiamo considerare la produzione di Scampi nel Medio Adriatico (fig. 7).

Si osserva una evidente periodicità conseguenza del fatto che, mentre nel periodo dell'accoppiamento (tarda primavera-estate) gran parte degli individui è fuori dalle tane e quindi facilmente catturabile nelle ore con intensità luminosa ottimale, nei restanti mesi dell'anno, soprattutto le femmine adulte con uova attaccate ai pleopodi, tendono a restare nelle tane.

Questa ciclicità stagionale è stata evidenziata non solo nei rendimenti di pesca di numerose specie proprie dei fondali infra e circa-litorali, ma anche sui fondali batiali ove le condizioni ambientali sono più stabili. A titolo di esempio basta ricordare la stagionalità della pesca dei Gamberi rossi (*Aristeus antennatus)* nel Mar Ligure (RELINI-ORSI e PESTARINO, 1981).


Kg/h
off Ancona (depth 52-54m)
1977
1978
1979
1980
4
3
2
1
0
J F M A M J J A S O N D


Kg/h
off PO delta (depth 8-12m) 1977
N°/h
30
20
10
4
3
2
1
0
J F M A M J J A S O N D
adult spawning
juveniles feeding

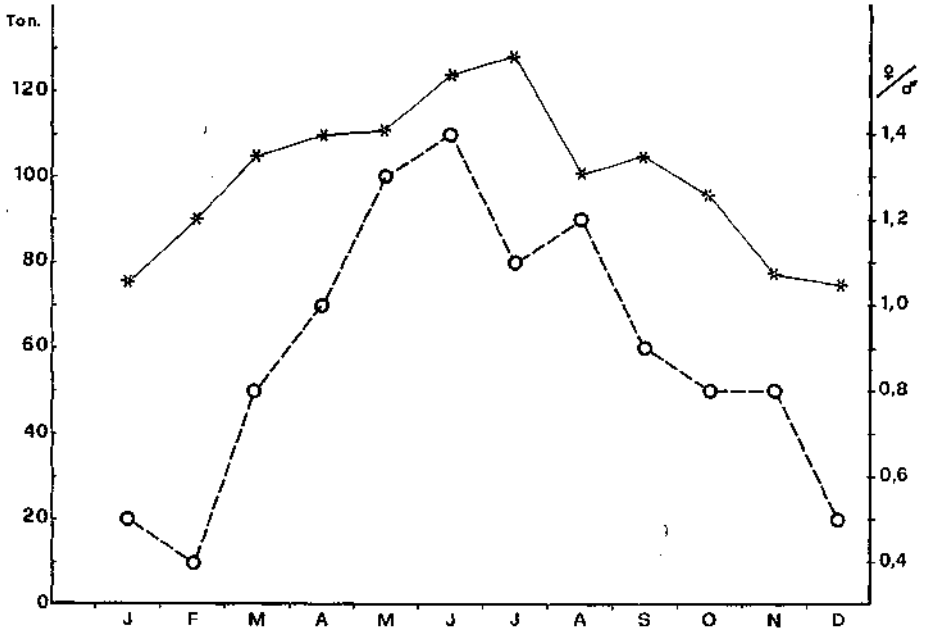


Fig. 7. — Nephrops norvegicus: ciclo annuale delle catture nel Medio Adriatico (dati ISTAT 1977) (linea unita) e ciclo annuale del rapporto sessi (media dei valori ottenuti con pescate sperimentali nel periodo 1977-80) (linea tratteggiata).

CONCLUSIONI

Da quanto esposto finora risulta evidente che una analisi superficiale dei dati relativi a rendimenti di pesca può portare ad interpretazioni profondamente inesatte.

Sono particolarmente da evitare confronti tra dati ottenuti in aree diverse con osservazioni episodiche.

Non va dimenticato infine che, sebbene le reti a strascico in uso nelle

Fig. 6. - Variazioni dei rendimenti di pesca per *Sepia officinalis* in conseguenza delle migrazioni genetiche. A) Rendimenti (Kg/ora) ottenuti sui fondi circalitorali al largo di Ancona nel corso di ricerche condotte nel periodo 1977-80 (ciascun simbolo si riferisce ad una pescata sperimentale, i simboli più grandi indicano più pescate con lo stesso rendimento). B) Rendimenti (linea tratteggiata = Kg/ora; linea unita = numero individui/ora) ottenuti nel corso delle ricerche nella fascia costiera delle tre miglia al largo del Delta del Po. Nelle due aree furono usate attrezzature da pesca diverse, pertanto solo gli andamenti e non i valori assoluti di rendimento possono essere messi a confronto.

marinerie italiane possano essere riportate ad un unico modello fondamentale, piccole modifiche nella loro costruzione o nel loro armamento possono renderle più efficaci per la cattura di organismi appartenenti ad uno o ad un altro dei gruppi ecologici considerati nell'introduzione, rendendo ancor più problematico il confronto tra dati ottenuti da Autori diversi.

I rendimenti di pesca possono invece fornire importanti indicazioni sullo stato di una « fishery » se si possono confrontare serie temporali rilevate nella stessa zona in maniera uniforme; oppure, come nel caso di campagne di pesca esplorative, possono fornire indicazioni sull'abbondanza relativa di una risorsa nell'area studiata.

In tal caso però è importante che la campagna di pesca si sia sviluppata in un intervallo di tempo relativamente breve, che l'attrezzatura di pesca sia stata mantenuta invariata per l'intera durata della campagna e che le pescate siano state effettuate in periodi del giorno comparabili tra loro.

BIBLIOGRAFIA

ATKINSON R. J. A. e NAYLOR E., 1976 — An endogenous activity rhythm and rhythmicity of catches of *Nephrops norvegicus* (L.). — *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.,* 25: 95-108.

ATKINSON R. J. A., PULLIN R. S. V. e DIPPER F. A., 1977 — Studies on the Red band fish *Cepola rubescens.* — *J. Zool.,* Lond., 182: 369-384.

BOEREMA L. K., 1964 — Some effects of diurnal variation in the catches upon estimates of abundance of Plaice and Sole. — *Rapp. Cons. Explor. Mer,* 155: 52-57.

BOWERING W. R., 1979 — Diurnal variation in availability of witch flounder *Glyptocephalus cynoglossus,* and its effect upon estimates of biomass. — *ICNAF Res. Bull.,* 14: 73-76.

CASANOVA B., 1970 — Repartition bathymetrique des Euphasiacés dans le bassin occidental de la Mediterranée. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.,* 34 (2): 205-219.

CHAPMAN C. J., 1980 — Ecology of juvenile and adult Nephrops. In: The biology and management of lobsters. — *Academic Press,* 2: 143-178.

CHAPMAN C. J. e HOWARD F. G., 1979 — Field observations on the emergence rhythm of the Norway lobster *Nephrops norvegicus* using different methods. — *Marine Biology,* 51: 157-165.

CHAPMAN C. J. e RICE A. L., 1971 — Some direct observations on the ecology and behaviour of the Norway lobster *Nephrops norvegicus.* — *Marine Biology,* 10: 321-329.

CHEKHOVA V. A. e KOSTANTINOV K. G., 1978, — Characteristics of the Beaked redfish, *Sebastes mentella* Travin, in bottom and midwater trawl catches on Flemish Cap. — *ICNAF Selected Papers,* 3: 17-21.

ELDRED B. et al., 1961 — Biological observations on the commercial shrimp, *Penaeus duorarum* Burkenroad, in Florida Waters. — *Prof. Pap. Ser. mar. Lab. Fla.,* 3: 1-139.

FARMER A. S. D., 1974 — Field assessments of diurnal activity in the Irish sea populations of the Norway lobster, *Nephrops norvegicus* (L) (Decapoda: Nephropidae). — *Estuar. Coast. Mar. Sci., 2:* 37-48.

FROGLIA C, 1972 — Osservazioni sulle variazioni di cattura dello Scampo *Nephrops norve-*

gicus (L.) in riferimento alla etologia ed alla biologia della specie. — *Quad. Lab. Tecnol. Pesca,* Ancona, 1: 83-99.

FROGLIA C, 1974 — Osservazioni sull'alimentazione del Merluzzo (*Merluccius merluccius* L.) del Medio Adriatico. — *Atti V Congr. Naz. Soc. It. Biol. Mar.,* Nardò: 327-341.

FROGLIA C., OREL G. e VIO E., 1980 — Osservazioni sulla pesca a strascico entro le tre miglia dalla costa nella zona di mare compresa tra Grado e P.ta Tagliamento (Compartimento marittimo di Monfalcone). — *Atti Convegno Scientifico Nazionale P.F. Oceanografia e Fondi Marini,* Roma 5-7 marzo 1979, 269-288.

FROGLIA C. e MAGISTRELLI F., 1981 — Osservazioni sulla pesca a strascico nella fascia della tre miglia dalla costa in un'area antistante il Delta del Po. — *Quad. Lab. Tecnol. Fesca,* Ancona, 3 (1 Suppl.): 49-65.

GHIRARDELLI E., 1947 — Nota sulle variazioni di dimensioni delle Seppie durante il periodo estivo. — *Boll. Fesca Piscic. Idrobiol.,* N.S., 2: 116-125.

HAMMOND R. D. e NAYLOR E., 1977 — Effects of dusk and dawn on locomotory activity rhythms in the Norway lobster *Nephrops norvegicus.* — *Marine Biology,* 39: 253-260.

HEEGARD P., 1967 — On behaviour, sex-ratio and growth of *Solenocera membranacea* (Risso). — *Crustaceana,* 13 (2): 227-237.

HUGHES D. A., 1969 — Factors controlling the time of emergence of pink shrimp *Penaeus duorarum.* — *F.A.O., Fisheries Reports, 51* (3): 971-981.

JUKIC S., 1971 — Studies on the population and the catchability of Norway lobster in the centrai Adriatic. — *Stud. Rev. G.F.C.M.,* 48: 27-53.

OAKLEY S. G., 1979 — Diurnal and seasonal changes in the timing of peak catches of *Nephrops norvegicus* reflecting changes in behaviour. In: Cyclic phenomena in marine plants and animals. — *Pergamon press,* 367-373.

PARSONS L. S. e PARSONS D. G., 1976 — Effects of diurnal variation in availability upon estimation of Redfish - numbers and biomass from stratified - random bottom-trawl surveys. — *ICNAF, Selected Papers,* 1: 19-20.

RELINI-ORSI L. e PESTARINO M., 1981 — Riproduzione e distribuzione di *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) sui fondi batiali liguri. Nota preliminare. — *Quad. Lab. Tecnol. Pesca,* Ancona, 3 (1 suppl.): 123-133.

RICE A. L. e CHAPMAN C. J., 1971 — Observations on the burrows and burrowing behaviour of two mud-dwelling decapod crustaceans, *Nephrops norvegicus* and *Goneplax rhomboides.* — *Marine Biology,* 10: 330-342.

Indirizzo dell'Autore. — I.R.PE.M.-C.N.R. - Molo Mandracchio, 60100 Ancona (I).

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.), 2 1982, pp. 375-387

LIDIA RELINI ORSI e GIULIO RELINI

LA PESCA A STRASCICO MESOBATIALE IN MAR LIGURE E LA RICERCA FINALIZZATA ([1])

RIASSUNTO

Da un recente studio della pesca a strascico mesobatiale ligure, attraverso il P.F. Oceanografia e fondi marini, derivano alcune considerazioni: 1) sulla composizione della macrofauna e sulla resa della pesca, soprattutto in confronto con le equivalenti aree meridionali della Sicilia e della Sardegna; 2) su fenomeni biologici riguardanti le specie eduli principali *(Aristeus antennatus, Phycis blennioides, Geryon longipes,* ecc.) che con la loro periodicità o irregolarità concorrono a determinare la variabilità delle catture.

Si sottolinea l'importanza della pesca profonda ligure sia come fonte di informazione biologica sia come tradizione da conservare.

SUMMARY

Bathial trawling in the Ligurian sea. Recent results in the « Progetto Finalizzato Oceanogr-afia e Fondi Marini». Bathyal trawling (at 600-700 m depth) in the Ligurian sea is compared with the same activity on southern mediterranean areas (Sardinia, Sicily) mainly by faunistic records concerning fishes and the composition of commercial catches. The Ligurian product is poorer both in quality and quantity of edible species (mainly *Aristeus antennatus, Phycis blennioides, Galeus melastomus, Geryoon longipes),* resulting the fishing areas among the deepest actually exploited in the Mediterranean. During last five years, the biological

([1]) Lavoro svolto nell'ambito del Progetto Finalizzato « Oceanografia e fondi marini, subprogetto risorse biologiche ».

research on the same edible species has outlined irregular and periodical phenomena that contribute to the variability of bathyal catches.

Deep trawling in the Ligurian sea, now seriously reduced, ought to be maintained also for its value in the biological research.

Key words: Ligurian sea - bathyal fishing - trawling.

La natura dei fondi marini della Liguria consente lo svolgimento dello strascico su batimetriche e in ambienti molto differenziati. Ad una costa prevalentemente rocciosa, spesso scoscesa, corrisponde in genere una piattaforma ridotta; pertanto si può avere:

a) una pesca neritica, compresa tra 50 e 200 m circa, dove lo strascico, data la scarsità di fondi sabbiosi, può svolgersi sui fanghi terrigeni costieri o sul detritico del largo, ma attinge di solito alla prima biocenosi, di gran lunga più diffusa (VTC di PÈRÉS e PICARD, 1964);

b) una pesca epibatiale, esercitata sui fondi detti « a scampi e potassoli » da una cinquantina d'anni;

c) una pesca più profonda, praticata tra 500 e 700 metri, dalla tarda primavera al tardo autunno; risale alla fine degli anni 40. Si indica come mesobatiale — con un termine non del tutto felice, perché sembra suggerire una localizzazione a metà della scarpata — ed è indirizzata principalmente ai gamberi rossi.

La pesca a strascico costiera agisce su un insieme faunistico caratterizzato da una grande ricchezza specifica, per la varietà di biotopi che costituiscono o delimitano le aree strascicabili. Se ci limitiamo a considerare Teleostei e Decapodi che si possono raccogliere nelle reti a strascico operanti nell'intervallo 50-180 metri, che corrisponde alla pesca litorale, sono state censite da Portofino a Genova circa 85 specie di Osteitti di cui 59 eduli (RELINI ORSI e FANCIULLI, 1980) (Tab. 1) e 47 specie di Crostacei Decapodi (RELINI ORSI e COSTA, 1981) (Tab. 2).

Dalla piattaforma costiera ai livelli superiori della scarpata, la modificazione dei popolamenti è graduale, anche per l'accentuata inclinazione dei fondi. Tuttavia sulle aree strascicabili « a scampi e potassoli » l'insieme macrofaunistico epibatiale emerge con la sua fisionomia inconfondibile, già messa in rilievo da una serie di Autori: ci limitiamo a ricordare PÈRÉS e PICARD (1964), che hanno definito un orizzonte, e MAURIN (1962, 1968) che ha censito le faune di molti areali da pesca mediterranei ed atlantici.

L'orizzonte epibatiale finisce nel Golfo di Genova, a 450 metri (PÈRÉS e PICARD, 1964): sulla base del contenuto della rete a strascico, è facile constatare, anche per questo livello, una reale trasformazione delle faune: nei Decapodi per esempio, lo scampo che è scavatore ed ha forte compor-

Tab. 1 — Teleostei reperiti sui fondi da Pesca neritici fra Genova e Portofino (da RELINI ORSI e FANCIULLI, 1980).

Argentina sphyraena L.
Glossanodon leiglossus (Val.)
Maurolicus muelleri (GM.)
Conger conger (L.)
Ariosoma balearicum (De La R.)
Gnathophis mistax (De La R.)
Echelus myrus (L.)
Trisopterus minutus capelanus (Russo)
Gadiculus argenteus argenteus (Guich.)
Phycis blennioides (Brunn)
Gaidropsarus biscayensis (Coll.)
Gaidropsarus sp.
Merluccius merluccius (L.)
Macrorhamphosus scolopax (L.)
Syngnathus acus (Risso)
Syngnathus typhle rondeleti (De La R.)
Hippocampus hippocampus (L.)
Hippocampus guttulatus (Cuv.)
Zeus faber L.
Capros aper (L.)
Atherina boyeri (Risso)
Serranus hepatus (L.)
Serranus scriba (L.)
Serranus cabrilla (L.)
Dentex dentex (L.)
Pagellus erythrinus (L.)
Pagellus bogaraveo (Brunn)
Diplodus annularis (L.)
Diplodus sargus (L.)
Diplodus vulgaris (E. Geoffr.)
Boops boops (L.)
Spicara smaris (L.)
Spicara flexuosa (Raf.)
Mullus barbatus L.
Mullus surmuletus L.
Cepola rubescens (L.)
Trachurus trachurus (L.)
Trachurus mediterraneus (L.)
Chromis chromis (L.)
Labrus viridis L.
Symphodus rostratus (Bloch)
Symphodus mediterraneus (L.)
Symphodus cinereus (Bonn.)
Symphodus doderleini (Jord.)
Symphodus sp.
Lappanella fasciata Cocco
Coris julis (L.)
Trachinus draco L.
Trachinus araneus (Cuv.)
Uranoscopus scaber L.
Callionymus phaeton (Gthr)
Callionymus rissoi (Les.)
Callionymus maculatus (Raf.)
Blennius ocellaris L.
Gobius niger L.
Gobius cruentatus, GM.
Lesuerigobius friesi (Malb.)
Deltentosteus quadrimaculatus (Val.)
Deltentosteus colonianus (Risso)
Pomatoschistus sp.
Crystallogobius linearis (Dub. Kor.)
Aphia minuta (Risso)
Ophidion barbatum L.
Carapus acus (Brunn)
Scorpaena porcus L.
Scorpaena notata (Raf.)
Trigla lyra L.
Trigla lastoviza (Brunn)
Eutrigla gurnardus guarnardus (L.)
Eutrigla guarnardus milvus Lacépède
Aspitrigla obscura (L.)
Aspritrigla cuculus (L.)
Lepidotrigla cavillone (Lac.)
Peristedion cataphractum (L.)
Citharus linguatula (L.)
Lepidorhombus bosci (Rizzo)
Bothus podas (Delar.)
Arnoglossus laterna (Walb.)
Arnoglossus thori (Kyle)
Solea lutea (Risso)
Solea variegata (Don.)
Monochirus hispidus (Raf.)
Symphurus nigrescens (Raf.)
Lophius piscatorius L.

Tab. 2 — Crostacei Decapodi reperiti sui fondi da pesca neritici fra Genova e Portofino (da RELINI ORSI e COSTA, 1981)

MACRURA NATANTIA

Solanocera membranacea (RISSO, 1816)
Penaeus kerathurus (FORSKAL, 1775)
Parapenaeus longirostris (H. LUCAS, 1846)
Sicyonia carinata (BRUNNICH, 1768)
Pasiphaea sivado (RISSO, 1816)
Chlorotocus crassicornis (COSTA, 1871)
Plesionika heterocarpus (COSTA, 1871)
Alpheus glaber (OLIVI, 1792)
Processa acutirostris (NOUVEL & HOLTHUIS, 1957)
Processa macrophtalma (NOUVEL & HOLTHUIS, 1957)
Processa parva HOLTHUIS, 1951
Processa nouveli (AL-ADHUB e WILLIAMSON, 1975)
Processa canaliculata (LEACH, 1815)
Palaemon xiphias (RISSO, 1816)
Pontonia flavomaculata (HELLER, 1864)
Pontocaris cataphracta (OLIVI, 1792)
Pontocaris lacazei (GOURRET, 1887)
Pontophilus spinosus (LEACH, 1815)
Philocheras echinulatus (SARS, 1861)
Philocheras sculptus (BELL, 1847)

MACRURA REPTANTIA

Palinurus elephas (FABRICIUS, 1787)
Scyllarus arctus (LINNAEUS, 1758)

ANOMURA

Dardanus arrosor (HERBST, 1796)
Pagurus cuanensis (BELL, 1846)
Pagurus alatus (FABRICIUS, 1775)
Pagurus anachorethus (RISSO, 1827)
Pagurus prideauxi (LEACH, 1815)
Galathea nexa (EMBLETON, 1834)
Galathea dispersa (BATE, 1859)
Galathea intermedia (LILLJEBORG, 1851)

BRACHIURA

Ethusa mascarone (HERBST, 1785)
Dorippe lanata (LINNAEUS, 1777)
Atelecyclus rotundatus (OLIVI, 1792)
Macropipus arcuatus (LEACH, 1814)
Macropipus corrugatus (PENNANT, 1777)
Macropipus depurator (LINNAEUS, 1758)

Pilumuns spinifer (H. MILNE EDWARDS & BOUVIER, 1894)
Pinnotheres pinnotheres (LINNAEUS, 1758)
Goneplax rhomboides (LINNAEUS, 1758)
Maja squinado (HERBST, 1788)
Maja verrucosa (H. MILNE EDWARDS, 1834)
Pisa muscosa (LINNAEUS, 1758)
Inachus comunissimus (RIZZA, 1839)
Inachus dorsettensis (PENNANT, 1777)
Macropodia rostrata (LINNAEUS, 1761)
Macropodia longipes (A. MILNE EDWARDS & BOUVIER, 1899)

tamento territoriale, in talune aree sembra sostituito da *Geryon longipes* che probabilmente ha lo stesso rapporto con il substrato ([2]); a *Plesionika heterocarpus* subentrano *P. acanthonotus* e P. *martia;* a *Munida intermedia, M. perarmata;* a *Pteroctopus tetracirrhu, Bathipolipus sponsalis* ecc. Per quanto riguarda i Pesci, il confronto tra i due orizzonti è facilitato dalla disponibilità di ormai numerose liste faunistiche, rilevate sia in Liguria (RELINI ORSI, 1974; RELINI ORSI e RELINI, 1973; ZUNINI SERTORIO, 1975), sia sui vari areali Mediterranei; per il settore centromeridionale ricordiamo in particolare BOMBACE e SARÀ (1972), ARENA e Li GRECI (1973) e CAU (1979).

Moltiplicando i confronti, si rileva anzitutto l'uniformità dei popolamenti batiali; si possono tuttavia anche cogliere alcune caratteristiche del livello mesobatiale ligure che ci sembrano degne di rilievo.

L'orizzonte mesobatiale ligure va considerato di fatto più profondo, per caratteri abiotici e biotici, dei corrispondenti livelli batimetrici del Mediterraneo meridionale, dove la maggiore trasparenza dell'acqua, sommandosi alla diversa incidenza dei raggi solari, assicura una migliore penetrazione della luce. Campionando al di sotto dell'epibatiale, nell'ambito del Programma Finalizzato, abbiamo trovato 53 specie di Osteitti, di cui 10 soltanto eduli; (RELINI, 1978/1981) il rapporto specie eduli/specie totali è ora del 18,8%.

Trascurando le specie capaci di ampi spostamenti di per sé meno indicative, tre pesci bentonici sembrano esclusivi del batiale mediterraneo meridionale: *Benthocometes robustus, Bathysolea profundicola, Scorpaena elongata;* al contrario risulta presente solo in Liguria il brotulide *Oculospinus brevis.*

([2]) Attraverso fotografie scattate in Atlantico, sono stati osservati maschi della specie affine *G. quinquedens* apparentemente a guardia di scavi (WIGLEY e coll., 1975).

Un orizzonte inferiore, o terzo, della scarpata, finora inaccessibile con le normali operazioni di pesca, è adombrato nel manuale di PÈRÉS e PICARD (1964): sarebbe indicato tra l'altro dalla presenza del Decapode *Policheles sculptus* e del Gadiforme *Lepidion lepidion.* Circa i pesci, con la spedizione « Polimede » della Jean Charcot, sono stati effettivamente ritrovati a circa 3000 metri, quindi al piede della scarpata, 6 specie di Osteitti: *L. lepidion, Cataetyx laticeps, Polyacanthonotus rissoanus, Bathypterois mediterraneus, Chalinura mediterranea, C. guentheri* (GEISTDOERFER e RANNOU, 1972). Di quest'ultimi organismi delle profondità mediterranee, *P. sculptus, L. lepidion, P. rissoanus, C. laticeps, B. mediterraneus* sono già stati rinvenuti sui fondi da pesca dell'orizzonte mesobatiale ligure, ciò che ne conferma il carattere veramente profondo.

Non meraviglia, quindi, che anche il prodotto pescato sia un po' più povero e un po' più monotono di quello dei corrispondenti livelli meridionali: dal punto di vista quantitativo, anche se non è possibile un confronto esatto per la varietà delle attrezzature, si constata che nel Golfo di Genova i rendimenti orari medi (RELINI ORSI e coll., 1979) non arrivano in nessun caso a quelli di taluni areali di Pantelleria (BOMBACE e SARÀ R., 1972, Tab. 3; SARÀ R., 1969) o del banco di Scherchi (ARENA e Li GRECI, 1973, Tab. 4) o delle aree strascicabili della costa sarda meridionale (CAU e MURA, 1978).

Dal punto di vista qualitativo, per quanto i substrati strascicabili profondi da noi studiati, siano in linea di massima riconducibili alla facies a *Isidella elongata* e a fanghi a pteropodi con *Thenea muricata,* anche il prodotto commerciale ha una fisionomia propria.

Tra i Condroitti, domina nettamente *Galeus melastomus;* tra gli Osteitti, i Gadiformi con cinque specie, di cui una, *Phycis blennioides,* prevale sull'insieme delle altre quattro, cioè *Mora mora, Molva dypterygia*

Tab. 3 — Rendimenti orari di pesca a strascico rilevati in zone poste a Sud-Est di Pantelleria (da BOMBACE e R. SARÀ, 1972, modificato)

	Rm T/h	Rm C/h
Zona 1	14 Kg.	8 Kg.
Zona 2	80 Kg.	60 Kg.
Zona 3	77 Kg.	58 Kg.
Zona 4	40 Kg.	20 Kg.
Zona 5	27 Kg.	20 Kg.
Zona 6	14 Kg.	10 Kg.

Tab. 4 — Rendimenti osservati sui fondi strascicabili mesobatiali a Nord-Ovest delle Egadi, durante il giorno (G) e la notte (N) (da ARENA e Li GRECI, 1973, modificato)

	Produzione per cala strascico, in kg		Rendimenti orari di pesca, in kg		Valori percentuali relativi (*)	
Periodo giornata	G	N	G	N	G	N
Materiale lordo	107,0	90,0	32,1	24,5	100,0	100,0
Scarti	60,0	55,7	18,0	15,3	55,5	61,6
PESCATO UTILE	47,0	34,3	14,1	9,2	44,5	38,4
CROSTACEI	26,3	12,0	7,9	3,3	56,1	36,3
— Gambero grosso	17,1	5,0	5,3	1,4	65,0	41,7
— Gambero medio	6,0	3,7	1,9	1,0	22,8	30,8
— Gambero piccolo	3,2	3,3	0,7	0,9	12,2	27,5
MOLLUSCHI	—	—	—	—	—	—
PESCI	20,7	22,3	6,2	5,9	43,9	63,6
— 1ª qualità	3,5	5,3	1,1	1,4	16,9	23,8
— 2ª qualità	17,2	17,0	5,1	4,5	83,1	76,2
— 3ª qualità						

(*) % Pescato utile: in rapporto al lordo;
% Crostacei, Molluschi e Pesci: in rapporto al pescato utile;
% Qualità commerciali: in rapporto alle singole categorie faunistiche.

macrophthalma e individui di età avanzata di *Merluccius merluccius* e di *Micromesistius poutassou,* con un rapporto 5:1.

Tra i Decapodi, dominano, alternandosi per la variabile presenza dei Peneidi, *Geryon longipes* e *Aristeus antennatus.*

La presenza di *Geryon* in quantità commerciabili, per quanto si può dedurre dalla letteratura, è di per sé una caratteristica del Mar Ligure, perché sugli altri fondi batiali italiani, la specie viene di solito semplicemente segnalata.

Altrettanto caratteristica della Liguria sembra — perché non abbiamo ritrovato riscontri nella letteratura riguardante altre aree mesobatiali — la dominanza stagionale di *A. antennatus,* la specie più importante dal punto di vista commerciale. In Liguria sono esistiti in passato, specialmente in inverno, popolamenti misti di *A. antennatus* e *Aristeomorpha foliacea* di livello epibatiale: — ne fanno fede le osservazioni di BRIAN (1932, 1942) dal 1930 al 1942 — mentre oggi non esiste una distribuzione epibatiale di

gamberi rossi né quindi una pesca invernale; le popolazioni profonde, cioè del livello 700 m, inoltre sono praticamente monospecifiche per l'estrema rarefazione di *A. foliacea:* sui fondi mesobatiali gli *A. antennatus* arrivano a primavera e scompaiono nell'autunno inoltrato.

Il P.F. ci ha consentito di fornire qualche espressione quantitativa del pescato (RELINI, 1978-1981; RELINI ORSI e coll., 1979, 1981) e di aprire uno spiraglio sulla biologia di un ambiente, peraltro scarsamente noto anche dal punto di vista delle caratteristiche fisico-chimiche; in generale di queste acque si è sempre affermata la temperatura costante — intorno ai 13° — l'idrodinamismo ridotto, la scarsa penetrazione della luce, tutti i fattori che potrebbero riassumersi in una grande stabilità e uniformità del mezzo. Se, sulla base di questa asserita uniformità, si volesse ipotizzare una costanza di rendimento della pesca, si sarebbe molto lontani dal vero (fig. 1): non meno che in acque neritiche, le catture sono influenzate da una serie di fattori abiotici e biotici, soggetti a variazioni sia irregolari, sia periodiche. Abbiamo, ormai durante cicli pluriennali, sperimentato che, con un'agitazione delle acque superficiali, si verificano simultaneamente eventi idrodinamici sul fondo che alterano il lavoro della rete e/o il comportamento degli organismi, riducendo fortemente le catture. Osservazioni recenti condotte sulla scarpata atlantica (GUENNEGAN e RANNOU, 1979) hanno del resto evidenziato fenomeni idrodinamici insospettabili: tra 2000 e 4700 m sono state registrate correnti che si invertono con una periodicità apparentemente collegata a quella della marea sulla costa.

Importanti variazioni si registrano di anno in anno nella stessa composizione del popolamento. I pesci dei livelli profondi, che hanno spesso una vita larvale pelagica di superficie, si presentano con coorti più o meno abbondanti: per *Phycis blennioides* i reclutamenti del '77 e del '79 furono migliori di quelli del '78 e la coorte del '79 tuttora domina nel popolamento —- di adulti — del livello dei gamberi; complessivamente in quattro anni le catture di *Phycis* si sono triplicate.

In concomitanza con l'abbondanza dei Gadiformi — nel Golfo di Genova si registra altresì in parallelo una massiccia presenza di *Micromesistius poutassou* ai livelli epibatiali — in questo momento (fine di maggio 1981) si osserva una estrema rarefazione di *Aristeus antennatus.* È difficile avanzare un'interpretazione, ma il fenomeno è molto netto e preoccupante per i pescatori.

Le indagini di laboratorio hanno inoltre mostrato che molti fondamentali fenomeni biologici riguardanti la macrofauna hanno un andamento periodico: se attraverso le reti trofiche che prendono avvio dalla produzione in superficie, è verosimile aspettarsi ritmi stagionali di alimentazione, almeno nel senso della disponibilità di determinati tipi di alimenti durante

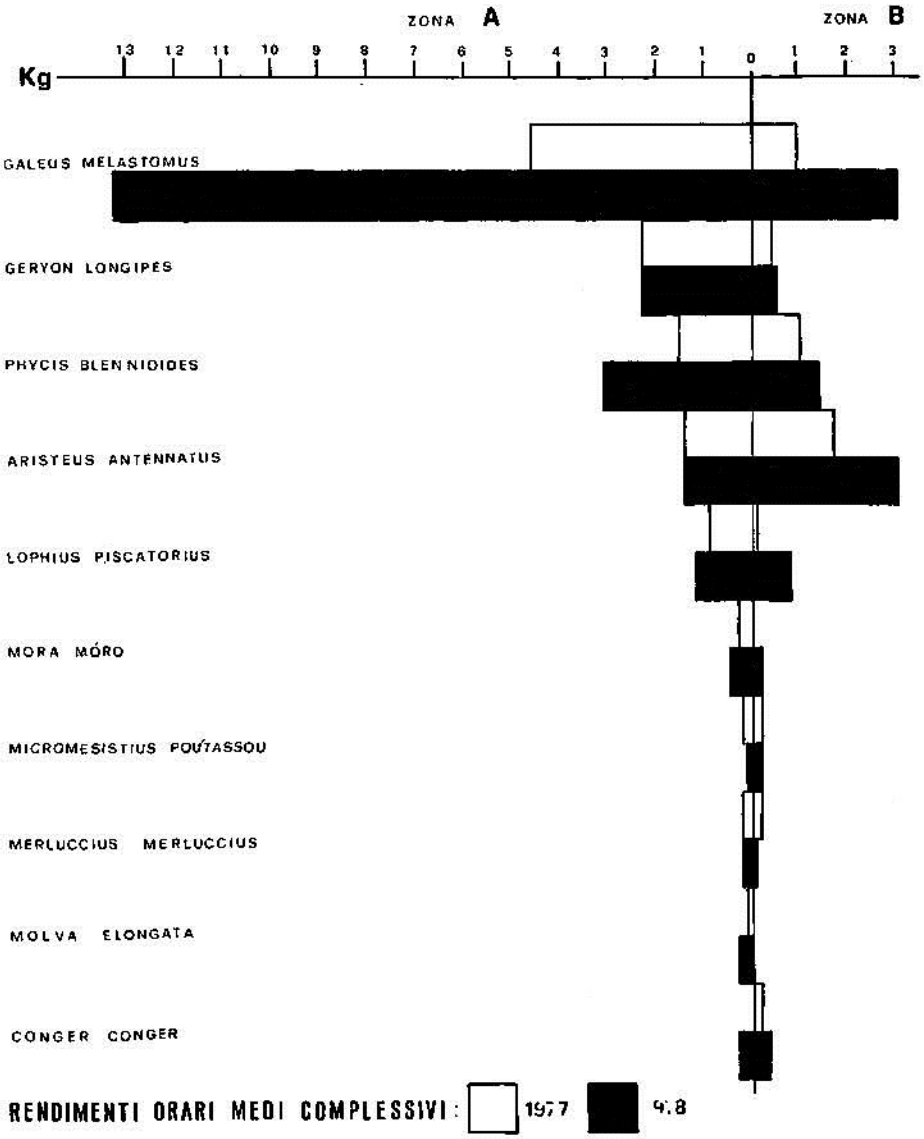


Fig. 1. — Confronto tra rendimenti ottenuti su fondi mesobatiali liguri in due anni successivi. Motopeschereccio di 54,25 t stazza lorda; motore 200 Hp; rete di 770 maglie alla bocca e 550 al sacco, di 16 mm di lato; cavi 1800 m; calamenti 300 m; divergenti 160 × 90 cm. Ore complessive di strascico: 117 circa.

l'anno, (cfr. FRANQUEVILLE, 1971), sono risultati peraltro stagionali anche i ritmi riproduttivi delle specie più importanti commercialmente, come *Aristeus antennatus, Phycis blennioides, Geryon longipes;* anche se, con-

temporaneamente sono state rinvenute specie a riproduzione continua *(Nezumia aequalis,* RELINI ORSI e WURT , 1979; *Etmopterus spinax,* VACCHI e RELINI ORSI, 1979).

La concentrazione primaverile di *Aristèus antennatus* sui fondi mesobatiali, che dà avvio alla pesca, coincide con l'inizio dei fenomeni riproduttivi (RELINI ORSI e RELINI, 1979). Mentre l'accoppiamento, che può precedere di mesi la deposizione, avviene fin dalla primavera, la maturazione ovarica comincia a giugno e si completa a luglio (Tab. *5):* successi-

Tab. 5 — Aspetti stagionali nella riproduzione di *Aristeus antennatus* (da RELINI ORSI e RELINI, 1979)

a) Presenza di femmine accoppiate (con spermatofore) durante l'anno

Febbraio	16,4%*				
Aprile	56,86%*				
Maggio	83%	78,18%			
Giugno	90,3%	93,7%	93%	86,88%	
Luglio	98,2%	98,3%	99%	92,4%	98,6%
Agosto	99%	97%	99,1%	97,8%	
Settembre	99,1%	98,1%	98%	98,24%*	
Ottobre	71,6%	91,4%	85,3%	89,7%	
Novembre	45,6%*	55,8%	20,58%*		
Dicembre	12,5%*	24,03%*			

Ciascun valore rappresenta un rilevamento giornaliero; quelli indicati con asterisco si riferiscono a gruppi di meno di 100 individui.

b) Composizione in percentuale della popolazione femminile di A. antennatus *in termini di maturazione ovarica*

	Ovari bianchi	rosa	lilla	viola
Gennaio-Maggio	98	2	—	—
Giugno	49,5	50,5	—	—
Luglio	6,5	26,4	33,3	33,8
Agosto	10	20	23,5	46,5
Settembre	30	15	30	25
Ottobre	33	14	20	33
Novembre	82,5	0,5	8,5	8,5
Dicembre	93	—	3	4

Da giugno ciascuna serie rappresenta un rilevamento giornaliero.

vamente per più mesi si osserva la stessa struttura riproduttiva nella popolazione. La maturazione delle uova risulta evidente dalla sintesi di una carotenoproteina di colore viola, l' astaxantoviolina (come dice il nome, il gruppo prostetico è formato dal carotenoide astacene): ciò che permette rilevamenti giornalieri condotti a bordo sull'intero pescato. Non appena in autunno varia tale struttura e diventano numerose le femmine con ovario quiescente, declina anche la presenza di gamberi e quindi il fattore economico incentivamente la pesca.

Una netta periodicità si riscontra anche nell'accrescimento: osservando la struttura della sagitta dei pesci nelle diverse stagioni, si constata lo stesso alternarsi di bande ialine ed opache, che è caratteristico dei pesci di acque superficiali. Data l'omeotermia delle acque profonde, alcuni Autori hanno interpretato le zonature come tracce di ritmi riproduttivi; tuttavia esse sono evidenti anche in individui immaturi e negli adulti di quelle specie in cui la maturazione dei gameti è continua come *N. aequalis* (RELINI ORSI e WURTZ, 1979).

Fattori abiotici e biotici, come quelli citati, sia irregolari sia periodici, determinano l'aleatorietà delle catture, una caratteristica non trascurabile della pesca profonda. Se si aggiungono i costi dell'attrezzatura e del carburante, di recente lievitati, si comprende perché questa attività attraversi al presente un periodo di declino.

Eppure, a nostro giudizio, questa attività può e deve continuare: ne può derivare sia il necessario utile immediato scegliendo con accortezza aree, tempi e modalità di pesca, sia l'utile indiretto del riposo delle aree costiere e del risparmio del novellame (SCACCINI, PICCINETTI, SARÀ, 1970). Inoltre la conoscenza dei fenomeni biologici che riguardano questi fondali può portare, più in generale, a un progresso della biologia della pesca, per gli elementi di confronto che fornisce attraverso un ambiente inconsueto.

Un'ultimo fattore di grande importanza è quello umano: non ci si può improvvisare capi pesca per i fondali remoti e accidentati delle grandi profondità: le conoscenze necessarie, topografiche e tecniche, riguardanti la natura dei fondi e il comportamento degli attrezzi e delle specie da catturare, devono provenire in genere da una scuola locale. In questo momento si assiste a una progressiva riduzione degli uomini che hanno le competenze necessarie, al punto che alcuni areali, già produttivi, sono stati abbandonati.

Oggi da parte di molti paesi mediterranei, si riflette sul valore della piccola pesca e sulle iniziative di tutela e di valorizzazione che è utile e doveroso assumere nei suoi riguardi.

Se ci è consentito, vorremmo attirare l'attenzione sul fatto che, in qualche caso, la pesca a strascico può racchiudere un'insieme di conoscenze,

non escluse quelle che si riallacciano a una tradizione, che si dovrebbe in qualche modo far sopravvivere.

BIBLIOGRAFIA

ARENA P. e Li GRECI F., 1973 — Indagine sulle condizioni faunistiche e sui rendimenti di pesca dei fondali batiali della Sicilia Occidentale e della bordura settentrionale dei banchi della soglia siculo-tunisina. — *Quad. Lab. Tecnol. Pesca,* Ancona, 1 (5): 157-201.

BOMBACE G. e SARÀ R., 1972 — La pesca a strascico sui fondali da 500 a 700 metri nel settore a Sud-Est di Pantelleria. — *Mem. Min. Mar. Merc.,* n. 3: 1-77.

BRIAN A., 1932 — I gamberi rossi del Mercato di Genova. — *Corriere della Pesca,* Roma, 6, 50-52.

BRIAN A., 1942 — I Crostacei eduli del mercato di Genova (Decapoda Natantia). — *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.,* 18: 25-60.

CAU A., 1979 — Primo contributo alla conoscenza dell'ittiofauna batiale dei mari della Sardegna Meridionale (Osteichthyes). — *Rendiconti del Seminario della Facoltà di Scienze dell'Università di Cagliari,* 49 (3-4): 595-595.

CAU A. e MURA M., 1978 — Notizie sulla pesca bentobatiale nei mari della Sardegna Meridionale. — *Rendiconti del Seminario della Facoltà di Scienze dell'Università di Cagliari,* 48 (suppl.): 137-153.

FRANQUEVILLE C., 1971 — Macroplancton profond (Invertébres) de la Mediterranée nord-occidentale. — *Téthys,* 3 (1): 11-56.

GEISTDOERFER P. e RANNOU M., 1972 — Poissons benthiques récoltés en Mediterranée occidentale par le N.O. «Jean Charcot». — *Bull. Mus. Hist. Nat.,* Paris, 3° ser., 25, Zoologie, 19: 101-110.

GUENNEGAN Y. e RANNOU M., 1979 — Semi-diurnal rhythmic activity in deep-sea benthic fishes in the bay of Biscay. — *Sarsia,* 64 (1-2): 113-116.

MAURIN C., 1962 — Etude des fonds chalutables de la Mediterranée occidentale (écologie et pêche). Résultats des campagnes des navires océanograohiques « Président Théodore-Tissier » 1957 à 1960 et « Talassa » 1960 et 1961. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.* 26 (2): 163-218.

MAURIN C, 1968 — Ecologie ichthyologique des fonds chalutables atlantiques (de la baie ibéro-marocaine à la Mauretanie) et de la Méditerranée occidentale. — *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit..* 32 (1): 5-147.

PÈRÉS J. M. e PICARD J., 1964 — Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. — *Rec. Trav. Stat. Mar., Endoume, Bull.,* 31 (47): 1-137.

RELINI G., 1978-1981 — Campagna di pesca a strascico 1977 sui fondi batiali del Mar Ligure nell'ambito dei programmi finalizzati. Atti X Congresso SIBM, Ancona, 1978. - *Quad. Lab. Tecnol. Pesca,* 3 (1 suppl.): 111-122 (1981).

RELINI ORSI L., 1974 — Un ambiente marino di grande interesse naturalistico: i fondi batiali al largo del promontorio di Portofino. — *Atti IV Simposio Nazionale sulla Conservazione della Natura.* 1: 141-148.

RELINI ORSI L. e COSTA M. R., 1981 — I Decapodi litorali di Portofino. III: Specie raccolte con vari attrezzi da pesca. — *Quad. Lab. Tecnol. Pesca,* 3 (1 suppl.): 165-173.

RELINI ORSI L. e FANCIULLI G., 1980 — Aspetti qualitativi e quantitativi della pesca a

strascico in acque neritiche della Riviera Ligure. — *Quad. Lab. Tecnol. Pesca,* 2 (5): 257-270.

RELINI ORSI L., COSTA M. R., FANCIULLI G., MORI M., RELINI G., VACCHI M. e WURTZ M., 1979 — Campagna di pesca a strascico batiale nel Mar Ligure: risultati e problemi. — *Atti Convegno Scien. Naz. P. F. Oceanogr. e Fondi Marini,* Roma, 5-6-7 Marzo, 1: 243-255.

RELINI ORSI L., ISOLA G., MORI M., RELINI G. e VACCHI M., 1981 — Risultati di un quinquennio di osservazioni sulla pesca a strascico profonda in Liguria. — *Atti Convegno delle Unità Operative afferenti ai sottoprogetti Risorse Biologiche e Inquinamento Marino,* Roma 10-11 Nov. 1981, 321-337.

RELINI ORSI L. e RELINI G., 1973 — Nuove segnalazioni di pesci nel Mar Ligure e composizione dell'Ittiofauna (Osteotiti) dei fondi batiali strascicabili. — *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova,* 41: 51-62.

RELINI ORSI L. e RELINI G., 1979 — Pesca e riproduzione del gambero rosso *Aristeus antennatus* (Decapoda, Penaeidae) nel Mar Ligure. — *Quad. Civ. Staz. Idrobiol.,* Milano, 7: 39-62.

RELINI ORSI L. e WURTZ M., 1979 — Biologia di *Nezumia aequalis* (Osteichthyes, Macruridae) sui fondi da pesca batiali liguri. — *Quad. Civ. Staz. Idrobiol.,* Milano, 7: 75-98.

SARÀ R., 1969 — La pesca a strascico sui fondali della scarpata continentale (Settori di Levanzo e di Pantelleria). — *Min. Marina Merc. Memoria,* 21: 1-75.

SCACCINI A., PICCINETTI C. e SARÀ R., 1970 — Stato attuale della pesca in acque profonde nei mari italiani. — *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.,* 25 (1): 5-35.

VACCHI M. e RELINI ORSI L., 1979 — Aspetti riproduttivi in *Etmopterus spinax* L. (Condrichthyes, Squalidae). — *Quad. Civ. Staz. Idrobiol.,* Milano, 7: 63-74.

WIGLEY R. L., THEROUX R. B. e MURRAY H. E., 1975 — Deep-sea Red Crab, Geryon quinquedens, Survey off Northeastern United States. — M.F.R. Paper 1154, *Mar. Fish. Rev.,* 37 (8): 1-21.

ZUNINI SERTORIO T., 1975 — Ricerche quantitative sulla fauna batiale del Mar Ligure. — *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.,* 30 (2): 277-288.

Indirizzo dell'Autore. — LIDIA RELINI ORSI - Istituto di Anatomia Comparata dell'Università di Genova, Laboratori di Biologia Marina ed Ecologia Animale, Via Balbi 5, 16126 Genova (I).

Domanda del prof. G. BOMBACE — Mi ha colpito questo rapporto inverso tra Gadiformi e Crostacei Decapodi nel pescato. È possibile ipotizzare una relazione predatore-preda tra pesci e i gamberi?

Risposta — Se consideriamo i soggetti che formano il pescato, che sono prevalentemente Decapodi e pesci adulti, direi di no, perché le precedenti indagini che abbiamo svolto sulla rete trofica batiale ci hanno convinto che i pesci più abbondanti al livello mesobatiale, Gadiformi e Condroitti, non sono consumatori abituali di gamberi Peneidi.

La relazione ipotizzata potrebbe però sussistere a carico dei giovani o addirittura delle larve dei Peneidi, che sono pelagici e pertanto potrebbero rientrare in quel « pool » di specie micronectoniche e planctoniche euribati di cui i Gadiformi fanno largo consumo.

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.), 2 1982, pp. 389-394

GIANDOMENICO ARDIZZONE e GIOVANNI BOMBACE

PRIME OSSERVAZIONI SULLA PICCOLA PESCA COSTIERA LUNGO UN LITORALE DEL MEDIO TIRRENO

RIASSUNTO

In previsione della realizzazione di una barriera artificiale a fini di ripopolamento biologico nella fascia costiera a Nord della foce del Tevere (Fregene, Roma) sono stati raccolti dati quantitativi e qualitativi relativi alla piccola pesca artigianale svolta nell'area al fine di valutare le modificazioni del pescato derivanti dall'immersione di tali manufatti sperimentali.

I dati raccolti nel corso degli anni 1979-80, si riferiscono ai vari attrezzi usualmente impiegati, ed esattamente 6 tipi di reti da posta ed un rastrello per bivalvi. I risultati ottenuti mostrano come gran parte delle catture attuali sia legato a specie con movimenti stagionali verso le aree costiere, mentre le specie stanziali rappresentano attualmente catture occasionali.

SUMMARY

First observations on small scale coastal fishing in the Mid Tyrrhenian Sea.

In view of the setting-up an artificial reef with the aim of biological restocking in the coastal area North of the mouth of the Tiber (Fregene, Rome), quantitative and qualitative data on small scale fisheries have been collected, in order to verify the eventual fishing modifications resulting from such an experimental structure. The data, collected during the years 1979-80, refer to the fishing gear usually used, i.e. 6 kinds of passive net and one shellfish dredge. The results show that most of the current catches are of migratory species moving towards coastal areas, while local species are only occasionally caught.

Key words: small scale fishing - Mid Tyrrhenian Sea - artificial reefs.

La fascia litorale antistante Fregene (Roma), può essere considerata un tipico esempio di ambiente profondamente modificato dall'impatto di diverse attività antropiche. Tre queste una delle più dirette è senz'altro la pesca a strascico svolta illegalmente all'interno delle tre miglia dalla costa, poiché viene condotta a livelli di sovrasfruttamento degli stocks costieri, colpisce stadi giovanili di molte specie (ARDIZZONE, 1981), e altera, spesso irreversibilmente, biocenosi bentoniche, quali la prateria di *Posidonia oceanica,* di notevolissima importanza nell'equilibrio biologico della fascia costiera (ARDIZZONE e MIGLIUOLO, 1981). Allo stesso tempo, mentre da una parte i fondali vanno perdendo la loro fisionomia eterogenea tendendo ad uniformarsi bionomicamente, e la produzione è limitata dagli eccessivi prelievi, le acque costiere continuano a ricevere elevati quantitativi di nutrienti, (BLUNDO *et al.,* 1978), che consentono un notevole sviluppo dei primi livelli trofici i quali, a loro volta, non possono essere utilizzati adeguatamente per il disarmonico rapporto tra produttori e consumatori.

Proprio al fine di sperimentare tecniche atte alla tutela dei fondali e alla utilizzazione di questo arricchimento delle acque, così da favorire determinati consumatori e quindi incrementare la produzione, già da qualche anno è stata progettata la realizzazione di una barriera artificiale, analogamente a quanto sperimentato in Adriatico (BOMBACE, 1977, 1979, 1980). In questi mesi è in corso la posa in opera di detta struttura.

Preliminarmente a tale realizzazione è stata seguita l'attività della pesca artigianale svolta nell'area e questo non soltanto nell'ottica di una conoscenza di base delle risorse presenti, ma anche nella prospettiva di future indagini, sulle modificazioni quali-quantitative delle rese.

La zona in esame si estende dalla foce dell'Arrone alla zona del Canale di Acque Basse della Bonifica di Maccarese fino all'isobata dei 14 m (fig. 1; si tratta di circa 1500 ha, con fondali fango-sabbiosi regolarmente degradanti verso il largo.

In questo tratto operano alcuni dei pescatori della Cooperativa della Piccola Pesca di Fregene ed esattamente sono state censite, come « attive », 5 barche con 12 addetti per la pesca con reti da posta e 5 barche con 7 addetti oer la pesca di molluschi bivalvi.

Gli attrezzi impiegati sono 6 tipi di reti da posta: tremaglio per seppie (maglia mm 33), tremaglio per mazzancolle (maglia mm 22), rete monofilo galleggiante (mm 32, alto m 3), rete monofilo per sogliole (mm 35, alto m 3) rete monofilo per merluzzi (mm 33, alto m 4). Per la pesca dei molluschi bivalvi *(Donax* spp.) vengono usati rastrelli di 160 cm di larghezza con rete terminale a maglia da 10 mm, che vengono trainati in coppia da ogni barca.

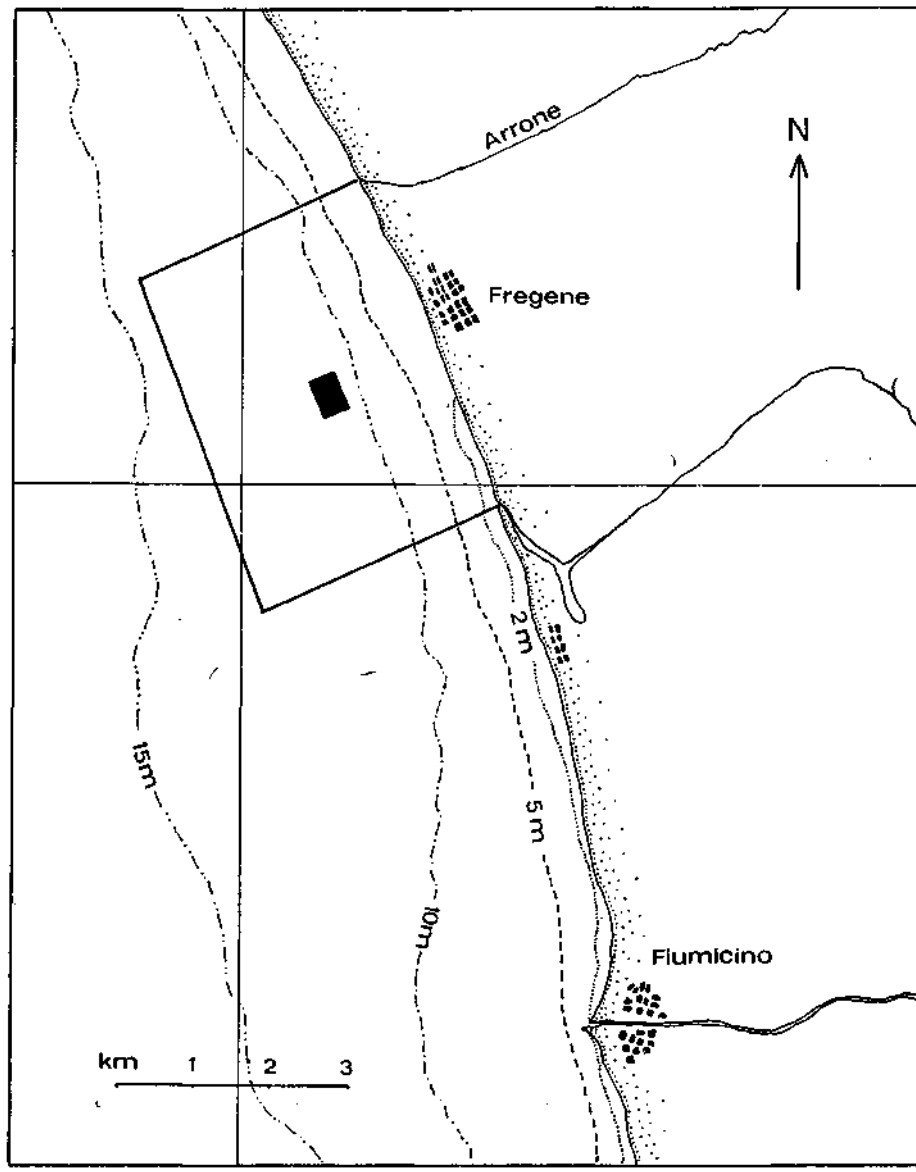


Fig. 1. — L'area considerata per l'indagine (1500 ha) e, in nero, il previsto poligono a barriere artificiali (64 ha).

Sono state effettuate osservazioni mensili per ogni attrezzo impiegato all'interno dell'area considerata. L'unità di Sforzo di Pesca utilizzata è di 1000 m di rete calata per 12 ore di posta, per quanto riguarda le reti da posta, mentre viene considerata la resa oraria per ogni coppia di rastrelli in attività per la raccolta delle telline. Come illustrato in fig. 2 la composizione percentuale del pescato ha un andamento periodico: da Gennaio ad Aprile la pesca predominante è quella di *Sepia officinalis* catturata su fondali di 8-10 m; da Aprile-Maggio inizia la pesca della mazzancolla *(Penaeus kerathurus)* su fondali dai 2 ai 13 m (progressivamente verso il

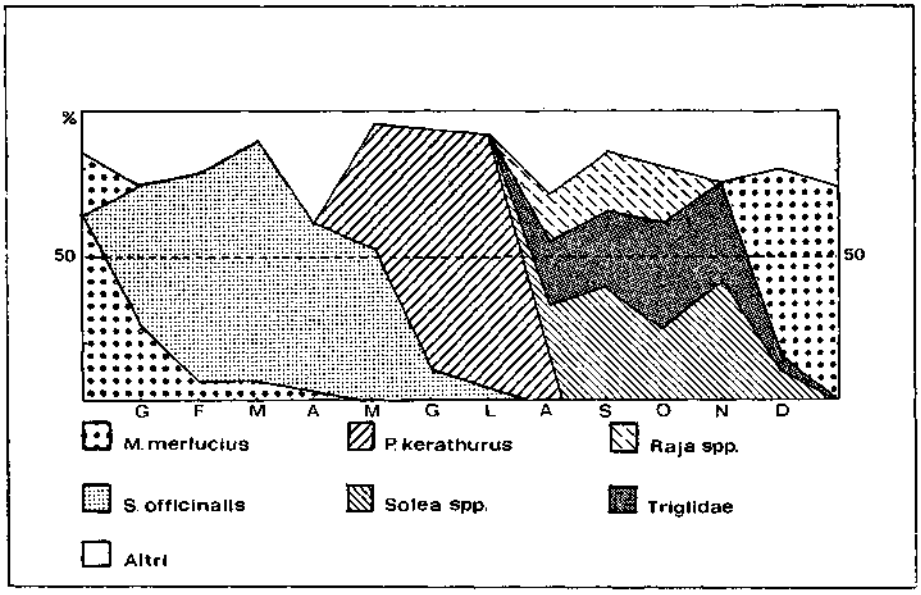


Fig. 2. — Andamento percentuale delle colture nei diversi mesi.

largo con il procedere della stagione) e si protrae fino ai primi di Agosto allorché viene iniziata la pesca delle sogliole (principalmente *Solea impar* e *Solea vulgaris)* su fondali di 8-9 m; insieme alle sogliole vengono frequentemente catturati caponi (principalmente *Trigla lucerna* e *Trigloporus lastoviza)* e razze (principalmente *Raja asterias);* occasionalmente viene catturato qualche rombo (*Scophthalmus rhombus* e *Psetta maxima).*

In questo stesso periodo dopo le mareggiate vengono usate reti galleggianti con le quali si catturano principalmente occhiate e cefali. Da Novembre-Dicembre fino a Gennaio si effettua la pesca del merluzzo su fondali di 12-13 m.

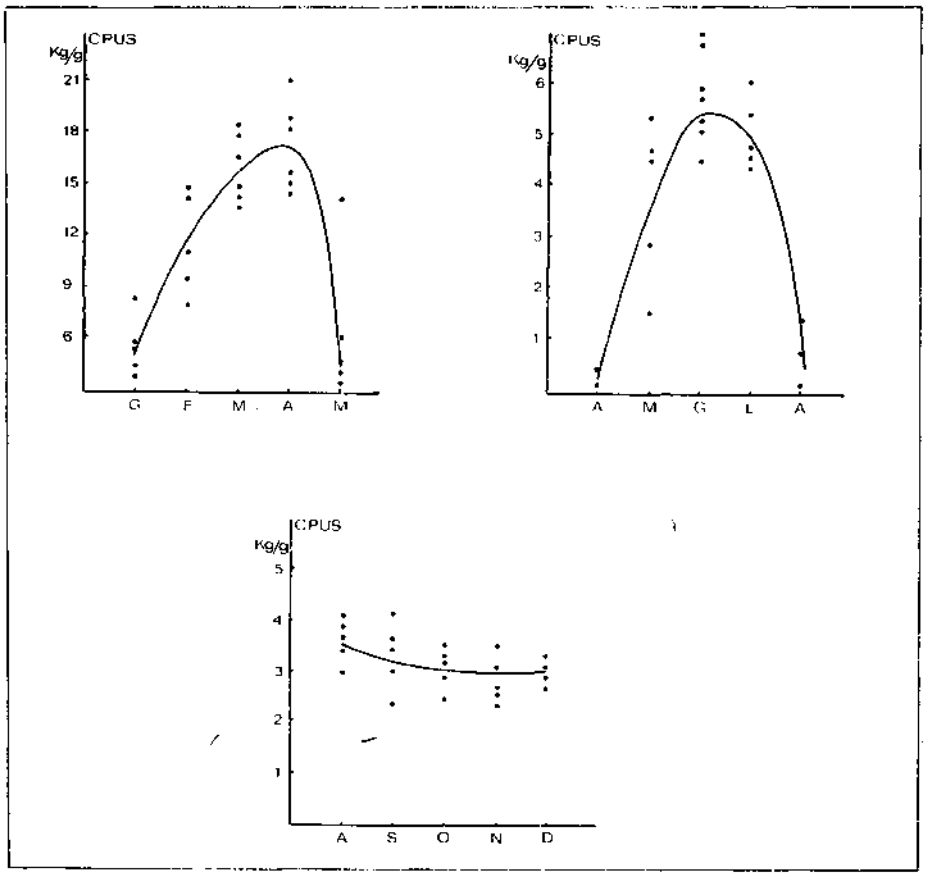


Fig. 3. — Catture per Unità di Sforzo. A sinistra *S. officinalis*, a destra *P. kerathurus* e in basso *Solea* spp.

La pesca dei bivalvi è praticata tutto l'anno ed è caratterizzata principalmente dalla cattura di *Donax trunculus*, su fondali da 1 a 3 m.

Le CPUS (fig. 3) per *S. officinalis* e *P. kerathurus* hanno un tipico andamento legato agli spostamenti stagionali di queste specie verso i bassi fondali mentre le rese per le sogliole sono più regolari ma piuttosto basse. *Donax trunculus* è catturata, con leggere flessioni, durante tutto il corso dell'anno.

Sono del tutto assenti specie stanziali pregiate (Sparidi, Serranidi, Scienidi, ecc.) tipiche di fondali più eterogenei che possano offrire adeguato rifugio ed alimentazione.

La progettata barriera artificiale occuperà un'area di 6 ha all'interno

di questa zona, per un totale di 300 blocchi di calcestruzzo posti a gruppi di 5 (quattro di base e uno di vertice) e di 4 (tre di base e uno di vertice). Sono inoltre previsti esperimenti di mitilicoltura di mare aperto.

Per ciò che riguarda l'assetto futuro dell'area è previsto un programma di elaborazione dati per la valutazione delle modificazioni qualitative e quantitative delle popolazioni pescabili e per la stima delle risorse della fascia circostante in cui la pesca potrà essere significativamente influenzata dalla presenza della barriera.

BIBLIOGRAFIA

ARDIZZONE G. D., 1981 — Osservazioni sulla pesca a strascico entro le tre miglia dalla costa tra Capo Circeo e Terracina (Medio Tirreno). — *Atti II Conv. Prov. sulla Pesca,* Terracina.

ARDIZZONE G. D. e MIGLIUOLO A., 1982 — Modificazione di una prateria di *Posidonia oceanica* (L.) Delile del Medio Tirreno, sottoposta ad attività di pesca a strascico. — *Atti XIII Congr. Soc. It. Biol. Mar.,* Cefalù, 1981. — *Naturalista sicil.,* Palermo, VI (Suppl.), 3: 509-515.

BOMBACE G., 1977 — Aspetti teorici e sperimentali concernenti le « Barriere Artificiali ». — *Atti IX Congresso SIBM,* Lacco Ameno d'Ischia.

BOMBACE G., 1979 — Nota sull'esperimento di barriere artificiali a fini multipli realizzato dal Laboratorio di Tecnologia della Pesca del CNR, Ancora. — *Gazzettino della Pesca,* 1.

BOMBACE G., 1980 — Note sur les experiences de creation de recifs artificiels en Italie. — *GFCM/XV/80/21. FAO.* Palma de Mallorca.

LEVI D. e TROADEC J. P., 1974 — Les ressources halieutique de la Mediterranée et de la Mer Noire. — *Etud. Rev. CGPM/ Stud. Rev. GFCM* (54): 29-52.

WELCOMME R. L. e GULLAND J. A., 1980 — Methods for assessing the resources available to small-scale fisheries. — *Proc. 14th Sess. I.P.F.C.,* Kyoto, Japan, 21-30 May 1980, 988-998.

Indirizzo degli Autori. — GIANDOMENICO ARDIZZONE, Istituto di Zoologia, Università di Roma, Viale dell'Università 32, 00100 Roma (I). - GIOVANNI BOMBACE, Istituto di Ricerche sulla Pesca Marittima del C.N.R., 60100 Ancona (I).

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl), 2 1982, pp. 395-401

GIANDOMENICO ARDIZZONE

OSSERVAZIONI SULLA PESCA A STRASCICO ENTRO LE TRE MIGLIA DALLA COSTA TRA CAPO CIRCEO E TERRACINA (MEDIO TIRRENO)

RIASSUNTO

Nell'area considerata convergono abitualmente tanto la piccola pesca costiera quanto, ormai da numerosi anni, la pesca a strascico esercitata illegalmente all'interno delle tre miglia dalla costa. Al fine di osservare gli effetti di tale attività sono state compiute periodiche campagne sperimentali di pesca a strascico con cale a 1, 2 e 3 miglia dalla costa. L'andamento generale delle catture indica una maggiore diversità nella struttura dei popolamenti al limite delle tre miglia nei confronti delle stazioni a due (prateria di Posidonia) e a un miglio dalla costa. Le rese quantitative sono relativamente uniformi in tutte le stazioni. Particolarmente significativo è il danno subito dagli stocks con il prelievo di cospicue frazioni di individui giovani e l'alterazione della prateria di Posidonia.

SUMMARY

Observations of trawling within the three mile limit between capo Circeo and Terracina (Mid Tyrrhenian).

Both small scale fishing and illegal trawling inside the three mile limit occur in this zone, as in many coastal areas of the Tyrrhenian Sea.

Experimental trawl sampling at 1, 2 and 3 miles from the coastline were made in order to obtain information of the effects of such activity. The catch was generally more varied at the three mile station in comparison with that at one and two miles (Posidonia beds). The catch per unit effort is fairly uniform for all three distances off-shore.

The damage to coastal stocks by the removal of large numbers of young fish (i.e. *Mullus barbatus)* and by the alteration of the large Posidonia beds is particularly significant.

Key words: trawling - Mid Tyrrhenian Sea - coastal band.

Il problema della pesca a strascico illegalmente svolta all'interno delle tre miglia dalla costa e con fondali inferiori ai 50 m (Art. 111, legge 963 del 14-7-65), è ormai da numerosi anni particolarmente grave lungo le coste laziali.

L'attività è entrata ormai nelle consuetudini locali ed in alcune marinerie parte della flotta è stata addirittura specializzata per operare appunto in queste aree (motopescherecci di piccola stazza ma con motori di elevata potenza).

Nonostante le dimensioni raggiunte dal fenomeno, sono a tutt'oggi scarsi i contributi scientifici indirizzati a chiarire quali siano gli effetti provocati da tale attività in Tirreno; in particolare, l'importanza che in questo mare hanno biocenosi litorali quali ad es. le Praterie di Posidonia, ha imposto la necessità di più ampi approfondimenti (ARDIZZONE e MIGLIUOLO, 1981).

Specifiche osservazioni sono state compiute recentemente in Adriatico (PICCINETTI, 1968; PICCINETTI, 1971; FROGLIA e OREL, 1979; FROGLIA, OREL e VIO, 1979; FROGLIA e MAGISTRELLI, 1981) ma non possono che costituire un incerto riferimento viste le differenti condizioni dei due mari.

L'area considerata in questo studio è compresa tra Capo Circeo e Terracina ed è caratterizzata da fondali eterogenei con presenza di un'ampia prateria di Posidonia. Vi operano motopescherecci e motobarche della piccola pesca delle marinerie di Terracina e S. Felice Circeo, spesso in stato di conflittualità all'interno della fascia costiera entro le tre miglia.

Le osservazioni qui riportate sono state compiute durante una serie di campagne di pesca trimestrali svolte in un ciclo annuale (1980-1981) per un totale di circa 80 ore di pesca con cale notturne e diurne effettuate a 1, 2 e 3 miglia dalla costa ed esattamente sulle isobate degli 8, 20 e 50 m (fig. 1).

La stazione a 2 miglia è posta all'interno della prateria di Posidonia.

Per queste pescate è stato utilizzato un motopeschereccio di 23 metri di lunghezza, 42,38 tonnellate di Stazza Lorda e motore da 240 Hp. La rete impiegata è quella usualmente adottata presso le marinerie laziali (rete italiana) con 450 maglie alla bocca e sacco con maglie da 16 mm di lato. Le cale hanno avuto una durata media di un'ora.

Le tre stazioni campionate (1, 2 e 3 miglia dalla costa) hanno caratteristiche profondamente diverse e, conseguentemente, varia è stata la cattura di specie di interesse commerciale.

Come « giovani » delle diverse specie, sono stati considerati gli individui le cui taglie minime di riproduzione non erano state sicuramente

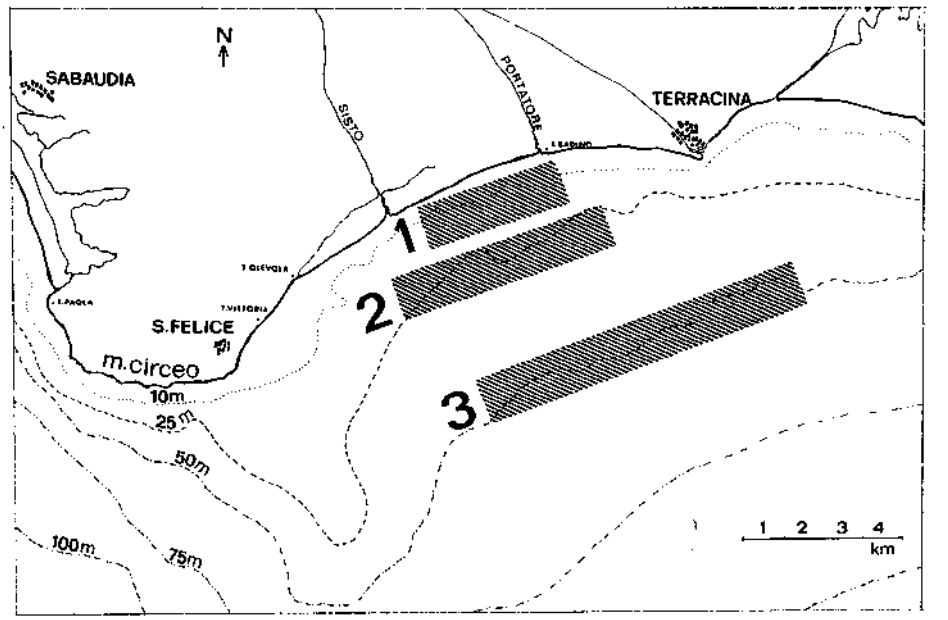


Fig. 1. — Le tre stazioni considerate poste a 1, 2 e 3 miglia dalla costa.

raggiunte (MANGOLD-WIRZ, 1963; ZUPANOVIC, 1963; RIJAVEC e ZUPANOVIC, 1965; LARRANETA, 1967; DE RANIERI, 1979; FROGLIA com. per).

La prima stazione (1 miglio, 8 m) è caratterizzata da una presenza di specie variabile stagionalmente in funzione di migrazioni genetiche: *Mullus barbatus* è presente allo stadio giovanile (spesso per il 100%) nel periodo estivo-autunnale; Cefalopodi quali *Loligo vulgaris, Sepia officinalis* e *Octopus vulgaris* sono presenti principalmente dalla fine dell'inverno alla tarda primavera; *Bothus podas* è invece specie caratteristica presente tutto l'anno.

A due miglia dalla costa (prateria di Posidonia, 20 m) la composizione delle catture è usualmente monotona e dominata da *Octopus vulgaris.* Ma l'interesse dei pescatori per quest'area è legata alla possibilità di cattura di specie pregiate quali *Lithognathus mormyrus, Sparus aurata, Sparus pagrus, Diplodus sargus, Diplodus vulgaris, Puntazzo puntazzo, Palinurus elephas* e altre un tempo assai abbondanti, attualmente occasionali a causa dell'intenso sfruttamento e della modificazione delle biocenosi di fondo. Nel corso delle campagne effettuate, unica cala all'interno della Posidonia che ha permesso la cattura di queste specie è stata quella dell'Aprile 1981.

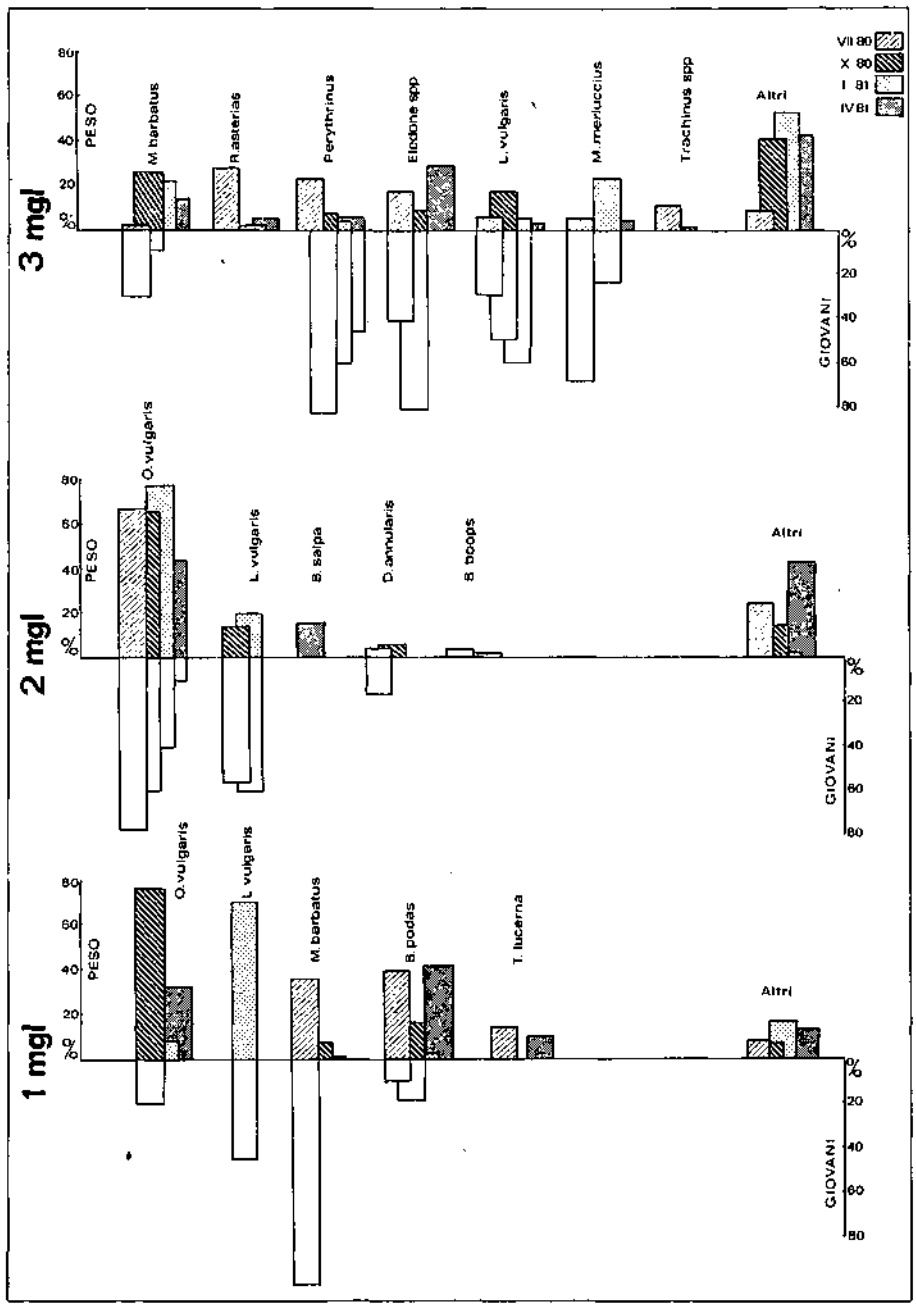


Fig. 2. — Composizione percentuale (in peso) del pescato nelle tre stazioni. Per ogni specie è stata inoltre calcolata la percentuale (in numero di individui) dei giovani.

La terza stazione (tre miglia, 50 m) è la più eterogenea per ciò che riguarda le catture: la specie principali regolarmente presenti sono *M. barbatus, Raja asterias, Pagellus erythrinus, Eledone moschata, E. cirrhosa, L. vulgaris* e *Merluccius merluccius.*

La frazione giovanile è spesso considerevole per gran parte delle specie (fig. 2).

La distribuzione delle taglie di *M. barbatus* in alcuni mesi significativi (fig. 3) ci mostra come nel periodo estivo-autunnale gran parte degli individui sia al di sotto della taglia di prima riproduzione mentre dall'inverno alla tarda primavera gli esemplari catturati sono in buona percentuale superiori ai 10 cm. L.T.

Interessante anche la distribuzione delle taglie di *P. erythrinus* nei

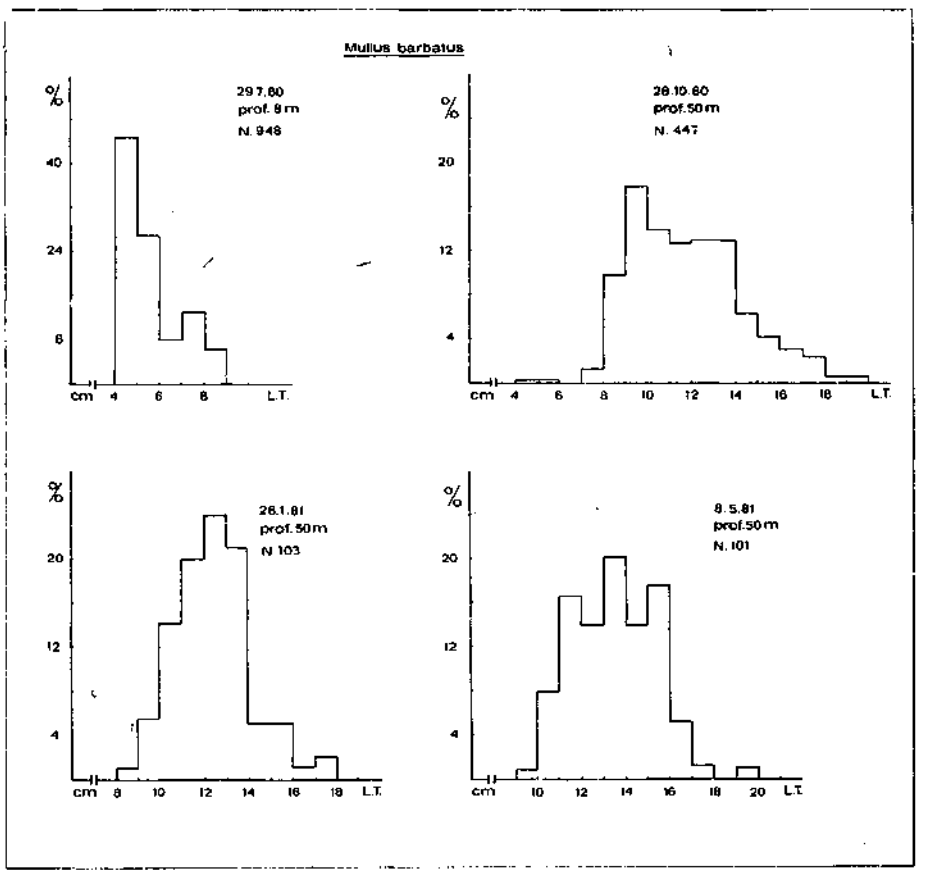


Fig. 3. — Distribuzione delle taglie di *M. barbatus* in alcuni campioni significativi.

mesi estivi ed autunnali: in Luglio sono stati infatti catturati soltanto esemplari superiori ai 13 cm mentre in Ottobre la maggior parte era costituita da individui inferiori a questa taglia.

In conclusione, con questo primo ciclo di ricerche sono stati evidenziati alcuni punti significativi:

a) il notevole danno creato dalla attività della pesca a strascico alla prateria di Posidonia (ARDIZZONE e MIGLIUOLO, 1981);

b) il pesante impatto su giovani di specie economicamente importanti *(M. barbatus, P. erythrinus,* ecc.) e conseguente sovrasfruttamento di importanti stocks costieri;

c) la rarefazione — ed in alcuni casi la scomparsa — di specie ittiche stanziali di elevato pregio commerciale (*Sparus aurata, Lithognathus mormyrus,* ecc.) un tempo regolarmente catturate;

d) la semplificazione strutturale di popolamenti eterogenei e complessi tipici della prateria di Posidonia, fino ad una dominanza — tra le specie sfruttate commercialmente — di Ottopodi i quali, per il loro breve ciclo vitale e per la diminuzione della pressione di predazione (punto c) sono in grado di meglio resistere all'elevato sforzo di pesca.

BIBLIOGRAFIA

ARDIZZONE G. D., 1981 (a) — Stato dell'ecosistema marino costiero tra Capo Circeo e Terracina. — *Atti II Conv. Prov. sulla Pesca,* Terracina, Maggio 1981.

ARDIZZONE G. D., 1981 (b) — Utilizzazione di substrati artificiali lungo la fascia costiera laziale per la tutela e l'incremento delle risorse biologiche. — *Atti III Conv. C.L.E.M.,* Massa Lubrense, 1981.

ARDIZZONE G. D. e MIGLIUOLO A., 1982 — Modificazioni di una prateria di *Posidonia oceanica* (L.) Delile del Medio Tirreno sottoposta ad attività di pesca a strascico. — *Atti XIII Congr. Soc. It. Biol. Mar.,* Cefalù, 1981. — *Naturalista sicil.,* Palermo, VI (Suppl.), 3: 509-515.

DE RANIERI S., 1979 — La maturità sessuale nelle femmine di *Mullus barbatus* L. nell'Alto Tirreno. — *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem.* ser. B, 86, Suppl.

FROGLIA C. e MAGISTRELLI F., 1981 — Osservazioni sulla pesca a strascico nella fascia costiera delle tre miglia dalla costa in un'area antistante il delta del Po. — *Quad. Lab. Tecn. Pesca vol. III* (suppl. 1): 49-65.

FROGLIA C. e OREL G., 1979 — Considerazioni sulla pesca a strascico nella fascia costiera delle tre miglia in Adriatico. — *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem.* ser. B, 86, Suppl.

FROGLIA C, OREL G., VIO E., 1979 — Osservazioni sulla pesca a strascico entro le tre miglia dalla costa nella zona di marea compresa tra Grado e Punta Tagliamento (Compartimento marittimo di Monfalcone). — *Atti Conv. Sci. Naz. P.F. Ocean e Fondi Mar. C.N.R.,* Roma, Marzo 1979.

LARRANETA M. C, 1967 — Crecimento de *Pagellus erythrinus* de las costas de Castellon. — *Inv. Pesq.,* 31 (2): 185-258.

MANGOLD-WIRZ K., 1963 — Biologie des Céphalopodes benthiques et nectonique de la mer Catalane. — *Vie et Milieu,* Suppl. (13): 285.

PICCINETTI C, 1968 — Osservazioni sulla pesca costiera nel litorale occidentale dell'Alto e Medio Adriatico. — *Note Lab. Biol. Mar. Pesca,* Fano, II (10).

PICCINETTI C, 1971 — Osservazioni periodiche sulla pesca a strascico con la tartana nelle acque costiere del Medio Adriatico. — *Note Lab. Biol. Mar. Pesca,* Fano, IV (1).

RIJAVEC L. e ZUPANOVIC S., 1965 — A Contribution to the knowledge of biology of *Pagellus erythrynus* in the middle adriatic. — *Proc. C.I.E.S.M.,* XVIII (2): 195-200.

ZUPANOVIC S., 1963 — Contribution à la connaissance de la biologie du *Mullus barbatus* L. dans l' Adriatic moyen. — *Proc. C.I.E.S.M.,* 17 (2): 347-362.

Indirizzo dell'Autore. — Istituto di Zoologia, Università di Roma, Viale dell'Università 32, 00100 Roma (I).

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.), 2 1982, pp 403-412

GIULIANO OREL, ENNIO VIO, DONATELLA DEL PIERO e GIOVANNA RADINI

INFLUENZA DI ALCUNI PARAMETRI AMBIENTALI SULLE CATTURE CON RETI A STRASCICO E LA DISTRIBUZIONE DI ALCUNE SPECIE NELLA FASCIA COSTIERA DEL GOLFO DI TRIESTE ([1])

RIASSUNTO

In base a dati raccolti con pescate a strascico sperimentali di frequenza almeno mensile ed effettuate a differenti distanze dalla costa è stato possibile redigere un calendario delle catture delle specie più importanti, descrivere i loro spostamenti in relazione ad alcuni parametri ambientali ed in particolare alla temperatura e correlare ad essa la distribuzione per taglie di *Platichthys flesus* e *Atherina boyeri.*

SUMMARY

The influence of a few environmental parameters on travel-net catches and the distribution of some species along the coast of the Gulf of Trieste.

On the basis of data collected at least once a month through experimental trawling undertaken at different distances from the coast, it has been possible to construct a calendar of the catches of the most important species, to describe their migrations in relation to some environmental parameters, in particular to temperature, and correlate temperature with the size distribution of *Platichthys flesus* and *Atherina boyeri.* These species divide their life cycle between the open sea and the nearby lagoons of Grado and Marano. They leave the latter in October when the water temperature drops below 13°C while the open sea temperature remains higher. They return to the lagoons at the end of March or the beginning of April

([1]) Ricerca effettuata con i contributi del C.N.R., nell' ambito del P.F. Oceanografia e Fondi Marini, subprogetto Risorse.

when the lagoons warm up more rapidly than the sea. During the marine stage the smaller individuals inhabit the cold water near the coast and the larger ones are to be found further off-shore.

Temperature influences the hourly catches of *Squilla mantis* and *Gobius niger*. Salinity, on the contrary, does not seem to influence considerably the catches and distribution of the various species. There seem to be relationships between hourly catches and particular meteorological and sea conditions.

Key words: trawling - temperature - Gulf of Trieste.

Fin dal gennaio 1978 vengono effettuate periodiche pescate a strascico nella fascia costiera delle tre miglia tra Grado e Punta Tagliamento (Golfo di Trieste).

Sulla base delle notizie raccolte (FROGLIA, OREL e VIO, 1979) è stato emesso per la zona un decreto di deroga al limite delle tre miglia secondo cui viene permessa la pesca a strascico fino a 1,5 miglia dalla costa dal 20 ottobre al 31 marzo con reti a maglie di 12 mm di apertura e dal 1° aprile al 30 giugno con reti a maglie di 40 mm di apertura. Tale deroga è stata giustificata dalla constatazione che nei periodi indicati sono assenti o rari nella fascia costiera giovani di specie di interesse commerciale, mentre sono disponibili notevoli quantità di adulti di specie di piccola taglia o di altre specie che dividono il loro ciclo tra le Lagune di Grado e Marano o acque vicinissime alla costa e le acque del largo.

All'inizio di novembre infatti *Atherina boyeri* e *Platichthys flesus* lasciano le acque lagunari, dove hanno trascorso parte della primavera, l'estate e parte dell'autunno e raggiungono il mare da dove alla fine di marzo rientreranno in laguna (SPECCHI et al., 1977).

Soltanto poche altre specie sono presenti e pescate nella fascia delle tre miglia durante il periodo autunno-invernale; tra queste *Sepiola rondeleti, Pomatoschistus* sp. a (uno e due miglia), *Deltentosteus quadrimaculatus* (quasi esclusivamente a tre miglia) e adulti di *Odontogadus merlangus* tra ottobre e dicembre.

Alla fine di marzo si avvicinano alla costa, per la riproduzione, i primi grossi esemplari di *Sepia officinalis*. Fino alla fine di luglio il pescato è costituito in prevalenza da individui adulti. Da agosto e fino ai primi giorni di novembre nella fascia delle tre miglia vengono pescati prevalentemente esemplari giovani, nati in primavera.

Nello stesso periodo sono presenti nel pescato notevoli quantità di *Trachurus* giovani e, tra giugno e settembre le massime quantità di *Mullus barbatus* adulti, che si concentrano entro il primo miglio, e solo in seguito su tutta la fascia delle tre miglia, da dove ripartono in ottobre.

Altre specie presenti e pescate prevalentemente durante il periodo

Tab. 1

Anno	1978												1979												1980												1981			
Specie / T° mensile	9,26	7,83	9,35	10,80	12,98	n.r.	21,57	21,53	20,45	17,80	13,55	9,93	7,50	8,22	9,28	11,07	15,22	17,87	19,37	23,07	21,17	18,03	12,70	11,97	8,00	8,65	8,77	11,33	14,50	18,50	20,60	22,83	21,47	17,13	13,73	n.r.	6,43	5,23	7,60	10,57
	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	G	F	M	A
Sepia officinalis (L.)			X	X	X	X	X				\				X	X	X	X	X	X			X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X	X
								X	X	X	X	\									X	X	X										X	X	X	X					
Sepiola rondeleti (Leack)				X	X						X	X	X	X	X	X	X						X	X	X	X	X	X											X	X	X
Loligo vulgaris (Lamarck)			X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X		X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					X
Ozoena moschata (Lamarck)	X		X	X	X			X	X	X	X					X	X	X	X		X	X	X	X			X						X	X	X				X	
Mustelus mustelus (L.)						X	X	X									X	X	X	X	X									X	X	X	X								
Odontogadus merlangus (L.)	X									X	X											X	X	X										X	X	X	X	X	X	X	
Zeur faber L.			X	X	X	X	X								X	X	X	X									X	X												X	X
Atherina boyeri Risso	X	X	X								X	X	X	X	X	X	X				X	X	X	X	X	X									X	X	X	X	X		
Sparus auratus L	X		X					X	X	X			X							X	X												X	X	X						
Pagellus erythrinus (L.)					X	X	X	X	X	X	X					X	X	X	X	X	X										X	X	X							
Lithognathus mormyrus (L.)	X				X			X	X	X	X					X	X		X	X	X	X				X			X	X			X	X	X			X		
Diplodus annularis (L.)					X	X	X	X	X		X						X	X	X	X	X	X							X	X	X	X	X							
Spicara flexuosa Rafinesque				X	X	X	X	X	X	X						X	X	X	X	X	X	X							X	X	X	X	X	X						X
Mullus barbatus L.					X	X	X	X	X	X							X	X	X	X	X	X							X	X	X	X	X	X						
Trachurus trachurus (L.)					X	X	X	X	X	X						X	X	X	X	X	X	X						X	X	X	X	X	X	X	X					X
Zosterisessor ophiocephalus Pallas	X	X								X	X	X	X	X								X	X		X		X													X	
Platichthys flesus (L.)	X	X	X	X							X	X	X	X									X	X	X	X										X	X	X	X	X	X	
Solea vulgaris Quensel							X	X	X	X	X					X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X							

estivo sono *Spicara flexuosa, Pagellus erythrinus, Diplodus annularis, Lithognathus mormyrus, Sparus auratus, Mustelus mustelus, Solea vulgaris, Squilla mantis, Loligo vulgaris* e *Allotheuthis* sp., oltre a *Gobius niger.*

Questo calendario è riportato in Tab. 1. Da essa si può rilevare anche che per la maggior parte delle specie la comparsa nel pescato e il periodo di cattura corrispondono a ben precise condizioni termiche.

Atherina boyeri e *Platichthys flesus,* ad esempio, lasciano le acque lagunari quando la temperatura scende sotto i 13°C, mentre nelle acque marine è ancora superiore a questo valore. Il rientro in laguna avviene con lo stabilirsi di un gradiente inverso e valori di temperatura di 10°-11°C per il mare e 12°-13°C per la laguna.

Durante la permanenza delle due specie in mare, cioè da novembre a marzo, gli individui si distribuiscono dalla costa verso il largo in funzione della taglia (Tabb. 2-3): i più piccoli verso la costa, i maggiori in acque più lontane, più profonde e più calde. Dai dati esposti nelle tabelle si ricava inoltre una generale correlazione positiva altamente significativa tra i valori di temperatura al fondo e peso medio individuale. (Test di Spearman: per *Platichthys flesus* $t = 7{,}170 > 3{,}551$ - 36 g.l. e $p < 0{,}001$; per *Atherina boyeri* $t > 4{,}646 = 3{,}559$ - 38 g.l. e $p < 0{,}001$).

Sembrerebbe perciò che per tutti gli anni considerati, gli individui di maggior taglia occupino acque a temperatura più elevata.

È già nota per molte specie una distribuzione con individui giovani in acque basse e grossi individui in acque più profonde (CUSHING, 1968). In particolare per *Pleuronectes platessa* del Mare del Nord è stata enunciata da HEINCKE (1913) la legge seguente: « The size and age of the plaice in a definite part of the North Sea are inversely proportional to the density of their occurrence, but directly proportional to the distance of the locality from the coast, and its depth ». Nel nostro caso, dato che nei mesi considerati la temperatura aumenta con la profondità, è logico trovare una correlazione molto stretta tra temperatura e taglie medie.

Si verifica inoltre anche per *Platichthys flesus* una correlazione inversa altamente significativa ($r = 0{,}532 > 0{,}408$ per 60 g.l. e $p < 0{,}001$) tra taglia media e densità degli individui rilevata come resa oraria in numero (Tab. 4).

Il fattore fondamentale della distribuzione di *Platichthys flesus* non è però la profondità ma la temperatura; infatti quando in marzo le acque lagunari e quelle più prossime alla costa si riscaldano, mentre quelle più al largo, a causa di una maggiore inerzia termica, mantengono ancora livelli di temperatura invernali, gli esemplari più grossi si riportano in acque più basse e in laguna, seguiti soltanto più tardi dagli esemplari più piccoli.

Tab. 2 — Atherina boyeri

	1						2						3					
	78-79		79-80		80-81		78-79		79-80		80-81		78-79		79-80		80-81	
	t°C	gr	t°C	gr	t°C	gr	t°C	gr	t°C	gr	t°C	gr	t°C	gr	t°C	gr	t°C	gr
N	13.2	3.4	13.6	2.5	13.7	4.3	13.6	3.9	11.8	2.5	14.3	5.5	13.9	4.5	n.r.	n.r.	13.2	n.r.
D	9.8	1.9	11.2	2.3	n.r.	n.r.	10.0	2.7	12.0	2.6	n.r.	n.r.	10.0	2.7	12.7	2.8	n.r.	n.r.
G	7.1	1.7	7.5	1.6	6.5	2.0	7.9	2.1	7.9	1.8	6.4	2.0	7.9	2.7	8.6	2.4	6.5	2.0
F	7.9	1.9	8.1	1.8	5.2	1.5	8.2	2.5	8.8	2.3	5.3	1.9	8.6	3.3	9.1	2.3	5.2	2.6
M	9.4	3.2	10.2	2.4	7.8	3.0	9.1	3.4	10.1	3.7	7.5	3.2	9.4	3.6	10.2	3.6	7.5	3.7

Temperature medie mensili al fondo e pesi medi individuali di *Atherina boyeri* pescate con rete a strascico a 1, 2, 3 miglia dalla costa negli anni 1978/79, 1979/80, 1980/81 tra Punta Tagliamento e Punta Sdobba. (Compartimento Marittimo di Monfalcone).

Tab. 5 — Platichthys flesus

	1						2						3					
	78-79		79-80		80-81		78-79		79-80		80-81		78-79		79-80		80-81	
	t°C	gr	t°C	gr	t°C	gr	t°C	gr	t°C	gr	t°C	gr	t°C	gr	t°C	gr	t°C	gr
N	13.2	75	13.6	88	13.7	69	13.6	114	11.8	101	14.3	162	13.9	96	n.r.	n.r.	13.2	136
D	9.8	59	11.2	79	n.r.	n.r.	10.0	61	12.0	98	n.r.	n.r.	10.0	89	12.7	73	n.r.	n.r.
G	7.1	35	7.5	76	6.5	31	7.9	64	7.9	87	6.4	38	7.9	75	8.6	75	6.5	45
F	7.9	42	8.1	52	5.2	32	8.2	51	8.8	53	5.3	38	8.6	68	9.1	80	5.2	42
M	9.4	38	10.2	n.r.	7.8	27	9.1	50	10.1	n.r.	7.5	36	9.4	53	10.2	n.r.	7.5	46

Temperature medie mensili al fondo e pesi medi individuali di *Platichthys flesus* pescate con rete a strascico a 1, 2, 3 miglia dalla costa negli anni 1978/79, 1979/80, 1980/81 tra Punta Tagliamento e Punta Sdobba. (Compartimento Marittimo di Monfalcone).

Tab. 4

	1		2		3	
	LT	N	LT	N	LT	N
11/1978	19.24	79	20.40	21	20.41	11
11/1978	19.11	17	21.62	50	21.24	21
12/1978	16.74	178	17.36	58	19.10	32
1/1979	15.15	76	19.29	49	20.50	12
1/1979	14.82	266	17.82	63	18.89	29
2/1979	16.01	51	17.42	36	17.91	23
2/1979	15.49	68	17.00	46	18.67	12
3/1979	non ril.		16.92	24	17.24	35
3/1979	15.47	32	17.76	19	18.25	10
4/1979	15.71	21	17.67	9*	/	
4/1979	15.75	2*	/		/	
10/1979	16.75	2*	/		/	
10/1979	17.53	140	18.80	23	non ril	
11/1979	19.25	55	20.18	34	non ril.	
12/1979	18.70	93	18.90	122	23.55	18
12/1979	18.31	208	20.03	108	17.84	296
1/1980	19.23	45	19.67	50	19.00	11
2/1980	17.80	50	19.50	5*	20.71	12
2/1980	16.92	50	17.42	31	19.93	15
3/1980	16.70	5*	18.75	2*	27.00	1*
4/1980	17.75	2*	21.50	1*	/	
9/1980	27.00	1*	35.50	1*	25.50	1*
10/1980	18.50	24	/		/	
11/1980	17.83	198	21.65	13	22.50	5*
1/1981	14.00	144	14.71	139	15.48	70
2/1981	14.31	100	15.58	96	16.16	32
3/1981	13.92	277	15.12	168	16.20	72
4/1981	15.48	62	15.77	82	17.31	34
4/1981	17.35	33	16.93	7*	17.42	13

Taglia media e densità di *Platichthys flesus* rilevata come resa oraria in numero in pescate a 1, 2 e 3 miglia dalla costa negli anni e nei mesi indicati.

(* valori non considerati nelle correlazioni)

La prevalenza del fattore temperatura sulla profondità risulta anche dal fatto che nello stesso mese, alla stessa distanza dalla costa e quindi alla stessa profondità la taglia degli individui pescati è maggiore negli anni a temperatura più elevata (Tabb. 5-6).

Tab. 5. — Platichthys flesus

		1			2			3		
		t°C	L	n°	t°C	L	n°	t°C	L	n°
Gennaio	1979	7.1	15.05	342	7.9	18.46	112	7.9	19.52	41
	1980	7.5	19.23	45	7.9	19.67	50	8.6	19.00	11
		F = 78.73°°°			F = 4.92			F = 0.21		
Febbraio	1979	7.9	15.57	119	8.2	17.26	82	8.6	18.34	35
	1980	8.1	17.37	100	8.8	17.71	36	9.1	20.24	27
		F = 19.56°°°			F = 1.03			F = 7.84°°		
Marzo	1979	9.4	15.47	32	9.1	+	+	9.4	+	+
	1980	10.2	16.70	5	10.1	+	+	10.2	+	+
		F = 1.45								

Confronti tra le lunghezze di *Platichthys flesus* pescati con rete a strascico negli anni 1979 e 1980 a 1, 2 e 3 miglia dalla costa nei mesi indicati (t°C = temperatura al fondo; L = media delle lunghezze totali; n° = numero degli esemplari misurati).

° p < 0,5 °° p < 0,01 °°° p < 0,001 (+ dati insufficienti)

Tab. 6 — Platichthys flesus

		1			2			3		
		t°C	L	n°	t°C	L	n°	t°C	L	n°
Gennaio	1980	7.5	19.23	45	7.9	19.67	50	8.6	19.00	11
	1981	6.5	14.00	114	6.4	14.71	139	6.5	15.48	70
		F = 66.34°°°			F = 64.61°°°			F = 7.99°°		
Febbraio	1980	8.1	17.37	100	8.8	17.71	36	9.1	20.24	27
	1981	5.2	14.31	100	5.3	15.58	96	5.2	16.16	32
		F = 52.76°°°			F = 19.17°°°			F = 36.27°°°		
Marzo	1980	10.2	16.70	5	10.1	+	+	10.2	+	+
	1981	7.8	19.93	277	7.5	+	+	7.5	+	+
		F = 7.45°°								

Confronti tra le lunghezze di *Platichthys flesus* pescati con rete a strascico negli anni 1980 e 1981 a 1, *2* e 3 miglia dalla costa nei mesi indicati (t°C = temperatura al fondo; L = media delle lunghezze totali; n° = numero degli esemplari misurati).

° p < 0,5 °° p < 0,01 °°° p < 0,001 (+ dati insufficienti)

Gli adulti di *Sepia* compaiono nella fascia costiera con temperature attorno ai 9°C e il loro flusso è tanto più intenso quanto più la temperatura è elevata. I giovani nati in primavera cominciano ad essere pescati a fine luglio con temperature superiori ai 20°C

Mullus barbatus dà le massime rese tra i 20° ed i 23°C di temperatura senza chiare correlazioni di essa con il pescato, che tuttavia all'inizio di stagione è più abbondante entro il miglio dalla costa, in acque poco profonde e più calde.

Una netta correlazione con l'andamento della temperatura è evidente invece nel pescato orario mensile di *Squilla mantis* (fig. 1) e *Gobius niger*

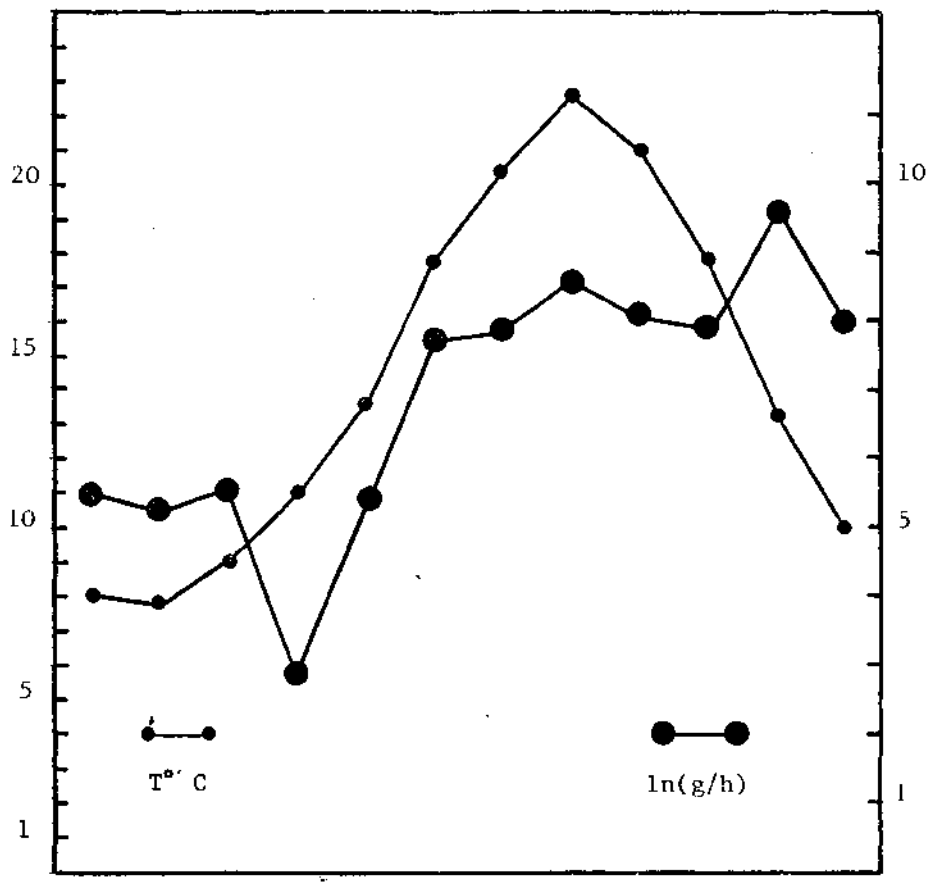


Fig. 1. — Temperatura media mensile al fondo e pescato orario di *Squilla mantis* con rete a strascico a 2 miglia dalla costa tra Punta Tagliamento e Punta Sdobba. (Dati medi degli anni 1978, 1979, 1980 e 1981).

(fig. 2) rilevato a due miglia dalla costa, nella zona di massima abbondanza di queste due specie. Tale correlazione è più netta se nel caso di *Squilla* si prendono in considerazione le coppie di valori di temperatura e pescato orario da gennaio a ottobre soltanto (r_s = 0,867 > 0,746 - p < 0,01) e nel caso di *Gobius* le coppie da gennaio a settembre (r_s= 0,800 > 0,783 - p<0,01).

Tale correlazione, già notata da PICCINETTI e MANFRIN (1971) nel nostro caso non è così netta in tutti i dodici mesi dell'anno in quanto nel periodo autunnale le rese orarie sono verosimilmente influenzate dalle condizioni del mare, fatto che sarà analizzato in futuro.

Non è per ora stato possibile rilevare, al contrario, alcuna relazione

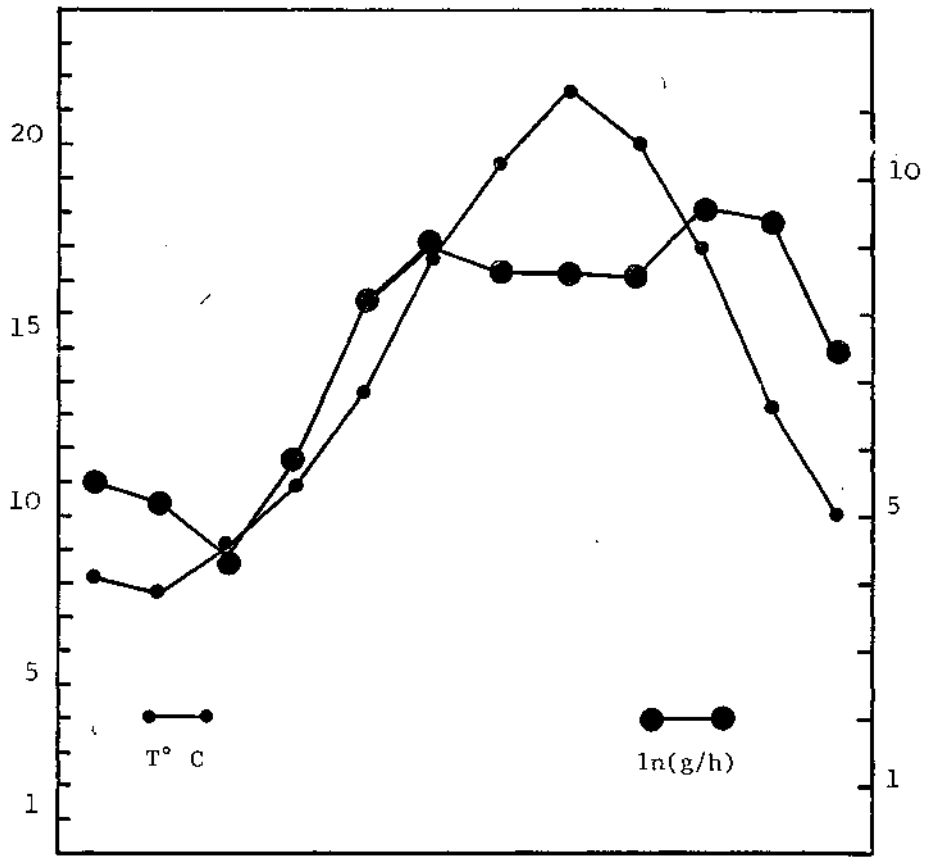


Fig. 2. — Temperatura media mensile al fondo e pescato orario di *Gobius niger* con rete a strascico a 2 miglia dalla costa tra Punta Tagliamento e Punta Sdobba. (Dati medi degli anni 1978, 1979, 1980 e 1981).

tra i dati di salinità raccolti nel periodo considerato e la presenza o le catture di particolari specie, fatta eccezione forse per *Zosterisessor ophiocephalus* e *Mugil* sp., pescati quasi esclusivamente nella fascia del miglio, in acque prospicienti le bocche lagunari.

In conclusione è evidente che la successione e spesso le catture orarie delle specie di interesse commerciale tra le foci del Tagliamento e dell'Isonzo sono legate principalmente all'andamento della temperatura del mare, che presenta notevoli escursioni annuali in relazione alla posizione geografica e alla ridotta profondità. Tale legame è più evidente per le specie che dividono il loro ciclo tra le acque lagunari e quelle marine antistanti. Per queste ultime la temperatura influenza anche la distribuzione delle taglie.

BIBLIOGRAFIA

CUSHING D. H., 1968 — Fisheries Biology. A Study in Population Dynamics. — *The University of Wisconsin Press,* Madison, Milwaukee, and London, 200 pp.

FROGLIA C., OREL G. e VIO E., 1979 — Osservazioni sulla pesca a strascico entro le tre miglia dalla costa nella zona di mare compresa tra Grado e P.ta Tagliamento. (Compartimento Marittimo di Monfalcone). — *Atti Convegno Scientifico Nazionale P.F. Oceanografia e Fondi Marini,* Roma, 5-7 marzo.

HEINCKE F., 1913 — Untersuchungen über die Scholle. Generalbericht. I. Schollenfischerei und Schonmessregeln. Vorläufige kurze Übersicht über die wichtigsten Ergebuisse des Berichts. — *Rapp. Procès.-Verb. Cons. Intern. Explor. Mer.,* 16: 1-70.

PICCINETTI C. e PICCINETTI-MANFRIN G., 1971 — Osservazioni sulla pesca di *Squilla mantis* L. — *Note Lab. Biol. Mar. Pesca,* Fano, IV (2).

SPECCHI M., DE CRISTINI F., VALLI G., FONDA-UMANI S. e MICHELINI F., 1977 — Osservazioni preliminari su *Platichthys flesus italicus* (passera) del Golfo di Trieste. — *Quad. Lab. Tecnol. Pesca, 2* (3).

Indirizzo degli Autori. — Istituto di Zoologia e Anatomia Comparata, Università degli Studi di Trieste, Via Valerio 32, Trieste (I).

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.), 2 1982, pp. 413-419

GREGORIO DE METRIO, GREGORIO PETROSINO,
ANGELO TURSI e MARIO CHIEPPA

ANDAMENTO DELLA PESCA DI *PRIONACE GLAUCA* L. NEL BIENNIO 1979-1980 AL LARGO DELLE COSTE IONICHE DEL SALENTO *(Pisces, Chondrichthyes)*

RIASSUNTO

Gli Autori analizzano i dati relativi alla pesca di *Prionace glauca* L. effettuata nel biennio 1979-1980 al largo delle coste Joniche del Salento nel Golfo di Taranto e mettono in evidenza le variazioni mensili del numero medio di esemplari pescati e degli indici di aggregazione. In particolare, nei mesi più caldi si assiste ad un minor numero di catture e ad una maggiore tendenza all'aggregazione. Per quanto concerne il peso, è stata rilevata una differenza significativa fra i pesi medi del 1970 e del 1980.

SUMMARY

Dinamics of the fishing of Prionace glauca *L. from* 1979 *to* 1980, *along the Jonic coast of Salento* (Pisces, Chondrichthyes).

The Authors have analysed the data relative to the fishing of *Prionace glauca* L. effected in two years, from 1979 to 1980, along the Jonic coast of Salento, in the Gulf of Taranto. They show evidence of variation during the months with regards to the average number of fish catched and to the index of aggregation. In particular, in the hottest months, the number of catches was smaller, with a tendency towards aggregation. It can be seen, also, a significant difference between the average weight of fish caught from 1979 to 1980. Finally, it has been observed a correlation between the average weight of *Xiphias gladius* L. and *Prionace glauca* L.: when there is a larger size of the former, this is counterbalanced by a small size of the latter and viceversa. In fact in 1979, whilst the average weight of sword-fish was 21.7 Kg, that of *Prionace* was 40.7 Kg. Then, in 1980 the sword fish's average weight was 39.8 Kg and that of *Prionace* was 25.0 Kg.

Key words: fishery - *Prionace glauca* L. - *Xiphias gladius* L. - Jonian Sea.

INTRODUZIONE

Nel corso delle indagini da noi svolte sull'andamento della pesca del Pesce spada nel triennio 1978-1980 effettuata con il palangrese al largo delle coste ioniche del Salento, abbiamo notato che le catture più rappresentative, dopo il Pesce spada, erano costituite in tutti e tre gli anni da diverse specie di Selaci e tra queste la più importante, tanto dal punto di vista numerico, quanto da quello ponderale, era *Prionace glauca* L. (DE METRIO et al., 1981).

Al fine di meglio conoscere il comportamento e la biologia di questo animale, abbiamo ravvisato l'opportunità di stimare le eventuali variazioni annuali e mensili sia del numero che del peso degli esemplari, pescati da ciascuna barca.

MATERIALI E METODI

Nella presente indagine sono stati presi in considerazione solo le stagioni di pesca 1979-1980, data la minore attendibilità dei dati relativi al 1978. Le modalità di raccolta dei dati sono le stesse che abbiamo già ampiamente descritto precedentemente a proposito della pesca del Pesce spada (DE METRIO et al., 1981), ma che in questa sede è utile ripetere almeno nei tratti essenziali. La ricerca è stata condotta nel tratto di mare che si estende da Capo S. Maria di Leuca al litorale di Torre dell' Ovo in provincia di Taranto. La pesca in oggetto è stata svolta da maggio ad agosto del 1979 e da aprile ad agosto del 1980. Per l'arco di tempo suddetto sono state seguite 12 imbarcazioni che avevano caratteristiche pressocché uguali e che hanno effettuato in tutto 1113 uscite in mare. Ciascun natante era dotato di un unico palangrese della lunghezza media di 24 km, armato complessivamente con circa 700 ami della lunghezza di 10 cm innescati con scombri surgelati. Nel corso della ricerca è stata seguita in tutte le varie fasi delle operazioni un'imbarcazione, mentre delle altre sono stati presi i dati di pesca una volta sbarcate a terra e cioè, separatamente per ciascuna imbarcazione, sono stati rilevati: la data di uscita in mare, il numero degli esemplari pescati ed il peso di ciascuno di essi.

RISULTATI

In Tab. 1 abbiamo riportato le distribuzioni percentuali, relative ai diversi mesi, del numero degli esemplari pescati per uscita in mare di ciascuna barca.

Tab. 1 — Distribuzioni percentuali del numero di esemplari pescati per uscita in mare, nei diversi mesi del 1979 e del 1980

N.ro di esemplari pescati	1979				1980				
	maggio	giugno	luglio	agosto	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto
0	33,1	60,4	62,1	35,7	48,5	64,6	74,2	78,0	71,8
1	17,5	18,7	22,7	32,1	9,1	10,1	9,3	12,1	20,9
2	31,7	13,9	8,4	21,4	9,1	5,7	5,2	0,7	5,5
3	8,8	5,6	3,8	4,8	10,1	6,4	3,1	5,0	1,8
4	5,4	1,4	3,0	3,6	9,1	4,4	7,2	3,5	—
5	0,7	—	—	—	4,0	4,4	1,0	0,7	—
6	1,4	—	—	—	6,1	1,3	—	—	—
7	0,7	—	—	1,2	2,0	1,9	—	—	—
8	—	—	—	1,2	1,0	0,6	—	—	—
9	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	0,7	—	—	—	1,0	0,6	—	—	—
Totale	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
N.ro di uscite in mare	148	144	132	84	99	158	97	141	110

Ciò che appare immediato è che, in una elevata percentuale di uscite non sono stati pescati esemplari, mentre in genere tale valore è stato di circa 1-2 esemplari.

Confrontando le nove distribuzioni tramite il test del χ^2 è risultato che non poteva accettarsi l'ipotesi di uguaglianza fra le stesse; da ciò è derivata l'opportunità di un'analisi mese per mese al fine di seguire l'eventuale evoluzione stagionale del numero di esemplari pescati. Le distribuzioni in oggetto sembrano adeguarsi ad un modello binomiale negativo (distribuzione statistica di tipo contagioso) che è caratterizzata da 2 parametri: a) la media; b) l'esponente k, il cui reciproco (h = 1/k) può validamente essere interpretato come indice di aggregazione. Le stime di detti valori, per ciascun mese, sono rappresentate in Figg. 1 e 2.

Si rileva in tal modo che tanto il numero medio di esemplari pescati, quanto l'indice di aggregazione è soggetto a variazioni stagionali. In particolare, il numero medio di esemplari tende a diminuire con il sopravvenire dei mesi più caldi, per subire, verosimilmente, una successiva ripresa. L'indice di aggregazione, al contrario, tende ad aumentare nei mesi

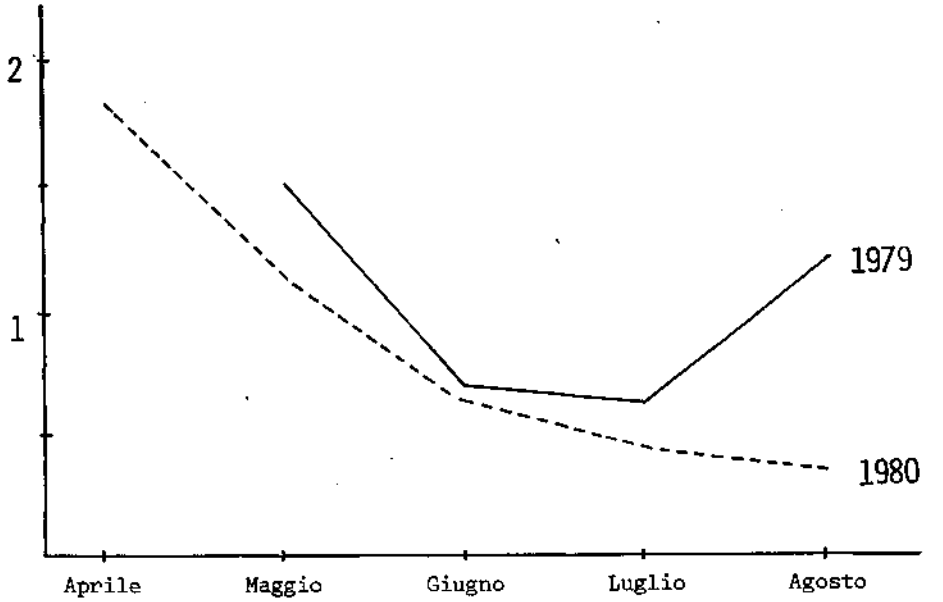


Fig. 1. — Stime del numero medio di esemplari pescati per uscita in mare, nei diversi mesi.

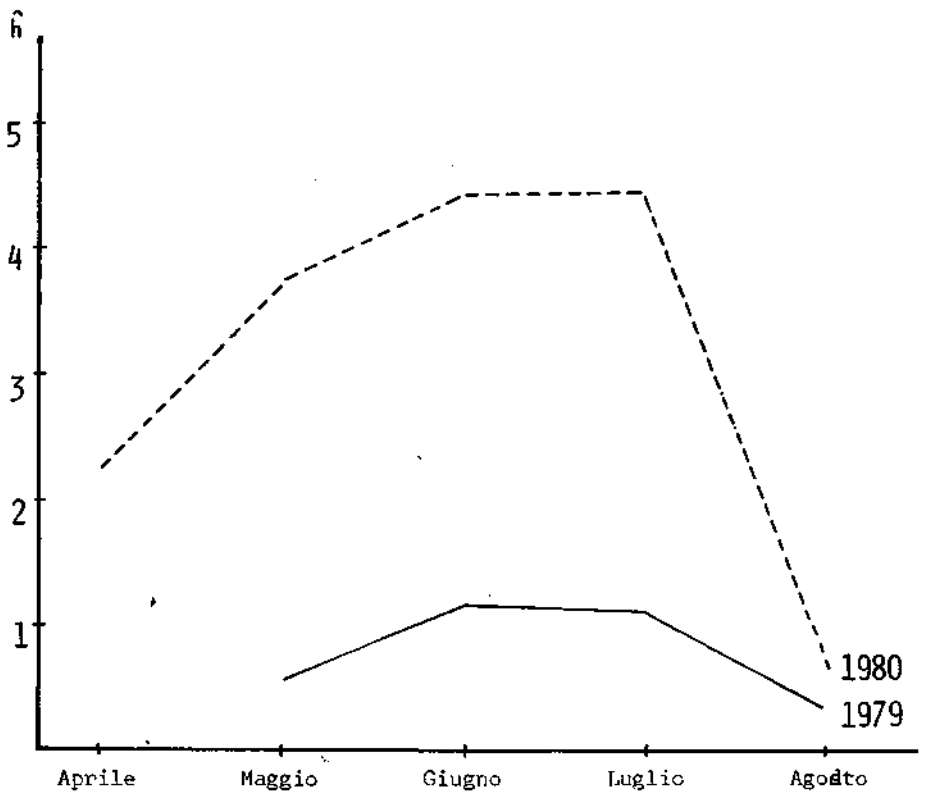


Fig. 2. — Stime dell'indice di aggregazione (h) nei diversi mesi.

più caldi per diminuire successivamente. Per quanto concerne il peso, nella Fig. 3 sono rappresentate le distribuzioni percentuali dei 1035 esemplari complessivamente pescati, separatamente per i due anni. Dalla forma degli istogrammi risulta verosimile che le distribuzioni siano di tipo lognormale.

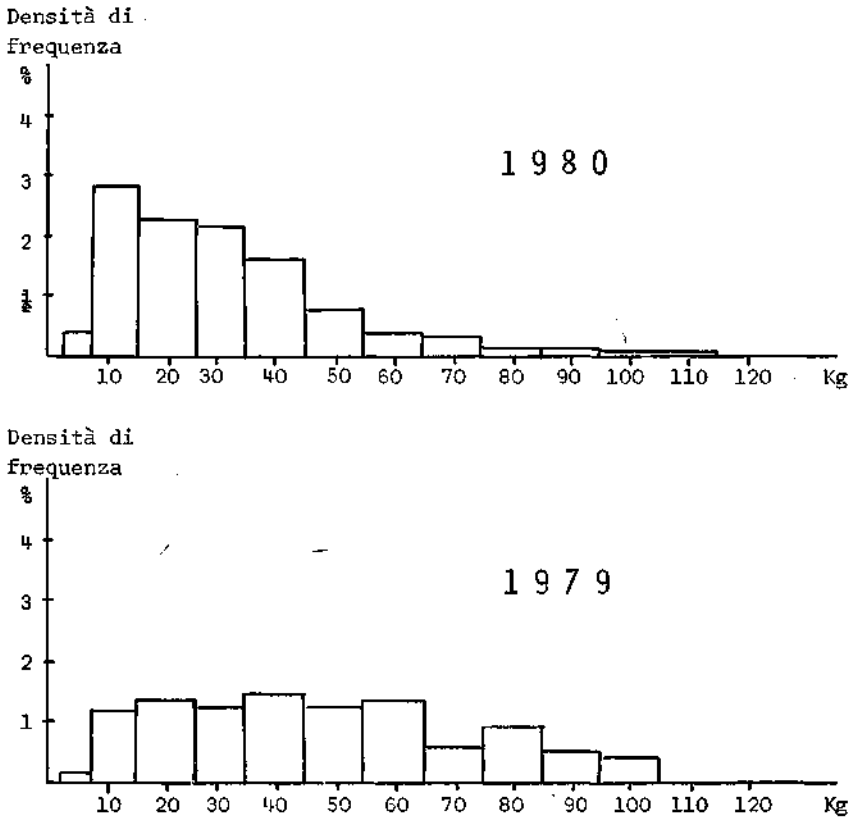


Fig. 3. — Distribuzione percentuale dei 1035 esemplari pescati nei due anni, a seconda del peso (in Kg).

Abbiamo pertanto effettuato la trasformazione logaritmica dei pesi e, sulle distribuzioni così ottenute, abbiamo effettuato l'analisi della varianza ed il test di Sheffé per il confronto multiplo fra medie al fine di verificare l'ipotesi di uguaglianza fra le medie mensili. Le differenze tra le medie mensili non sono risultate significative; significativa ($\alpha < 0{,}001$), invece, è risultata la differenza tra i pesi medi del 1979 e del 1980. Detti pesi medi, espressi in kg, sono risultati rispettivamente pari a 39,8 kg e 25,0

kg. Possiamo quindi concludere l'analisi relativa al peso, affermando, con pratica certezza, che si è avuta una forte differenza tra i pesi medi dei due anni. Per quanto concerne le variazioni stagionali, invece, è possibile che esse esistano; tuttavia, data la forte variabilità del fenomeno, l'ampiezza dei campioni non è stata sufficiente a rilevarla. Il confronto con i risultati relativi all'analisi del Pesce spada ha fornito, per quanto concerne il numero medio di esemplari pescati, i risultati rappresentati nella fig. 4.

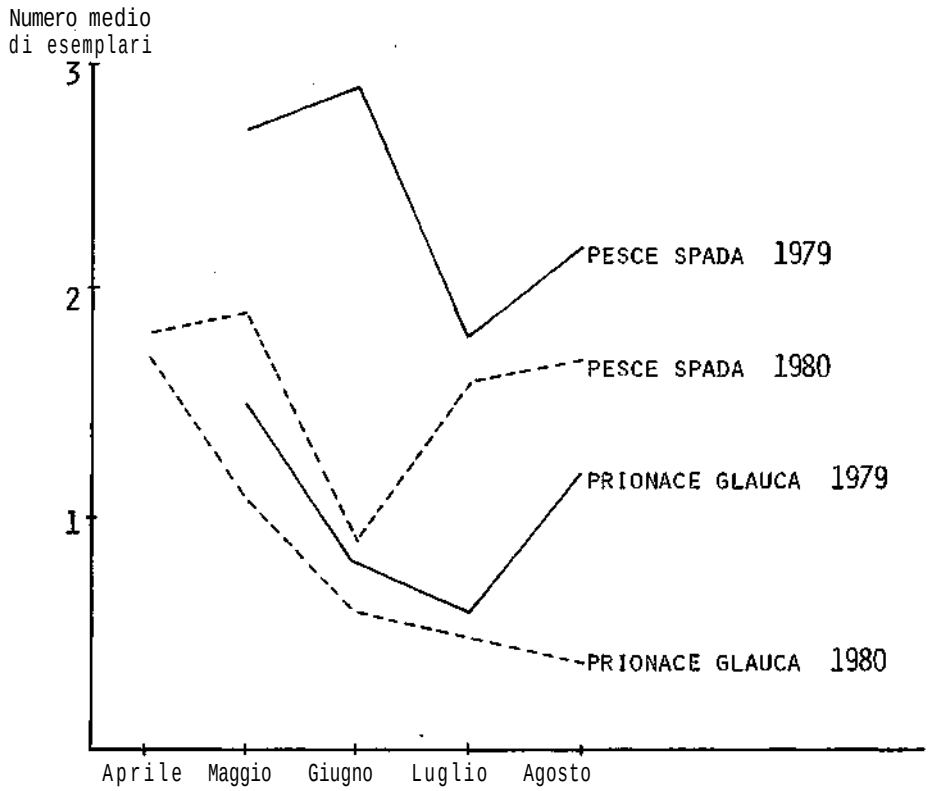


Fig. 4. — Numero medio di esemplari di Pesce spada e di Verdesca pescati nei diversi mesi del 1979 e del 1980.

Per ciò che riguarda il peso, sono risultati i seguenti valori medi (in kg) riferiti ai due anni:

	Prionace glauca
1979	40,7 kg
1980	25,0 kg

Occorre evidenziare che i dati di cattura di questa specie, pur ammontando a 1035 esemplari, tuttavia possono ancora non essere sufficienti a chiarire la struttura della popolazione di *Prionace glauca.* Tuttavia è possibile rilevare che:

1) il quantitativo di Verdesche non è affatto irrisorio, essendo giunto ad oltre 20 e 13 t. rispettivamente nei due anni. Questo quantitativo, sotto varie forme, arriva sul mercato locale e nazionale:

2) per quanto concerne l'aspetto ittiologico, è interessante far rilevare che si tratta dei primi dati delle nostre acque relativi a questa specie, sul cui comportamento e sulla cui etologia ben poco è conosciuto. Un'aggregazione estiva è osservata in questa specie: è interessante notare che più si va verso il raggruppamento, minore è il numero degli individui pescati; riteniamo che questi piccoli gruppi si distribuiscano nell'ambiente in maniera abbastanza diffusa a causa di una competizione intraspecifica;

3) ci si promette di seguire ancora la pesca di questa specie in modo da poter comprendere quegli aspetti che oggi ci appaiono inspiegati a causa della limitata dimensione dei nostri campioni.

BIBLIOGRAFIA

DE METRIO G., PETROSINO G., LO PRESTI M., TERIO E., 1981 — Andamento della pesca del pesce spada (*Xiphias gladius* L.) nel triennio 1978-80 al largo delle coste del Salento. — *Atti e Relazioni dell'Accademia Pugliese delle Scienze,* Bari, 39.

ELLIOT J. M., 1977 — Statistical Analysis of samples of Benthic Invertebrates. — Freshwater Biological Association, *Sci. publ.,* 25: 1-160.

Indirizzo del 1° Autore. — Istituto di Istologia, Facoltà di Medicina Veterinaria, Università di Bari, 70100 Bari (I).

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.),.2 1982, pp. 421-428

FRANCO ANDALORO e GUGLIELMO CAVALLARO

TEST DI RESA SU RETE TRAMAGLIO NELL'AREA DELLO STRETTO DI MESSINA

RIASSUNTO

Nell'arco di 3 anni, in 5 stazioni di campionamento distribuite nello Stretto di Messina, si sono effettuate una serie di pescate con rete tramaglio, allo scopo di valutare la resa dello strumento e la composizione quali-quantitativa del pescato.

La scelta dell'attrezzo è dovuta alla sua diffusione.

Sono state campionate 41 specie ittiche, divisibili in dominanti, comuni e casuali. Specie dominanti sono *Mullus surmuletus* e *Pagellus acarne.*

La stazione più produttiva è risultata quella al centro dello Stretto.

SUMMARY

Technology of fishing with trammel-net in the Straits of Messina.

In the frame of a study on the technology of some fishing gear interesting the littoral fisheries in the Straits of Messina Area, herein it is reported about the results obtained with a typical trammel-net in a sample conducted for a period of 3 years in 5 sampling points. The trammel-net is the commonest gear used in the considered Area.

The qualitative and the quantitative composition of the catch and the selectivity of the gear were considered too.

Thus, 21 ichthyc species were sampled. They were divided in 3 different groups: copious, common and rare. *Mullus surmuletus* and *Pagellus acarne* are resulted belonging to the first group.

Key words: Straits of Messina - trammel-net - fishing technology.

INTRODUZIONE

Lo stretto di Messina, per la peculiare conformazione geografica che lo caratterizza e la natura dei suoi fondali, è quasi esclusivamente di utenza della piccola pesca costiera. Questa, come emerge da un censimento condotto da CAVALLARO et al. (1978 (Tab. 1) è qui intensamente praticata sia da pescatori professionisti che da diportisti.

Tab. 1 — Distribuzione delle barche nel messinese

Zone	barche prof.	barche legno	barche plastica	Totale
Messina Nord	232	349	136	717
Messina Centro	69	44	23	136
Messina Sud	27	239	168	434
Totale	328	632	327	1287

Fra gli svariati attrezzi da pesca usati dalle marinerie della zona, particolare attenzione merita la rete tramaglio, essendo usata tutto l'anno e dalla quasi totalità delle imbarcazioni. Ragione della sua diffusione, oltre alle caratteristiche dell'area, è l'elevato valore commerciale del pesce oggetto della cattura, che sfugge a qualunque controllo non passando attraverso il mercato ittico.

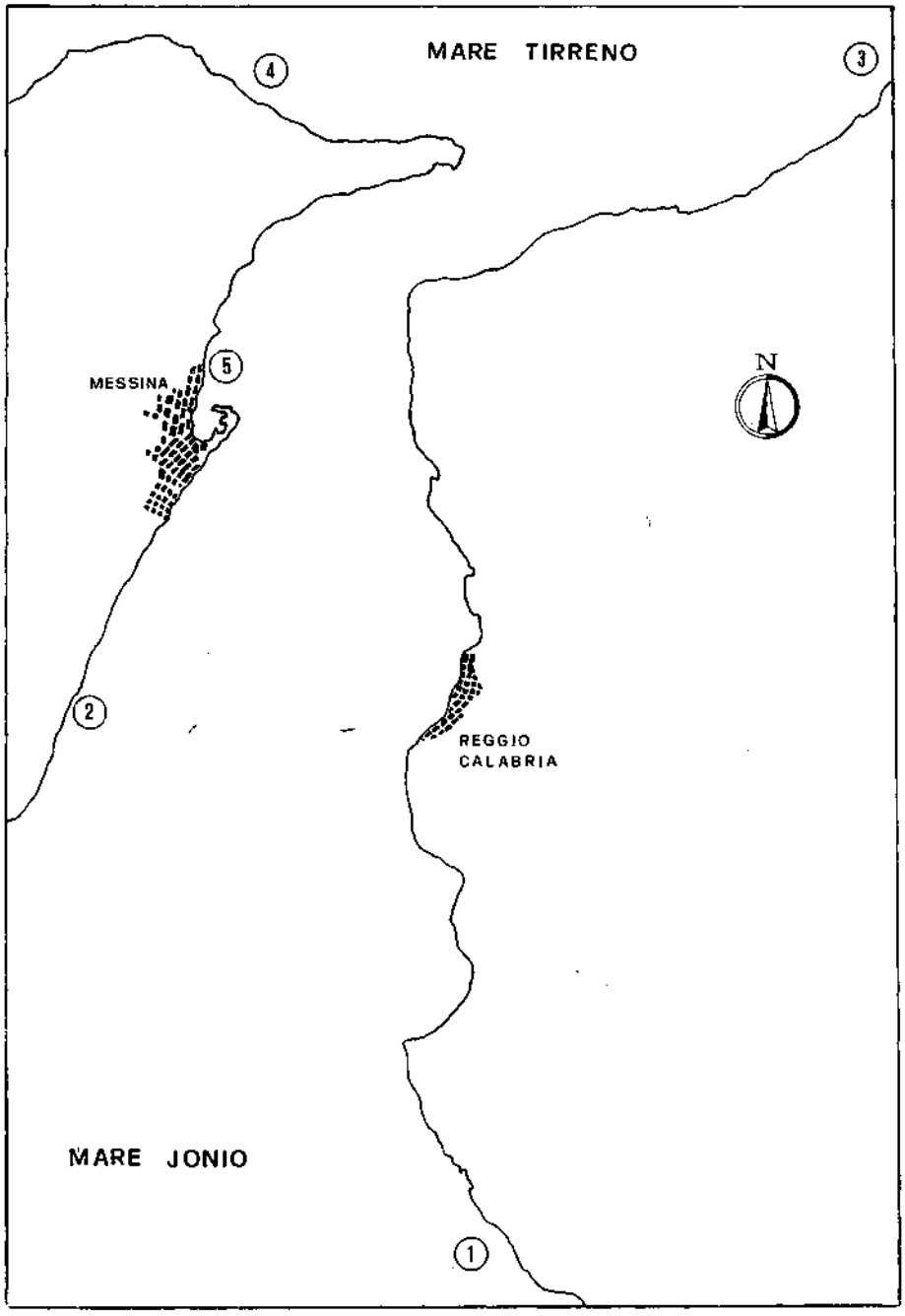
Per appurare le reali condizioni delle risorse biologiche nell'area, già in passato sono state condotte, dal nostro Istituto, campagne sperimentali di pesca, il cui risultato mostrava purtroppo un crescente depauperamento (BOLOGNARI et al., 1971; CAVALLARO et al., 1978).

Su queste basi, si sono volute intraprendere una nuova serie di campagne sperimentali di pesca allo scopo di stabilire esattamente la resa dello strumento, comparare i risultati per le diverse aree ed i diversi periodi, quindi, stabilire per queste la composizione qualitativa e quantitativa del pescato.

»

MATERIALI E METODI

I campionamenti sono stati condotti in 5 stazioni distribuite nell'area geografica dello Stretto di Messina e precisamente: 2 nell'Alto Ionio (1 sulla costa calabrese e 1 sulla costa siciliana), 2 nel Basso Tirreno (sempre 1 sulla costa calabrese ed 1 sulla siciliana) ed 1 posta al centro dello Stretto di fronte all'area urbana della città di Messina (fig. 1).


MARE TIRRENO
4
3
MESSINA
5
N
2
REGGIO
CALABRIA
MARE JONIO
1

Le caratteristiche batimetriche e la natura dei fondi delle stazioni di campionamento, sono riportate in Tab. 2.

Tab. 2 — Caratteristiche batimetriche e tipo di fondale

Stazione	Località	Profondità	Natura del fondo
1	Capo dell'Armi	60-80 m.	detritico-fangoso
2	Galati	80-100 m.	sabbio-roccioso
3	Favazzina	70-100 m.	detritico-fangoso
4	Casabianca	50-80 m.	fango-sabbioso
5	Annunziata	7090 m.	detritico-sabbioso

Le pescate sono state effettuate con il battello da ricerca Colapesce (dell'Istituto di Zoologia e di Anatomia Comparata dell'Università di Messina) (13 m fuori tutto, 2 × 46 Hp. fisc).

L'attrezzo adoperato per i campionamenti è stato la rete tramaglio tipo adoperata dai pescatori delle marinerie prospicenti l'area di indagine: 800 m. di lunghezza, 1,5 m. di altezza, con maglia interna N. 11 (11 nodi in 25 cm) ed esterna di 30 cm.

La rete veniva calata alle prime ore di buio per essere salpata alle prime luci dell'alba del giorno successivo, con una permanenza media in pesca di circa 8 ore.

Nei tre anni di indagine (1978-80) sono state così effettuate 52 pescate in totale ad andamento stagionale.

Nella stazione 1 è stato possibile fare solo i campionamenti relativi al periodo I.

Ogni periodo si riferisce a tre mesi dell'anno in successione, così per periodo I si intende gennaio, febbraio e marzo, per periodo II aprile, maggio e giugno e così via.

Il materiale campionato è stato conservato a freddo.

Tutti i valori numerici riportati nel testo, si riferiscono sempre alla media dei tre anni di campionamento.

»

RISULTATI

I risultati delle pescate nelle varie stazioni sono riportati in Tab. 3.

Le rese ottenute non sono state entusiasmanti: si è avuta una media di 7276 gr. per pescata, la cui distribuzione espressa in media pescato-stazione è riportata in Tab. 4.

Tab. 3 — Distribuzione delle specie ittiche campionate

specie	stazione 1		2		3		4		5	
Mullus surmuletus	36	7200	64	10379	61	9175	45	5049	8	715
Pagellus acarne	3	341	21	2786	72	1144	12	1178	77	5171
Phycis phycis	7	963	14	2014	13	4091	2	190		
Serranus cabrilla	4	410	11	879	9	880	3	220	2	200
Trigloporus lastoviza	1	120	1	100	7	660	32	2632		
Scorpaena notata			11	500	20	988	1	70	22	923
Scylliorhinus canicula	1	195	6	1500	22	4327	7	2180		
Mullus barbatus	5	610	7	570	4	355			4	168
Scorpaena scrofa	5	1700	1	406	8	2710			4	2500
Scorpaena porcus	3	138			1	40			12	720
Boops boops			2	330	12	1771	18	2770	47	5694
Pagellus erythrinus							5	916	11	2600
Serranus scriba			3	190						
Engraulis encrasicolus									2	44
Pagellus centrodontus			1	172						
Maena cryselis									10	650
Scylliorhinus stellaris									1	600
Zeus faber							1	80	2	241
Trachurus trachurus			10	3000	7	2550				
Trachinus araeneus		—					4	1415		
Trachinus draco							1	150		
Uranoscopus scaber							4	660		
Trigla lyra	3	374								
Corvina nigra									1	600
Diplodus annularis									6	500
Diplodus sargus									3	1010
Diplodus vulgaris			6	1045						
Macrorhamphosus scolopax									1	15
Anthias anthias					4	200				
Raja miraletus					1	50				
Raja clavata					2	120				
Merluccius merluccius									2	1800
Maena maena									1	100
Blennius ocellaris							1	60		
Boops salpa									2	118
Ophisurus serpens									1	304
Solea ocellata							1	200		
Bothus podas							1	120		
Epinephelus guaza			1	2000						
Lophius budegassa			1	2540						
Lophius piscatorius									1	600
	N.	peso	N.	peso	N.	peso	N.	peso	N.	peso

Tab. 4 — Risultati medi ottenuti

Stazione	Numero	Peso (gr.)
1	68	12051
2	40	6129
3	34	4349
4	36	6054
5	63	11359

I dati riguardanti la stazione 1 sono stati indicizzati, quindi vanno considerati opportunamente.

Dagli istogrammi in fig. 2, appare evidente, come la stazione 5 sia la più produttiva, pur presentando un picco di resa nel periodo III; notevoli variazioni del pescato nel tempo non si notano invece nelle stazioni 3 e 4

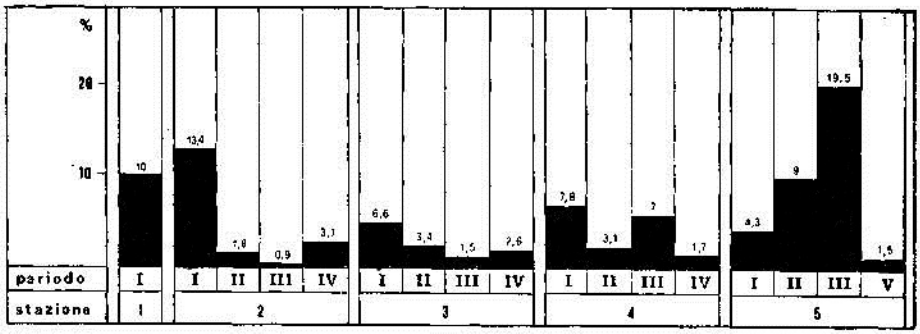


Fig. 2. — Andamento percentuale medio del pescato nelle stazioni al variare dei periodi di campionamento.

dove appare comunque il I come periodo più produttivo; nello stesso periodo si hanno i migliori risultati anche per la stazione 2 dove però la stagionalità è spiccata; ciò, come vedremo in seguito è notevolmente influenzato dalla composizione del pescato nelle varie stazioni che, oltre della stagionalità per talune specie, risente notevolmente anche della differente natura dei fondali.

Per quanto riguarda la composizione qualitativa del pescato, infatti, sono state campionate un totale di 41 specie ittiche, includendo tra queste anche quelle prive di valore commerciale e quelle la cui presenza deve essere ritenuta eccezionale.

Relativamente al numero di individui campionati, alla loro frequenza e distribuzione, le specie possono dividersi in: dominanti, comuni e casuali.

Dai dati riportati in tabella 3 emerge come possono considerarsi specie dominanti solo *Mullus surmuletus* e *Pagellus acarne* che, oltre ad essere presenti in tutte le stazioni ed in quasi tutti i campionamenti, costituiscono rispettivamente il 25.5% ed il 22.2% per numero ed il 25% ed il 16.9% in peso su tutto il pescato.

Boops boops, per quanto numerosa, è da considerare specie casuale essendo stata catturata, seppure in abbondanza, solo stagionalmente.

Specie da ritenere comuni sono, invece: *Phycis phycis, Serranus cabrilla, Trigloporus lastoviza, Scorpaena notata, Scylliorhinus canicula, Mullus barbatus, Scorpaena scrofa* e *Scorpaena porcus.*

Tutte le altre specie, anche se talora rappresentano una grossa aliquota del pescato, sono da considerare casuali, dovendo questo solo a catture casuali o ad un grande peso individuale, come per *Lophius piscatorius.*

È invece da ritenere eccezionale la cattura di *Engraulis encrasicolus.*

CONCLUSIONI

Nonostante una migliore resa quantitativa si sia avuta nella stazione posta al centro dello Stretto (Località Annunziata), in nessuna delle stazioni si sono avuti risultati notevoli, ciò giunge ad ulteriore conferma del depauperamento cui vanno incontro le risorse nell'area.

Per quanto riguarda l'analisi qualitativa del campionato, si sono riscontrate come specie dominanti solo *Mullus surmuletus* e *Pagellus acarne,* pesci commercialmente collocati, rispettivamente fra quelli di prima e di seconda categoria.

Specie di alto valore commerciale, come *Diplodus vulgaris, Diplodus sargus* e *Diplodus annularis,* che un tempo costituivano, per l'attrezzo, buona parte del pescato sono oggi appena presenti; minime sono anche le presenze di *Epinephelus guaza* e *Corvina nigra,* che seppure mai abbondanti non erano in passato così rare; ancora da segnalare è la totale assenza di specie un tempo comuni come *Umbrina cirrosa, Lithognatus mormyrus* ed altre ancora.

Ringraziamenti. — Un particolare ringraziamento va al Comandante GAETANO BUTA, dei battelli da ricerca dell'Istituto di Zoologia ed Anatomia comparata dell'Università di Messina, ed al suo equipaggio, senza la cui preziosa assistenza tecnica, questo studio non si sarebbe potuto effettuare.

BIBLIOGRAFIA

BOLOGNARI A., BUTA G., CAVALLARO G., 1971 — Risultati delle pescate effettuate nel quadriennio 1967-70 nei mari della Calabria Meridionale e della Sicilia Orientale. — *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.,* Roma, 26: 1-2, pp. 21-42, fig. 1.

CAVALLARO G., MUNAÒ F., ANDALORO F., SOLDANO F., 1978 — La situazione della piccola pesca litorale nello stretto di Messina nel dodicennio 1967-78. — *Mem. biol. Mar. et Ocean.,* Napoli, 8: 51-64, fig. 2.

Indirizzo degli Autori. — Istituto di Zoologia e Anatomia Comparata, Università di Messina, Via dei Verdi 75, 98100 Messina (I).

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.),. 2 1982, pp. 429-434

ANGELO CAU, ANNA MARIA DEIANA & MARCO MURA

NUOVI DATI SULL'ACCRESCIMENTO E SULLA MATURITÀ SESSUALE DI *ARISTEOMORPHA FOLIACEA* (RISSO, 1827) *(Decapoda Peneiàae)*

RIASSUNTO

Sono stati esaminati circa 10.000 individui di *Aristeomorpha foliacea,* pescati mensilmente su aree strascicabili dei mari circostanti la Sardegna fra i 500 e i 780 m di profondità.

Si è potuto stabilire che: alla fine dell'inverno l'andamento delle distribuzioni taglia/frequenza evidenzia nella popolazione femminile tre mode distinte e quindi la presenza di almeno tre generazioni. Per i maschi risultano invece due sole mode.

La taglia di prima maturità sessuale viene raggiunta dai maschi e dalle femmine, rispettivamente, nelle classi di grandezza 30-32,5 e 35-37,5 mm di LC; tale stadio viene raggiunto, in entrambi i sessi, al compimento del primo anno di vita.

SUMMARY

New data on the growth and sexual maturity of Aristaeomorpha foliacea *(Risso,* 1827) (Decapoda Peneidae).

About 10,000 specimens of *Aristaeomorpha foliacea* caught in fishing grounds around Sardinia at depths of from 500 to 780 m have been considered.

Size/frequency distribution at the end of winter show that there are almost three generations of female in this species, while only two generations of males are found.

Males reach first sexual maturity at size classes 30-32.5 mm and females at 35-37,5 mm LC; this stage is reached, in both sexes, at the end of the first year of life.

Key words: Aristaeomorpha foliacea - sizes and age composition - maturity.

Aristeomorpha foliacea (Risso, 1827) è, fra i Peneidi, il gambero che riveste maggiore interesse economico sui mercati ed è, inoltre, il più frequente sui fondi mesobatiali dei mari circostanti la Sardegna meridionale (CAU & MURA, 1978).

In questa nota, a carattere preliminare, si riferisce sulle variazioni della lunghezza del carapace in funzione dell'età, sulla taglia di prima maturità sessuale e sul dimorfismo sessuale in individui pescati mensilmente a tre batiche diverse a sud di Capo Boi (area situata a sud-est di Cagliari).

Di ciascun esemplare catturato (complessivamente circa 10.000) sono stati rilevati i seguenti parametri:

LT = lunghezza totale misurata dall'estremità del rostro all'estremità del telson);

LC = lunghezza carapace (misurata dal margine posteriore dell'orbita al margine medio dorsale);

LR = lunghezza rostro (misurata fino al margine superiore dell'orbita);

PT = peso totale.

Sono stati, inoltre, calcolati e tracciati gli istogrammi di frequenza mensili.

DISTRIBUZIONE DELLA LUNGHEZZA DEL CARAPACE

a) *Femmine* - Per il campionamento del 29/2/80 nell'istogramma taglia/frequenza (fig. 1), si osserva l'esistenza di tre mode distinte rispettivamente nelle classi di grandezza 15-17,5; 42,5-45 e *55-51,5* mm di LC. Lo stock formato dagli esemplari di piccola taglia, che dovrebbero essere nati fra luglio e settembre dell'anno precedente, è il meno numeroso. Ciò è dovuto al mestiere di pesca usato non atto alla cattura di piccoli individui. Nei mesi primaverili il suo valore modale aumenta progressivamente e la crescita di questo stock è così intensa da costituire la parte più numerosa degli individui catturati fra giugno e gennaio. La distribuzione delle taglie passa dai valori iniziali di 10-22,5 mm di LC di fine febbraio 1980 ai valori di 30-42,5 mm di LC del febbraio dell'anno successivo con un incremento medio annuale di ca 25 mm di LC corrisponde a ca 108 mm di LT. Al contrario il numero di esemplari di media e grossa taglia, compresi rispettivamente nelle classi 35-50 e 50-65 mm di LC che si rinvengono in contemporanea ai nuovi nati, hanno un valore massimo modale nel mese di febbraio che diminuisce progressivamente nel corso dell'anno solare. Alla fine del predetto periodo lo stock degli individui di media taglia si è accresciuto in dimensioni fino a raggiungere ed inglobare lo stock degli individui di grossa taglia. L'incremento medio annuale del

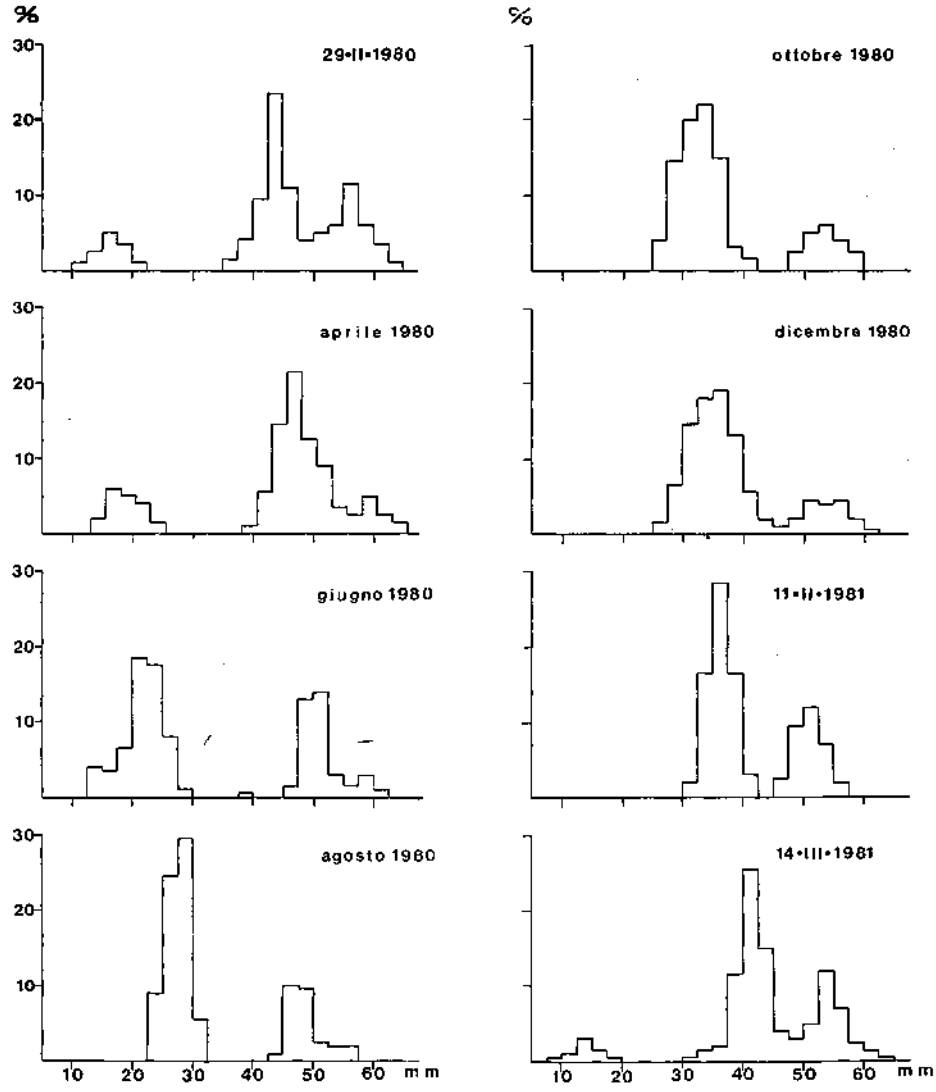


Fig. 1. — Composizione percentuale, in classi di lunghezza carapace (LC), di femmine di *Aristeomorpha foliacea* in sequenza temporale.

secondo stock risulta essere di ca 15 mm di LC corrispondente a ca 76 mm di LT.

b) *Maschi* - Alla fine del febbraio 1980 si riscontrano nella popolazione maschile due stock (fig. 2) di individui appartenenti rispettivamente

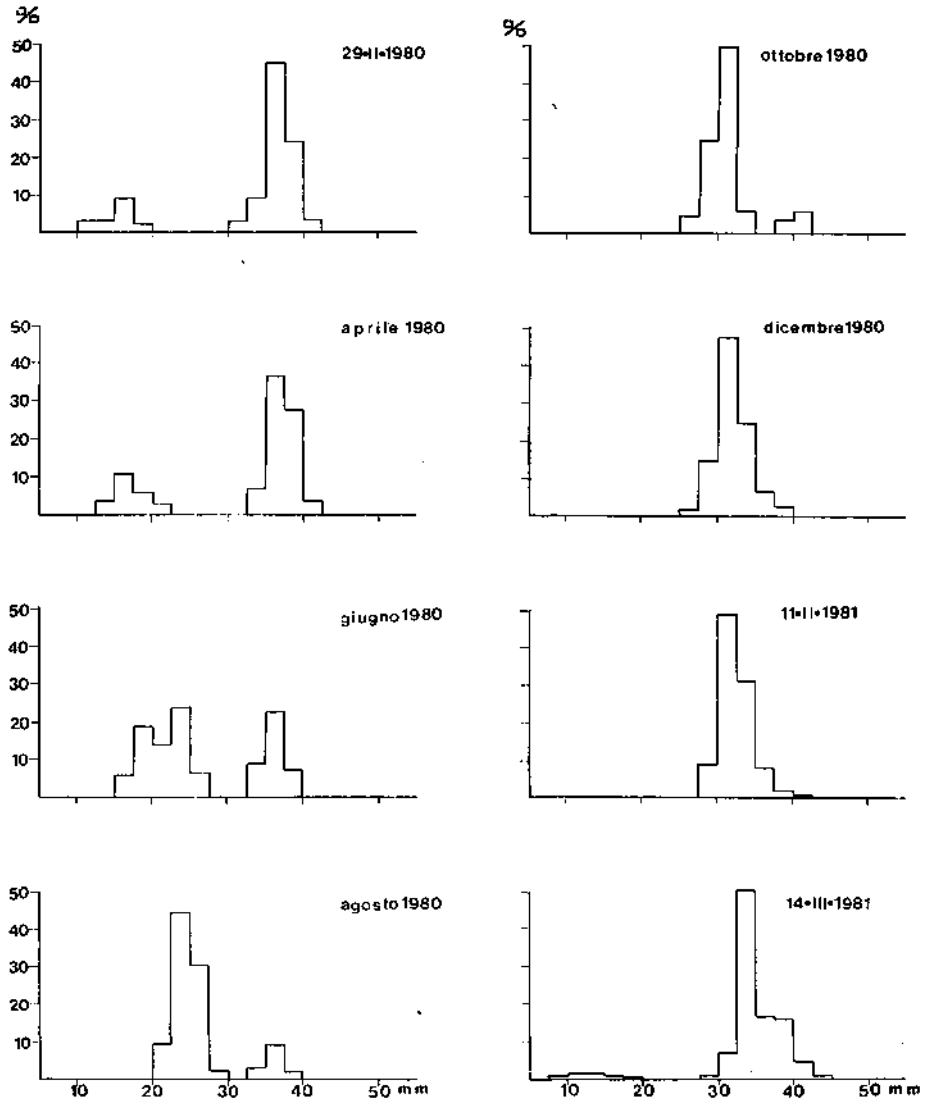


Fig. 2. — Composizione percentuale, in classi di lunghezza carapace (LC), di maschi di *Aristeomorpha foliacea* in sequenza temporale.

alle classi 10-20 e 30-42,5 mm di LC. Come nelle femmine il gruppo di individui di piccola taglia inizialmente è il meno numeroso, successivamente il suo valore modale aumenta fino a costituire la parte più numerosa del pescato nel mese di agosto. Gli individui del secondo stock, aventi

dimensioni maggiori, diminuiscono progressivamente fino ad essere raggiunti ed inglobati dal primo stock dopo circa un anno solare. In questo caso l'incremento medio annuale è stato di ca 20 mm LC, corrispondente a ca 92 mm di LT.

TAGLIA DI PRIMA MATURITÀ SESSUALE

La taglia di prima maturità sessuale, messa in evidenza nelle femmine dalla presenza di spermatofore sul telicum, viene raggiunta quando queste hanno una lunghezza del carapace superiore ai 35 mm ed un'età di circa un anno.

Nei maschi tale stadio viene raggiunto nella classe 30-32,5 mm di LC. A queste dimensioni il petasma è completamente « saldato » ed il rostro è regredito in lunghezza fino ad assumere le proporzioni che rimarranno costanti per il resto della vita. L'età degli individui che sono inclusi nella classe 30-32,5 mm LC dovrebbe essere compresa fra 11 e 13 mesi.

DIMORFISMO SESSUALE

Una caratteristica interessante sul dimorfismo sessuale, oltre alla presenza del petasma nei maschi, concerne la lunghezza e configurazione del rostro. Questa appendice è lunga ed aguzza nelle femmine e nei maschi che ancora non hanno raggiunto la maturità sessuale. Nei maschi sessualmente maturi il rostro è corto tanto da sembrare quasi spezzato o ne¬crosato.

Riassumendo e comparando i dati da noi ottenuti si può dire:

a) lo stock dei piccoli di entrambi i sessi (LC compresa fra 10 e 20 mm) catturati dalla fine di febbraio a tutto il mese di marzo dovrebbe essere nato nell'estate dell'anno precedente. Ciò è in accordo con quanto asserito da BRIAN (1941) per gli esemplari di 7-8 cm di lunghezza che reperì nel mese di marzo nei mercati ittici genovesi ed ai quali attribuì un'età di 6 mesi;

b) Le classi di grandezza in cui più del 50% della popolazione maschile e femminile ha i prodotti gametici pronti per la deposizione sono rispettivamente 30-32,5 e 35-37,5 mm LC quando hanno un'età compresa fra i 12 e i 13 mesi. Ciò si discosta parzialmente da quanto rilevato da RELINI ORSI & RELINI (1979) per *Aristeus antennatus* (Risso, 1826), Peneide che può rinvenirsi agli stessi livelli batiali. Infatti i maschi di questo Peneide, secondo i predetti Autori, raggiungono la taglia ripro-

duttiva già prima dei 20 mm LC e le femmine quando superano i 31 mm LC e la maturazione sessuale ad un'età assoluta minima di sei mesi;

c) per quanto concerne il dimorfismo sessuale, al contrario di quanto rilevato da BAS (1967) per i maschi di *A. antennatus*, l'appendice rostrale in *A. foliacea* non diminuisce progressivamente con la crescita dell'individuo ma ha una riduzione brusca nelle ultime due o tre mute che precedono il raggiungimento della maturità sessuale.

BIBLIOGRAFIA

BAS C, 1967 — Note préliminaire sur la crevette rouge *Aristeus antennatus*. — *Proc. Gen. Fish. Conn. Medit.*, Rome, 8: 281-285.

BRIAN A., 1941 — I crostacei eduli del mercato di Genova *(Decapoda, Natantia)*. — *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, Roma, 18: 25-60.

CAU A. & MURA M., 1978 — Notizie sulla pesca bentobatiale nei mari della Sardegna meridionale. — *Rend. Sem. Fac. Sc. Univ.*, Cagliari, Suppl. 48: 137-153.

RELINI ORSI L. & RELINI G., 1979 — Pesca e riproduzione del gambero rosso *Aristeus antennatus* nel mar Ligure. — *Quad. Civ. Staz. Idrobiol.*, Milano, 7: 39-62.

Indirizzo del 1° Autore. — Istituto di Zoologia, V.le Poetto 1, 09100 Cagliari (I).

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.), 3 1982, pp. 439-447

FRANCESCO CINELLI

STRUTTURA E DINAMICA DEI POPOLAMENTI ALGALI BENTONICI MARINI DI PROFONDITÀ E LORO RAPPORTI CON L'AMBIENTE PELAGICO

RIASSUNTO

Il ruolo degli ecosistemi vegetali costieri profondi nella produzione di sostanza organica e nella sua esportazione verso il sistema pelagico è stato, fino a tempi molto recenti, eccessivamente minimizzato.

Negli ultimi anni con il progredire delle ricerche sulla struttura e dinamica dei popolamenti a macrofite costiere, sia di superficie che di profondità, oltre ad una complessità strutturale molto accentuata, è stata messa in evidenza anche una elevata capacità produttiva. La biomassa prodotta viene in parte utilizzata all'interno del sistema stesso di produzione ma, in porzioni molto importanti, prende la via del sistema pelagico sia sotto forma di sostanza organica disciolta e particellata che di organi di riproduzione (spore e gameti). Nell'ambito pelagico, soprattutto per opera delle popolazioni batteriche, si ha una elaborazione ed un utilizzo quasi totale delle sostanze organiche veicolate dalla zona costiera.

SUMMARY

Structure and dynamics of benthic marine algal settlement and its relationship with the off-shore environment.

Although the importance of coastal marine benthic algal settlements has been largely neglected until recently, our knowledge of its structure and dynamics has steadily increased. This ecosystem reveals both a very high structural complexity and an elevated productivity. One portion of the organic matter produced is consumed into the system itself, but the remaining portion is released as particulate matter and a dissolved fraction of the cell contents

is released into the off-shore water column. In these waters the organic matter is rapidly utilized by microheterotrophic organisms rather than by phytoplankton.

Key words: algae - macrophytes - benthos - structure - dynamics - marine ecosystems - Plancton - marine bacteria.

L'importanza che i popolamenti algali infralitorali e circalitorali hanno nell'economia del sistema marino è sempre stata minimizzata (come d'altronde quella dei popolamenti più superficiali) soprattutto nella elaborazione di modelli energetici funzionali. Questo perché, diciamolo chiaramente una volta per tutte, le misure di produttività primaria hanno quasi sempre interessato la produzione « del largo » ed anche perché si è sempre considerato « per tradizione » minimo o addirittura trascurabile il contributo della vegetazione bentonica costiera al funzionamento del sistema marino. Non c'è dubbio comunque che ciò sia derivato anche da una imperfetta conoscenza dei meccanismi di produzione, trasporto ed utilizzazione della sostanza organica prodotta a livello bentonico.

Le ricerche però, soprattutto negli ultimi anni hanno cominciato a dimostrare come questo assunto « tradizionale » non possa essere più considerato valido e come, in molti casi, il contributo delle fitocenosi bentoniche costiere sia fondamentale per il mantenimento di alti valori energetici nella zona pelagica, almeno nell'ambito della piattaforma continentale. È chiaro anche che i popolamenti superficiali abbiano goduto di una maggiore attenzione ed il loro studio quantitativo e qualitativo sia andato di pari passo con l'avanzamento delle ricerche fitobentonologiche marine. I popolamenti di profondità hanno sofferto di una maggiore disattenzione dovuta anche alle oggettive difficoltà di studio in particolare per quanto riguarda la loro struttura e la loro dinamica. Pur tuttavia, nell'ultimo decennio, soprattutto con 1 impiego generalizzato delle moderne tecniche di immersione autonoma, sono stati raccolti molti dati ad opera di diversi ricercatori dell'area mediterranea (AUGIER et BOUDOURESQUE, 1968; BOUDOURESQUE, 1960, 1971, 1973; GIACCONE *et al,* 1973, 1974; CINELLI *et al,* 1979; FURNARI *et al,* 1970, 1971, 1973, 1977). La struttura di una qualsiasi fitocenosi, sia terrestre che marina, è determinata da una moltitudine di fattori: l'ambiente, i fattori intrinseci alla fitocenosi stessa ed al suo popolamento, i tipi biologici delle specie, le diverse fasi dello sviluppo ciclico (GOUNOT, 1969).

La struttura può anche essere osservata, nel suo insieme, da diversi punti di vista. Tra questi, il più macroscopicamente evidente è quello *fisionomico* che è tipico di ogni comunità vegetale, con la presenza di diversi strati sovrapposti (incrostante, elevato, epifitico) su cui predominano

dei tipi biologici o delle specie definite. La *fisionomia* può senza alcun dubbio cambiare radicalmente durante il volgere delle stagioni dimostrando una *periodicità* più o meno complessa. Questa *periodicità,* in ambiente marino è abbastanza evidente, alle nostre latitudini, nei popolamenti più superficiali ma anche quelli infralitorali e circalitorali dimostrano una periodicità meno accentuata. Il che è dovuto alle condizioni ambientali più omogenee e costanti durante tutto l'anno.

Esiste comunque una diversa « stagionalità » tra il Nord e il Sud del Mediterraneo come è risultato evidente da recenti studi (CINELLI *et al.*, 1979). Le singole specie sono poi legate tra di loro da relazioni di *dipendenza* o di *interdipendenza,* relazioni che, per usare un termine che GOUNOT nel 1969 definì « alla moda », ci danno l' *integrazione* della comunità stessa. La relazione può essere molto lassa o strettissima andando dalla simbiosi al parassitismo. È ormai un dato acquisito che lo strato elevato delle comunità bentoniche condiziona in maniera determinante la struttura degli strati sottostanti. La strutturazione complessa ha come scopo infatti sia quello di sfruttare il territorio nella maniera migliore possibile sia quello di distribuire il periodo vegetativo nei periodi più adatti. Quando poi si associano specie con esigenze ecofisiologiche molto diverse, ciò ha, come conseguenza, una diminuzione della concorrenza interspecifica con conseguente favorimento dello sviluppo reciproco (esempio tipico sono le *colture associate* usate in agricoltura).

La *stratificazione* e la *periodicità* costituiscono un metodo efficace per diminuire la concorrenza tra le specie e sfruttare al massimo l'ambiente. Ciò si traduce, quasi sempre, anche in un accrescimento della produzione di materia organica che, come abbiamo già visto, è alla base della tecnica colturale delle « colture associate ».

I popolamenti ben strutturati e con periodicità adeguata, rappresentano quindi potenziali serbatoi energetici per la stessa biocenosi di cui fanno parte ma, indiscutibilmente, anche per quelle immediatamente circostanti. Non tutte le fitocenosi raggiungono lo stesso grado di ristrutturazione. Tra le biocenosi marine sono da citare le superficiali di zona battuta sia sciafile ma soprattutto fotofile, che mostrano una struttura oltremodo complessa.

BOUDOURESQUE (1971) ha messo in evidenza che i popolamenti superficiali sciafili di zona battuta presentano una forte eterogeneità strutturale dovuta, nel caso specifico, alla giustapposizione di elementi distinti sia per quanto riguarda la composizione floristica che l'organizzazione spaziale. È stata anche ipotizzata una evoluzione ciclica, in fasi successive, che sembra paragonabile all'evoluzione di una torbiera in ambiente terrestre.

Oltre ad una struttura verticale, ogni popolamento vegetale presenta anche una struttura orizzontale che si manifesta legata alla biologia

della riproduzione delle specie, all'azione dell'ambiente sulle specie stesse, all'azione delle specie le une sulle altre sia direttamente che modificando l'ambiente. La riproduzione vegetativa è una causa evidente della distribuzione irregolare, ma anche la riproduzione sessuale è altrettanto importante (vedasi per esempio il caso di spore pesanti che si allontanano poco dalla pianta madre o spore leggere ma emesse contemporaneamente ed accumulate in un unico punto dal giuoco delle correnti).

Come è stato affermato più volte, lo studio di una comunità vegetale deve essere fatto secondo criteri strutturali e dinamici che ci diano la possibilità di discriminare le *vere comunità omogenee* del mosaico. E ancora più importante è che lo studio quantitativo debba essere mirato ed *orientato* tenendo conto dell'ordine delle specie. La loro plasticità ecologica alla variazione di certi fattori dell'ambiente permette loro anche di essere « sensibili » soltanto a « certe » variazioni. La pianta ha un « concetto » dell'ambiente che spesso è completamente differente da quello dell'ecologo che esegue le misurazioni. La densità delle specie ed il loro spazio vitale giocano un ruolo importante. Specie a densità molto debole e a grande spazio vitale sono delle cattive analiste dell'ambiente che può essere omogeneo per esse ma risultare disomogeneo per altre.

Negli studi che sono stati effettuati da diversi anni sui popolamenti di profondità del Mediterraneo occidentale da BOUDOURESQUE (1975), GIACCONE *et al.*, (1973), CINELLI *et al.* (1979), CINELLI (1980), questi concetti sono stati alla base della ricerca e della successiva elaborazione dei dati ottenuti. I risultati di Boudouresque per quanto riguarda i popolamenti sciafili infralitorali e circalitorali di zona calma, così come quelli di GIACCONE *et al.* (1974) sui medesimi popolamenti del Basso Tirreno come pure gli studi di GIACCONE (1972) sui popolamenti a Laminarie dello Stretto di Messina e del Mare di Alboran e lo studio di CINELLI *et al.* sui popolamenti profondi, calmi e reofili, del Canale di Sicilia, mettono in evidenza una grande complessità strutturale ed un forte dinamismo. Boudouresque riporta anche i valori della biomassa calcolata come peso umido (in media attorno agli 800 g/m^2) con punte di 2.900 g/m^2 in popolamenti a forte concrezionamento. Nel canale di Sicilia, pesate effettuate sul materiale raccolto al Banco Talbot (peso umido) raggiungono come media i 1.500 g per m^2 con valori di oltre 3.500 g nelle facies dominate da *Phyllaria reniformis* (Lamour.) Rostafinsky o da *Laminaria rodriguezii* Bornet. GIACCONE (1972) nello studio dei popolamenti reofili a Laminarie dello Stretto di Messina e del Mare di Alboran mette in evidenza l'importanza della corrente nell'accrescimento delle alghe, soprattutto in condizioni di luce molto attenuata. Secondo Giaccone, lo strato di acqua a diretto contatto con la fronda algale, asportato continuamente dallo scorrere dell'ac-

qua, è responsabile di un maggiore scambio di gas metabolici e di un maggiore apporto di nutrienti. La tendenza eterotrofica di molte specie verrebbe così ad essere accentuata con sviluppo di specie a tendenza gigante (Laminarie soprattutto) ma anche con esuberanza di molte altre (specialmente Rodoficee a tallo molle).

Le osservazioni effettuate nel Canale di Sicilia sembrano confermare questa ipotesi soprattutto nelle zone in cui l'influenza della corrente atlantica è più sensibile. Nel Canale di Sicilia, inoltre, la costanza della corrente determina una stratificazione verticale della vegetazione molto accentuata. Lo strato elevato, costituito da specie « reofile » forma una sorta di barriera di smorzamento che riduce notevolmente l'intensità della corrente ai livelli inferiori. Ciò contribuisce allo sviluppo di un notevole sottostrato sciafilo di zona calma (caratteristico dei gruppi ecologici SI, SIC, SCIT, SC) tipicamente ben sviluppato nelle biocenosi infralitorali e circalitorali descritte da BOUDOURESQUE (1973) per molte zone del Mediterraneo. La trasparenza delle acque ha anche un buon effetto nel far sviluppare un cospicuo gruppo di specie del gruppo Phsl (Fotofile) che aumenta notevolmente la complessità strutturale della fitocenosi di questa zona.

I popolamenti algali bentonici infralitorali e circalitorali sia di zona calma che di zona sottoposta a forte idrodinamismo costituiscono quindi riserve di materia organica molto importanti per l'intero ecosistema marino. Non bisogna dimenticare che molta di tale « energia » rimane nel sistema stesso ma anche una grossa percentuale viene continuamente esportata ai sistemi contigui. Si calcola infatti che almeno una percentuale variabile dal 10 al 30% del materiale organico prodotto dalle macrofite (sotto forma di sostanza organica disciolta o particellata) segua la via del sistema pelagico.

È anche importante notare che almeno il 90% di tale materiale organico esportato (MANN, 1972) finisce per arrivare alle catene alimentari pelagiche soprattutto nella fase disciolta che, in questo caso, ha una importanza preponderante rispetto al particellato. La letteratura si è andata notevolmente accrescendo, negli ultimi anni, sia sulla composizione delle sostanze liberate dalle alche che sul loro destino energetico e sulla loro importanza ecologica. Gli effetti ecologici dei prodotti extracellulari delle alghe sono, senza dubbio, tanti quante sono le sostanze stesse. Una serie molto ampia di dati al proposito si trovano nei lavori di FOGG (1966) e di KHAYLOV *et al.* (1969). L'importanza delle sostanze organiche disciolte provenienti da macrofite ed il loro ruolo nel mantenimento di alti livelli di produzione secondaria è stato anch'esso messo in evidenza soprattutto da SIEBURT (1969).

L'utilizzazione eterotrofica della sostanza organica disciolta ha un ruolo molto importante nella creazione di sostanza organica particellata utiliz-

zabile dagli organismi dei livelli trofici superiori. Essa assieme ai frammenti derivati direttamente dalla rottura del tallo delle alghe, concorre a mantenere ad alti livelli la produttività costiera e pelagica (MANN, 1973; VELIMIROV *et al.*, 1977; FIELD *et al.*, 1977; WANGERSKY, 1977; COROVER, 1978; SOROKIN, 1978; NEWELL, 1979).

Sono però senza dubbio le popolazioni batteriche le principali utilizzatrici dei prodotti algali extracellulari. Da una parte si ritiene che i batteri siano capaci di assimilare direttamente anche l'acido glicolico. I batteri eterotrofi, come hanno dimosrato KRISS e collaboratori sono estremamente diffusi nelle acque marine, soprattutto a latitudini intermedie o alte. Batteri capaci di assimilare direttamente glucosio e acetato da soluzioni a bassa concentrazione sono molto abbondanti ed il passaggio dalla sostanza organica disciolta a quella particolata ha come tramite insostituibile quello delle popolazioni batteriche. Anche l'azione di turbolenza che si verifica a livello dello strato di interscambio aria-acqua concorre alla formazione di agglomerati di molecole di sostanza disciolta che può essere direttamente utilizzabile per organismi filtratori. BAYLOR *et al.*, 1962; BAYLOR e SUTCLIFFE, 1963; RILEY, 1963; RILEY *et al.*, 1965; WILLIAMS, 1967; RILEY, 1970; NISHIZAWA *et al.*, 1971; WANGERSKY, 1976, 1977 e VELIMIROV, 1980; hanno messo l'accento sulle schiume che si formano durante forti mareggiate in zone costiere ricche di popolamenti vegetali. Queste schiume, oltremodo persistenti, sono particolarmente ricche di essudati algali che richiamano notevoli quantità di batteri fino a $3{,}45 \times 10^9$ cellule batteriche per ml di sospensione schiumosa). La schiuma, analizzata, risulta composta soprattutto da proteine (23%), lipidi (11%) e carboidrati (4%). Un dato molto interessante è che esiste una forte correlazione tra il picco del fitoplancton, la temperatura e la formazione di schiuma dovuta a venti costieri. La persistenza della schiuma è mantenuta per mezzo di agenti sia negli essudati delle macro che in quelli delle stesse microalghe.

Il fitoplancton stesso è capace di riassorbire ed utilizzare i propri essudati o quelli presenti nelle acque e provenienti dalle macrofite durante i periodi di oscurità (FOGG, 1966). Alcune specie di criptomonadini di acqua dolce sono stati fatti accrescere al buio utilizzando l'acetato disciolto nelle acque. L'apparente inadeguatezza della produzione fitoplanctonica come cibo esclusivo per lo zooplancton è stato più volte messo in evidenza sia per le acque dolci che per quelle marine.

I batteri sono, in questo caso, gli unici produttori primari di materiale organico particellato su cui si fonda la predazione di innumerevoli invertebrati soprattutto grazie alle sostanze organiche disciolte provenienti dalle alghe. L'azione agglutinante del moto ondoso e la formazione di schiume mettono a disposizione altro materiale particolato che, per esempio,

l' *Artemia salina*, il notissimo crostaceo alla base di molte catene alimentari anche artificiali, può direttamente utilizzare come cibo (BAYLOR e SUTCLIFFE, 1963). L' *Artemia* rappresenta anch'essa, come le popolazioni batteriche, un tramite importante tra la materia organica disciolta di provenienza vegetale e le popolazioni di livelli trofici più elevati. NEWELL *et al.* (1980) affermano anche che, secondo quanto evidenziato nello studio della concentrazione del materiale organico disciolto nelle acque adiacenti i campi di Laminarie del Sud Africa, gli essudati dispersi durante la frammentazione del tallo di queste alghe sono rapidamente utilizzati (entro le 24 ore) dai microrganismi eterotrofi piuttosto che direttamente dal fitoplancton.

Da quanto esposto precedentemente deriva che il ruolo delle macrofite nel bilancio energetico del sistema marino nella sua globalità è tutt'altro che trascurabile. Popolamenti algali e struttura complessa e a forte dinamismo concorrono più di altri alla produzione di sostanza organica direttamente o indirettamente utilizzabile negli altri comparti energetici. L'ambiente pelagico, tramite soprattutto le popolazioni batteriche, utilizza in maniera molto efficace quanto gli viene veicolato dalla zona costiera riempiendo il gap energetico che è stato più volte messo in luce.

BIBLIOGRAFIA

AUGIER H. et BOUDOURESQUE C. F., 1968 — Vegetation marine de l'île de Port-Cros (Parc National). II: peuplements sciaphiles superficiels. — *Bull. Mus. Hist. Nat.* (Marseille), 20: 149-168.

BAYLOR E. R., SUTCLIFFE W. H. and HIRSCHFELD D. S., 1962 — Adsorption of phosphates onto bubbles. — *Deep-sea Res.*, 9: 120-124.

BAYLOR E. R. and SUTCLIFFE W. H., 1963 — Dissolved organic matter in seawater as a source particulate food. — *Limnol Oceanogr.*, 8: 369-371.

BOUDOURESQUE C. F., 1969 — Note préliminaire sur le peuplement algal des biotopes sciaphiles superficiels le long des cotes de l'Algérois et de la Kabylie. — *Bull. Mus. Hist. Nat.* (Marseille), 29: 165-187.

BOUDOURESQUE C. F., 1971 — Contribution a l'étude phytosociologique des peuplements algaux des cotes varoises. — *Vegetatio*, 22 (1-3): 83-184.

BOUDOURESQUE C. F., 1973 — Recherches de bionomie analytique structurale et experimen¬tale sur les peuplements benthiques sciaphiles de la Mediterranée occidentale (fraction algale): les peuplements sciaphile de mode relativement calme sur substrats durs. — *Bull. Mus. Hist. Nat.* (Marseille), 33: 147-225.

CINELLI F., FRESI E., MAZZELLA L. and PONTICELLI M. P., 1979 — Deep algal vegetation of the western Mediterranean. — *Giorn. Bot. Ital.*, 113: 173-188.

CINELLI F., 1980 — Biogeography and Ecology of the Sicily Channel. I. The algae of the Banks. Proceedings of the X Seaweed Symposium. — *Tore Levring Ed.*, Goteborg, 235-241.

CONOVER R. J., 1978 — Transformation of organic matter. In: Kinne O. (Ed.) Marine Ecology, Vol. IV, Dynamics. — *Wiley*, Chichester, pp. 221-449.

FIELD J. G., JARMAN N. G., DIECKMANN G. S., GRIFFITHS C. L., VELIMIROV B. and ZOUTENDYK P., 1979 — Sun, waves, seaweed and lobsters: the dynamics of a West coast kelp bed. — *S. Afr. J. Sci.*, 73: 7-10.

FOGG G. E., 1966 — The extracellular products of algae. — *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, *4*, 195-212.

FURNARI G. e SCAMMACCA B., 1970 — Ricerche floristiche sulle alghe marine della Sicilia orientale. — *Boll. Acc. gioenia Sci. Nat.*, Catania, 10 (3): 215-230.

FURNARI G., 1971 — Nuovi ed interessanti ritrovamenti algologici nel litorale della Sicilia orientale — *Boll. Acc. gioenia Sci. Nat.*, Catania, 10 (8): 656-662.

FURNARI G., 1973 — Ricerche floristiche sulle alghe marine della Sicilia orientale. Nuovo contributo. — *Boll. Acc. gioenia Sci. Nat.*, Catania, 11 (7 e 8): 1-22.

FURNARI G., SCAMMACCA B., CORMACI M. e BATTIATO A., 1977 — Zonazione della vegetazione sommersa dell'isola Lachea (Catania). — *Atti IX Congresso Naz. S.I.B.M.:* 245-257. Ischia, 1977.

GIACCONE G., 1972 — Struttura, ecologia e corologia dei popolamenti a Laminarie dello Stretto di Messina e del Mare di Alboran. — *Mem. Biol. Mar. Ocean., 2* (2): 37-59.

GIACCONE G., SORTINO M., SOLAZZI A. e TOLOMIO C, 1973 — Tipologia e distribuzione estiva della vegetazione sommersa dell'isola di Pantelleria. — *Law. Ist. Bot. e Giard. Col. Palermo,* 25: 103-119.

GIACCONE G. e SORTINO M., 1974 — Zonazione della vegetazione marina delle isole Egadi (Canale di Sicilia). — *Law. Ist. Bot. e Giard. Col. Palermo,* 25: 166-183.

GOUNOT M., 1969 — Méthodes d'étude quantitative de la vegetation. — *Masson,* Paris, 320 pages.

KHAILOV K. M. e BURKALOVA Z. P., 1969 — Release of dissolved organic matter by marine seaweeds and distribution of their total organic production to inshore communities. — *Limnol. Oceanogr.,* 14: 521-527.

MANN K. H., 1972 — Ecological energetics of the sea-weed zone in a marine bay on the atlantic coast of Canada. II. Productivity of the sea-weed. — *Mar. Biol.,* 14: 199-209.

MANN K. H., 1973 — Seaweeds: their productivity and strategy for growth. — *Science,* 182: 975-981.

NEWELL R. C, 1979 — Biology of Intertidal Animals. 3rd ed. Marine Ecological Surveys, *Favershaur,* Kent, U.K.

NEWELL R. C, LUCAS I., VELIMIROV B. and SEIDERER L. J., 1980 — Quantitative significance of dissolved organic losses following fragmentation of kelp (*Eklonia maxima* and *Laminaria pallida). — Mar. Ecol. Progr. Ser.,* 2: 45-59.

RILEY G. A., 1963 — Organic aggregates in seawater and the dynamics of their formation and utilization. — *Limn. Oceanogr.,* 8: 372-381.

RILEY G. A., VAN HEMERT D. and WANGERESKY J., 1965 — Organic aggregates in surface and deep waters of the Sargasso Sea. — *Limnol. Oceanogr.,* 10: 354-363.

RILEY G. A., 1970 — Particulate organic matter in sea water. — *Adv. Mar. Biol.,* 8: 1-118.

SIEBURT J. M. N., 1969 — Studies on the algal substances in the sea. 3. The production of extracellular organic matter by littoral marine algae. — *I. Exp. mar. Biol. Ecol.,* 3: 290-309.

SOROKIN Yu. I., 1978 — Decomposition of organic matter and nutrient regeneration. In: Kinne O. (Ed.) Marine Ecology, Vol. IV, Dynamics. — *Wiley,* Chichester, pp. 501-616.

VELIMIROV B., FIELD J. G., GRIFFITHS C. L., ZOUTENDYK P., 1977 — The ecology of kelp

bed communities in the Benguela upwelling system. Analysis of biomass and spatial distribution. — *Helgoläuder wiss. Meeresunters,* 30: 495-518.

VELIMIROV B., 1980 — Formation and potential trophic significance of marine foam near Kelp beds in the Benguela Upwelling System. — *Mar. Biol.,* 58: 311-318.

WANGERSKY P. J., 1977 — The role of particulate matter in the productivity of surface waters. — *Helgoläuder wiss. Meeresunters,* 30: 546-564.

WILLIAMS P. M., 1967 — Sea surface chemistry: organic carbon and organic/inorganic nitrogen and phosphorus in surface films and subsurface waters. — *Deep Sea Res.,* 14: 791-800.

Indirizzo dell'Autore. — Istituto di Zoologia, Via A. Volta - 56100 Pisa (I).

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.), 3 1982, pp. 449-465

EUGENIO FRESI & MARIA CRISTINA GAMBI

ALCUNI ASPETTI IMPORTANTI DELL'ANALISI MATEMATICA DI ECOSISTEMI MARINI

RIASSUNTO

Nell'analisi formale degli ecosistemi, le tecniche di analisi multidimensionale rivestono un ruolo preminente. La loro sempre maggiore diffusione in campi diversi dell'ecologia marina impone alcune riflessioni, alla luce di esperienze concrete, sui vari passi della procedura d'analisi. In questo lavoro, si prendono in esame aspetti quali gli inputs numerici e la loro forma, nonché l'economia che può essere realizzata attraverso opportune manipolazioni. Vengono inoltre discusse con qualche approfondimento le geometrie dei modelli derivanti dall'analisi multidimensionale e il significato ecologico di alcune loro forme ricorrenti. Vengono presi in considerazione l'analisi causale di detti modelli e l'uso delle tecniche multivariate nell'analisi di alcuni tipi di serie diacroniche.

SUMMARY

Some important aspects of the mathematical analysis of marine ecosystems.

In the formal analysis of ecosystems, multidimensional techniques play a central role. Their present diffusion to various fields of marine ecology prompts to some thoughts, based on concrete experience, on the various steps of the analysis procedure. In this paper aspects such as the forms of numerical inputs and the economy that can be achieved by manipulation of numerical descriptors are considered. Special emphasis is given both to the geometry of the models produced by multidimensional analysis, and to the ecological meaning of some recurring patterns, together with their causal interpretation. The use of multivariate methods in the analysis of some types of time series is also discussed.

Key words: marine ecosystems - multidimensional analysis - numerical descriptors - geometry of models - causal analysis - time series analysis.

INTRODUZIONE

L'analisi informale degli ecosistemi, in particolare quella relativa alla loro fase biologica, basata essenzialmente su fatti di intuizione — l'arte, si potrebbe dire — dello studioso, ha occupato un ruolo centrale nella ricerca sinecologica.

L'avvento e la diffusione dell'analisi formale destina oggi questo metodo al magazzino degli strumenti obsoleti. Ciò non solo perché l'applicazione di piani di campionamento e di sperimentazione, dell'analisi dei dati e della simulazione consente di vedere più in profondità e di prevedere più lontano, ma anche e soprattutto perché il ricorso alle matematiche impone la precisa ed esplicita formulazione dei problemi come passo primordiale dell'indagine. In altre parole, impone di ricercare sul campo La verifica di un'ipotesi predefinita che, in quanto tale, contiene già in sè l'indicazione delle proprietà da rilevare, del come rilevarle e del metodo di analisi cui sottoporre i dati. È in questa trasposizione dell'antica — ma non troppo — « statistica inconscia » nel linguaggio universale dei numeri e della geometria che deve esser visto il principale ruolo dei metodi matematici nello sviluppo delle scienze ecologiche.

Nell'armamentario ormai vasto di cui l'ecologo dispone oggi in questo campo, le tecniche di analisi multivariata occupano certamente una posizione centrale. La possibilità di « leggere » oggetti od eventi ecologici — inevitabilmente dotati di configurazioni iperdimensionali — in uno spazio oligodimensionale, addirittura in un piano che contiene la maggior parte dell'informazione, è davvero affascinante. La sintesi che così si produce ha infatti un enorme valore e non soltanto nel campo della scoperta di tipologie latenti o della verifica di ipotesi, ma anche in quello della generazione di nuove ipotesi e dell'individuazione di problemi altrimenti insospettabili. Da questo punto di vista, il valore predittivo delle tipologie biologiche, in rapporto alla fase fisica degli ecosistemi (valore predittivo che attinge alle « memorie » viventi degli ecosistemi e, pertanto, consente integrazioni che nessuno strumento o calcolatore sono in grado di fare), ci sembra un fatto di straordinaria importanza anche valutandone soltanto gli aspetti puramente euristici.

L'insieme di tecniche di cui stiamo parlando non deve tuttavia essere preso come un libro di ricette da applicare acriticamente. L'analisi multidimensionale è uno strumento valido (valido, si badi, non risolutivo) solo se ne conoscono i pregi e le limitazioni e non ci si dimentica di portare, in ogni fase del lavoro, l'insostituibile illuminazione del « buon senso » ecologico. Impiegare un grande elaboratore e sofisticati algoritmi nulla to-

glie alla banalità delle risposte che la Natura dà sempre alle domande banali o, peggio, alle domande prive di contenuto.

Nella trattazione che segue non ci occuperemo dei problemi teorici e pratici legati a passi cruciali della procedura d'analisi, quali i piani di campionamento, la scelta delle variabili, le misure di « somiglianza », ecc., supponendo che essi siano stati risolti in sede di formulazione delle ipotesi di partenza. Giova tuttavia ricordare, a questo proposito, che è dalle scelte operate in queste fasi che dipende una larga parte del successo delle elaborazioni.

Ci soffermeremo piuttosto su alcuni aspetti di rilievo riguardanti gli inputs numerici e la loro forma, nonché sull'economia che può esser realizzata attraverso opportune manipolazioni. Discuteremo inoltre, con qualche approfondimento, sulla geometria dei modelli risultanti dalle analisi multidimensionali e del significato ecologico di alcune loro forme ricorrenti. Ci occuperemo, infine, dell'analisi causale di detti modelli e dell'uso di tecniche multivariate nell'analisi di alcuni tipi di serie diacroniche.

LE VARIABILI: DESCRITTORI NUMERICI

I descrittori numerici delle variabili con cui si ha a che fare nella pratica dello studio sugli ecosistemi sono di natura molto diversa. Possono infatti essere discreti o continui e riflettere misure reali o stime arbitrarie. Ne risultano tre tipi di tavole: di frequenza, di misura e di contingenza. Queste ultime rivestono un interesse particolare in sinecologia, in quanto i dati appaiono solitamente come *enumerazioni* di effettivi (assolute o relative): ad esempio, numero di individui, di colonie, ecc. Spesso, tuttavia, si incontrano codifiche diverse. Una delle più classiche è la *descrizione boo¬leana,* quando cioè la presenza di un attributo I nelL' individuo J è registrata come 1 e la sua assenza è registrata come 0. Della « famiglia » delle descrizioni logiche fa parte la *codificazione d'intensità* in cui alla variabile I viene assegnato un punteggio che va da un minimo ad un massimo arbitrariamente scelti. La possibilità di passare a questo tipo di descrizione, partendo da tabelle di misura di variabili non omogenee, sia in scala, sia in termini qualitativi, presenta interessanti prospettive nell'analisi simultanea delle varie componenti di un ecosistema, come diremo più tardi.

MANIPOLAZIONI DEI DESCRITTORI E LORO EFFETTI SULLA STRUTTURA DEI DATI

L'allestimento delle tavole di contingenza relative ad insiemi multispecifici richiede molto lavoro in quanto ogni specie deve essere enumerata

esaustivamente. Ciò pone un problema pratico derivante anche dalla difficoltà che s'incontra nell'enumerazione di certe forme. La descrizione logica può permettere di superare questo problema evitando sia la fatica dei conteggi, sia l'effetto sul modello finale dell'eccessivo peso di grandi differenze in abbondanza tra le specie. In questo passaggio si deve tuttavia accettare una certa perdita di informazione. Ciò non significa rinunciare, come talora succede, ad analizzare i dati. Piuttosto occorre sapere il grado di distorsione della configurazione originale (intesa come struttura delle distanze inter-osservazione) che ne deriva. La funzione proposta da ORLOCI (1975) con il nome di funzione « stress »:

$$\sigma (D_c, D_0) = I - \rho^2 (D_c, D_0)$$

dove D_c e D_0 sono, rispettivamente, la matrice di distanza tra le osservazioni e variabili codificate e quella a variabili non codificate e ρ^2 il coefficiente di correlazione tra le stesse (inteso in senso matematico; cfr. ORLOCI & MUKKATTU, 1973), è una misura di detta distorsione, utilizzabile anche quando si tratta di scegliere quale descrittore impiegare nella costruzione delle tavole di contingenza (ad esempio, tra ricoprimento %, nr. di individui od altra quantità).

Una decisione dovrebbe essere sempre presa su questa base, anche disponendo della sola codifica in effettivi. La presenza di molti zeri nelle tavole di contingenza pone infatti non solo problemi di normalizzazione (CHARDY *et al.*, 1976), ma anche di valutazione del ruolo che le componenti qualitative e quantitative giocano nel sistema. La ripartizione ortogonale di un vettore-specie (WILLIAMS & DALE, 1962) $|0, X_i|$ con media dei valori diversi da zero M_{xi} in due vettori:

1) $|0, M_{xi}|$ per la componente qualitativa

2) $|0, (X-M_{xi})|$ per la componente quantitativa

consente di determinare a quale componente è associato il massimo dell'informazione. Decidendo, ad esempio, di utilizzare la sola componente qualitativa, occorre misurare lo stress tra la risultante matrice delle distanze e quella ottenuta dai dati originali.

Va detto che, di solito, le tecniche di analisi autovettoriale, l'Analisi Fattoriale delle Corrispondenze in special modo, sono piuttosto robuste circa la codifica dei dati. La lettura dei modelli di ordinamento presentati in fig. 1, ottenuti rispettivamente da dati in abbondanza e in presenza/assenza, mostra differenze irrilevanti.

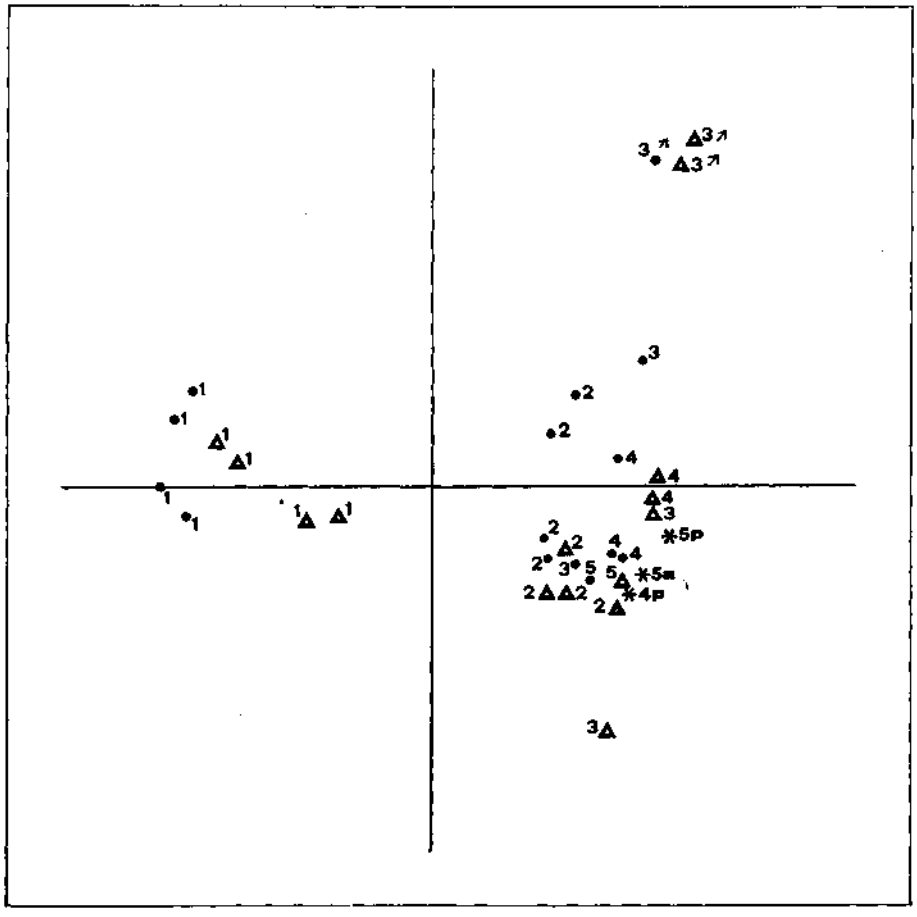


Fig. 1. — Modello di ordinamento ottenuto dallo stesso insieme di dati codificati in abbondanza (•) e in presenza-assenza (Δ). Il simbolo † di alcune stazioni indica che i punti si trovano in realtà fuori del grafico; il simbolo * indica che i punti ottenuti con abbondanza e presenza-assenza sono coincidenti.

LA RIDUZIONE DI RANGO DELLE MATRICI-DATI

La funzione « stress » consente anche di misurare l'effetto distorcente di un eventuale « screstamento » dei conteggi (si impone una soglia oltre la quale non si prosegue l'enumerazione), oppure dell'eliminazione di variabili (es. specie) selezionate sulla base di un qualche criterio di importanza (es. contributo indipendente alla somma totale dei quadrati - cfr. ORLOCI, 1973, frequenza, abbondanza, ecc.). A questo proposito, ricor-

diamo un metodo recentemente proposto (CARRADA *et al.*, 1981), che si basa su un criterio di uniformità distribuzionale (funzione « niche breadth », LEVIN, 1968) delle specie all'interno di un dato insieme di campioni. Si dimostra (fig. 2) che ad un decremento esponenziale del numero di specie si accompagna un decremento lineare della quantità di informazione.

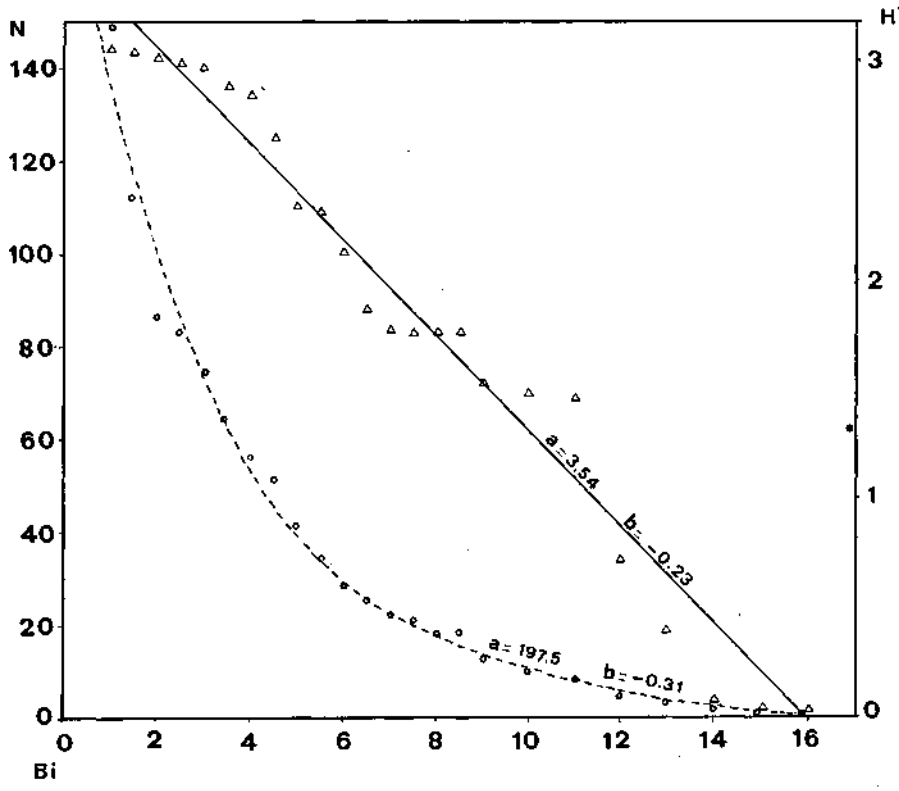


Fig. 2. — Eliminazione delle specie per mezzo dell'analisi «niche breadth » (da CARRADA *et al.*, 1981, modificato).

I modelli si mostrano molto resistenti all'eliminazione di specie a distribuzione non uniforme, come dimostrato anche da GAMBI *et al.* (1983). D'altra parte è noto che la varianza associata agli assi d'inerzia di un ordinamento è legata in modo esponenziale al numero di variabili prese in considerazione.

La riduzione dei conteggi o delle variabili, così come l'analisi di stress, impone, com'è ovvio, l'espletamento di campionamento-pilota, si ope-

ra cioè su insiemi di dati già acquisiti. È tuttavia possibile, per quanto sulla base di criteri meno squisitamente matematici di quelli fin qui descritti, selezionare a priori gruppi di specie capaci, da soli, di descrivere efficacemente la struttura dell'intero sistema (GAMBI *et al.*, cit.).

GEOMETRIA DEI MODELLI E SUO SIGNIFICATO ECOLOGICO

Il passo successivo della procedura di analisi consiste nel munire di distanza l'insieme dei dati in esame, vale a dire conferir loro quella proprietà astratta che definiamo come struttura. È su questa struttura che operiamo le manipolazioni successive. Come già detto, non entreremo in questo tema, se non per dire che condividiamo il pensiero di chi ritiene che, tra le varie possibili, la metrica di χ^2 peculiare dell'Analisi Fattoriale delle Corrispondenze (e dell'analoga « RQ » o Reciprocai Averaging), sia lo strumento più efficace oggi disponibile per l'indagine ecologica, in particolare per l'analisi dei gradienti.

Alla fine del calcolo, l'elaboratore ci dà una lista, in ordine decrescente, degli autovalori con il tasso di varianza associato a ciascuno di essi e le coordinate delle osservazioni/variabili sugli n fattori. Queste ultime ci servono per costruire i modelli di ordinamento nei piani identificati dai fattori presi a coppie, ad iniziare da quelli di rango più basso. In alcuni lavori sinecologici, si vedono diagrammi su assi di rango molto elevato, quasi mai corredati da un'interpretazione delle strutture che così si rivelano. Il fatto è che, specialmente quando si ha a che fare con sistemi sui quali si hanno poche conoscenze, raramente l'interpretazione può spingersi al di là delle prime due o tre dimensioni. Occorre aggiungere che, spesso, le dimensioni di rango elevato non risultano significative se sottoposte a qualche test (es. test per simulazione di LAURO & MONGELLUZZO, 1976; test di FRONTIER, 1974; ecc.).

La rappresentazione dei risultati su piani diversi da quello identificato dai primi due fattori si rivela poi, in circostanze particolari che discuteremo più avanti, praticamente inutile.

I modelli grafici, la cui lettura si fa di primo acchito anche da parte di chi non è familiare con le tecniche multivariate (specialmente se i modelli derivano da Analisi Fattoriale delle Corrispondenze, in cui, oltre all'ordinamento è possibile valutare direttamente l'interazione tra osservazio¬ ni e variabili), presentano alcune forme ricorrenti. La conoscenza del loro significato aiuta grandemente nell'interpretazione delle strutture ottenute. Per questa ragione ne esamineremo le più comuni, alla luce di esempi concreti.

1) *Nube unica di forma circolare o ellittica* centrata nell'origine degli assi (fig. 3a): siamo in presenza di un'unica popolazione o di una sola comunità, oppure di biotopi a caratteristiche fisico-chimiche indistinguibili.

2) *Nube divisa in due o più ammassi* (fig. 3b): presenza di due comunità o ambienti diversi. La discontinuità centrale può ammettere intermedi offrendo quindi, nello stesso tempo, fatti di suddivisione dicotomica e di gradazione continua. Vale la pena, specie se una delle due nubi è costituita da pochi (talora anche da un sol punto), rianalizzare separatamente i due insiemi, aggiungendo i restanti in una fase successiva (metodo delle « variabili aggiunte »).

3) *Nube parabolica* (fig. 3c). In questi casi, il secondo asse è funzione parabolica del primo. I restanti assi possono essere funzioni polinomiali l'asse n-esimo è un polinomio n-esimo del primo) dello stesso. Al sistema soggiace un fenomeno fondamentalmente unidimensionale (effetto GUTTMANN: cfr. BENZECRI *et al.*, 1973) materializzato dal primo asse cui le restanti dimensioni sono legate da rapporti funzionali. Questa distorsione quadratica, che appare spesso quando si esaminano le variazioni del popolamento associate a gradienti ambientali oppure in serie ordinate a priori

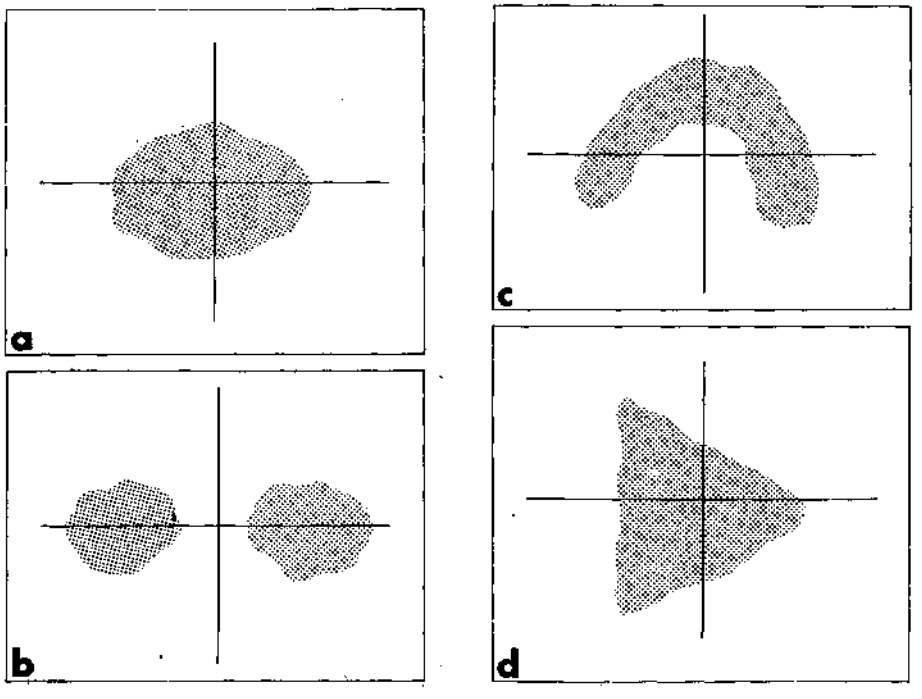


Fig. 3. — a) nube ellittica; b) nube suddivisa; c) nube parabolica; d) nube triangolare.

quali quelle temporali, ha varie spiegazioni ecologiche. Sembra trattarsi (GAUCH *et al.*, 1977) soprattutto dell'effetto della « diversità-ß » (WHITTAKER, 1960), cioè del tasso di ricambio delle specie lungo la serie esaminata, ma può essere impartita anche da altre cause di difficile controllo, quali osservazioni anomale in disgiunzione rispetto al resto dell'insieme, il raggruppamento di talune osservazioni, la dispersione troncata di certe specie l'esistenza di « gradienti laterali », errori di campionamento e così via. Talora, gli estremi del cenoclino possono involversi ed occupare posizioni prossime all'origine degli assi, rendendo il diagramma di difficile interpretazione. Infatti, osservazioni e/o specie « centrali » possono avere caratteri ecologici di natura tale (grado di equitabilità, posizione intermedia reale nella serie, ecc.) da giustificare la loro collocazione baricentrica.

4) *Nube triangolare o stellare* (fig. 3d), spesso piramidale nei primi tre fattori. Esiste una situazione per cui un gradiente ecologico principale, sostanzialmente unipolare, lascia che si riveli un altro gradiente che si sviluppa lungo il secondo asse. Eliminando le osservazioni estreme sul primo asse e ripetendo l'analisi, il gradiente originariamente sul secondo, passa sul primo asse.

Le fig. 4 a, b, c e d riportano esempi reali delle forme di modello testè descritte.

Giova concludere questo paragrafo ricordando che è molto utile riconoscere con buona approssimazione l'esistenza di raggruppamenti di punti nello spazio di due o tre fattori. Questa operazione viene spesso eseguita direttamente sui diagrammi, ma può anche essere lasciata al calcolo automatico. Usando come attributi le coordinate in due o tre fattori di ciascun punto si effettua una cluster analysis per mezzo di algoritmi adatti al riconoscimento di forme complesse. L'algoritmo di JANCEY (1974), ad esempio, ha le caratteristiche desiderate e dà risultati soddisfacenti.

INTERPRETAZIONE DEI MODELLI E ANALISI CAUSALE

A questo punto l'immagine del sistema è davanti a noi in un modello leggibile e ricco in informazione. Esso ci consente descrizioni e concettualizzazioni di realtà estremamente complesse, ridotte ai loro aspetti strutturali principali. Questi ultimi tuttavia, quando l'oggetto della ricerca è l'analisi causale, ad esempio la verifica della coerenza tra gradienti e cenoclini, restano in certo qual modo astratti fino a quando non ricevano l'opportuna formalizzazione. Ricordiamo infatti che un fattore di ordinamento non deve esser visto come un parametro ecologico in senso letterale, ma piuttosto

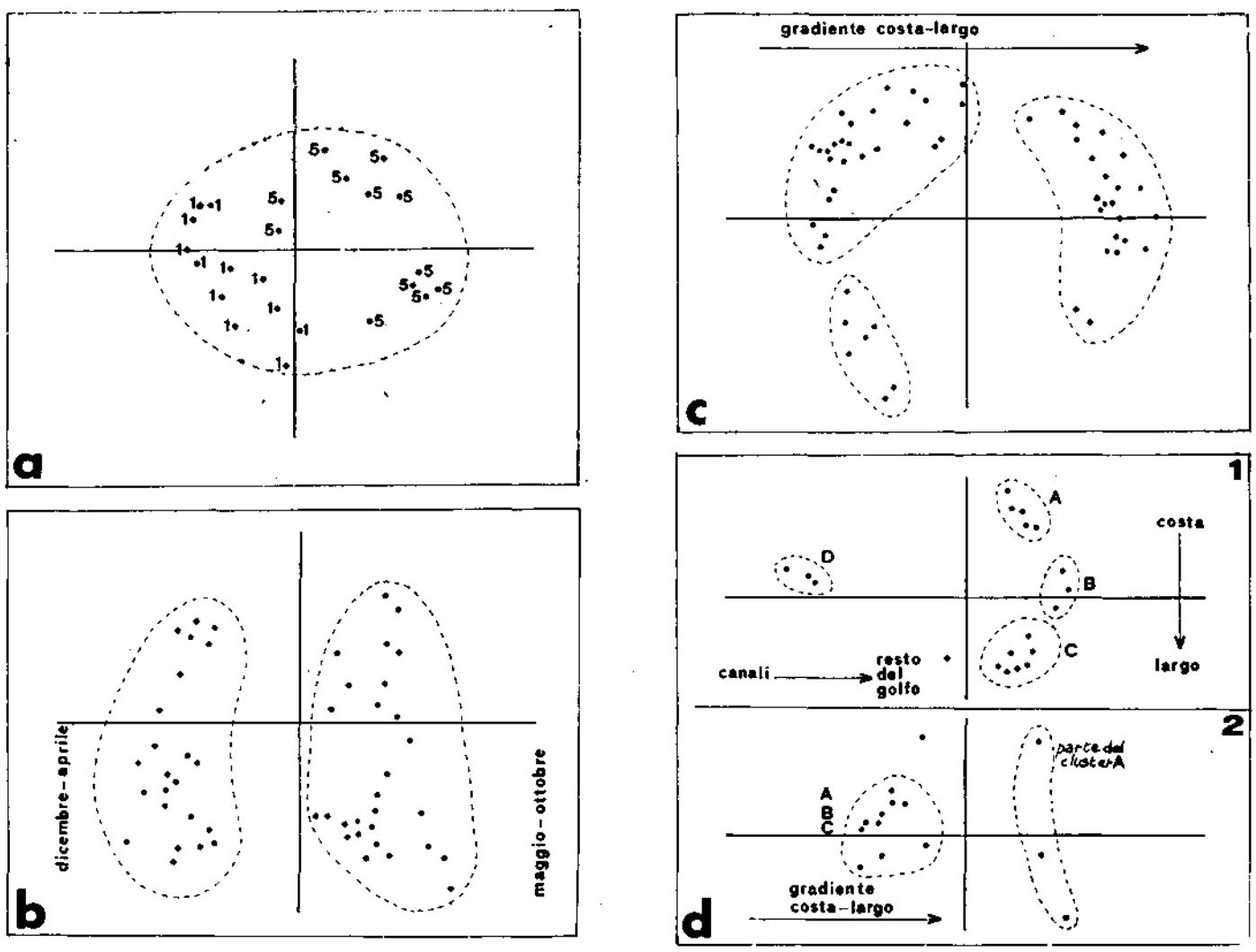


Fig. 4. — a) esempio di nube ellittica: 2 stazioni del Porto di Ischia, ciclo annuo, dieci variabili fisico-chimiche; b) esempio di nube suddivisa: 5 stazioni del Porto di Ischia, ciclo annuo, dieci variabili fisico-chimiche; c) esempio di nube parabolica: benthos di substrato mobile alla foce del fiume Tevere; d) esempio di nube trapezoidale: Fitoplancton invernale del Golfo di Napoli (1); eliminando il cluster estremo (D) il gradiente in F2 passa in Fl (2). (Da CARRADA *et al.*, 1981, modificato).

come il « riassunto », la combinazione di un certo numero di variabili ecologiche altamente correlate tra loro.

Ci sono vari modi di interpretare la struttura dei modelli alla luce di variabili esterne misurate, che elenchiamo in ordine di complessità crescente:

1) *metodo grafico diretto.* Viene messo in relazione grafica l'andamento di un fattore e quello delle variabili esterne (fig. 5a) oppure si comparano gli ordinamenti di due fasi per analogia e sovrapponibilità (fig. 5b e 5c).

2) analisi di covarianza semplice o multipla tra i fattori di ordinamento, considerati come variabili dipendenti ed una o più variabili esterne, considerate indipendenti. Le procedure per questo tipo di analisi sono quelle consuete. Occorre tuttavia una certa cautela nell'interpretazione dei risultati che se ne ricavano. Nell'analisi di covarianza semplice, ad esempio,

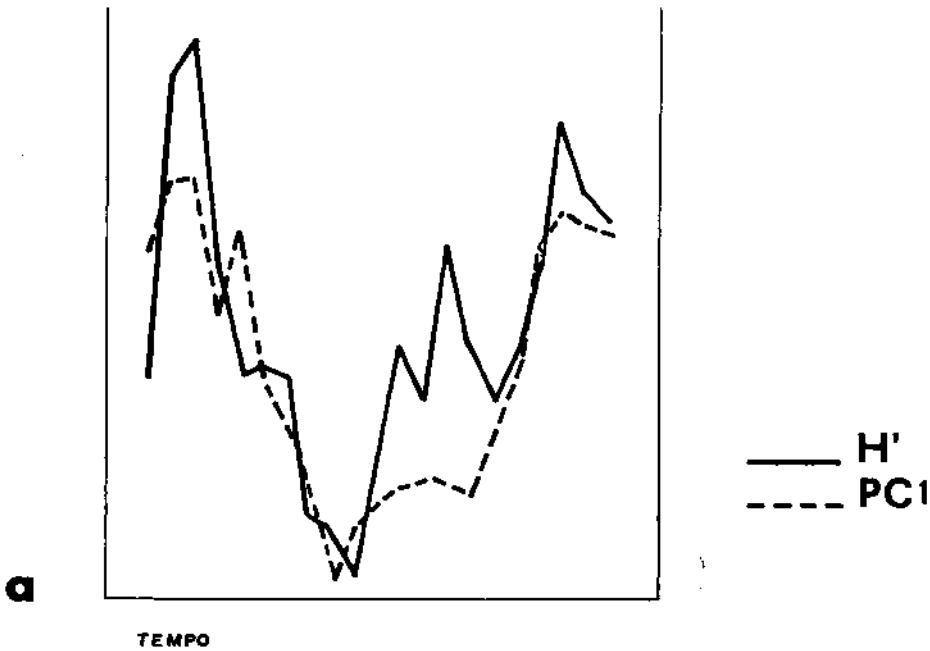

H'
PC1
a
TEMPO

Fig. 5a

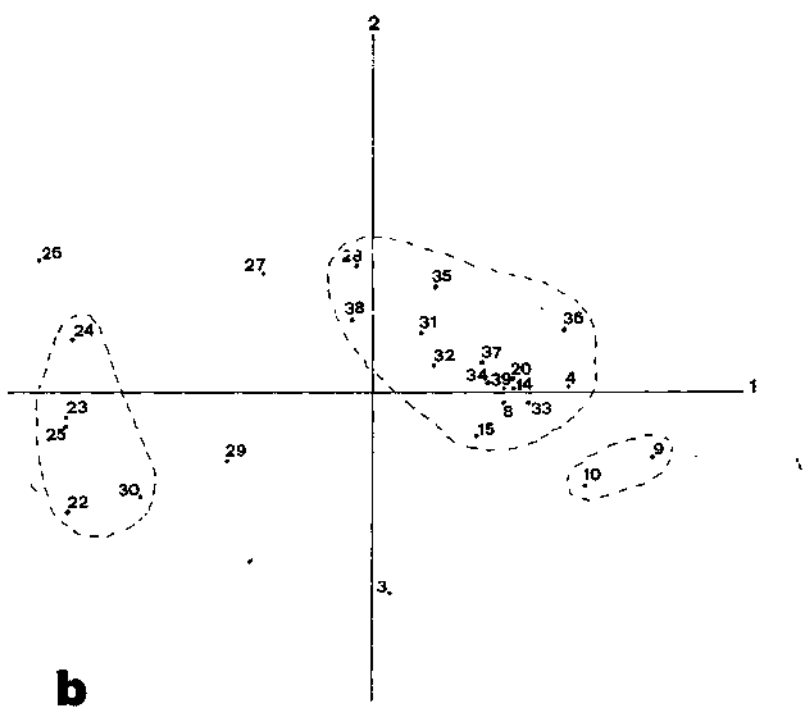

2
1
3
26
27
28
35
38
31
36
24
32
37
34
39
20
14
4
23
25
8
33
15
29
9
10
30
22
b

Fig. 5b

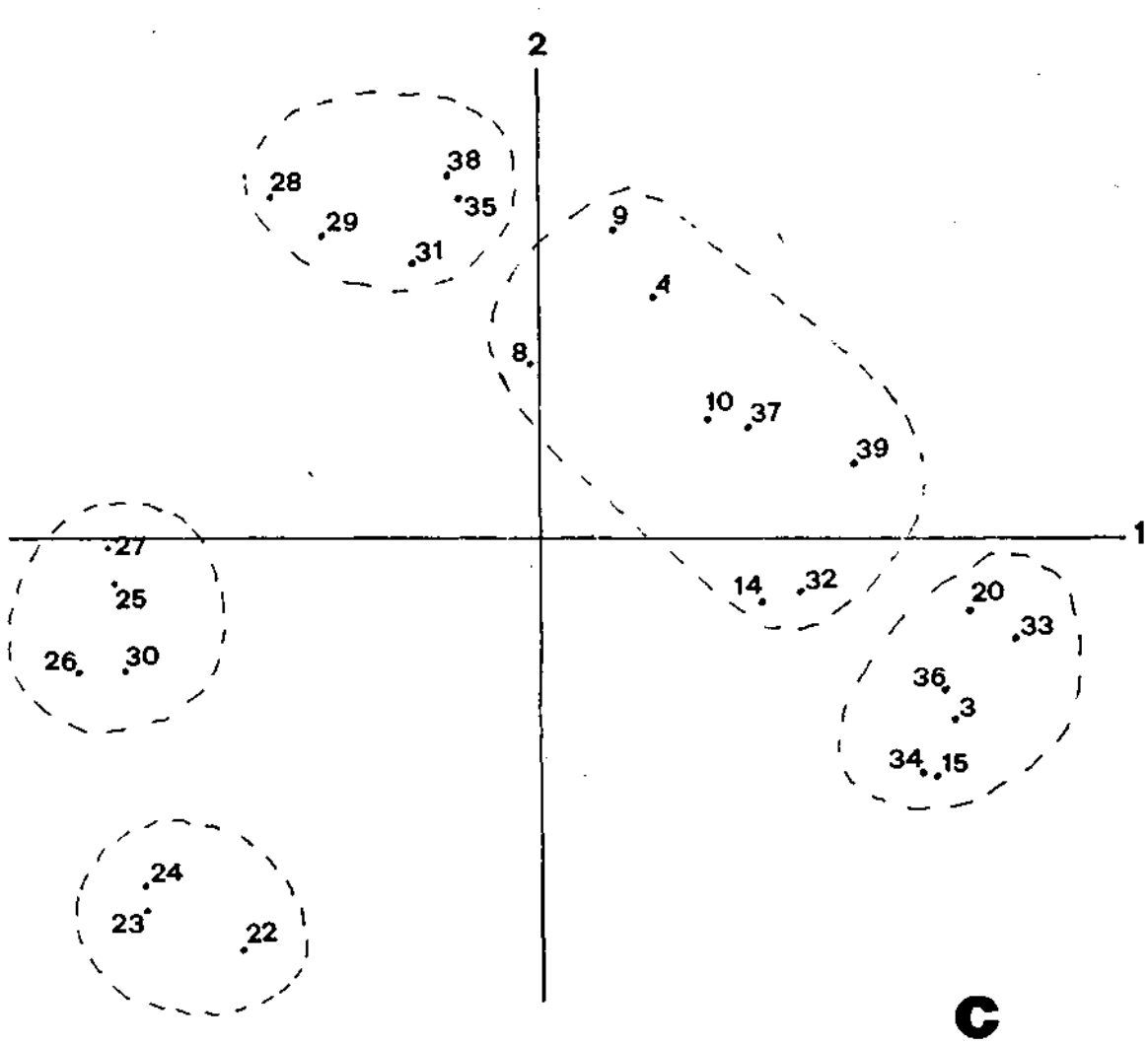


Fig. 5c

Fig. 5. — Interpretazione causale di Modelli di Ordinamento. a) metodo grafico (H' — Diversità, PC1 = Prima Componente Principale); b) e c): confronto tra gli ordinamenti di variabili ambientali (b) e variabili biologiche (c) (Foce del fiume Ombrone: 7 variabili sedimentologiche e 147 taxa animali. In parte, da GAMBI e FRESI, 1981).

la variazione del popolamento, quale riassunta nei fattori di ordinamento, viene considerata come risposta a stimoli singoli. Ciò è evidentemente un falso assunto, in quanto lo spazio-nicchia operativo è sempre multivariato. Nel modello multiregressivo poi, le variabili esterne sono considerate indipendenti tra di loro, mentre sono molto spesso altamente correlate. Questo fa sì che (e l'analisi « step-wise » lo rivela efficacemente) aumentando il numero delle variabili esterne l'informazione non aumenti in proporzione.

3) *il metodo proposto da* IBANEZ (1969), supera i problemi posti dall'analisi di covarianza ignorando la distinzione tra variabili dipendenti e indipendenti. Esso si basa su due passi: a) ordinamento delle variabili esterne per selezionare quelle che tra loro non sono correlate; b) correlazione tra componenti interne ed esterne secondo la formula:

$$R_{(ci,\ ce)} = \lambda^{1/2} \sum_{k} u_{ik}\, r_{(ce,\ k)}$$

dove R è il coefficiente di correlazione tra le componenti; λ l' autovalore

i-esimo delle componenti interne; u_{ik} l'autovettore i-esimo della variabile interna k e $r_{(ce,\ k)}$ *l*a correlazione tra la variabile k e la variabile esterna e.

4) *metodo delle* « *variabili o individui supplementari* » (BENZECRI, 1973), in cui le variabili esterne vengono proiettate direttamente sul diagramma di ordinamento delle variabili interne. Nello spazio delle osservazioni, ad esempio, il nuovo elemento X_k può essere rappresentato con la formula

$$Y_i = |A_k| x |u_i|$$

dove Y_i è la coordinata sull'asse i-esimo, u_i è l' autovettore i-esimo e A_k corrisponde alla centratura-normalizzazione di X_k secondo la nota formula

$$A_k = \frac{(X_{ik} - \bar{X}_i)}{\sqrt{n_i - 1}}$$

5) analisi delle correlazioni canoniche (per un'ampia discussione di questo metodo, cfr. PIELOU, 1977). L'analisi delle correlazioni canoniche non è, in senso stretto, un metodo per interpretare modelli fattoriali alla luce di variabili esterne misurate separatamente. Essa infatti si basa sull'analisi simultanea di un set (ad esempio, di p variabili ambientali misurate in un certo numero di campioni in cui sono state rinvenute q specie) a partire da una matrice di covarianza di forma (p + q) × (p + q), ripartibile, com'è evidente, in quattro sottomatrici di cui quelle p×q rappresentano la covarianza tra la p-esima variabile ambientale e la q-esima specie (le due matrici p×q sono la trasposta una dell'altra). Le p combinazioni lineari

$$\xi_i = a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + \ldots . a_{ip}X_p$$

e le q combinazioni lineari

$$\eta_j = b_{j1}y_{p+1} + b_{j2}y_{p+2} \ldots . b_{jq}y_{p+q}$$

dette *variabili canoniche,* godono della proprietà di non essere correlate al loro interno (la correlazione tra le ξ o le η è nulla) e di essere correlate tra loro (correlazione canonica). In questo modo, le relazioni di dipendenza tra i due set originali (specie e variabili) è posta nella sua forma più semplice.

6) *metodo delle tavole multiple.* Analogamente a quanto visto per l'analisi delle correlazioni canoniche, questo metodo tratta simultaneamente dati « ambientali » e biologici. La differenza consiste nel fatto che viene operata una trasformazione booleana delle variabili dopo averne definito un certo numero di modalità. Per spiegarci con un esempio, si prende un

vettore-specie o variabile fisico-chimica; al suo interno si determinano tre stati (ad esempio, basso, medio, alto; nel caso di un vettore specie, si deve contemplare anche la modalità « assenza » ciascuno dei quali verrà rappresentato con un vettore nel quale si indicherà con 1 il manifestarsi della modalità e con 0 il manifestarsi di una modalità diversa.

La tavola che così si compone viene sottoposta ad analisi autovettoriale (particolarmente adatta appare l'Analisi Fattoriale delle Corrispondenze) a partire da una matrice di covarianza che, come quella vista per l'Analisi delle Correlazioni Canoniche, contiene la sottomatrice di covarianza tra variabili ambientali e specie. Pur se, a nostra conoscenza, mancano ancora applicazioni di questo metodo nella ricerca ecologica, se ne trovano esempi in BENZECRI *et al.* (1973) ai quali rimandiamo per gli opportuni approfondimenti.

LE TECNICHE MULTIVARIATE NELL'ANALISI DI SERIE DIACRONICHE

Abbiamo illustrato fino ad ora analisi di tipo statico, indirizzate ad evidenziare strutture ecologiche in insiemi sincronici, nei quali gli aspetti spaziali hanno importanza preminente. Gli ecosistemi, com'è noto a tutti, sono tuttavia entità dinamiche tanto dal punto di vista funzionale che da quello strutturale. Vale quindi la pena di vedere fino a che punto l'analisi multidimensionale permette di rappresentare ed interpretare una serie cronologica, munita o meno del fattore spazio. Quest'ultimo caso è tipico di studi volti a determinare se l'azione polarizzante di un complesso-gradiente si mantiene nel tempo oppure se, alla fluttuazione temporale del complesso-gradiente stesso, non divengano dominanti altri fattori — spesso non misurati — di ordine diverso da quello fisico.

In questi casi, l'insieme dei dati compone una tavola tridimensionale del tipo $I \times J \times T$ con I specie (o altre variabili), J osservazioni e T tempi.

BENZECRI (1973) propone un mezzo semplice per decomporre in tavole bidimensionali insiemi di questo genere, considerando che $I \times J \times T$ è circa uguale, da una parte a $(I \times T) \times J$ e, dall'altra a $(J \times T) \times I$. Nel primo caso, rappresentabile, ad esempio:

	Staz. 1, T_0	....	Staz. 1, T_n	....	Staz. n, T_0	....	Staz. n, T_n
Specie 1	----------						
Specie n	----------						

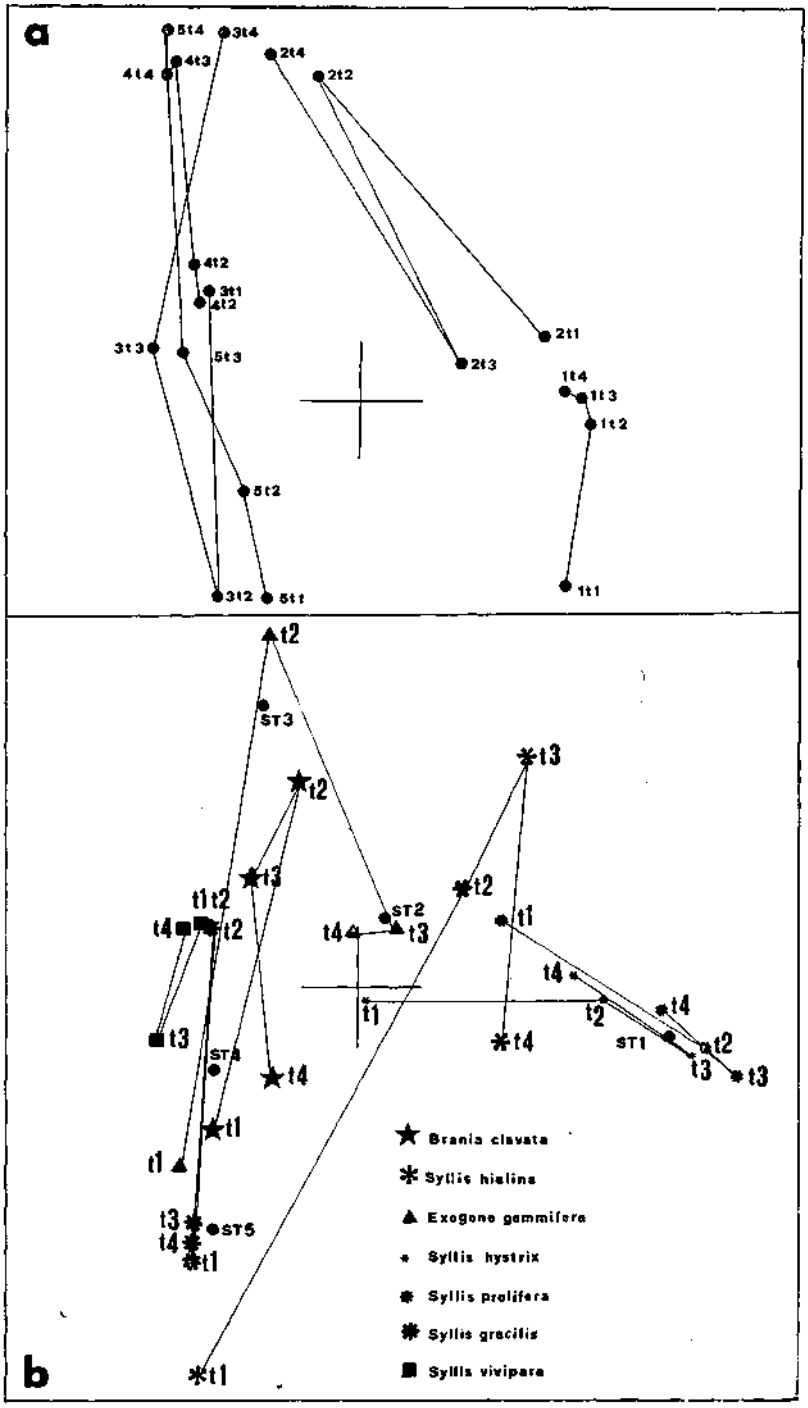


Fig. 6. — a - Stazioni del Porto di Ischia, analisi degli stati: t_1 = Febbraio 1975; t_2 = Luglio 1975; t_3 = Febbraio 1976; t_4 = Luglio 1976. — b - Syllidae (Anellida, Polychaeta) del Porto di Ischia, analisi delle storie: t_1 = Febbraio 1975; t_2 = Luglio 1975; t_3 = Febbraio 1976; t_4 = Luglio 1976.

si può parlare di *matrice degli stati*, in quanto vengono descritti gli stati via via assunti dalle singole stazioni sulla base della variazione simultanea delle specie. La tabella:

	Spec. 1, T_0....Spec. 1, T_n....Spec. n, T_0....Spec. n, T_n
Staz. n	----------
.	
.	
.	
.	
.	
Staz. 1	----------

viene definita *matrice delle storie* poiché descrive la « storia » di ciascuna specie in un dato set di stazioni. Le figg. 6a e 6b costituiscono un esempio di analisi degli stati e analisi delle storie condotte sullo stesso insieme di dati.

BIBLIOGRAFIA

BENZECRI et Coll., 1973 — L'analyse des données. — *Dunod Ed.*, Paris, Vol I, 625 pp.; Vol. III, 632 pp.

CARRADA G. C, FRESI E., MARINO D., MODIGH M., RIBERA D'ALCALÀ M., 1981 — Analysis of winter Phytoplankton in the Gulf of Naples. — *J. Plank. Res.*, 3 (2): 291-314.

CHARDY P., GLEMAREC M., LAUREC A., 1976 — Application of inertia methods to benthic marine ecology: practical implications of the basis options. — *Estuar. Coast. Mar. Sci.*, 4: 179-205.

FRONTIER S., 1974 — Contribution à la connaissance d'un ecosystème neritique tropicale: étude descriptive et statistique du peuplement zooplanctonique de la region de Nosy-Bé (Madagascar). — *Thèse Doct. Univ. Aix-Marseille*, 628 pp.

GAMBI M. C, FRESI E., GIANGRANDE A., 1983 — Descrittori efficaci di comunità bentoniche. — *Naturalista sicil.* (in questo stesso volume).

GAUCH H. G., WHITTAKER R. H., WENTWORTH T. R., 1977 — A comparative study of reciprocai averaging and other ordination techniques. — *J. Ecol.*, 65: 157-174.

IBANEZ F., 1969 — Application de l' analyse factorielle en planctologie: écologie et taxonomie numérique. — *Thèse du 3me cycle,* Paris, 130 pp.

JANCEY R. C, 1974 — Algorithms for detection of discontinuities in data sets. — *Vegetatio*, 29: 131-133.

LAURO N. C, MONGELLUZZO R., 1976 — Metodologie statistiche per l'analisi dei sistemi. Atti Simposio « Ingegneria dei Sistemi », Roma, 11-12 Dic. 1975. — *Associazione Elettrotecnica Italiana:* 1-18.

LEVIN R., 1968 — Evolution in changing environments. Monographs in population biology, 2. — *Princeton Univ. Press.*, Princeton, 122 pp.

ORLOCI L., 1973 — Ordination by rassemblance matrices. In: R. H. Whittaker (Ed.) Handbook of Vegetation Science, part. V. — *The Hague, W. Junk:* 249-286.

ORLOCI L., 1975 — Multivariate analysis in vegetation research. — *Dr. W. Junk by Publishers, The Hague,* 276 pp.

ORLOCI L., MUKKATTU M. M., 1973 — The effect of species number and type of data on the rassemblance structure of a phytosociological collection. — *J. Ecol.,* 61: 37-64.

PIELOU E. C., 1977 — Mathematical Ecology. — *Wiley Interscience,* New York, 385 pp.

WHITTAKER R. H., 1960 — Vegetation of Siskyan Mountains, Oregon and California. — *Ecol. Monogr.,* 30: 279-338.

WILLIAMS W. T., DALE M. B., 1962 — Partition correlation matrices for heterogeneous quantitative data. — *Nature,* 196: 602.

Indirizzo degli Autori. — Stazione Zoologica di Napoli, Laboratorio di Ecologia del Benthos - Ischia (Napoli) (I).

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.), 3 1982, pp. 467-476

MAURIZIO PANSINI e ROBERTO PRONZATO

L'IMPIEGO DELLA TECNICA SUBACQUEA NEL RILEVAMENTO DELLE BIOCENOSI BENTONICHE DI SUBSTRATO DURO.

RIASSUNTO

L'impiego, sempre più generalizzato, della tecnica subacquea nello studio delle biocenosi bentoniche di substrato duro ha portato, in questi ultimi anni, ad una evoluzione e ad un rinnovamento dei metodi di studio. Sono stati sperimentati e messi a punto nuovi sistemi per la programmazione e l' effettuazione del campionamento e per la raccolta di parametri ambientali in immersione. Particolarmente utile per il rilevamento delle biocenosi si è rivelata la fotografia subacquea. La possibilità di compiere indagini in ambienti difficilmente accessibili con i metodi classici (grotte, pareti) e l'osservazione diretta della distribuzione e del comportamento degli organismi in relazione ai fattori ambientali ha portato ad un rapido progresso delle conoscenze.

SUMMARY

The use of underwater techniques for the survey of hard bottom benthic biocoenoses.

The more and more diffused use of scuba diving for scientific research on hard bottom biocoenoses has led to an evolution and renewal of study methods over the last few years. New systems have been experimentally worked out for a better performance of scientific diving operations such as programming and collecting samples and monitoring environmental conditions. The use of underwater photographic techniques has been extremely helpful for these surveys. New opportunities to investigate such environments as caves and submerged cliffs, where classical gear could not work efficiently, and the possibility of observing *in situ* the behaviour and distribution (also related to environmental factors) of marine organisms has led to a rapid increase in knowledge in this field.

Key words: underwater survey - benthos - hard bottom.

INTRODUZIONE

L'importanza della tecnica subacquea nella ricerca biologica marina è già stata ampiamente riconosciuta e documentata (FRESI, 1980; RIEDL, 1980). Quella che va, invece sottolineata è l'influenza che la ricerca con l'impiego del mezzo subacqueo può avere, sia nel progresso della conoscenza generale del sistema fitale sia nell'organizzazione di questa conoscenza.

Il modello di zonazione proposto da PÈRÉS e PICARD (1956), così largamente seguito e giustamente apprezzato pur essendo relativamente recente, si basa, salvo rare eccezioni che riguardano l'uso di sommergibili e le prime esperienze subacquee (DRACH, 1952; LABOREL e VACELET, 1958), su ricerche condotte con sistemi tradizionali che non consentono l'osservazione diretta dell'ambiente. Negli anni successivi l'immersione scientifica ha un impulso notevolissimo, che consente di raccogliere un gran numero di informazioni sia sugli ambienti più difficilmente accessibili con i metodi classici (grotte, anfratti, pareti) sia sui fondali già intensamente studiati (fondi piani, zone poco profonde).

In base a questi dati, e soprattutto all'osservazione e alla verifica in loco di alcune risposte degli organismi all'azione di fattori ambientali, si tenta anche di proporre nuovi modelli di zonazione del sistema fitale (RIEDL, 1964, 1966, 1971; BOUDOURESQUE e FRESI, 1976). Essi tendono ad aggiornare i modelli precedenti cercando di chiarire i punti oscuri, messi particolarmente in evidenza dalle ricerche più recenti.

In particolare BOUDOURESQUE e FRESI (1976) sottolineano l'urgente necessità di « studiare in situ e con molta precisione le modificazioni dei popolamenti, lungo transetti il più puri possibile », senza perdere di vista, tuttavia, la complessità e fluidità del sistema, e considerando il modello di zonazione esclusivamente come uno strumento di lavoro.

Per far questo si dispone oggi di una tecnologia per la immersione quanto mai evoluta, mentre non altrettanto si può dire per quello che riguarda le metodiche di rilevamento e campionamento.

PROGRAMMAZIONE E CASUALITÀ DEL CAMPIONAMENTO

È necessario, innanzitutto, restringere il discorso sul campionamento subacqueo perché le sue finalità possono essere estremamente varie: si va dal prelievo di materiale vivo per indagini di laboratorio ad una vasta gamma di stùdi sperimentali *in situ,* mentre il campo che più ci interessa è quello della bionomia bentonica.

Il primo problema da affrontare riguarda la programmazione del campionamento, che deve essere fatto in maniera tale da ottenere una risposta quanto più possibile vicina alla reale situazione dell'ambiente investigato. Perché questa condizione si verifichi è necessario che sia rispettata la casualità del campionamento. È facile, infatti, ancor più che nella ricerca in ambiente terrestre, poiché manca in mare una visione d'assieme della situazione, che l'operatore si lasci influenzare da aspetti particolari del fondale. Per questo una delle prime metodologie seguite fu quella di disporre sul fondo, nella zona da studiare, una lunga cima e di contare ed eventualmente prelevare gli organismi che si incontravano lungo il suo percorso (FORSTER, 1959; LARSSON, 1968). Ne risultava, tuttavia, un dato puramente qualitativo. Altri ricercatori, invece, soprattutto botanici (KAIN, 1960), si orientarono verso il prelievo all'interno di un quadrato, in maniera da mantenere una superficie fissa e da rendere paragonabili i risultati. Non sempre, tuttavia, all'interno di questo quadrato vengono effettuate raccolte quantitative: Rossi (1965) ad esempio, che tra l'altro compie rilievi fotografici del campione da distanza ravvicinata, raccoglie all'interno di quadrati metallici da un metro di lato solo le specie più caratteristiche. Il sistema dei quadrati (SARÀ, 1966), con numerose varianti per quanto riguarda le dimensioni (PANSINI *et al.*, 1977), è tuttora il più seguito, ma vengono generalmente effettuati grattaggi completi con prelievo di tutto il materiale presente nell'area delimitata. Lo spessore di questo prelievo non è sempre costante ed è strettamente legato al tipo di substrato su cui si opera. Accade quindi che campioni provenienti da superfici uguali siano quantitativamente molto diversi.

Per una scelta casuale dei punti dove porre i quadrati vengono generalmente usati due sistemi. Su fondi piani e sufficientemente omogenei si procede, in corrispondenza delle stazioni prescelte, al lancio dalla barca, o dalla superficie, di sagome metalliche che posandosi sul fondo determinano i punti di prelievo. Negli ambienti dove questo procedimento non è possibile, come su pareti rocciose, su fondali accidentati o in grotta, si ricorre ancora al sistema della cima, per quanto leggermente migliorato. Si stendono cioè, nella zona da investigare, una o più cime metrate o altri mezzi di riferimento, campionando lungo di essi, ad intervalli prestabiliti, con il metodo dei quadrati. Si effettuano in questa maniera i cosiddetti « transetti »: sia orizzontali, in genere dalla costa verso il largo o all'interno di una grotta (CINELLI *et al.*, 1977), sia verticali, lungo un pendio o una parete (SARÀ *et al.*, 1978).

NUMERO E ORIENTAMENTO DEI CAMPIONI

Poiché uno degli obiettivi delle più recenti ricerche sulle biocenosi bentoniche di substrato duro è quello di arrivare a conoscere ed interpretare la distribuzione degli organismi in relazione al variare delle condizioni ambientali, anziché procedere alla misura ripetuta di parametri chimico fisici (difficili poi da mettere in relazione con i dati faunistici) si può operare in maniera inversa: si osservano minuziosamente i popolamenti cercando di individuare, in base alle loro caratteristiche e distribuzione, quali sono i fattori che maggiormente li influenzano (CINELLI *et al.,* 1976).

Questo tipo di approccio, seguito da diversi gruppi di ricerca, ha avuto una certa influenza sull'impostazione del lavoro di raccolta. Il numero di campioni non è più solo proporzionale all'area da investigare, ma cresce in corrispondenza delle zone dove le variazioni dei fattori ambientali sono più sensibili (CINELLI *et al.,* 1975). La distribuzione dei prelievi può, evidentemente, variare anche in relazione a particolari problemi che si vogliono affrontare nell'analisi di un popolamento.

Una delle variabili delle quali si deve tener conto nelle raccolte di benthos fisso è rappresentata dall'orientamento del campione, sia in senso geografico che spaziale (orizzontale, verticale, obliquo). Queste diverse condizioni influiscono notevolmente sugli organismi, non solo in maniera diretta, ma soprattutto in relazione ai fattori ad esse collegati. Esse fanno variare in maniera determinante la portata di fattori come la luce, le correnti ed i movimenti dell'acqua in genere, la sedimentazione ecc., che determinano la struttura di un popolamento. Per ottenere, a questo punto, un controllo statistico sulla validità dei risultati ottenuti, si dovrebbe replicare più volte il campionamento in uno stesso ambiente, ma per applicare questa metodica un gruppo di ricerca dovrebbe disporre di una enorme potenzialità di lavoro. Considerando che, almeno in Mediterraneo, si hanno in mare due diverse stagioni, una fredda ed una calda, una replica del campionamento quantitativo in ciascuna di queste può già dare un risultato soddisfacente. Alcuni specialisti di gruppi tassonomici con una accentuata variabilità stagionale hanno utilmente integrato il campionamento quantitativo con una serie di rilievi qualitativi mensili (osservazioni e prelievi) ai vari livelli della biocenosi (BOERO, 1981). Repliche più distanziate nel tempo si rendono necessarie per lo studio dell'evoluzione dei popolamenti bentonici o in relazione al variare delle condizioni ambientali in conseguenza di fatti accidentali (inquinamento ecc.).

SUPERFICIE DI CAMPIONAMENTO

Il problema della superficie di campionamento o meglio della ricerca della cosiddetta area minima è di natura essenzialmente pratica anche se ha, naturalmente, un substrato teorico. Lo scopo è quello di arrivare ad un campione sufficientemente grande per cui ad un graduale, ulteriore aumento delle sue dimensioni, non corrisponda una crescita proporzionale dell'informazione ottenuta. Per quanto riguarda la ricerca marina esso è stato affrontato inizialmente dai botanici (GOUNOT, 1969; BOUDOURESQUE, 1974) con due tipi di metodologie diverse: prelievi su piccole superfici uguali e contigue e prelievi su superfici embricate via via crescenti. In ambedue i casi veniva costruita la curva area-specie e si cercava di stabilire, anche con metodi matematici (BOUDOURESQUE e BELSHER, 1979) la superficie minima di campionamento.

Alcune esperienze sono state condotte anche da zoologi su determinati gruppi animali (PANSINI *et al.*, 1977b; WEINBERG, 1978) ma hanno portato a risultati sensibilmente diversi. In effetti, se si esaminano i lavori compiuti sul benthos con l'ausilio delle tecniche di immersione si nota come le superfici di campionamento — quando sono definite — siano piuttosto varie (BOUDOURESQUE, 1974), anche se diversi autori cominciano ad orientarsi verso i quadrati da 20 cm di lato. Si tratta, ad ogni modo, di una soluzione di compromesso, perché per quanto le ricerche sull'area minima possano costituire un valido aiuto nella scelta di una metodologia di campionamento, ancora troppi handicap ne limitano l'utilità.

a) non è stato finora trovato un sistema realmente valido per determinare l'area minima; l'indagine deve essere ripetuta per ogni ambiente che viene preso in considerazione perché i dati di confronto sono pochissimi, e mancano completamente studi che si riferiscano non ad un solo gruppo animale ma ad un popolamento nel suo complesso;

*b) l*a precisione di questi studi, ed in genere di tutto il rilevamento subacqueo, è relativa; è necessario considerare un notevole, anche se costante, margine di errore.

Si verificano, inoltre, situazioni particolari dove la distribuzione del popolamento è irregolare, a macchie (patchiness), o dove si ha una notevole dispersione di alcuni gruppi di organismi. In questi casi il campionamento quantitativo su superfici standard — che non possono crescere oltre una ragionevole dimensione — non riesce a raccogliere sufficienti informazioni. Si può ricorrere, in questi casi, a metodi fitosociologici (BRAUN-BLANQUET, 1951), utilizzando serie di quadrati anche molto grandi, all'interno dei quali si possono effettuare campionamenti quantitativi. La presenza di un de-

terminato organismo in uno o più quadrati della serie rappresenterà una notazione di frequenza utile per valutare l'abbondanza della specie (LABOREL e VACELET, 1958; SARÀ, 1966; BALDUZZI *et al.*, 1980a).

MEZZI DI CAMPIONAMENTO

I mezzi e gli strumenti impiegati per la raccolta del benthos in immersione sono generalmente di estrema semplicità. Sia per il campionamento qualitativo che per quello quantitativo si ricorre all'uso, a seconda del tipo di substrato e degli organismi che si vogliono prelevare, di coltelli, raschietti, picchette ed altri utensili. Su substrato roccioso l'uso di uno scalpello e di un mazzuolo è indispensabile per staccare intere porzioni di roccia senza danneggiare gli organismi epibionti. Per raccogliere il materiale campionato il sistema più collaudato ed efficace è rappresentato da un sacco di tela mantenuto aperto da una sagoma rettangolare metallica alla quale può essere applicato un manico. Se si vogliono evitare travasi del campione è possibile inserire nel sacco di tela un sacchetto di plastica che servirà per la conservazione ed il trasporto in laboratorio.

Per migliorare l'efficacia degli strumenti manuali sono stati anche utilizzati dispositivi ad aria compressa (trapani e scalpelli) ma essi, salvo casi particolari, non hanno fornito buoni risultati poiché non consentono di operare con la necessaria delicatezza e precisione. Per ridurre i margini d'errore dell'operazione e per limitare le possibilità di fuga della fauna vagile, alcuni autori hanno utilizzato dei dispositivi appositamente costruiti che racchiudono sotto una specie di cappa trasparente l'area da campionare. L'operazione di distacco del materiale viene poi compiuta manualmente, con guanti a manicotto, mentre la raccolta può essere effettuata con il solito sacco (TRUE, 1965) o con un più elaborato sistema di aspirazione funzionante con il principio della Sorbona (FINNISH IBP-PM Group, 1969). L'inconveniente di questi dispositivi, oltre al fatto di essere ingombranti e complessi, è quello di impedire l'impiego di martello e scalpello e quindi il prelievo di porzioni del substrato, che per lo studio di determinati organismi incrostanti e perforanti (Poriferi e Briozoi, ad esempio) è assolutamente indispensabile. In effetti essi non hanno avuto grande diffusione, anche se possono rappresentare una buona soluzione per particolari problemi di ricerca.

IL RILEVAMENTO FOTOGRAFICO

La tecnica fotografica subacquea, che è oggi in grado di fornire strumenti di grande semplicità ed efficacia, è diventata un mezzo indispensabile

per le ricerche di bionomia bentonica. Le sue applicazioni sono numerosissime, ma restringendo il discorso ai problemi del rilevamento delle biocenosi, essa viene impiegata soprattutto in tre casi: a) documentazione generale di una situazione ambientale; b) rappresentazione, da distanza ravvicinata, dalla superficie di un campione prima del prelievo; c) studio dell'evoluzione del popolamento.

Le prime due tecniche sono state utilizzate da numerosi autori (Rossi, 1965; BACCI *et al.,* 1969; PANSINI e PRONZATO, 1973; CINELLI *et al.,* 1977) e danno generalmente dei buoni risultati pur avendo dei precisi limiti. Questo tipo di riprese consente, infatti, di rilevare molte caratteristiche degli organismi campionati (colore, posizione, accrescimento, rapporti tra specie) ma generalmente non permette il riconoscimento della specie. È necessario quindi applicare dei segni di riconoscimento, prima della ripresa, per essere sicuri della corrispondenza tra organismo fotografato ed organismo raccolto.

Per lo studio protratto nel tempo dell'evoluzione di particolari aspetti del popolamento bentonico un buon mezzo, utilizzato prima della diffusione della fotografia subacquea in questo settore, è il disegno su lavagnette trasparenti (SARÀ, 1970). Integrando disegno e fotografia da distanza ravvicinata, (BALDUZZI *et al.,* 1980b) hanno descritto un sistema che prevede l'uso di una cornice fissa sul fondo, che delimita l'area da studiare, cui viene sovrapposto, solo all'atto della ripresa, un reticolo di riferimento a maglie quadrate. Per il riconoscimento della specie si può procedere, in questo caso, a dei prelievi parziali degli organismi compresi nella postazione fotografica. Qualche difficoltà si incontra nei periodi di notevole sviluppo del fitobenthos, che maschera la situazione a livello del substrato, e non può essere rimosso a meno di non alterare gli organismi, ma il metodo dà generalmente risultati validi. Esso può anche essere utilizzato, spostando lungo un transetto il reticolo di riferimento e raccogliendo una serie di immagini, per ottenere dati sul ricoprimento percentuale degli organismi in determinati ambienti.

PROSPETTIVE DI STUDIO

Non abbiamo la pretesa di aver trattato, in questa breve rassegna, tutti gli aspetti del rilevamento subacqueo delle biocenosi di substrato duro. Interi argomenti, anche importanti, come il posizionamento e la ricerca delle stazioni, la mappatura di vaste aree con l'impiego di mezzi di trasporto subacquei, la misura di parametri ambientali, sono stati volutamente lasciati da parte per motivi di spazio. Deve, tuttavia, essere sottolineata

l'urgenza di sviluppare nuove tecnologie e nuovi strumenti autonomi, non collegati alla superficie, per il monitoraggio dell'ambiente a livello della biocenosi, cioè in stretto contatto con il substrato e gli organismi. Sensori per luce, temperatura, correnti e movimenti dell'acqua ed altri fattori ancora possono essere oggi realizzati, con un costo ed un ingombro contenuti, grazie alle possibilità offerte dall'elettronica.

In parallelo devono procedere le ricerche per il miglioramento delle tecniche di elaborazione e correlazione dei dati, poiché non è sufficiente avere la disponibilità di elaboratori sempre più accessibili e perfezionati, ma sono necessari anche gli strumenti matematici per utilizzarli. E dato che non è più realistico che ogni ricercatore improvvisi una sua specifica competenza in campo informatico, è necessario che questo nuovo filone di ricerca sia ulteriormente potenziato da parte di specialisti.

Si è molto discusso, in diversi convegni, sui sistemi di campionamento, ma pochi progressi sono stati fatti in pratica. È chiaro che data la molteplicità dei problemi è difficile stabilire dei criteri operativi validi per tutti, ma sarebbe oltremodo opportuno che almeno i ricercatori che si occupano di argomenti affini utilizzassero le stesse metodiche.

È, infine, da sottolineare l'importanza, negli studi biocenotici, della raccolta e dell'elaborazione simultanea dei dati che si riferiscono a gruppi diversi, sia animali che vegetali, poiché si ottiene spesso una risposta molto diversa da quella fornita dalle singole componenti (CINELLI *et al.*, 1977; SARÀ *et al.*, 1978). Naturalmente per arrivare a ciò è necessario avviare collaborazioni e mantenerle, costituire dei gruppi di ricerca che coprano diverse competenze, sacrificare molto, in tutti i sensi, al lavoro comune: questa è certo una delle strade che potranno portare ad un reale e generale progresso nella conoscenza del sistema fitale.

BIBLIOGRAFIA

BACCI G., BADINO G., LODI E. e ROSSI L., 1969 — Biologia delle secche della Meloria I. Prime ricerche e problemi di conservazione e di ripopolamento. — *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, Roma, 24: 5-30.

BALDUZZI A., BOERO F., PANSINI M. e PRONZATO R., 1981 — A method for semiquantitative samplings of the sessile epifauna of the *Posidonia oceanica* beds. — *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, Monaco, 27 (9): 247-248.

BALDUZZI A., BOERO F., PANSINI M. e PRONZATO R., 1981 — Emploi des relèvements photographiques dans l' étude de l' evolution des biocoenoses de substrat dur naturel. — *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, Monaco, 27 (9): 249-251.

BOERO F., 1982 — Osservazioni ecologiche sugli Idroidi dell'infralitorale del Promontorio di Portofino. Atti XIII Congresso S.I.B.M. — *Naturalista sicil.*, S. IV, VI (Suppl.), 3 1982: 541-545.

BOUDOURESQUE C. F., 1974 — Aire minima et peuplements algaux marins. — *Soc. Phycol. de France,* Bul. 19: 141-157.

BOUDOURESQUE C. F. e BELSHER T., 1979 — Une méthode de determination de l'aire minimale qualitative. — *Rapp. Comm. int. Mer Médit.,* 25/26: 273-275.

BOUDOURESQUE C. F. e FRESI E., 1976 — Modelli di zonazione del benthos fitale in Mediterraneo. — *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.,* Roma, 31: 129-143.

BRAUN-BLANQUET J., 1951 — Pflanzen Soziologie. — *Springer,* Wien.

CINELLI F., FRESI E. e MAZZELLA L., 1975 — Note préliminaire sur les biocenoses superficiels du Port d'Ischia (Golfe de Naples) avec quelques données chimico-physiques. — *Rapp. Comm. int. Mer Medit.,* 23 (2): 95-97.

CINELLI F., FRESI E. e MAZZELLA L., 1976 — Ricerche sui popolamenti bentonici di substrato duro nel Porto d'Ischia. I. Infralitorale fotofilo (Macrofite e Isopodi liberi). — *Archo Oceanogr. Limnol.,* Venezia, 18 (3): 169-188.

CINELLI F., FRESI E., MAZZELLA L., PANSINI M., PRONZATO R. e SVOBODA A., 1977 — Distribution of benthic phyto- and zoocoenoses along a light gradient in a superficial marine cave. Biology of benthic organisms. — *Pergamon Press,* London, 173-183.

DRACH P., 1952 — Lacunes dans la connaissance du peuplement des mers et utilisation des scaphandres autonomes. — *La Rev. Scient.,* 90: 1.

FINNISH IBP-PM GROUP, 1969 — Quantitative sampling equipment for the littoral benthos. — *Int. Revue ges. Hydrobiol.,* 54: 185-193.

FORSTER G. R., 1959 — The ecology of *Echinus esculentus* L. Quantitative distribution and rate of feeding. — *J. mar. biol. Ass. U.K.,* 38: 361-368.

FRESI E., 1979 — Attività subacquee e loro ruolo nella ricerca biologica marina. XI Congr. S.I.B.M., Orbetello. — *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem.,* B, 86: 325-329.

GOUNOT M., 1969 — Méthodes d'étude quantitative de la vegetation. — *Masson & Cie,* Paris, 314 pp.

KAIN J. M., 1960 — Direct observations on some Manx sublittoral algae. — *J. mar. biol. Ass. U.K.,* 39: 609-630.

LABOREL J. e VACELET J., 1958 — Etude des peuplements d'une grotte sous-marine du Golfe de Marseille. — *Bull Inst. Oceanogr. Monaco,* 1114.

LARSSON B. A. S., 1968 — Scuba studies on vertical distribution of Swedish rocky-bottom echinoderms. A methodological study. — *Ophelia,* 5: 137-156.

PANSINI M. e PRONZATO R., 1973 — Il coralligeno di Bogliasco ed il suo popolamento di Poriferi. — *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ.,* Genova, 41: 5-34.

PANSINI M., PRONZATO R., FRESI E., CINELLI F., MAZZELLA L. e PONTICELLI M. P., 1977 — Evoluzione delle biocenosi bentoniche di substrato duro lungo un gradiente di luce in una grotta marina superficiale: Poriferi. — *Atti IX Ccng. S.I.B.M. Lacco Ameno d'Ischia,* 315-330.

PANSINI M., PRONZATO R. e LEONE E., 1977 — Area minima in un popolamento di Poriferi infralitorali. — *Atti IX Congr. S.I.B.M. Lacco Ameno d'Ischia,* 331-335.

PERES J. M., 1961 — Oceanographie biologique et biologie marine. Tome I: La vie bentique. — *Presses Universitaires de Prance,* Paris, 541 pp.

PERES J. M. e PICARD J., 1956 — Recherches sur les peuplements benthiques du seuil siculo-tunisien. — *Rés. scient. des Camp. de la «Calypso», 2, Ann. Inst. Océan.,* Paris.

RIEDL R., 1964 — Die Erscheinungen der Wasserbewegung und ihre Wirkung auf sedantarier in mediterranen Felslitoral. — *Helgol. Wiss. Meeresunters,* 10: 155-186.

RIEDL R., 1966 — Biologie der Meereshöholen. — *Parey,* Hamburg, 636 pp.

RIEDL R., 1971 — Water movement: animals. In Otto Kinne: *Marine Ecology,* 1: 1123-1156.

RIEDL R., 1980 — Marine Ecology - a century of changes. — *Marine Ecology*, Berlin, 1: 1-104.

Rossi L., 1965 — Il coralligeno di Punta Mesco (La Spezia). — *Ann. Mus. Civ. Storia Nat.,* Genova, 75: 144-180.

SARÀ M., 1966 — Studio quantitativo della distribuzione dei Poriferi in ambienti superficiali della Riviera Ligure di Levante. — *Arch. Oceanogr. Limnol.,* Venezia, 14 (3): 365-386.

SARÀ M., 1970 — Competition and cooperation in sponge populations. Symp. Zool. Soc. London. The Biology of Porifera, W. G. Fry, *Academic Press,* 25: 273-284.

SARÀ M., BALDUZZI A., BOERO F., PANSINI M., PESSANI D. e PRONZATO R., 1978 — Analisi di un popolamento bentonico di falesia del Promontorio di Portofino: dati preliminari. — *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ.,* Genova, 46, 119-137.

TRUE M. A., 1965 — Dispositif pour la récolte totale du peuplement sur substrat dur. In: Méthodes quantitatives d'étude du benthos et echelle dimensionnelle des ben¬thontes. — *Coll. Com. Benthos C.I.E.S.M.*

WEINBERG S., 1978 — The minimal area problem in invertebrate communities of Mediterranean rocky substrata. — *Marine Biology,* Berlin, 49: 33-40.

Indirizzo degli Autori. — Istituto di Zoologia dell'Università, Via Balbi 5, 16126 Genova (I).

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.), 3 1982, pp. 477-487

ANGELO TURSI

PROBLEMATICHE E METODOLOGIE NEL CAMPIONAMENTO BENTONICO MEDIANTE BENNE E DRAGHE

RIASSUNTO

La fase del campionamento rappresenta spesso il momento più delicato e più difficile nelle ricerche che si svolgono in ecologia bentonica. In effetti, a seconda del tipo di problematica e, soprattutto, delle disponibilità pratiche del ricercatore, ci si affida a delle tecnologie di campionamento notevolmente differenti. Ne deriva, di conseguenza, che i risultati sono a loro volta alquanto eterogenei a seconda delle metodologie utilizzate. Nel presente lavoro è stato analizzato il funzionamento di alcuni attrezzi normalmente utilizzati nelle ricerche bentoniche cercando di evidenziare le caratteristiche e, soprattutto, i limiti. In particolare, è stato seguito direttamente in immersione, il funzionamento di alcune benne di tipo Van Veen nonché di draghe di tipo triangolare su diversi tipi di fondo (sabbioso e a *Posidonia oceanica).* Infine, viene discusso il metodo SCUBA sottolineando i grandi vantaggi che derivano dall'osservazione e dal prelievo manuale ma individuando, •d'altronde i notevoli limiti legati a tale metodica.

SUMMARY

Problems and methods in benthic sampling with grabs and dredges.

The sampling stage is often the most delicate and difficult moment of researches carried out on benthic ecology. In fact, greatly different sampling techniques are used according to the type of problems and, above all, to the practical means available to the researcher. As a consequence, the results are in their turn rather heterogenous according to the method used. The functioning of some instruments normally used in benthic researches has been analyzed in this study with the aim of bringing to light their characteristics and, above all, their limits.

In particular, we studied the functioning of some grabs of the Van Veen type while

still in immersion and of dredges of the triangular type on different kinds of sea sandy bottoms and *Posidonia oceanica* meadows.

We conclude with a discussion of SCUBA methods, drawing attention to the great advantages but also pointing out their notable limitations.

Key words: sampling - benthos - grabs - dredges.

INTRODUZIONE

L'acquisizione delle informazioni è, senza dubbio, una delle fasi più delicate delle indagini ecologiche che vengono effettuate nei vari tipi di biomi terrestri, sia per quanto concerne la definizione delle unità di osservazione che le tecniche di raccolta delle informazioni.

Il campione ecologico si configura come un insieme di informazioni di vario tipo (specie, numero di esemplari, dimensioni degli individui, ecc.) finalizzate ad uno scopo ben preciso ed individuato: il campione è lo strumento che viene utilizzato per verificare le ipotesi di lavoro formulate in sede di pianificazione della ricerca. La sua definizione, pertanto, è strettamente connessa agli obiettivi che si intendono perseguire dato che, sulla base dei risultati ottenuti tramite la sua analisi, potranno trarsi le conclusioni della ricerca stessa. Va notato, quindi, che un qualsiasi insieme di informazioni acquisite in un ambiente non costituisce un campione senz'altro valido ed utilizzabile ai fini della ricerca. In effetti, il campione, per poter essere definito tale, dovrà godere di alcune proprietà fra cui è necessario ricordare almeno le seguenti: a) la coerenza con l'obiettivo proprio della ricerca; b) la rappresentatività. Per ciò che riguarda la coerenza giova sottolineare che la definizione e l'effettiva acquisizione del campione deve seguire e non precedere la formulazione delle ipotesi di lavoro: ossia non è l'informazione acquisita che porta a formulare l'ipotesi bensì è l'ipotesi che porta ad acquisire delle informazioni le quali, successivamente, permetteranno di accettare o respingere l'ipotesi pervenendo, di conseguenza, alla formulazione di una tesi. La rappresentatività sta ad indicare che il campione deve avere le stesse caratteristiche della popolazione da cui è stato estratto. Tale principio, in assoluto, è irrealizzabile in quanto è proprio l'ignoranza sulle caratteristiche della popolazione che spinge lo studioso alla ricerca. Perché possa essere operativo occorre quindi un suo adeguamento alle esigenze della ricerca; tale adeguamento viene ottenuto definendo il campione in modo tale che sia possibile riporre la massima affidabilità (non essendo possibile la certezza) sul fatto che si abbia la rappresentatività. A tal fine il campione deve essere formato in modo casuale, ossia deve essere composto da osservazioni aventi tutte la stessa probabilità

di entrare a far parte del campione. In caso contrario, il campione potrebbe risultare distorto ed i risultati dell'elaborazione non saranno attendibili se riferiti alla popolazione in istudio. Va rilevato poi che la rappresentatività implica la ripetibilità del campione. Qualora detta ripetibilità possa essere supposta in termini temporali e/o spaziali, è coerente anche effettuare adeguate estrapolazioni dei risultati, particolarmente utili sul piano operativo.

Se passiamo ora ad analizzare il settore delle ricerche ecologiche che vengono svolte in mare e fissiamo l'attenzione a quanto si verifica nel campo delle indagini bentoniche, la problematica relativa al campionamento diventa quanto mai seria e spinosa; in effetti, la raccolta dei campioni viene affidata in genere a degli strumenti di cui si ignora spesso il reale comportamento e l'effettiva affidabilità, sul piano tecnico, a svolgere tali indagini. Ne deriva, di conseguenza, una più limitata affidabilità sulle conclusioni derivanti da tali indagini che non può, ovviamente, essere corretta, se non parzialmente mediante l'uso di tecniche statistiche adeguate.

Nel presente lavoro verranno analizzate le tecniche di campionamento bentonico che utilizzano attrezzi di prelevamento sia di tipo qualitativo (draghe) che quantitativo (benne), cercando di mettere in evidenza i limiti e le problematiche di dette tecniche soprattutto ai fini della qualità del campione.

MATERIALI E METODI

Per l'effettuazione di un tale tipo d'indagine sono state seguite, in immersione, le varie fasi di campionamento bentonico, effettuato sia mediante draghe che mediante benne, annotando e fotografando il loro comportamento. Tali indagini sono state effettuate su alcuni tipi di fondo quali quello sabbioso e a *Posidonia oceanica,* sia nei mari di Taranto che di Bari. Per la realizzazione di tali operazioni sono state utilizzate le imbarcazioni dell'Istituto Sperimentale Talassografico C.N.R. di Taranto e del Laboratorio Provinciale di Biologia Marina di Bari.

A - *Campionamento di tipo qualitativo: draghe*

Le draghe rappresentano uno dei più antichi sistemi di campionamento bentonico. Nate originariamente per la pesca delle ostriche (HOLME, 1964), esse furono utilizzate per scopi di ricerca bentonica sin dal 1750 dagli italiani MARSIGLI e DONATI, seguiti, successivamente, da O. F. MÜLLER nel 1779. A partire da quella data, soprattutto in seguito alle varie campagne oceanografiche che venivano realizzate, esse trovarono un facile e rapido

sviluppo nel campo delle indagini bentoniche, sì da essere tuttora utilizzate in varie parti del mondo. I modelli attualmente esistenti sono numerosi e ciascuno con varie caratteristiche e prerogative che permettono di superare alcuni dei limiti propri di questo tipo di attrezzo. Pertanto risulta interessante analizzare alcuni di questi limiti individuando altresì se esistono le possibili soluzioni atte a risolverli.

Innanzi tutto una draga trainata sul fondo campiona contemporaneamente sia l'epifauna che l'endofauna. A meno di conoscenze a priori risulta infatti quasi impossibile sapere se un certo esemplare dragato vivesse dentro o al disopra del sedimento. Ne deriva, di conseguenza, che generalmente il risultato di una dragata è costituito da materiale rappresentato, in una buona percentuale, da sedimento. Questo risultato si ottiene con una vasta serie di draghe, dall' *anchor-dredge* di FORSTER (1953), alla circolare utilizzata soprattutto a Plymouth, dalla triangolare (TURSI *et al.*, 1980), alla rettangolare tipo Charcot utilizzata da PICARD (1965). Ma, se l'obiettivo della ricerca dovesse richiedere necessariamente un campionamento separato, ad esempio della sola epifauna, si può ricorrere a draghe di tipo a slitta, come la HESSLER & SANDERS (1967), nella quale la profondità del raschiamento viene stabilita mediante una lama variamente inclinabile e spostabile sulla bocca inferiore della draga che ha generalmente una forma rettangolare. Questa draga è senza dubbio consigliabile per varie ricerche bentoniche su fondi molli, sebbene essa debba essere notevolmente pesante per ben funzionare.

Altra caratteristica legata alla tecnica del dragaggio è quella di non sapere mai con esattezza la lunghezza del tratto « effettivamente » campionato dalla draga stessa. In effetti, in genere, la draga viene trainata per un certo numero di minuti (al massimo una decina), dopo di che essa viene salpata. Per una serie di fattori di cui parleremo più avanti è quanto mai arduo calcolare la superficie dragata avendo come uniche misure la velocità della barca ed il tempo intercorso durante l'operazione. Ignoriamo infatti il momento in cui la draga ha iniziato ad operare dato che tale momento non coincide con il suo arrivo sul fondo a causa della necessità di svolgere una quantità di cavo pari ad almeno 3-4 volte la profondità alla quale si lavora. Per lo stesso motivo, allorquando, fermate le eliche, si comincia a salpare a bordo la draga, questa può continuare a strisciare sul fondo ed a raccogliere materiale per ancora centinaia di metri oppure può restare ferma in loco, essendo in tal caso l'imbarcazione che si avvicina, da poppavia, verso la draga. Per risolvere questo problema un primo tentativo è stato quello di ricorrere a draghe munite di contagiri laterali (tipo la draga Sigsbee dei sovietici); a causa del comportamento anomalo delle draghe durante le fasi di traino, riteniamo che il dato di distanza sia scar-

samente attendibile in quanto non s'impedisce certo che gli organismi demersali entrino nella draga allorquando questa si solleva, sia pure di poco, dal fondo. Uno strumento invece più utile per questa problematica, è, a nostro avviso, il *pinger,* il quale, collegato al relativo ecoscandaglio, permette di conoscere, a bordo, durante le fasi stesse del dragaggio, il comportamento della draga e di agire di conseguenza (ad esempio, liberando più cavo). In effetti, sistemando davanti alla bocca della draga un trasmettitore di segnali in grado di essere recepiti e graficizzati a bordo, in ogni istante si otterranno due segnali di cui uno corrispondente all'onda diretta verso l'imbarcazione e l'altra riflessa dal fondo verso l'alto. È chiaro che fra la I e la II onda ci sarà un ritardo che andrà sempre più riducendosi fino ad annullarsi allorquando la draga (e quindi il *pinger)* avrà toccato il fondo. A nostro avviso, una strumentazione così perfetta abbinata ad uno strumento, come la draga, che ha altri tipi di limitazioni, si giustifica soprattutto nelle esplorazioni bentoniche abissali. In questo caso infatti, a causa dell'elevato tempo necessario per ciascuna dragata (4-6 ore circa) il pinger serve soprattutto per dare la certezza che la draga sia giunta sul fondo e che si mantenga strettamente aderente ad esso durante le fasi di prelievo. È noto infatti che per profondità abissali si fila una lunghezza di cavo pari ad una volta e mezzo la profondità. D'altronde, la conoscenza della superficie su cui ha operato una draga, ha senso se si vuole studiare anche la densità delle specie rinvenute. Si comprende però che se la draga ha prelevato anche il sedimento, e quindi l'endofauna, con uno spessore variabile (ad esempio a causa della differente compattezza del sedimento), ben difficilmente i dati risultanti potranno essere utilizzati a tal fine.

Notevole è poi l'importanza della rete con cui si arma una draga in quanto che, al variare dell'ampiezza della maglia, si modifica il contenuto del campione dragato. In effetti, maglie a luci molto fini (dell'ordine del millimetro o meno) sono utili per campionamenti su fondi molli prevalentemente nudi (sabbie o fanghi) mediante draghe per l'epifauna. Nel momento in cui la draga preleva anche il sedimento allora una maglia più chiara può essere necessaria in quanto impedisce un immediato riempimento del sacco ed una conseguente scarsa rappresentatività di specie.

Un altro problema che abbiamo verificato nel corso delle indagini è relativo alla perdita di materiale biologico (quali ad esempio piccoli pesci bentonici e molluschi cefalopodi) dall'imboccatura della draga durante le fasi di risalita. Questo fenomeno è più sensibile allorquando il sacco è troppo corto o troppo pieno e allorquando la profondità da cui viene salpata la draga è notevole, offrendo in tal modo agli animali catturati per ultimi e pertanto situati più vicini all'imboccatura, tutto il tempo per fuggire. I dispositivi messi in atto per risolvere tale problema, funzionanti sia

meccanicamente per gravità sia in seguito alle variazioni di pressione che si verificano al momento della risalita, non sembrano aver risolto pienamente il problema. Del resto, anche disponendo di una draga a bocca articolata occorre che il sacco sia molto lungo al didietro se si vuole evitare che del materiale dragato resti bloccato fra le mascelle della draga, rendendo inutile il dispositivo. La soluzione del problema è possibile, a nostro avviso, utilizzando draghe munite di un sacco di almeno un metro e soprattutto accelerando notevolmente le fasi di recupero.

Come si vede, ad alcune delle limitazioni proprie delle draghe è stato possibile trovare una soluzione più o meno soddisfacente. Però, il vero problema comune a tutti i vari tipi di piccole draghe, consiste nella incapacità di campionare omogeneamente lungo un transetto. In effetti, generalmente la draga, allorquando inizia ad essere trainata sul fondo, comincerà a « saltare » dietro le sollecitazioni del cavo, sollecitazioni che, per un insieme di fattori, vengono ad essere trasmesse nella zona di aggancio dell'attrezzo, in maniera discontinua. Orbene, allorquando la draga ricade sul sedimento essa può iniziare a riempirsi per cui i successivi salti saranno meno ampi ed il trascinamento sul sedimento sempre più omogeneo. Solo allorquando il sedimento ha riempito una buona parte della draga, essa termina di saltare ed inizia ad arare il fondo con regolarità. In tal caso però essa tende a riempirsi con una certa velocità. Riteniamo che la causa di questo andamento « a salti » sia principalmente da ricercare nel fatto che, a meno di cavi lunghissimi e pesanti, la direzione di traino della draga è prevalentemente rivolta verso l'alto piuttosto che parallelamente al substrato. Il sistema di apporre un peso di una certa importanza una decina di metri avanti l'imboccatura della draga è realizzabile solo da più grosse imbarcazioni di ricerca e determina purtroppo un notevole disturbo al campione già prima di essere prelevato (animali schiacciati o scappati via). Se la draga è del tipo per epifauna è necessario che essa sia notevolmente appesantita per evitare che plani sul fondo anche ad una distanza di alcuni decimetri da esso e non riesca mai a dragare raso al substrato. Le nostre esperienze condotte su fondo sabbioso e su prateria di *Posidonia oceanica* hanno messo in evidenza come determinanti sulla quantità di organismi raccolti e sulla profondità di scavo siano alcuni parametri che spesso vengono notevolmente sottovalutati. Essi sono: la velocità dell'imbarcazione, che per una buona riuscita del lavoro deve essere la più lenta possibile; la qualità del moto ondoso che, facendo beccheggiare e rullare l'imbarcazione può determinare delle tensioni sul cavo che si trasformano in salti per la draga; la lunghezza del cavo filato che è consigliabile lasciare il più possibile a bando (almeno 3-4 volte la profondità); il peso dell'attrezzo che spesso è la causa principale nel determinare il migliore o peggiore funzionamento dell'attrez-

zo stesso sul fondo; la grandezza e la potenza dell'imbarcazione a disposizione per la ricerca (spesso quest'ultimo è il fattore principale che condiziona il tipo ed il peso della draga da usare) ed infine, non ultimo, il tipo di consistenza del fondo su cui si va ad operare. È ovvio che una stessa draga lavorerà in maniera notevolmente differente a seconda della consistenza del sedimento su cui andrà a campionare. Nel caso di fondi fangosi molto inquinati le draghe avranno la tendenza ad affossarsi quasi immediatamente mentre su depositi sabbiosi grossolani e sul posidonieto, esse tenderanno a saltare per un po' prima di lavorare con continuità. Nel caso di fondi più duri come il posidonieto, draghe di tipo triangolare e rettangolare sono in grado di prelevare anche la zona dei rizomi e del sedimento in quanto spesso si incastrano al disotto delle stesse strutture vegetali presenti in loco. In tal caso esse possono fornire notevoli quantità di specie sebbene sempre mescolate fra di loro. Per quanto concerne i fondi duri, è ovvio che il comportamento e l'efficienza della draga sarà diversa a seconda se essi hanno un prevalente sviluppo verticale od orizzontale. Nel primo caso infatti la draga avrà una efficienza estremamente bassa, strappando qua e là, quando riesce, pezzi di roccia ed organismi incrostanti. Nel secondo caso invece, draghe di piccole dimensioni con imboccatura circolare o triangolare sono quelle che mostrano un rendimento migliore.

Questi sono soprattutto i limiti derivanti dall'utilizzazione di draghe nelle ricerche bentoniche. Ma quali sono i vantaggi? Essi esistono e sono indubbiamente validi se si pensa che si continua nelle varie fasi della ricerca ad utilizzarle con una certa assiduità. Innanzi tutto, se giustamente adoperate, esse permettono la raccolta di notevole materiale biologico, utilissimo nelle indagini di tipo descrittivo e sistematico. Una draga trainata per decine di metri sul fondo ha una probabilità di catturare alcune specie, anche rare, notevolmente maggiore rispetto ad altri attrezzi di tipo quantitativo. I dati derivanti da un dragaggio forniscono stime delle composizioni floro-faunistiche specifiche delle biocenosi indagate notevolmente più complete rispetto ad altre tecniche con tempi notevolmente più brevi. La raccolta del sedimento è spesso necessaria per comprendere su quale tipo di fondo ci si trova a lavorare: un dragaggio permette in genere di osservare ciò con una certa esattezza dati i maggiori volumi di prelevamento. Su fondi batiali ed abissali infine, a causa della maggiore omogeneità delle biocenosi esistenti e della notevole rarefazione di specie, la draga permette una più celere esplorazione scientifica.

B - *Campionamento quantitativo: benne*

Qualora obiettivo della ricerca sia una conoscenza delle popolazioni esistenti in un ambiente da un punto di vista quantitativo, allora senza dub-

bio la metodica di prelevamento dovrà cambiare ed adattarsi a questo scopo. L'attrezzo di prelevamento più comunemente utilizzato da vari ricercatori nel campo della biologia marina bentonica è senza dubbio la benna in tutte le sue varie forme ed eccezioni (Petersen, Van Veen, *orange-peel,* ecc.). Ognuno di questi modelli in genere viene costruito in varie dimensioni più o meno standard (1/10 m^2, 1/16 m^2, 1/25 m^2) a seconda delle richieste. È interessante notare però che l'efficienza dello strumento varia notevolmente da dimensione a dimensione, favorendo senza alcun dubbio, le benne pesanti. In nostri esperimenti condotti a questo scopo abbiamo avuto modo di osservare che mentre per benne Van Veen piccole (1/20 m^2) l'affondamento nel sedimento era quanto mai scarso, limitandosi a grattare ed a raccogliere quello più superficiale (alcuni cm appena), per quanto riguarda invece il modello di benna Van Veen immediatamente successivo (1/8 m^2) il materiale raccolto è stato notevolmente maggiore non soltanto per l'accresciuta superficie, quanto piuttosto per la maggior profondità di scavo. È evidente pertanto che i singoli risultati ottenuti, rapportati al m^2 ben poco possono dire, per cui converrebbe rapportarli al volume di materiale raccolto, variabile, quest'ultimo, da campione a campione. Il limite è superabile, a nostro avviso, utilizzando un altro tipo di benna la quale è in grado di sviluppare una notevole energia nella chiusura delle mascelle, a causa di mollettoni caricati di volta in volta. Questo tipo di benna, nota con il nome di SMITH-MCINTYRE (1954) ha come unico limite il fatto di essere pesante per cui necessita di una imbarcazione con verricello. BHAUD et DUCHENE (1977) hanno studiato l'efficienza di una Van Veen e di una Smith-McIntyre nella raccolta di campioni su fondi molli. Essi hanno notato che utilizzando quest'ultima, il volume prelevato non solo è maggiore a causa della maggiore profondità di penetrazione, ma è anche più regolare, la qualcosa rappresenta un pregio di indubbio valore per un attrezzo di questo tipo che opera in maniera quanto mai « cieca » e non selettiva. D'altronde è importante far rilevare che l'efficacia delle benne può essere differente anche in relazione ai differenti gruppi sistematici per cui una benna che opera più a fondo potrà prelevare, ad esempio, una quantità di specie di Anellidi maggiore di una benna più leggera, dotata di scarsa penetrabilità nel sedimento. È per questo importante, a nostro avviso, conoscere il funzionamento dell'attrezzo testandolo in zone conosciute prima della sua utilizzazione in campagne bentoniche. Ne deriva di conseguenza che la metodica di prelevamento mediante benna, poiché presuppone una elaborazione successiva dei dati quantitativi, deve essere affrontata in maniera quanto mai corretta. Pertanto occorrerà utilizzare preferibilmente benne di tipo automatico dal peso non inferiore ai 50-60 kg. In effetti, con peso minore, si rischia che sia l'intera benna che si solleva dal sedimento

al momento della chiusura delle mascelle, soprattutto se il fondo si presenta consistente. Per benne di tipo non automatico, vale a dire benne in cui la chiusura è assicurata dal sollevamento verso l' alto della benna stessa (Van Veen, Petersen, Okean, ecc.) la riproducibilità del campione può risultare quanto mai scarsa. Inoltre, lavorando su fondi diversi da quelli sabbiosi e fangosi, come ad esempio le *mattes* di Posidonia o il posidonieto stesso o il detrito organogeno può succedere con una certa frequenza che la benna a chiusura non automatica resti socchiusa durante le fasi di risalita a causa di pezzi di vegetali o di detriti vari rimasti fra le mascelle. Questo accade molto raramente con benne automatiche nelle quali la violenza con la quale avviene lo scatto è garanzia di una buona ed ermetica chiusura.

Le benne sono più sensibili alla eterogeneità spaziale orizzontale e verticale. Ne deriva pertanto la necessità di numerosi campionamenti, ripetuti con una certa frequenza molto maggiore rispetto a quanto avviene nelle operazioni di dragaggio. Inoltre, l'effetto di soffio generato da una benna negli ultimi metri prima di toccare il fondo, effetto più o meno sensibile a seconda dei vari modelli non è da sottovalutare in quanto determina la perdita di un certo numero di specie tipiche dell'epifauna, quali ad esempio crostacei decapodi (WIGLEY, 1967; BHAUD-DUCHENE, 1977).

Vorrei a questo punto almeno citare l'importanza e l'utilità di un altro tipo di attrezzo, utilissimo per studi di tipo quantitativo: i carotieri (ad es. tipo Reniek). Essi, muniti di una gamella di acciaio di dimensioni prescelte, penetrano nel sedimento sino a notevole profondità (anche oltre i 30-40 cm) e portano in superficie campioni non disturbati. Il problema del peso rappresenta un notevole limite all'utilizzazione di questi strumenti.

Da un punto di vista prettamente ecologico occorre far rilevare che generalmente l'area investigativa di una benna (o meglio, il volume) è di piccole dimensioni rispetto all'estensione degli ambienti, per cui occorre effettuare un numero di repliche sufficienti a garantire la rappresentatività del campionamento stesso. Questo, in termini di economia di lavoro, comporta tempi notevolmente lunghi, tanto maggiori quanto maggiore è la profondità delle biocenosi indagate.

Infine si fa rilevare la non utilizzabilità della benna su fondi duri, pena la rottura delle mascelle della benna stessa.

CONCLUSIONI

Da quanto sin qui detto, è possibile evincere le seguenti considerazioni. Innanzi tutto c'è da notare che entrambe le due tecniche di campio-

namento bentonico non sono prive di difetti e presentano un certo grado di approssimazione spesso difficilmente valutabile.

Fra le due tecniche, la più rischiosa sembrerebbe, ad un esame sommario, la prima, vale a dire quella del dragaggio, a causa delle imprecisioni di cui si è detto precedentemente. A mio avviso, è invece molto più rischioso il secondo sistema di prelevamento in quanto che, presupponendo indagini di tipo quantitativo, dovrà fornire dei valori di effettivi numerici di specie sui quali verranno impostate elaborazioni più o meno complesse. L'effetto di distorsione dei risultati dovuto ad un cattivo campionamento sarà quindi maggiore proprio perché si ripercuoterà, a mio avviso, su quelle che saranno le conclusioni cui si arriverà utilizzando quei dati (ad es. misure di diversità specifica). Nel caso invece di campionamenti qualitativi, sarà la presenza soltanto delle specie che verrà annotata. In tal caso, a condizione che il campione sia ben replicato, le semplici misure di affinità godranno già di un sufficiente grado di affidabilità.

Ritengo altresì che questo tipo di strumentazione sia ancora alquanto arcaica e pochissimo sviluppata rispetto a quanto avviene in altri settori della stessa biologia marina (vedi bottiglie a rovesciamento o retini da plancton sempre più perfezionati). Questo comporterà pertanto uno studio da parte di personale addetto a tali progettazioni, magari dietro consiglio degli utilizzatori degli stessi strumenti. Certo non si può disconoscere che, paragonate alla metodologia di prelevamento in immersione (scuba diving), queste tecniche hanno un grado di affidamento notevole più basso. D'altro canto però anche questa tecnica di prelevamento manuale ha i suoi limiti naturali nella profondità, nella durata di immersione e, di conseguenza, nella quantità di materiale prelevato e, non ultimo, nella distorsione del campionamento che è affidato alla soggettività dell'operatore.

Pertanto concluderei questa relazione ribadendo la necessità, a mio avviso notevolmente avvertita dagli ecologi marini, di indagini comprendenti campionamenti differenziati sia di tipo qualitativo che quantitativo. Per quest'ultimo tipo però diventa vincolante per una buona riuscita della ricerca la disponibilità di imbarcazioni munite di verricello e di benne automatiche (o carotieri) di peso consistente. Solo così infatti verrà garantita una certa replicabilità del campione il che si tradurrà in una migliore conoscenza del sistema in istudio.

Ringraziamenti. — Ringrazio i Proff. G. MARANO, Direttore del Laboratorio Provinciale di Biologia Marina di Bari e A. STRUSI, Direttore dell'Istituto Sperimentale Talassografico C.N.R. di Taranto per avermi messo a disposizione i loro rispettivi battelli di ricerca. Un ringraziamento particolare va poi al collega ed amico, Dr. RAFFAELE VACCARELLA che ha seguito in immersione tutte le varie fasi della ricerca, aiutandomi anche nella stesura della presente relazione.

BIBLIOGRAFIA

BHAUD M. et DUCHÈNE J. C, 1977 — Observations sur l'efficacité comparée de deux bennes. — *Vie Milieu,* XXVII, 1, A: 35-53.

FORSTER G. R., 1953 — A new dredge for collecting burrowing animals. — *J. mar biol. Ass. U.K.,* 32: 193-198.

HESSLER R. R. et SANDERS H. L., 1967 — Faunal diversity in the deep-sea. — *Deep-Sea Res.,* 14: 65-78.

HOLME N. A., 1949 — A new bottom sampler. — *J. mar. biol. Ass. U.K.,* 28: 323-332.

HOLME N. A., 1964 — Methods of sampling the benthos. — *Advan. Mar. Biol.,* 2: 171-260.

HOLME N. A. and MCINTYRE A. D., 1971 — Methods for the study of marine Benthos. — *Blackwell Scient. Publ.,* Oxford, IBP Handbook, 15: 80-156.

HOPKINS T. D., 1964 — A survey of marine bottom samplers. — *Progr. Oceanogr., 2:* 215-256.

IVANOV A. I., 1965 — Underwater observations of the functioning of sampling equipment for benthos collections (Petersen bottom grab, the «Ocean 50» grab and dredger). — *Okeanologia,* 5 (5): 119-124.

LIE U. & PAMATMAT M. N., 1965 — Digging characteristic and sampling efficiency of the 0,1 m^2 Van Veen grab. — *Limnol. Oceanogr.,* 10 (3): 379-384.

MCINTYRE A. D., 1956 — The use of trawl, grab and camera in estimating marine benthos. — *J. mar biol. Ass. U.K.,* 35: 419-429.

NALWALK A. J., HERSEY J. B., REITZEL J. S. and EDGERTON H. H., 1962 — Improved techniques of deep-sea rock-dredging. — *Deep-Sea Res.,* 8: 301-302.

PICARD J., 1965 — Recherches qualitatives sur les biocénoses marines de substrats meubles dragables de la région marseillaise. — *These Doct. Sci. Nat. Aix-Marseille,* 1-160.

REISH D. J., 1959 — A discussion of the importance of the screen size in wishing quantitative marine bottom samples. — *Ecology,* 40: 307-309.

REYS J. P. et SALVAT B., 1971 — L'échantillonage de la macrofaune des sediments meubles marins. In: LAMOTTE M. et BOURLIÈRE F., Problèmes d'écologie: l' échantillonage des peuplements animaux des milieux aquatiques. — *Masson,* Paris.

SMITH W. & MCINTYRE A. D., 1954 — A spring loaded bottom sampler. — *J. mar. biol. Ass., U.K.,* 33: 257-264.

THOMAS M. L. H., 1960 — A modified anchor dredge for collecting burrowing animals. — *J. Fish. Res. Bd. Canada,* 17: 591-594.

TURSI A., MATARRESE A., SCALERA LIACI L., 1980 — Associazioni bentoniche del Mar Grande di Taranto: primi risultati di un'analisi multivariata. — *Mem. Biol. Mar. e Oceanogr.,* X, 6: 331-337.

URSIN E., 1954 — Efficiency of marine bottom samplers of the Van Veen and Petersen types. — *Deddr. Danm. Fisk.og Havunders,* N.S., 1 (7). 1-8.

WIGLEY R. L., 1967 — Comparative efficiences of Van Veen and Smith-McIntyre grab samplers as revealed by motion pictures. — *Ecology,* 48 (1): 168-169.

Indirizzo dell'Autore. — Istituto di Zoologia ed Anatomia Comparata, Via Amendola 165/A, 70126 Bari (I).

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.), 3 1982, pp. 489-497

MARIA CRISTINA GAMBI, EUGENIO FRESI & ADRIANA GIANGRANDE

DESCRITTORI EFFICACI DI COMUNITÀ BENTONICHE

RIASSUNTO

L'aspetto più costoso della ricerca sinecologica è il gran numero di specie che occorre identificare ed enumerare.

Mentre sui dati già acquisiti è possibile operare un sorting delle specie, in modo da deformare accettabilmente la struttura originale dei dati stessi, sarebbe importante sapere a priori se esistono sintaxa sufficienti, da soli, a descrivere l'intera comunità, dato il tipo di ambiente in cui si opera. Ciò, tra l'altro, consentirebbe di aumentare l'intensità del campionamento.

Questo lavoro rappresenta un tentativo di mettere a punto e discutere alcuni « descrittori efficaci » delle comunità bentoniche di fondo mobile. Tra i vari gruppi esaminati, i Molluschi si rivelano particolarmente promettenti.

SUMMARY

Efficient descriptors of benthic communities.

In this paper the possibility of defining individual syntaxa as economic and efficient descriptors of the entire community in marine benthic environments is investigated.

The procedure consists of comparing the ordination models obtained from the entire list of species found in a given set of samples with the ordinations of individual syntaxa.

Those syntaxa whose ordination models most resemble that of the entire set of taxa are considered « efficient descriptors ».

A first set of data, obtained from an area in front of the mouth of the Tiber was analyzed. The Molluscs were found to be efficient descriptors for the whole community. Their

reliability in this sense was subsequently tested satisfactorily in a geographically distant region at the mouth of the Ombrone (Southern Tuscany).

Key words: benthic community - efficient descriptors - multidimensional analysis - Polychaetes - Crustaceans - Molluscs.

INTRODUZIONE

Nell'analisi delle comunità biologiche l'intensità di campionamento dipende, in gran parte, dall'elevato numero di variabili di cui occorre tenere conto. La determinazione e l'enumerazione delle specie presenti in una serie di osservazioni sono infatti tra gli aspetti più costosi e limitanti di qualsiasi programma di ricerca sinecologica.

Mentre non è desiderabile economizzare sul numero delle osservazioni, si può operare un sorting delle variabili che, massimizzando l'economia del lavoro, produca una deformazione accettabile nella struttura originale dei dati. È stato dimostrato (FRESI e GAMBI, 1983) che si possono operare riduzioni di rango delle tavole di contingenza, sulla base di criteri diversi, il cui risultato è una maggiore maneggevolezza dell'insieme dei dati accompagnata da una riduzione importante del rumore di fondo. La perdita di informazione è di solito molto contenuta, a paragone dell'economia che in tal modo si realizza.

Queste tecniche sono ovviamente efficaci a posteriori, dopo che un insieme di dati è già stato acquisito e prevedono comunque l'esecuzione di campioni-pilota. Esse realizzano pertanto una riduzione di lavoro soprattutto nella fase di calcolo che è certamente la meno costosa, dati i mezzi oggi disponibili.

La domanda che ci siamo posti e a cui cerchiamo di rispondere nel corso di questo lavoro, è se non sia possibile sapere a priori, dato il tipo di ambiente in cui si è programmata la ricerca, se esista un sintaxon animale o vegetale capace di fornire, da solo, una descrizione efficace della distribuzione dell'intera comunità in rapporto ai principali parametri ambientali. L'importanza pratica di una simile possibilità è ovvia soprattutto perché consentirebbe di incrementare *l'intensità* di campionamento, cosa che è non solo desiderabile, ma spesso necessaria, qualunque sia la scala spaziale o temporale in cui si opera e il tipo di problema cui ci si trova di fronte.

La procedura d'analisi adottata in questa indagine prevede i seguenti passi: a) riduzione di rango delle matrici-dati a mezzo del metodo proposto da CARRADA *et al.* (1981); b) trasformazione dei dati in $X = \log (X+1)$; c) analisi in Componenti Principali (PCA), moda Q, da matrici di

distanza euclidea a vettori-osservazione normalizzati; d) test di significatività dei modelli mediante il metodo proposto da FRONTIER (1974).

Gli ordinamenti sono presentati esclusivamente nel piano definito dalle prime due componenti principali. La lettura interpretativa degli stessi è, per ragioni di spazio, alquanto sintetica e verrà sviluppata in ulteriori lavori.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Un primo insieme di dati di cui ci siamo serviti riguarda il macrobenthos animale di substrato mobile raccolto da DELLA SETA *et al.* (1977) tra le isobate dai 3 e dei 100 m in un'area antistante la foce del fiume Tevere.

Nelle 61 stazioni esaminate sono stati rinvenuti 275 taxa animali, la maggior parte identificati a livello di specie.

Da questo stock iniziale sono stati selezionati 147 taxa sui quali è stata compiuta l'analisi globale del popolamento.

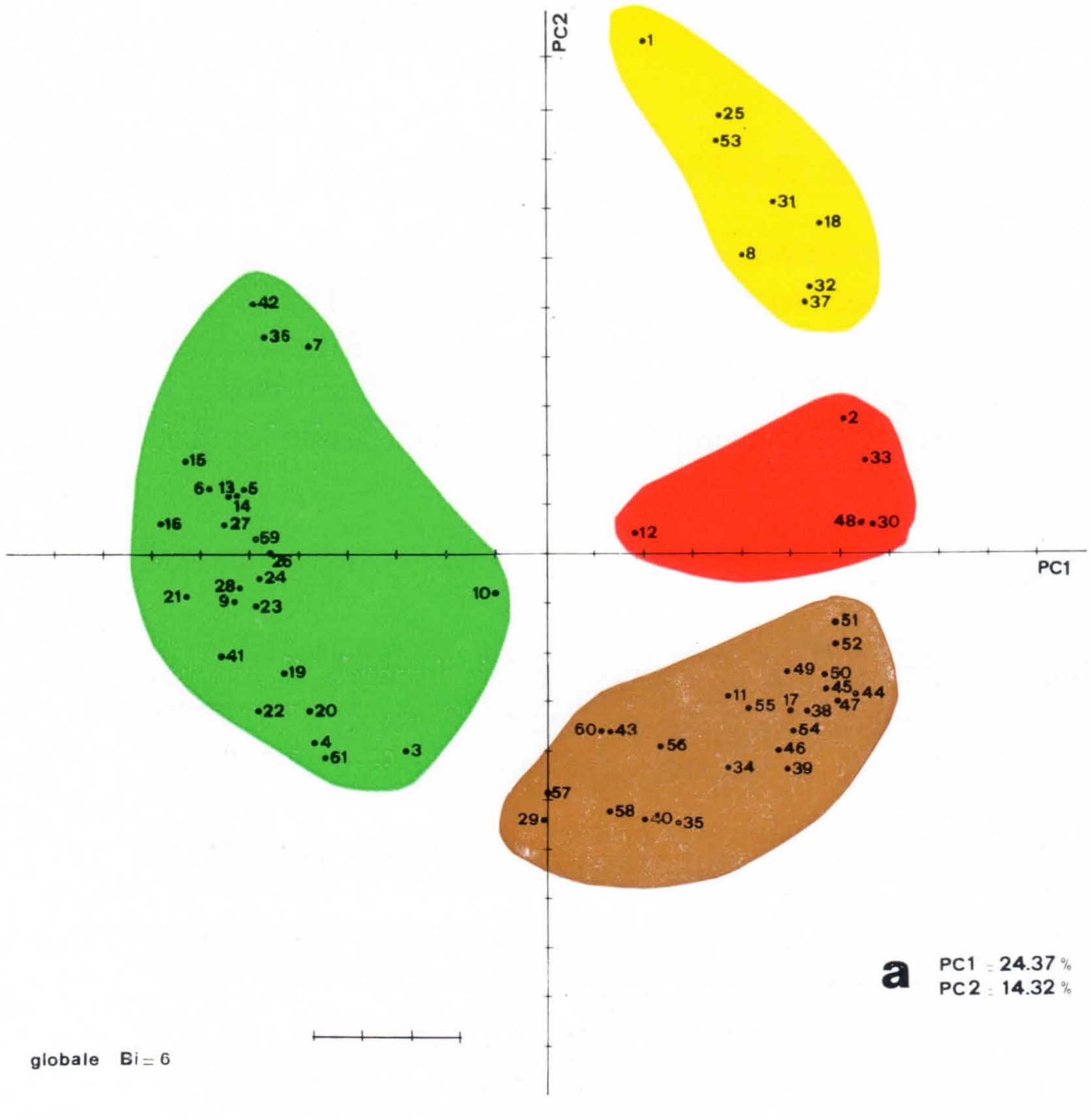
La fig. lb mostra il risultante modello di ordinamento. Come si vede i punti-osservazione si dispongono in una configurazione parabolica all'interno della quale è possibile distinguere tre raggruppamenti. Da sinistra a destra si riconoscono: 1) un gruppo di stazioni giacenti al di qua della batimetrica dei 5 m (comunità assimilabile alla SFHN); 2) un gruppo di stazioni tra —5 e —20 m circa (comunità assimilabile ad una SFBC trasgressiva nel misto ad opera della deposizione delle peliti fluviali; 3) un gruppo di stazioni con sedimento a basse percentuali psammitiche, situate tra l'isobata dei 20 e quella dei 75 m, la cui comunità è riferibile alla biocenosi VTC.

L'analisi di uno stock di soli 86 taxa (fig. la), fornisce un ordinamento che, benché speculare rispetto al precedente, ne riproduce la configurazione, isolando tuttavia, nel I quadrante, un ulteriore gruppo di osservazioni che sembra potersi riferire ad una SFBC tipica. Infatti le stazioni giacciono in una banda intorno alla batimetrica dei 10 m nella quale la percentuale delle psammiti è tra 60 e 100.

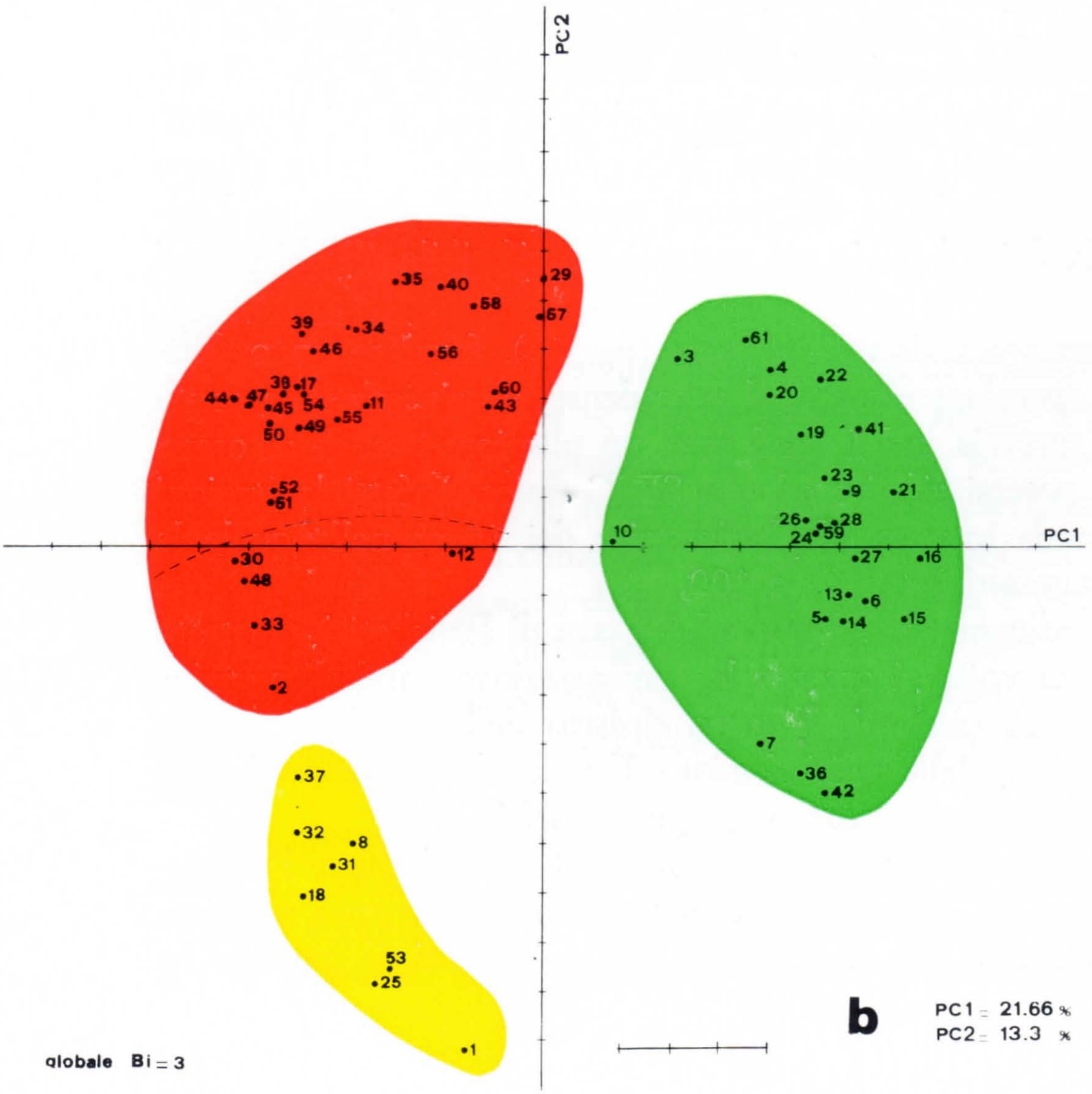
Il modello di ordinamento relativo ad 83 taxa di Policheti è mostrato in fig. 1c. Ancora una volta si osserva la configurazione parabolica, priva tuttavia di discontinuità evidenti. Il ramo sinistro della parabola mostra la transgressione continua dalle peliti al misto. Il ramo destro mostra invece il passaggio dalle comunità di misto a quelle di sabbia.

L'analisi condotta sul sintaxon a Crostacei (44 taxa) fornisce l'ordinamento mostrato in fig. 1d. Nonostante la percentuale di varianza associata alle prime due componenti più alta che nei casi precedenti, il modello ha

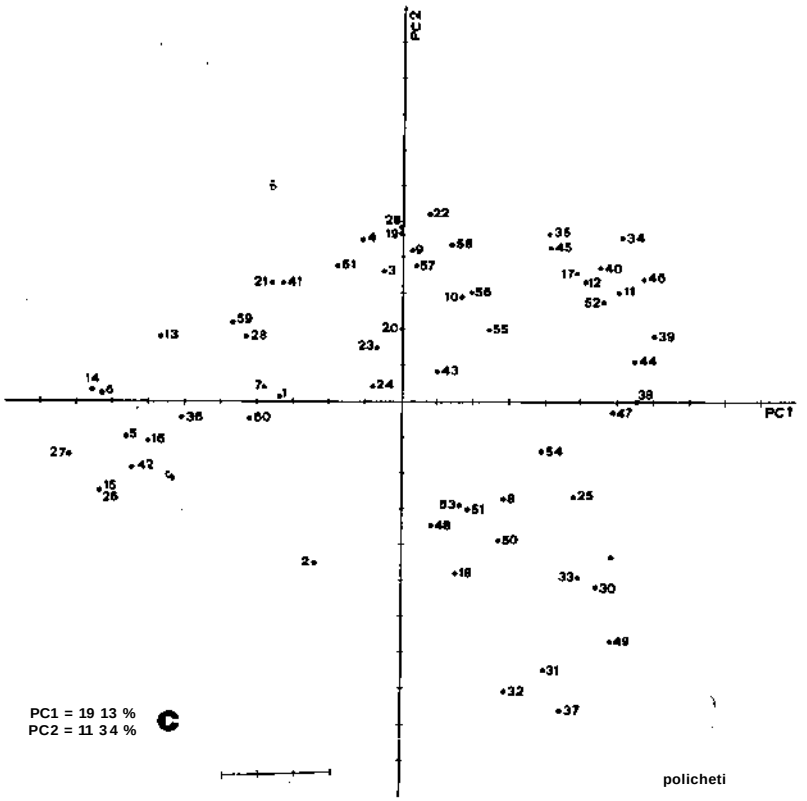
Fig. 1. — Foce del fiume Tevere. Analisi in Componenti Principali. Modelli di ordinamento nel piano PC1/PC2:



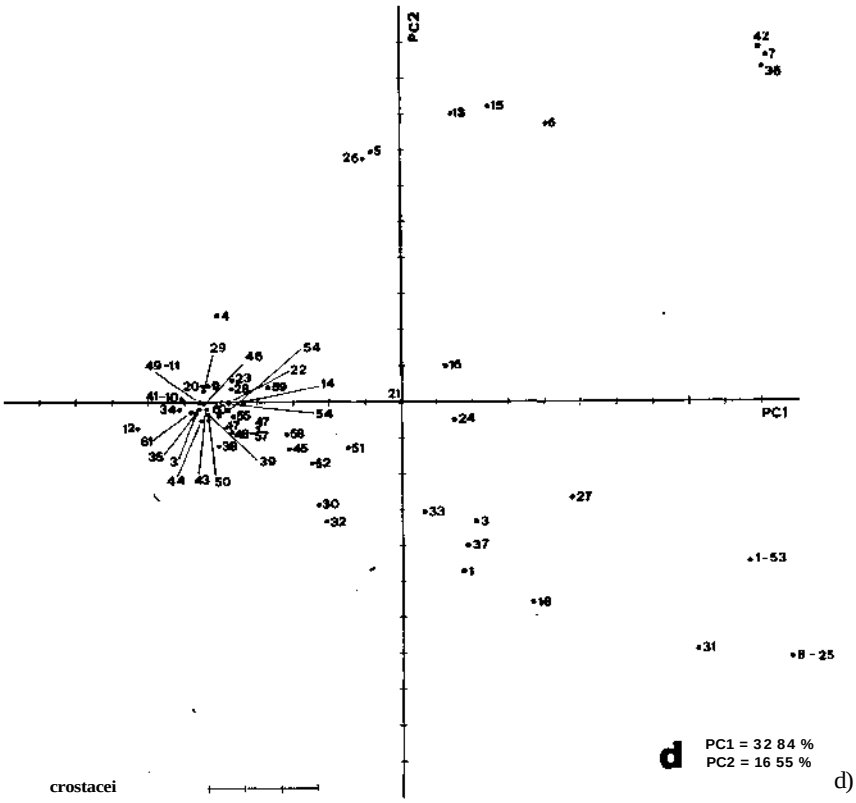
a) Popolamento globale Bi ⩾ 6



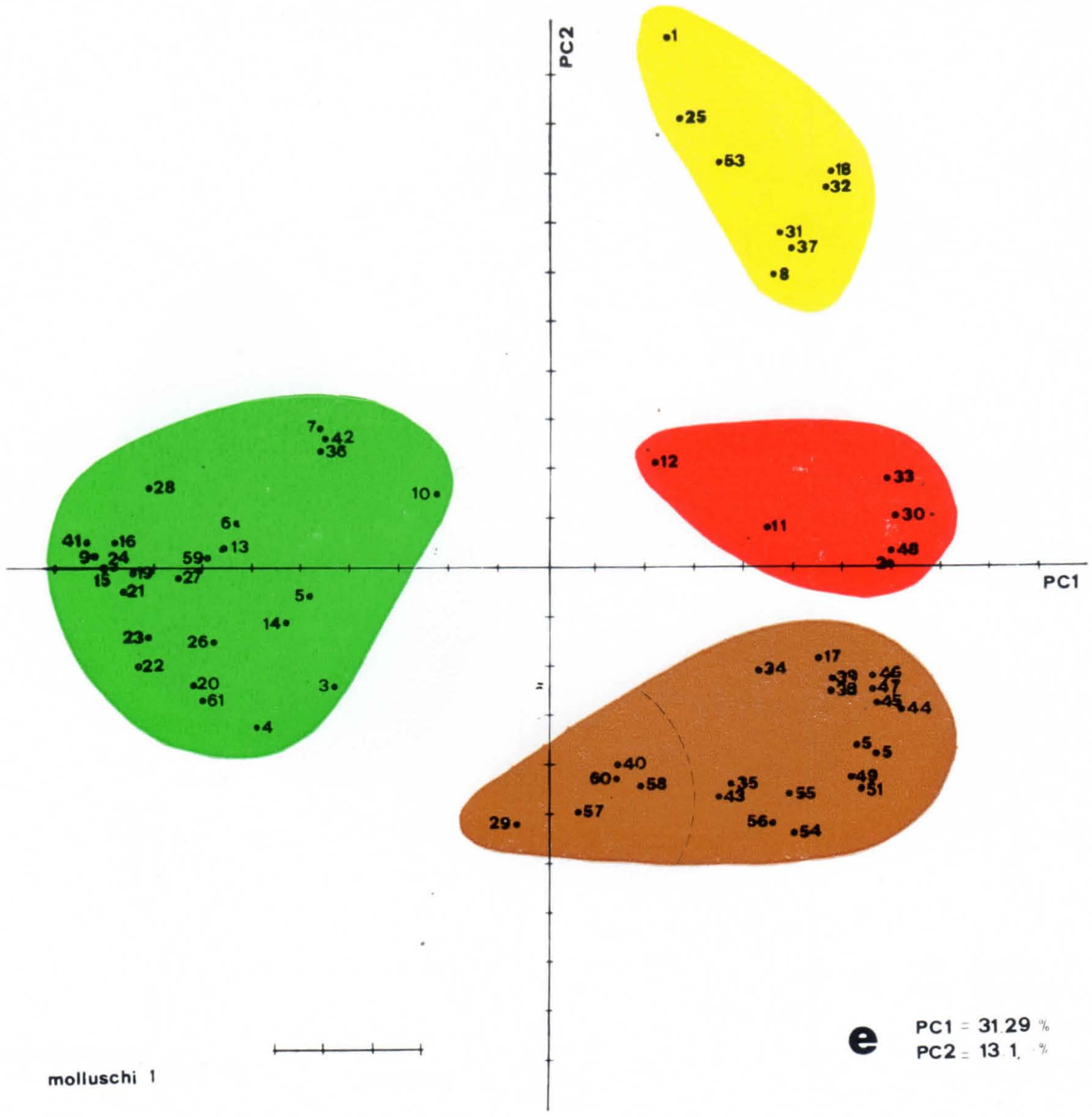
b) Popolamento globale Bi ⩾ 3



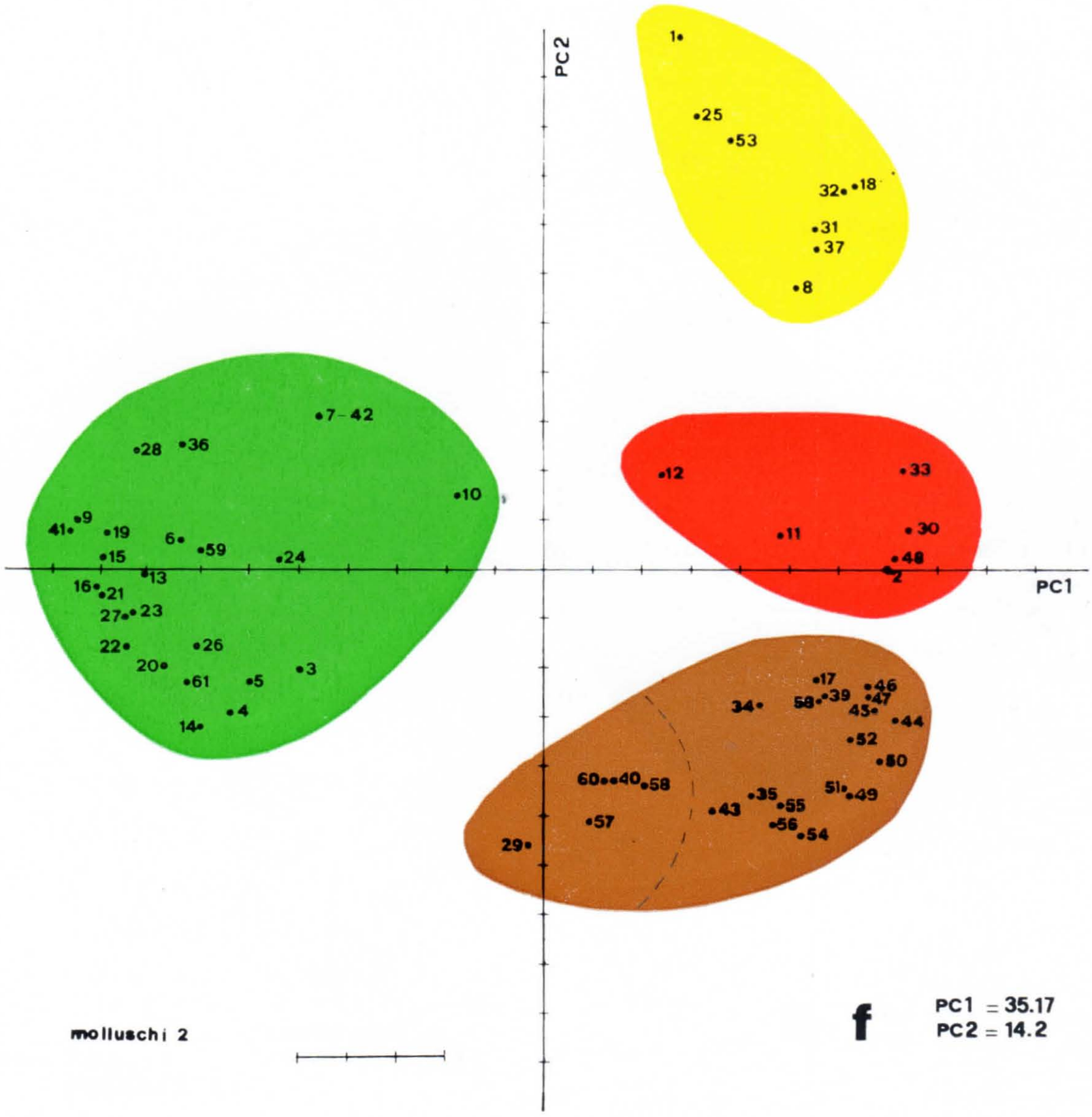
c) Policheti



d) Crostacei



e) Molluschi 76 taxa



f) Molluschi 50 taxa

una forma molto diversa. Si osserva infatti il denso cluster nello spazio negativo di PCI da cui si dipartono due « rami » divergenti.

Questo modello è interamente sotto il governo della densità dei campioni (nonostante la trasformazione logaritmica dei dati). PCI oppone campioni a elevata densità (cluster denso) a campioni a bassa densità.

In questo contesto, è distinguibile un solo raggruppamento, nel III quadrante, riferibile alla comunità SFHN.

Per quanto riguarda il modello relativo al sintaxon a Echinodermi, rimandiamo al lavoro di FOCARDI *et al.* (1983).

Sulla base infine del sintaxon a Molluschi (76 taxa) le stazioni si ordinano come in fig. 1e. La somiglianza di questo risultato con quello ottenuto dall'analisi sull'intera comunità è straordinaria, essendo i due modelli praticamente sovrapponibili. La quantità di varianza associata alle prime due componenti è più grande che nel caso dell'analisi globale e quindi il modello più ricco in informazione.

Questi dati mostrano chiaramente che nessuna differenza può essere fatta tra le conclusioni ottenibili dall'analisi dell'intera comunità e quelle ottenibili dallo studio della sola frazione a Molluschi. Questo risultato ha una sua logica nella considerazione (condivisa da molti AA.) che il legame tra il popolamento a Molluschi e tipo di sedimento è assai intenso, forse maggiore che per ogni altra componente del macrobenthos.

Una scorsa alla lista di specie « caratterizzanti », reperibili nella letteratura corrente, è una conferma indiretta di quanto sopra.

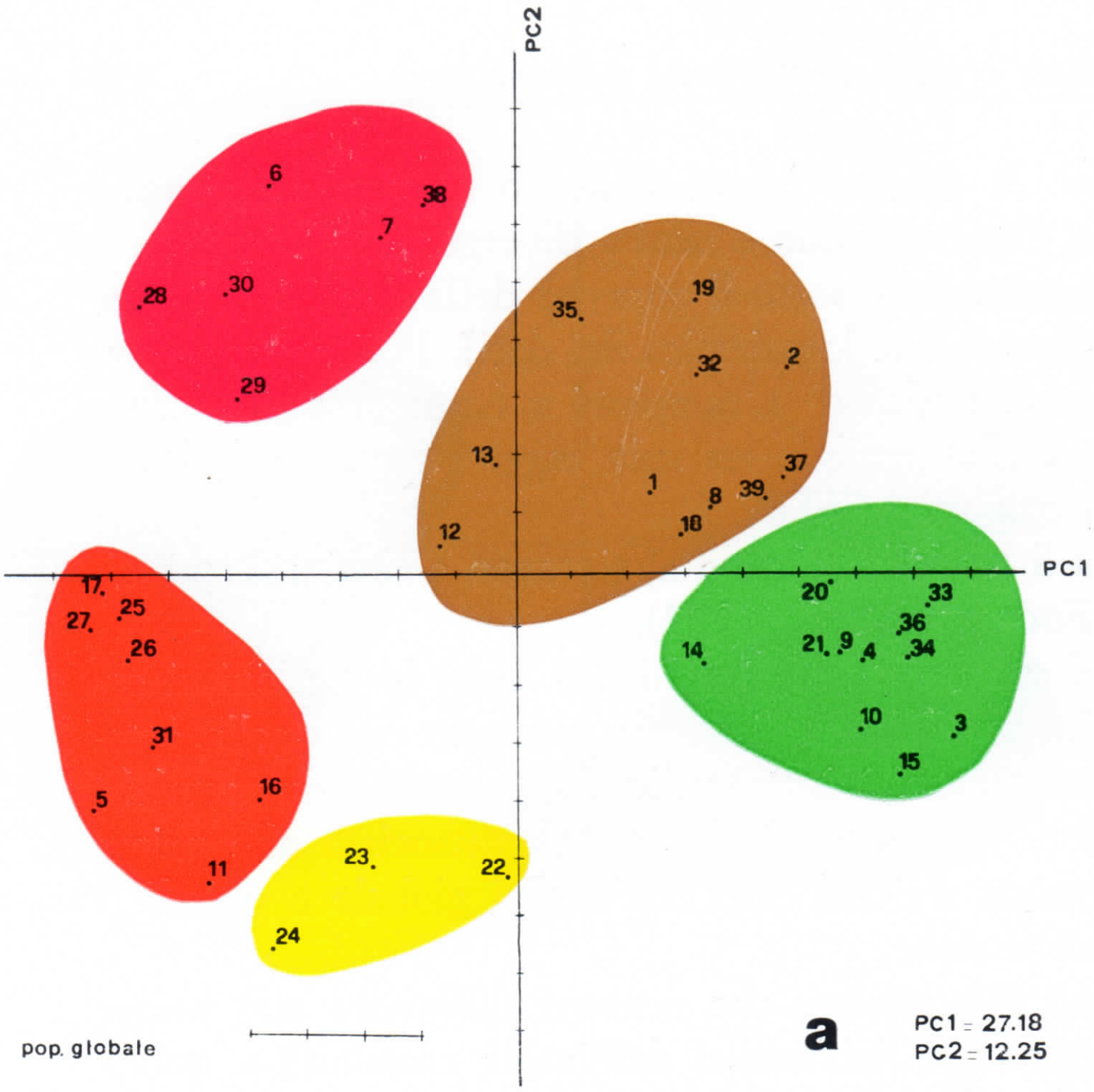
Un vantaggio ulteriore offerto dai Molluschi è quello di essere, in maggioranza, superiori ai 2-3 mm di lunghezza e, molto spesso, di facile riconoscimento. Per provare l'effetto di una selezione di questo tipo sull'insieme dei taxa raccolti nell'area in esame, abbiamo chiesto ad un malacologo estraneo a questo studio, di scegliere le 50 specie più grandi e più agevolmente identificabili senza tenere conto delle loro frequenze ed abbondanze. Il risultato, visibile in fig. 1f, mostra la straordinaria rassomiglianza con il modello precedente.

È ovvio che per essere davvero affidabile l' uso di un singolo « descrittore efficace » deve essere generalizzabile allo stesso tipo di ambiente su una scala geografica ragionevolmente ampia. A questo scopo abbiamo provato ad usare i soli Molluschi per descrivere la distribuzione del macrobenthos e i fattori che la governano in un'area antistante la foce del fiume Ombrone (Parco Naturale della Maremma). I dati relativi provengono dalle ricerche di CASTAGNOLO *et al.* (1978) e GAMBI e FRESI (1981).

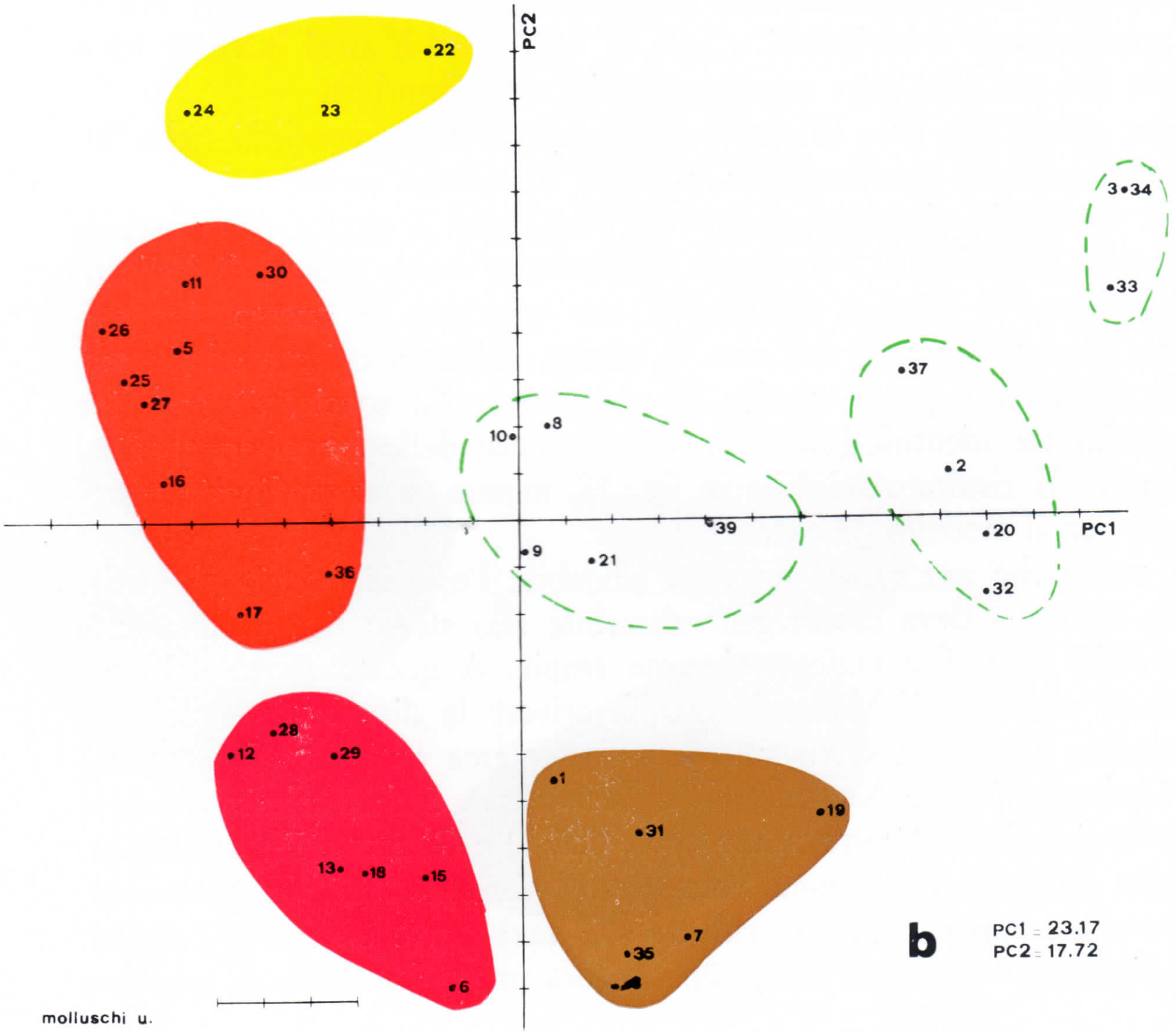
Nelle 39 stazioni esaminate sono stati rinvenuti 98 taxa di Molluschi. Su questo set, opportunamente ridotto (72 taxa), si è effettuata l'analisi.

Il risultato è mostrato in fig. 2b. Ancora una volta siamo in presenza

Fig. 2. — Foce del fiume Ombrone. Analisi in Componenti Principali. Modelli di ordinamento nel piano PC1/PC2:



a) Popolamento globale



b) Molluschi

di una parabola con vertice PC2. Il ramo sinistro mostra dall'alto in basso: a) una SFBC « tipica »; b) una SFBC interessata dall'apporto fluviale; c) un misto ad alta diversità sedimentaria. Il ramo destro mostra invece una transgressione della comunità verso il dominio delle peliti culminante in una, per altro poco chiara, VTC. Questo modello ricorda molto da vicino quello del Tevere.

L'analisi della comunità globale (fig. 2a) (147 taxa su 232 raccolti), fornisce un ordinamento che praticamente coincide con quello precedente.

Le « derive » a carico di qualche stazione, sono facilmente spiegabili (presenza di uno scarso numero di specie di Molluschi) e nulla tolgono alla generale concordanza dei due modelli.

Alla luce di quanto esposto ci pare di poter affermare la validità del sintaxon a Molluschi quale « descrittore » efficace di comunità bentoniche. Nonostante le prove qui addotte, si rendono necessarie ulteriori verifiche, soprattutto in aree molto lontane da quelle prese in considerazione, oppure in zone sottoposte a stress ambientali. Ci sembra comunque che l'approccio si riveli fin d'ora promettente e capace di combinare il massimo dell'informazione con il massimo dell'economia del lavoro.

BIBLIOGRAFIA

CARRADA G. C, FRESI E., MARINO D., MODIGH M., RIBERA D'ALCALÀ M., 1981 — Strutturai analysis of winter Phytoplankton of the Gulf of Naples. — *J. Plank. Res.*, 3 (2): 291-314.

CASTAGNOLO L., FALCIAI L., FOCARDI S., GAMBI M. C., SPADINI V., 1981 — Dati preliminari sulle biocenosi dei fondi mobili dragabili di fronte al fiume Ombrone. — *Quad. Lab. Tecn. Pesca, Ancona,* 3 (1): 551-561.

DELLA SETA G., MINERVINI R., MUSSINO R., CASTAGNOLO L., FOCARDI S., RENZONI A., 1977 — Primi risultati dello studio sui popolamenti bentonici dei fondi mobili dragabili alla foce del Tevere. — *Atti del IX Congresso S.I.B.M.*, Ischia 1977: 215-227.

FOCARDI S., FRESI E., GAMBI M. C., 1983 — Analisi della distribuzione degli Echinodermi dei fondi mobili di due aree del Mar Tirreno: un'applicazione di tecniche multidimensionali. — *Naturalista sicil.* (in questo stesso volume).

FRESI E., GAMBI M. C, 1983 — Alcuni aspetti importanti dell'analisi matematica di ecosistemi marini. — *Naturalista sicil.* (in questo stesso volume).

FRONTIER S., 1974 — Contribution à la connaissance d'un ecosystème neritique tropicale; étude descriptive et statistique du peuplement zooplanctonique de la région de Nosy-Be (Madagascar). — *These Doct. Univ. Aix-Marseille,* 628 pp.

GAMBI M. C, FRESI E., 1981 — Ecology of soft-bottom macrobenthos along the coast of Southern Tuscany (Parco Naturale della Maremma). *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.,* Principauté de Monaco, 27 (2): 124-125.

Indirizzo degli Autori. — Stazione Zoologica, Laboratorio di Ecologia del Benthos, Ischia (Napoli) (I),

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.), 3 1982, pp. 499-508

EUGENIO FRESI, CARLA CHIMENZ, GIOVANNA MARCHIO

ZONAZIONE DI BRIOZOI ED IDROIDI EPIFITI IN UNA PRATERIA DI *POSIDONIA OCEANICA* (L.) DELILE *

RIASSUNTO

La distribuzione della macrofauna epifita (Briozoi ed Idroidi) in una prateria di *Posidonia oceanica,* analizzata con metodi statistico-matematici, si rivela legata soprattutto alla combinazione di fattori che variano lungo un gradiente batimetrico. Tra questi, l' idrodinamismo sembra avere un influsso preminente su entrambi i sintaxa considerati. Di minore importanza appare l'effetto dell'età del substrato, non discriminabile dalla zonazione imposta localmente da fattori microclimatici (effetti «foglia» e «posizione»).

SUMMARY

Zonation of epiphytic Bryozoans and Hydroids in a Posidonia oceanica *prairie.*

The Authors studied the zoning of epiphytic Bryozoans and Hydroids in a *Posidonia oceanica* prairie along a 1-to-30 metre bathymetric gradient at Lacco Ameno d'Ischia (Naples).

15 species of Hydroid and 27 species of Bryozoan were identified. The species distribution, analyzed by means of statistical-mathematical methods, is found to be linked mainly to the combination of factors varying along a bathymetric gradient. Among these, hydrodynamism seems to be the most relevant factors for both the considered syntaxa. The effect of substratum age seems to be less relevant, as it cannot be discriminated from the zoning imposed locally by microclimatic factors (« leaf » and « position » effects), which also lead to differences in colonization rate.

Key words: Bryozoans - Hydroids - *Posidonia oceanica* - zoning - mathematical analysis - « leaf effect » - « position effect » - depth.

* Lavoro eseguito con il contributo del C.N.R. (Programma Finalizzato « Oceanografia », Subprogetto « Risorse Biologiche »).

Il rapporto tra la *Posidonia* e i suoi epifiti comporta due ordini di problemi: da una parte quelli derivanti alla pianta-ospite dall'insediamento sulle lamine foliari di numerosi vegetali ed animali, che determina soprattutto una diminuzione dell'efficienza fotosintetica; dall'altra quelli derivanti agli epifiti dalle peculiari caratteristiche del substrato su cui si insediano, soggetto ad espansione, erosione o caduta entro tempi relativamente modesti. Nello studio di queste relazioni è pertanto necessario privilegiare gli aspetti dinamici del sistema, considerare cioè i fenomeni di insediamento e di maturazione della comunità epifita in rapporto al tempo e quindi alle varie fasi del ciclo vegetativo della *Posidonia*. Ciò è vero anche quando il problema consiste nell'analisi della zonazione della comunità epifita lungo un gradiente batimetrico, in quanto tanto le foglie di un singolo fascio quanto i fasci a profondità diverse hanno età molto differenti e pertanto differenti tempi di esposizione all'insediamento. In questo lavoro esponiamo i risultati di un'analisi di questo genere, limitatamente ad una sola stagione dell'anno, in cui gli aspetti dinamici di cui si è detto vengono presi in considerazione attraverso la scomposizione del sistema nelle sue porzioni a differenti età. Sulla base di un modello matematico (WITTMANN et al., 1981) è infatti possibile conoscere almeno per una parte del transetto studiato, l'età di ogni singola foglia del fascio e, nell'ambito della foglia stessa, l'età delle sue varie porzioni. Ciò sotto l'ipotesi che la zonazione della comunità all'interno di un fascio (« effetto foglia ») e lungo una foglia (« effetto posizione ») sia sotto il governo del fattore-tempo oltre che di fattori microclimatici. La zonazione lungo il gradiente batimetrico è studiata sotto la duplice prospettiva di un controllo climatico accoppiato alle differenze intrinseche alla pianta ospite (diverso stadio del ciclo vegetativo alle varie profondità).

L'oggetto particolare di questo lavoro sono i sintaxa ad Idroidi e Briozoi, che rappresentano le frazioni di gran lunga più importanti dell'epifauna foliare di *Posidonia*.

Il materiale è stato raccolto nel novembre 1979 a Lacco Ameno d'Ischia, alle profondità di 1, 2, 4, 6, 8, 10, 15, 19, 25 e 30 metri. A ciascuna profondità sono stati raccolti a caso 6 fasci, dei quali sono state contate e misurate le singole foglie, registrandone la posizione nel fascio (cfr. OTT, 1980). Gli Idroidi ed i Briozoi presenti sono stati identificati, ne è stata determinata l'abbondanza in ricoprimento (mm^2) e mappata la posizione lungo la foglia.

I dati così ottenuti sono stati analizzati per mezzo della tecnica multidimensionale nota come Analisi Fattoriale RQ (o Reciprocai Averaging). Le analisi sono state condotte, a titolo sperimentale, su dati codificati in

abbondanza assoluta (mm^2 di substrato ricoperto) e in codice numerico semiquantitativo.

RISULTATI

Sono state identificate *15* specie di Idroidi e 27 specie di Briozoi (incluso un Entoprocto). Risultano più abbondanti tra gli Idroidi *Plumaria obliqua, Sertularia perpusilla, Campanularia asymmetrica* e *Clytia hemisphaerica,* tra i Briozoi *Pherusella tubulosa, Collarina balzaci, Mimosella verticillata, Haplopoma impressum, Chorizopora brongniartii.*

A livelli più superficiali (1-6 m) il popolamento, abbondante e piuttosto uniforme, è costituito prevalentemente dai Briozoi *P. tubulosa*, *C. balzaci* e *Fenestrulina johannae* e dagli Idroidi *S. perpusilla, P. obliqua e C. asymmetrica.*

Ai livelli intermedi (8-20 m) si osserva una notevole riduzione quali-

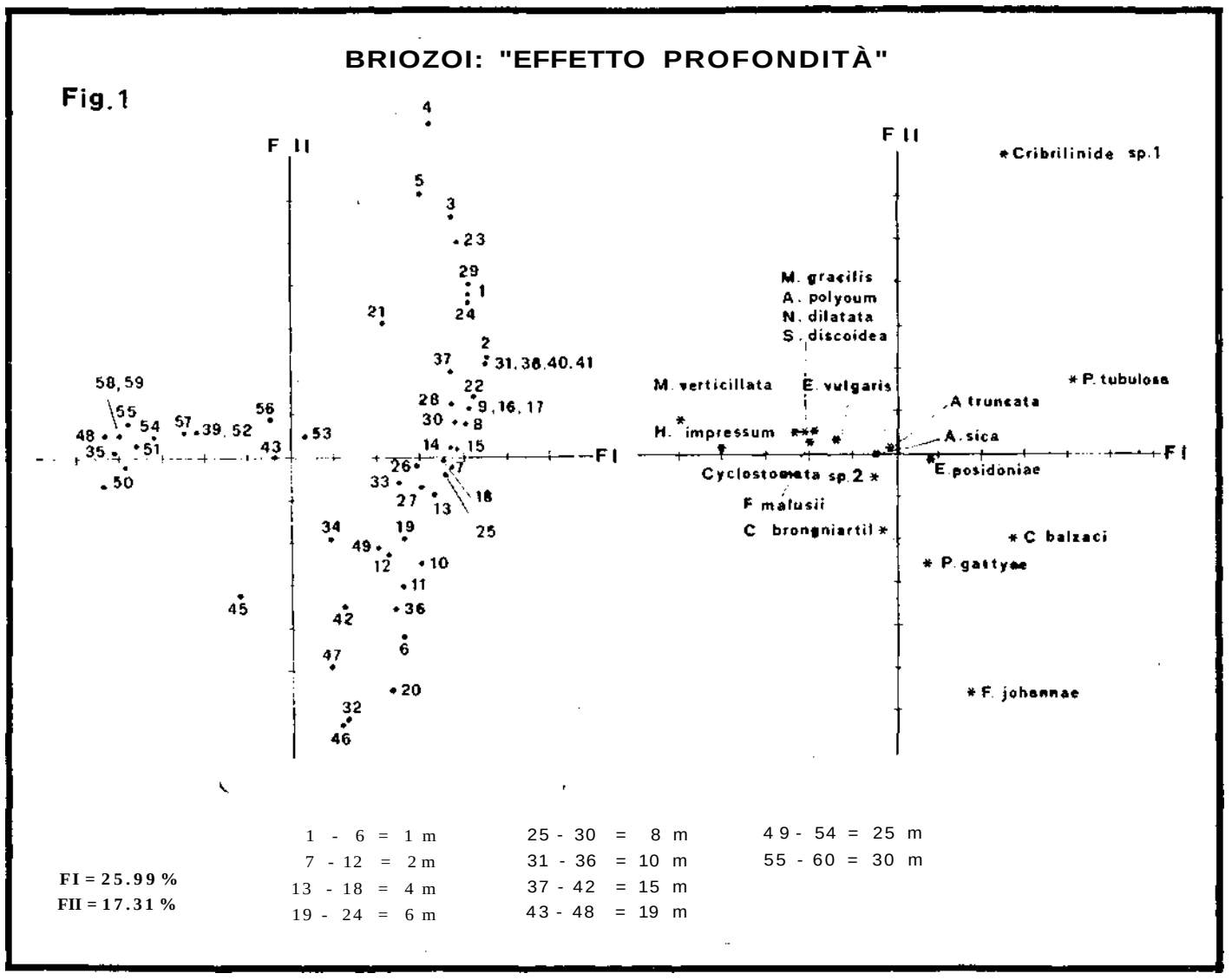


Fig. *1*. — Briozoi. Analisi Fattoriale RQ. Modello di ordinamento delle specie (a destra) e delle stazioni (a sinistra) nel piano dei primi due fattori. Livelli non cumulati.

quantitativa dell' epifauna: le sole specie relativamente abbondanti sono tra gli Idroidi *P. obliqua* e tra i Briozoi P. *tubulosa.*

Il popolamento profondo (25-30 m) è più ricco di quello precedente; ciò vale soprattutto per i Briozoi, sia in termini di abbondanza che di numero di specie. Tra le forme più importanti di questo livello, ricordiamo *Mimosella gracilis, M. verticillata* e *H. impressum* fra i Briozoi, e P. *obliqua* e *Antennella secundaria* tra gli Idroidi.

Le analisi preliminari per profondità, tenendo in considerazione tutte le specie e tutte le osservazioni, danno per entrambi i taxa risultati di

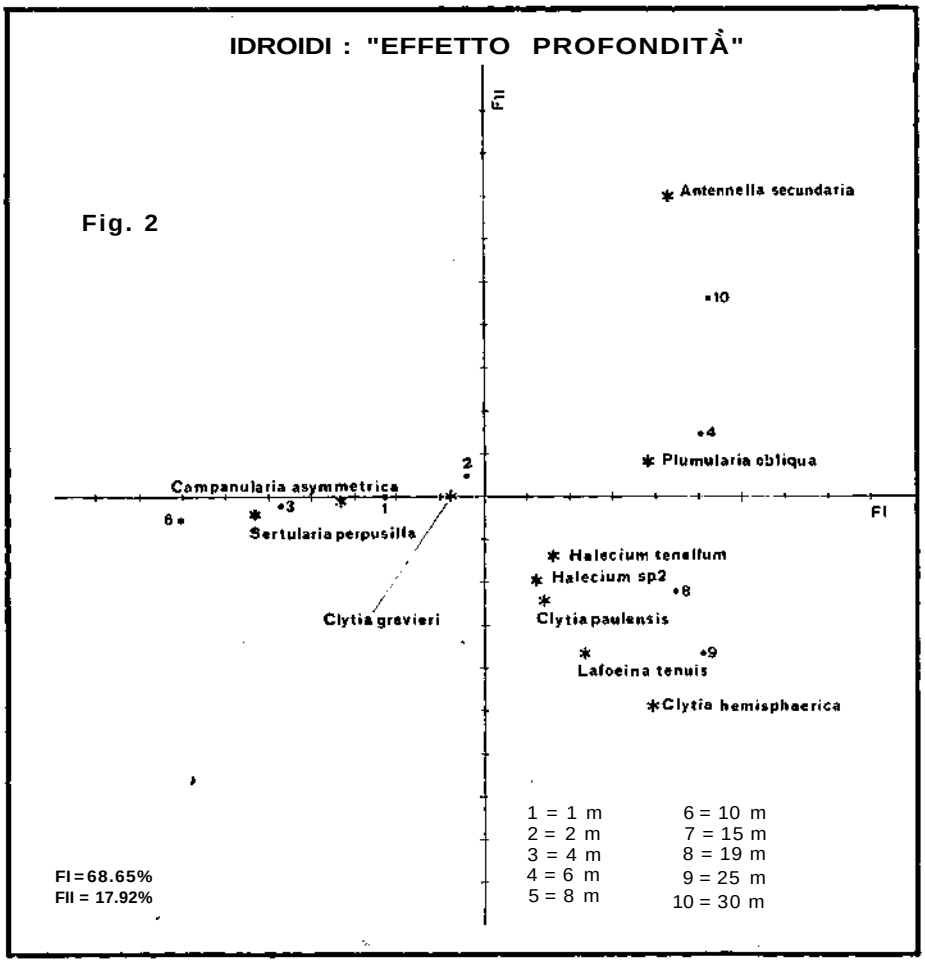


Fig. 2. — Idroidi. Analisi Fattoriale RQ. Modello di ordinamento nel piano dei primi due fattori. Livelli non cumulati.

difficile lettura, a causa del notevole « rumore di fondo » impartito al sistema dalle specie rare e dalla variabilità inter-fascio. La struttura di questi modelli giustifica tuttavia la cumulazione delle osservazioni (fasci) di ciascun livello e la successiva combinazione dei livelli originali in 4 nuovi livelli (5, 10, 20 e 30 m).

In effetti, si osserva che nel diagramma di ordinamento relativo (fig. 1) a tutte le osservazioni e a tutti i livelli della fauna a Briozoi i punti-osservazione dei livelli fino a 20 m si oppongono ai restanti nello spazio del primo fattore.

Il cenoclino è dunque particolarmente chiaro. Si mettono in evidenza due popolamenti: quello fino a 20 m, caratterizzato soprattutto da *P. tubulosa, F. johannae, C. balzaci,* ed un popolamento più profondo, di cui

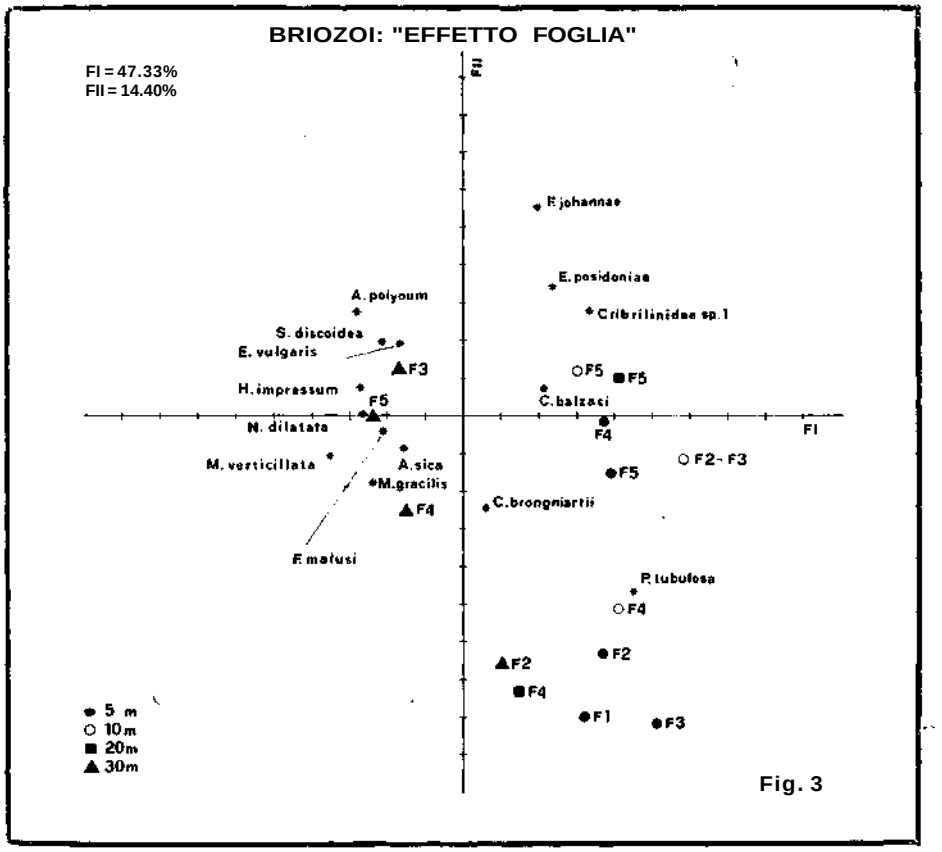


Fig. 3. — Briozoi. Analisi Fattoriale RQ. Modello di ordinamento relativo alla zonazione intra-fascio (« effetto-foglia »). Livelli cumulati.

gli elementi più rappresentativi sono *M. gracilis, M. verticillata* e *H. impressum.* Si noti inoltre la dispersione dei livelli superficiali ed intermedi nello spazio del secondo fattore. Tale dispersione traduce una variabilità intra-livello che non si manifesta nel caso delle osservazioni profonde.

La fig. 2 mostra il modello di ordinamento nei primi due fattori del popolamento a Idroidi. Si osserva chiaramente che *C. asymmetrica* e *S. perpusilla* preferiscono i livelli più superficiali. Tra le altre specie, P. *obliqua* tende a ripartirsi nei livelli intermedi e profondi, mentre *A. secundaria* e *C. hemisphaerica* sono decisamente elementi profondi. Il modello mostra chiaramente una discontinuità cenotica ai livelli superficiali, mentre quelli intermedi e profondi sono assimilabili ad un unico popolamento.

Il modello di ordinamento relativo alla zonazione intra-fascio o « ef-

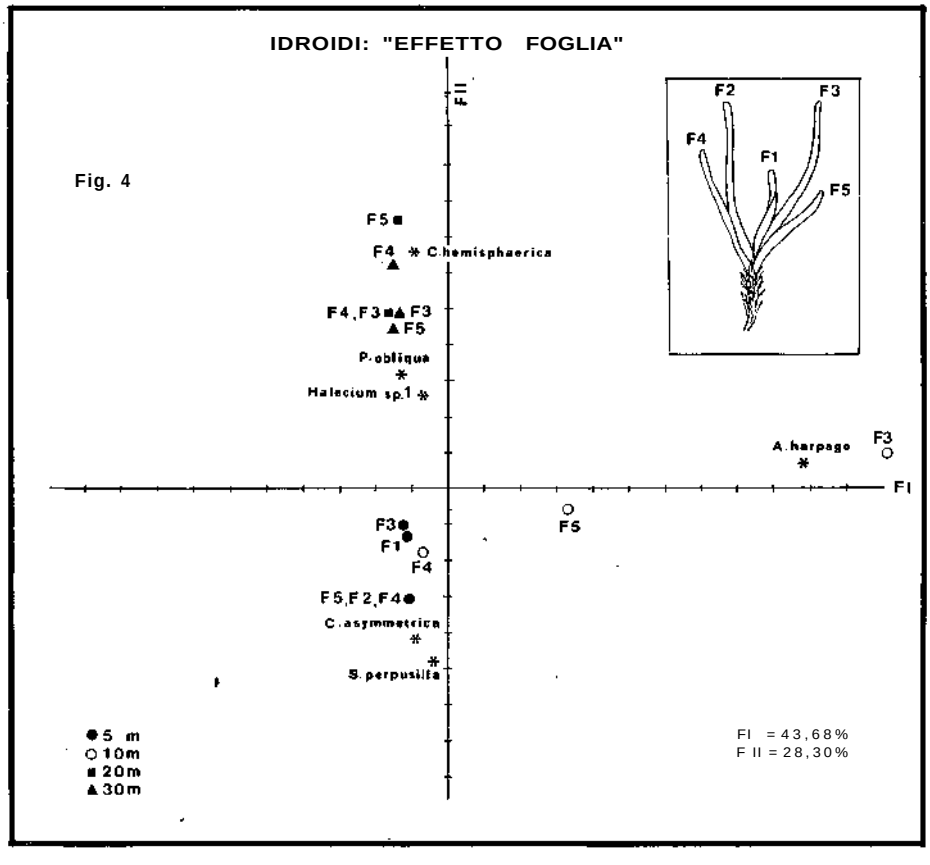


Fig. 4. — Idroidi. Analisi Fattoriale RQ. Modello di ordinamento relativo alla zonazione intra-fascio. Livelli cumulati.

fetto foglia » della fauna a Briozoi e le sue variazioni lungo il transetto in esame mostra, lungo il primo fattore, la stessa zonazione verticale riportata precedentemente ed una identica caratterizzazione biocenotica (fig. 3). Non si rileva invece nessun « effetto foglia », in quanto le specie ri ripartiscono con una certa uniformità su tutte le foglie. Si noti però che le foglie più giovani (1 e 2 in particolare) non sono colonizzate che a bassa profondità, dove si può notare una certa tendenza ad insediarsi sulle foglie più vecchie da parte delle sole *Electra posidoniae* e *C. balzaci.*

La stessa analisi dell'« effetto foglia » per il popolamento a Idroidi, operata codificando le variabili su una scala di abbondanza da 1 a 5 (fig. 4), dà un modello di ordinamento praticamente identico a quello ottenuto partendo dalle abbondanze.

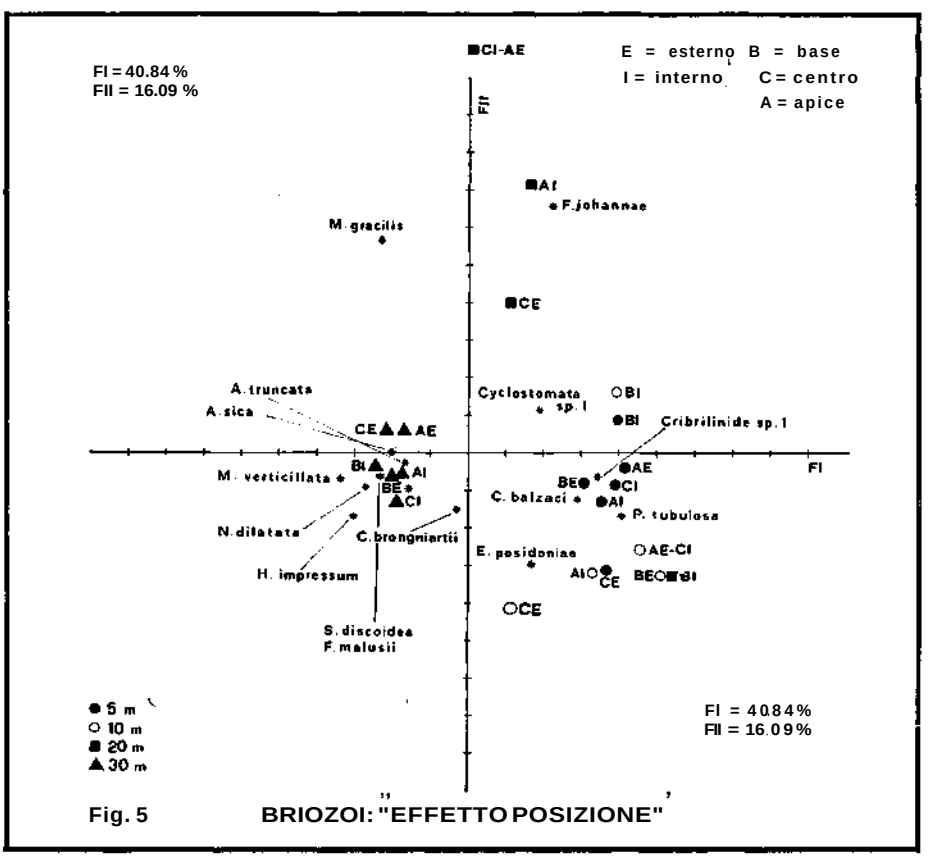


Fig. 5. — Briozoi. Analisi Fattoriale RQ. Modello di ordinamento relativo alla zonazione intra-foglia (« effetto posizione »). Livelli cumulati.

Si mettono ancora in evidenza (questa volta però nello spazio del secondo fattore) i due popolamenti di cui abbiamo già parlato: *C. asymmetrica* e *S. perpusilla* in superficie e *C. hemisphaerica* e *P. obliqua* in profondità. *Aglaophenia harpago* appare invece legata a profondità intermedie. Esiste soltanto un leggero « effetto foglia »: si noti la preferenza per le foglie più vecchie da parte di *C. asymmetrica, S. perpusilla* e *C. hemisphaerica.*

Per quanto riguarda l'analisi della zonazione intra-foglia o « effetto posizione » della briofauna (fig. 5), si osservano, in analogia con i modelli presentati dianzi, una zonazione correlata con la profondità e due associazioni a *P. tubulosa - C. balzaci* e *M. verticillata - H. impressum.* Si nota che le specie profonde non appaiono legate ad una particolare porzione della

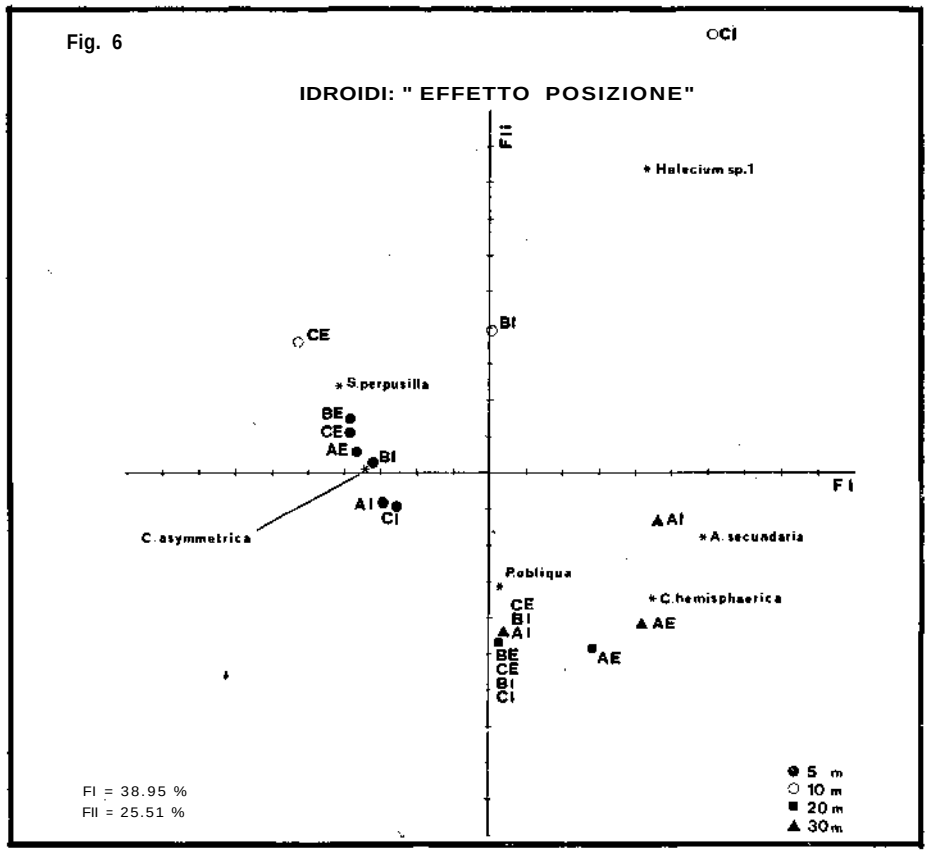


Fig. 6. — Idroidi. Analisi Fattoriale RQ. Modello di ordinamento relativo alla zonazione intra-foglia. Livelli cumulati.

foglia. Tra quelle superficiali, si osserva che *E. posidoniae* è prevalentemente insediata sulla faccia esterna, senza preferenza per la posizione lungo l'asse della foglia, come del resto *C. balzaci* e *P. tubulosa.* La sola *F. johannae* mostra un legame con la porzione apicale interna.

L' « effetto posizione », studiato per gli Idroidi, mette in luce un diverso comportamento (fig. 6). Infatti, nell'ambito dell'associazione superficiale, *S. perpusilla* preferisce senz'altro la faccia esterna delle foglie nella porzione centro-basale, mentre *C. asymmetrica* si insedia sulla faccia interna, senza zonazione assile. Per quanto riguarda le specie profonde, si osserva che *C. hemisphaerica* è apicale-esterna, mentre *A. secundaria* è apicale-in¬terna. *P. obliqua,* infine, non sembra operare alcuna selezione.

DISCUSSIONE

Un'osservazione può essere generalizzata al sistema, comunque lo si scomponga: l'effetto della combinazione di fattori che variano lungo il gradiente batimetrico è sempre evidente e rappresenta la maggior sorgente di variazione della comunità. Se quindi è da tenere in considerazione lo stato vegetativo della pianta-ospite alle diverse profondità (a sua volta sotto il controllo degli stessi fattori, o di alcuni di essi in particolare, ad es. la luce) quale responsabile del cenoclino, tale fattore è di rango meno elevato del complesso-gradiente d'ordine fisico-chimico. Esso si traduce essenzialmente in differenze nel tasso di colonizzazione dovute ad una maggiore o minore esposizione del substrato in relazione all'età di questo, e non nella composizione quali-quantitativa della comunità epifita. Ci sono almeno due motivi per interpretare il complesso-gradiente in termini di idrodinamismo: 1) la comparsa di forme erette non calcificate di Briozoi nei livelli profondi, dove lo stress meccanico è ridotto; 2) la preferenza mostrata dagli Idroidi profondi per la porzione apicale delle foglie.

Per quanto riguarda l' « effetto foglia », occorre dire che l'età delle diverse foglie di un singolo fascio sembra giocare un ruolo modesto per entrambe le frazioni.

Quanto all' « effetto posizione », nei Briozoi esso non è manifesto in profondità ed è modesto in superficie, riguardando esclusivamente la posizione di faccia, non correlabile all'età del substrato. Negli Idroidi, infine, oltre ad un « effetto faccia » abbastanza marcato, si osserva una preferenza di posizione, basale in superficie ed apicale in profondità.

Alla luce di questi dati, ci sembra difficile discriminare l'incidenza del fattore-età nella zonazione intra-fascio e intra-foglia da quella dei parametri microclimatici, dato che anche le analisi all'interno dei singoli livelli (non discusse qui per brevità) non danno risposte in questo senso.

Ci pare di poter vedere l'influsso del fattore-età manifestarsi più su aspetti dinamici (es. biomassa) che strutturali della comunità, almeno oltre un limite critico inferiore di età del substrato, e quindi di sua esposizione all'insediamento.

BIBLIOGRAFIA

OTT J., 1980 — Growth and Production in *Posidonia oceanica* (Linn.) Delile. — *P.S.Z.N., I, Mar Ecol.,* Berlin, 1;

WITTMANN K., MAZZELLA L., FRESI E., 1981 — Age specific patterns of leaf growth: their determination and importance for epiphytic colonization in *Posidonia oceanica* (L.) Delile. — *Rapp. Comm. int. Mer Médit.,* Monaco, 27.

Indirizzo del 1° Autore. — EUGENIO FRESI - Stazione Zoologica di Napoli, Laboratorio di Ecologia del Benthos, 80077 Ischia (I).

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.), 3 1982, pp. 509-515

GIANDOMENICO ARDIZZONE e ANDREA MIGLIUOLO

MODIFICAZIONI DI UNA PRATERIA DI *POSIDONIA OCEANICA* (L.) DELILE DEL MEDIO TIRRENO SOTTOPOSTA AD ATTIVITÀ DI PESCA A STRASCICO

RIASSUNTO

Nell'ambito di una serie di osservazioni compiute per evidenziare gli effetti della pesca a strascico all'interno delle tre miglia dalla costa tra Capo Circeo e Terracina, è stato studiato lo stato della prateria di *Posidonia* che caratterizza parte di questi fondali. Sono state osservate oltre un centinaio di stazioni poste lungo transetti ortogonali alla costa. I risultati ottenuti hanno mostrato una situazione di grave alterazione della prateria: regressione del margine inferiore, ampie aree di « matte » morta e riduzione della densità (fasci/mq) fino a meno di 50 fasci per gran parte dell'area osservata.

SUMMARY

Effects of trawling on Posidonia oceanica *beds.*

Posidonia beds between Capo Circeo and Terracina (Mid-Tyrrhenian Sea) were studied as part of a study of the effects of illegal trawling inside the three mile limit. More than a hundred stations, placed along transects orthogonal to the shore, were considered. The results obtained show great damage to the Posidonia beds: reduction in mean density (leaf shoot/m^2) to less than 50 in most of the area observed, regression of lower borders and wide areas of dead beds.

Key words: Posidonia oceanica - Mid Tyrrhenian Sea - trawling.

Già da numerosi anni vari autori (MOLINIER et PICARD, 1952; PICARD, 1964; AUGIER et BOUDOURESQUE, 1970, 1972; GHIRARDELLI, GIACCONE e OREL, 1974; COOPER, 1976; ecc.) hanno compiuto osservazioni sulla re-

gressione di praterie di Posidonia nel Mediterraneo Occidentale, correlandola a diverse cause quali inquinamento, modificazioni dell'idrodinamismo, attività di pesca, ecc.

Lungo le coste laziali una costante riduzione dei fondali a Posidonia, sebbene non documentata scientificamente, è nota da diverso tempo; tale fenomeno, inoltre, è sembrato accentuarsi in questi ultimi anni, proporzionalmente all'incremento dell'attività di pesca a strascico svolta illegalmente all'interno delle tre miglia dalla costa (ARDIZZONE, 1981).

Questo studio, compreso in una serie di ricerche relative alla fascia costiera, promosse dall'Amministrazione Provinciale di Latina, è stato impostato al fine di valutare quale sia l'impatto della pesca a strascico sulla prateria di Posidonia presente tra Capo Circeo e Terracina (LT). Questa area è tra le più indicative di una situazione ormai comune in Medio Tirreno in quanto: a) tradizionalmente è zona in cui opera una piccola pesca artigianale locale; b) negli ultimi anni la numerosa flotta di pesca a strascico (localizzata principalmente nella marineria di Terracina) si è sempre più avvicinata alla costa, fino ad entrare nell'area di utenza della piccola

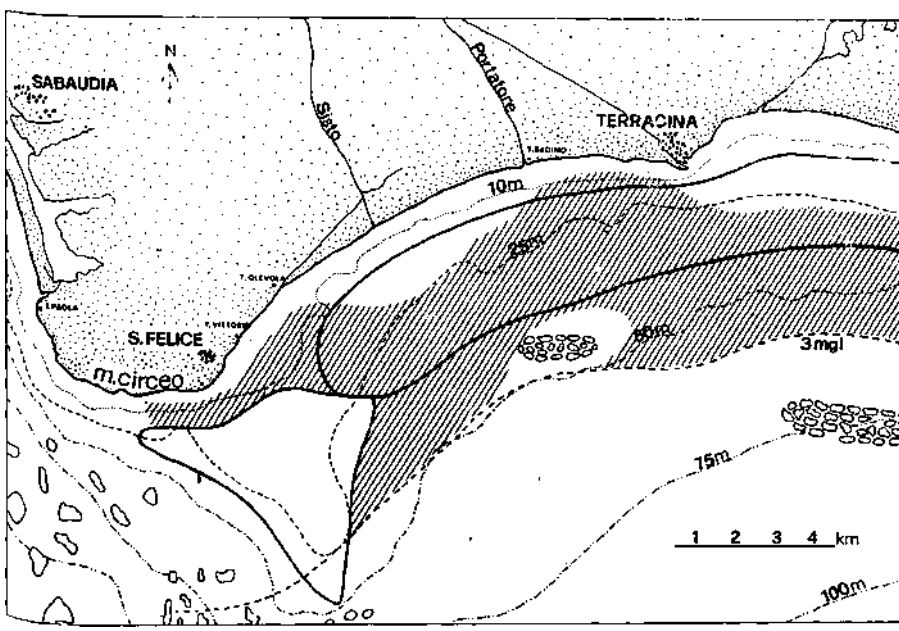


Fig. 1. — L'area in esame con la distribuzione della Posidonia secondo la « Carta di Pesca N. 3 » (M.M.M.) e, tratteggiata, la fascia entro le tre miglia dove viene effettuata pesca a strascico.

pesca; conseguentemente, quest'ultima, lamenta perdita di attrezzi, depauperamento delle risorse, modificazione dello stato dei fondali.

L'area considerata (fig. 1) si trova all'interno delle tre miglia dalla costa, ovvero, approssimativamente, dall'isobata dei 50 m fino alla terraferma. Il più accurato documento cartografico, relativo al tratto in questione, con caratterizzazione dei fondali, pubblicato nel 1961, è la «Carta di Pesca N. 3 » del Ministero della Marina Mercantile, che dà anche una schematica distribuzione della Posidonia.

Per la ricostruzione dell'estensione attuale della prateria a Posidonia sono state provate varie metodiche: fotografia aerea, fotografia automatica in immersione, *eco survey,* prelievi con benna. Tali tecniche però hanno fornito tutte risultati abbastanza approssimativi e soprattutto carenti di dettaglio sulla condizione della prateria presente.

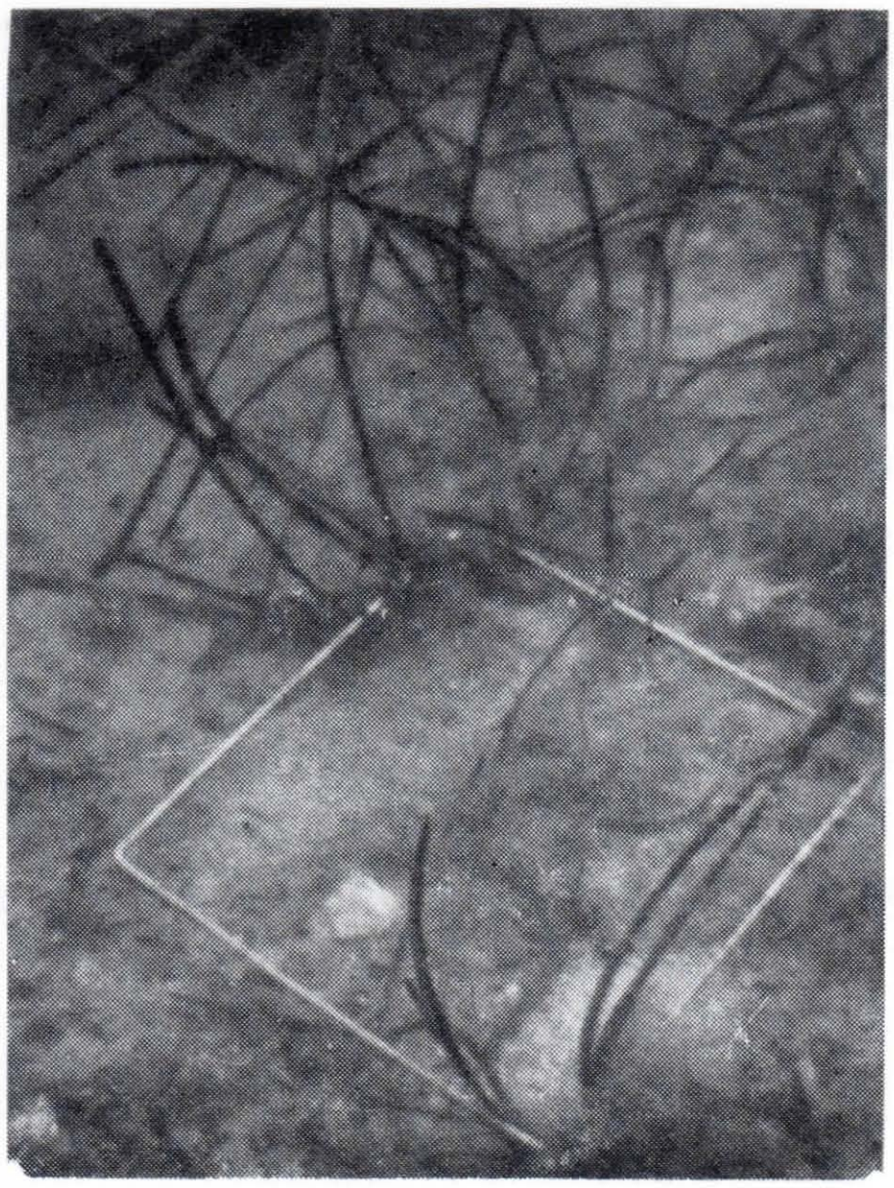
I campionamenti sono stati quindi effettuati in immersione con autorespiratore (metodo che a tutt'oggi risulta il più accurato), dal Luglio all'Ottobre del 1980. Le stazioni considerate sono circa un centinaio, dislocate lungo transetti ortogonali alla costa.

Oltre alle osservazioni e ai campionamenti in immersione sono state effettuate campagne di pesca stagionali mediante peschereccio a strascico all'interno della prateria di Posidonia e sono stati seguiti, per un ciclo annuale, alcuni parametri idrologici di base (T°C, S ‰, O_2, Trasparenza, $N\text{-}NO_2$, $N\text{-}NO_3$, $N\text{-}NH_4$, $P\text{-}PO_4$, $Si\text{-}SiO_2$).

L'attività della pesca a strascico viene svolta nella zona da motopescherecci prevalentemente provenienti da Terracina. La flotta di questa marineria è composta da una frazione piuttosto ampia (> 50%*)* di piccoli motopescherecci che operano regolarmente all'interno delle tre miglia dalla costa e quindi spesso all'interno della prateria di Posidonia. Tale attività un tempo molto redditizia per la presenza di specie pregiate, è oggi caratterizzata da una monotona dominanza di Ottopodi nelle catture e reca un danno considerevole (figg. 2-3) in quanto sradica ad ogni cala un gran quantitativo di fasci di Posidonia (ARDIZZONE, 1981).

Per la classificazione dello stato della prateria è stata utilizzata la densità di fasci/mq (GIRAUD, 1977) ed esattamente:

Densità	*Prateria*
— Stadio I: più di 700 f/mq	Molto densa
— Stadio II: 400-700 f/mq	Densa
— Stadio III: 300-400 f/mq	Rada
— Stadio IV: 150-300 f/mq	Molto rada
— Stadio V: 50-150 f/mq	Semi-prateria



Figs. 2-3. — L'ammasso di fasci di Posidonia strappati con mezz'ora di strascico e (a destra) la bassa densità (fasci/mq) osservata in una delle stazioni.

Al di sotto dei 50 fasci/mq non si parla più di prateria ma di « fasci isolati ».

Le osservazioni compiute ci hanno permesso di ricostruire le densità medie presenti nell'area. Come appare evidente, ci troviamo in presenza di una prateria a densità estremamente ridotta: gran parte dell'area considerata ha un numero di fasci inferiore ai 50/mq, mentre soltanto in aree limitate abbiamo potuto osservare una condizione equivalente allo Stadio IV e V (molto rada e semi-prateria) ed in pochissimi allo Stadio III (rada).

Il margine inferiore, sebbene molto complesso da definire in quanto per un tratto molto ampio la densità è di pochi fasci/mq, si è modificato rispetto alle indicazioni del 1961, arretrando di circa un chilometro verso terra e disponendosi intorno all'isobata dei 22-24 m. Unica ampia area in condizioni nettamente migliori è quella al largo di Capo Circeo ed esattamente all'interno della « Secca del Quadro » dove, per la presenza di affioramenti rocciose, non può essere praticata la pesca a strascico.

Nelle aree a minor densità è stato spesso osservata la presenza sul fondo di ammassi di fasci e foglie ancora vitali ma strappati dai rizomi. Sono state inoltre osservate ampie aree di « matte » morte, particolarmente tra Torre Badino e Terracina.

Nei fondali dove è del tutto scomparsa *Posidonia oceanica* o è presen-

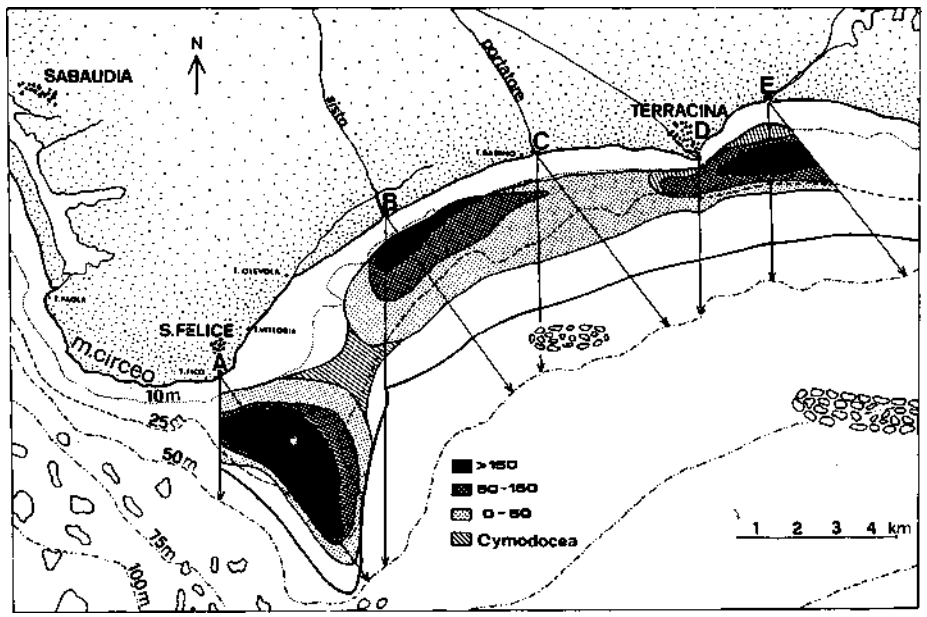


Fig. 4. — Distribuzione e densità della Posidonia tra Capo Circeo e Terracina (densità = numero di fasci/mq). Il margine esterno scuro è quello precedentemente documentato (fig. 1).

te « matte » morta, è stata spesso osservata la colonizzazione di *Cymodocea nodosa* (fig. 4).

L'osservazione di alcuni parametri idrologici ci ha permesso di focalizzare una serie di possibili concause (aumento della sedimentazione e conseguente riduzione della trasparenza, elevata presenza di nutrienti e bassi valori di salinità) che probabilmente rappresentano in molte aree l'avvio di fenomeni regressivi, ma sicuramente non possono spiegare, da soli, un così rapido ed ampio degrado.

In definitiva, l'azione della pesca a strascico sembra aver avuto un ruolo fondamentale nell' accelerare la regressione della prateria di Posidonia. La situazione osservata, sebbene particolarmente accentuata in quest'area, è generalizzabile per gran parte della fascia costiera laziale. Il rischio di veder scomparire nel giro di pochi anni la Posidonia dalle coste del Lazio, al pari, ad esempio, di quanto avvenuto per il Golfo di Trieste (GHIRARDELLI, GIACCONE e OREL, 1974), è tutt'altro che remoto.

Conseguenze immediate della rapida degradazione di questa insostituibile struttura biotica: a) la scomparsa di aree-rifugio fondamentali per l'alimentazione e la riproduzione di numerosissime specie; b) la rarefazione

di specie ittiche stanziali di elevato pregio commerciale; c) la monotonizzazione dei fondali e conseguentemente delle biocenosi che essi ospitano; d) la diminuzione nelle rese della piccola pesca (in conseguenza dei punti precedenti); e) l'erosione delle coste. Già vari autori (MAGGI, 1972, 197.3; FOUCHER, 1975; ecc.) hanno ipotizzato una correlazione diretta tra la scomparsa della Posidonia e l'aumento dell'erosione costiera e in questo caso ne abbiamo ancora una conferma. Il problema dell'erosione è diventato, infatti, molto grave nel Lazio e particolarmente tra Capo Circeo e Terracina.

Per ciò che riguarda i possibili interventi, va detto che il fenomeno della pesca a strascico all'interno delle tre miglia dalla costa, viste le dimensioni ormai raggiunte, è ben lontano dal poter essere limitato da sporadici controlli. Vanno quindi previste azioni di tutela che possano avere una reale efficacia come, ad esempio, secondo sperimentazioni in corso nel Lazio, mediante l'immissione di substrati artificiali diversificati che, ad un tempo, abbiano funzione di impedimento meccanico della pesca a strascico e di incremento delle risorse biologiche della fascia costiera mentre all'interno di queste aree protette, potrebbero essere avviati esperimenti di reimpianto di Posidonia (GIACCONE e CALVO, 1980).

BIBLIOGRAFIA

ARDIZZONE G. D., 1982 — Osservazioni sulla pesca a strascico entro le tre miglia dalla costa tra Capo Circeo e Terracina (Medio Tirreno). — *Naturalista sicil.*, Atti XIII Congresso Naz. S.I.B.M., Cefalù, 1981.

AUGIER H. et BOUDOURESQUE C.F, 1970 — Végétation marine de l'ile de Port-Cros (Parc National). V. La baie de Port-Man et le probléme de la régression de l' herbier de Posidonies. — *Bull. Mus. Hist. Nat. Marseille,* 30: 145-164.

AUGIER H. et BOUDOURESQUE C. F., 1972 — Pollution et protection de la mer. — *Ann. Soc. Sci. Nat. Archéol. Toulon Var,* 24: 111-119.

BOMBACE G., 1980 — Experiments in artificial reefs in Italy. — *F.A.O. (GFCM) XV/80/21,* Palma de Mallorca, Sept. 80, 12 p.

COOPER G., 1976 — La Posidonie, piante étonnante. La peche ou la mariculture...? — *Association Fondation G. Cooper, Jardinier de la Mer,* Cahier, 1: 1-57.

FOUCHER M., 1975 — Herbiers de Phanérogames marines et aménagement du littoral méditerranéen. — *Mémoire de D.E.A., Inst. d'Amen. Reg., Univ. Aix Marseille,* III, 68 p.

GHIRARDELLI E., GIACCONE G. e OREL G., 1974 — Evolution des peuplements benthiques du golfe de Trieste. — *Rev. Inter. Oceanogr. méd.,* 35-36: 111-114.

GIACCONE G. e CALVO S., 1980 — Restaurazione del manto vegetale di *Posidonia oceanica* (Linneo) Delile. Risultati preliminari. — *Mem. Biol. Mar. e Oceanogr.,* Suppl. X, 207-221.

GIRAUD G., 1977 — Essai de classement des herbiers de *Posidonia oceanica* (Linné) Delile. - *Botanica Marina,* XX: 487-491.

GIRAUD G., BOUDOURESQUE C. F., CINELLI F., FRESI E., MAZZELLA L., 1979 — Observations sur l'herbier de *Posidonia oceanica* (L.) Delile autour de l'Ile d'Ischia (Italie). — *Giorn. Bot. Ita.,* 113 (4): 261-274.

MAGGI P., 1972 — Les herbiers à Posidonies et la pollution urbaine dans le golfe de Giens. — *Ann. Inst. Michel Pacha, Fr.,* 5: 1-11.

MAGGI P., 1973 — Le problème de la disparition des herbiers à Posidonies dans le golfe de Giens (Var.). — *Sci. Pêche, Bull. Inst. Pêches marit., Fr.,* 221: 7-20.

MINISTERO MARINA MERCANTILE, 1961 — Carta di Pesca N. 3 a cura di N. Fusco (da Capo Circeo a Capo Miseno).

MOLINIER R. e PICARD J., 1952 — Recherches sur les herbiers de Phanerogames marines du littoral mediterranéen francais. — *Ann. Inst. Oceanogr. Paris,* 27 (3): 157-234.

PICARD J., 1964 — Les fonds marins menaces. — *Courrier Nature, Fr.,* 12:4-6.

Indirizzo degli Autori. — Istituto di Zoologia, Università di Roma, Viale dell'Università 32, 00100 Roma (I).

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.), 3 1982, pp. 517-522

MAURIZIO PANSINI e ROBERTO PRONZATO

DISTRIBUZIONE DELL'EPIFAUNA DI UNA PRATERIA DI POSIDONIA DELL'ISOLA D'ISCHIA (NAPOLI): PORIFERI *

RIASSUNTO

È stata esaminata la fauna di Poriferi di una prateria di Posidonia dell'Isola d'Ischia.

I prelievi sono stati effettuati con due diverse tecniche che utilizzavano superfici di campionamento di 400 cm^2 e 5 m^2.

Sono state rinvenute 59 specie di Poriferi insediate unicamente sui rizomi ad eccezione di *Leucosolenia botryoides* presente anche sulle foglie.

La distribuzione all'interno della prateria avviene in maniera abbastanza irregolare e solo tre specie sono presenti in quasi tutte le stazioni; altre tre sembrano invece legate al livello più superficiale.

Il coefficiente di similitudine interstazionale si mantiene su livelli piuttosto bassi probabilmente per via della notevole dispersione del popolamento di Poriferi.

SUMMARY

Distribution of the epifauna of a Posidonia meadow of the Isle of Ischia (Naples): Porifera.

The fauna of Porifera living in a Posidonia meadow near Lacco Ameno (Isle of Ischia) have been studied.

Samples were collected by divers using two different techniques, total drawing and direct singling out of the species, on surfaces of 400 cm^2 and 5 m^2.

* Lavoro eseguito nell'ambito del Progetto Finalizzato « Oceanografia e Fondi Marini » del C.N.R.

Fifty-nine species of Porifera were found in the meadow; all but *Leucosolenia botryoides*, which was also found on the leaves, were settled on Posidonia rhizomes.

The distribution of the fauna of Porifera in the Posidonia bed was rather irregular: only three species (*Ute glabra, Adocia varia* and *Dysidea* sp. 2) were present in almost all the sampling stations, while *Mycale contareni, Rhaphidophlus joelicoeuri* and *Halichondria* sp. seem to be bound to the upper levels.

The statistical analysis, which shows very low similarities between the stations, confirms the irregular distribution observed for the Porifera.

Key words: benthos - Posidonia - Porifera.

Nell'ambito del « Posidonia Ecosystem Project » sono state condotte delle indagini sull'epifauna di Poriferi associata ad una prateria di Posidonia dell'isola d'Ischia.

Le raccolte sono state compiute nella prateria antistante Lacco Ameno e Punta Vico, lungo un transetto ideale, perpendicolare alla costa, con stazioni poste a 4 diversi livelli: —1, —5, —15 e —30 m. Sono stati utilizzati due diversi metodi di campionamento:

a) prelievo di tutto il materiale presente su una superficie di 400 cm^2;

b) prelievo, su una superficie di 5 m^2 suddivisa in 5 quadrati, dei rizomi e dei fasci sui quali venivano individuati, in immersione, Poriferi epifiti (BALDUZZI *et al.*, 1981).

Tutte le specie di Poriferi sono state ritrovate sui rizomi della Posidonia, ad eccezione della Calcispongia *Leucosolenia botryoides* che è presente anche sulle foglie. La durata limitata delle lamine foliari e le sollecitazioni meccaniche cui sono sottoposte ostacolano, evidentemente, lo sviluppo delle Demospongie.

Sono state identificate 59 specie di Poriferi (Tab. 1); un numero piuttosto alto se lo si confronta con precedenti ricerche condotte da SIRIBELLI (1963), che lavorando su 4 diverse praterie del Golfo di Napoli (Capri, Capo Posillipo, Canale di Procida e Canale d'Ischia) aveva identificato 50 specie, ma comunque assai inferiore a quello rilevato in altri ambienti costieri (SARÀ, 1960; PANSINI e PRONZATO, 1973; SARÀ *et al.*, 1978).

Il numero di specie per stazione tende a crescere sino al livello di 15 m (23 specie) per poi diminuire per la stazione più profonda (30 m) (Tab. 1). A questo livello, in effetti, la prateria di Ischia è vicina al suo limite inferiore e la densità dei rizomi appare molto ridotta.

La distribuzione delle specie all'interno della prateria avviene in maniera abbastanza irregolare: soltanto *Ute glabra, Adocia varia* e *Dysidea* sp. 2 sono presenti, infatti, in quasi tutte le stazioni esaminate (3 diverse profondità), mentre *Mycale contareni, Rhaphidophlus joelicoeuri* e *Hali-*

Tab. 1 — Elenco delle specie di Poriferi rinvenute nella prateria di Ischia e loro ripartizione alle diverse profondità

Stazioni	Prelievo su 5 m²				Prelievo su 400 cm²		
	1m	5m	15m	30m	5m	15m	30m
Specie							
1. *Clathrina falcata* (Haeckel)	—	—	1	—	—	—	—
2. *Clathrina reticulum* (Schmidt)	2	—	—	—	—	—	—
3. *Clathrina coriacea* (Montagu)	—	1	—	—	—	—	—
4. *Ute glabra* Schmidt	1	1	—	1	—	—	—
5. *Leucosolenia variabilis* Haeckel	—	—	—	—	0	—	—
6. *Sycon ciliatum* (Fabricius)	—	1	1	—	0	—	0
7. *Sycon elegans* (Bowerbank)	1	5	—	—	0	—	—
8. *Leuconia aspera* (Schmidt)	—	—	1	—	—	—	0
9. *Leuconia solida* (Schmidt)	—	—	—	1	—	—	—
10. *Oscarella lobularis* (Schmidt)	—	—	1	2	—	—	—
11. *Plakortis simplex* Schulze	—	—	1	—	—	—	—
12. *Plakina trilopha* Schulze	—	1	—	—	—	—	—
13. *Corticium candelabrum* Schmidt	—	1	2	—	—	—	—
14. *Tethya aurantium* (Pallas)	1	1	—	—	—	—	—
15. *Chondrilla nucula* Schmidt	—	—	—	—	—	0	—
16. *Aaptos aaptos* (Schmidt)	1	—	—	—	—	—	—
17. *Polymastia robusta* (Bowerbank)	—	—	—	1	—	—	—
18. *Terpios fugax* Duchassaing & Michelotti	—	—	—	1	—	—	0
19. *Cliona viridis* (Schmidt)	—	—	—	—	0	—	—
20. *Cliona* sp.	—	—	—	1	—	—	—
21. *Timea fasciata* Topsent	—	1	1	—	0	0	—
22. *Timea stellata* (Bowerbank)	—	—	—	—	0	—	—
23. *Timea stellifasciata* Sarà & Siribelli	—	—	—	—	—	0	—
24. *Timea unistellata* (Topsent)	—	2	—	—	0	—	—
25. *Timea* sp.	—	—	—	—	—	—	0
26. *Eurypon vescicularis* Sarà & Siribelli	—	—	1	—	—	0	—
27. *Eurypon* sp.	—	2	—	—	—	—	—
28. *Mycale contareni* (Martens)	4	—	—	—	—	—	—
29. *Mycale lingua* (Bowerbank)	—	3	—	—	—	—	—
30. *Crambe crambe* (Schmidt)	—	2	5	—	—	—	—

segue tab. 1

Stazioni	Prelievo su 5 m²				Prelievo su 400 cm²		
	1m	5m	5m	15m	15m	30m	30m
Specie							
31. *Crella elegans* (Schmidt)	1	—	—	—	—	—	—
32. *Myxilla rosacea* (Lieberkühu)	2	1	—	—	—	—	—
33. *Lissodendoryx isodictyalis* (Carter)	2	—	—	—	—	—	—
34. *Tedania anhelans* Lieberkühn	1	—	—	—	—	—	—
35. *Stylopus dujardini* (Bowerbank)	—	1	—	1	—	—	—
36. *Stylostichon fibulatum* Topsent	—	—	1	—	—	—	—
37. *Acarnus tortilis* Topsent	2	—	—	—	—	—	—
38. *Rhaphidophlus joelicoeuri* Topsent	5	—	—	—	—	—	—
39. *Microciona* sp.	—	—	1	—	—	—	—
40. *Halichondria* sp.	4	—	—	—	—	—	—
41. *Batzella inops* (Topsent)	—	—	2	—	—	—	—
42. *Hymeniacidon sanguinea* (Grant)	—	—	—	1	—	—	—
43. *Dictyonella incisa* (Schmidt)	—	—	2	—	—	—	—
44. *Dictyonella pelligera* (Schmidt)	—	—	1	—	—	—	—
45. *Adocia varia* Sarà	3	2	1	—	—	—	—
46. *Haliclona* sp. 1	—	1	—	—	—	—	—
47. *Haliclona* sp. 2	—	1	—	—	—	—	—
48. *Haliclona* sp. 3	—	—	—	—	0	—	—
49. *Reniera cratera* Schmidt	—	—	1	—	—	—	—
50. *Reniera* sp.	2	—	—	1	—	—	—
51. *Spongia officinalis* L.	—	—	1	—	—	—	—
52. *Spongia virgultosa* (Schmidt)	—	1	1	—	—	—	—
53. *Fasciospongia* sp.	—	—	1	—	—	—	—
54. *Cacospongia mollior* Schmidt	3	—	2	—	—	—	0
55. *Ircinia dendroides* (Schmidt)	—	—	1	—	—	—	—
56. *Ircinia spinosula* (Schmidt)	—	1	—	—	—	—	—
57. *Dysidea fragilis* (Montagu)	—	—	1	—	—	—	—
58. *Dysidea* sp. 1	1	—	—	—	—	—	—
59. *Dysidea* sp. 2	—	1	1	1	—	—	—

Chondria sp. sembrano invece legate al livello più superficiale, dove si trovano in 4 dei 5 quadrati esaminati.

A causa di questo tipo di distribuzione, ma anche della estrema dispersione del popolamento nell'ambiente, i livelli di associazione tra le varie stazioni, calcolati mediante il coefficiente di similitudine di SÖRENSEN (1948), si mantengono su valori piuttosto bassi (Fig. 1).

La mancanza di una zonazione strettamente legata alla profondità può essere messa in relazione con le condizioni esistenti nella prateria, dove la presenza di una fitta copertura foliare ha un'azione schermante per l' irra-

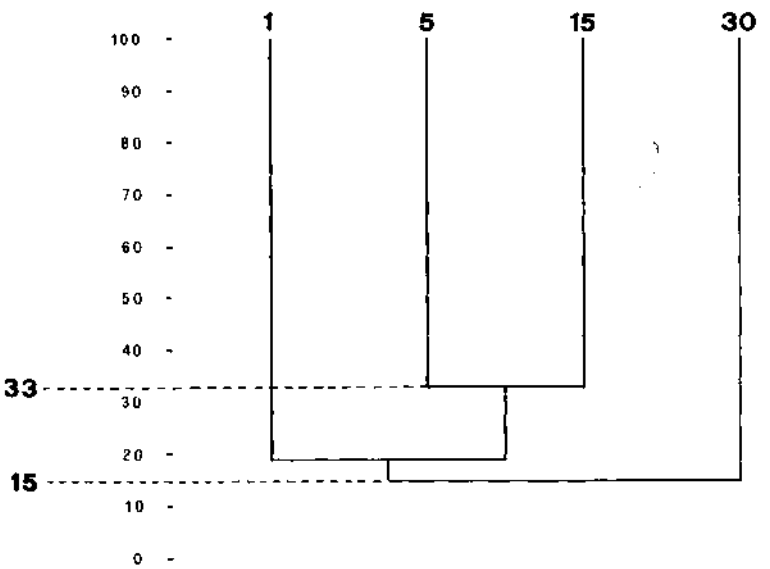


Fig. 1. — Dendrogramma costruito in base al coefficiente di similitudine interstazionale di Sorensen. Sulla sinistra sono riportati i livelli di associazione tra le varie stazioni, indicate dalla loro profondità in metri.

diazione luminosa, riducendo le differenze tra le varie quote. L'analisi della distribuzione batimetrica è ulteriormente complicata dalla riduzione della superficie disponibile per l'insediamento dei Poriferi, a causa della rarefazione della prateria in profondità.

I due metodi di raccolta impiegati hanno dato, come prevedibile, risultati assai differenti: 52 specie con il prelievo su 5 m^2 (4 stazioni) e 15 specie con il campionamento su 400 cm^2 (3 stazioni). Il primo sistema si è dimostrato chiaramente più efficiente per lo studio dei Poriferi, in un

ambiente, come la prateria di Posidonia, dove l'epifauna dei rizomi è notevolmente dispersa.

L'esame dei risultati ottenuti dallo studio di una prateria sita in un'altra area mediterranea (Mar Ligure), attualmente in corso, potrà rilevare l'eventuale esistenza di un popolamento caratteristico di questo ambiente.

BIBLIOGRAFIA

BALDUZZI A., BOERO F., PANSINI M. e PRONZATO R., 1981 — A method for semiquantitative sampling of the sessile epifauna of the *Posidonia oceanica* beds. — *Rapp. Comm. int. Mer Medit.,* Monaco, 27 (9): 247-248.

PANSINI M. e PRONZATO R., 1973 — Il coralligeno di Bogliasco ed il suo popolamento di Poriferi. — *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova,* Genova, 41: 5-34.

SARÀ M., 1960 — Poriferi del litorale dell'Isola d'Ischia e loro ripartizione per ambienti. — *Pubbl. Staz. Zool. Napoli,* Napoli, 31: 421-472.

SARÀ M., BALDUZZI A., BOERO F., PANSINI M., PESSANI D. e PRONZATO R., 1978 — Analisi di un popolamento bentonico di falesia del Promontorio di Portofino: dati preliminari. — *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova,* Genova, 45: 119-137.

SIRIBELLI L., 1963 — Considerazioni sulla fauna di Poriferi delle praterie di Posidonia nel Golfo di Napoli. — *Ann. Ist. Mus. Zool. Univ. Napoli,* Napoli, 15: 1-8.

SORENSEN T., 1948 — A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content. — *Biol. Skr.,* 5: 1-34.

Indirizzo degli Autori. — Istituto di Zoologia dell'Università, via Balbi 5, 16126 Genova (I).

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.), 3 1982, pp. 523-530

LORENZO ANTONIO CHESSA, EUGENIO FRESI, KARL WITTMANN,
PAOLA FRESI-ANGIONI

LA COMUNITÀ EPIFITICA DELLE FOGLIE DI *POSIDONIA OCEANICA* (L.) DELILE: ANALISI DEL RICOPRIMENTO LUNGO UN GRADIENTE BATIMETRICO *
(*Monocotyledoneae, Potamogetonaceae)*

RIASSUNTO

In questo lavoro è stata compiuta un'analisi del ricoprimento epifitico delle foglie di *Posidonia oceanica* lungo un gradiente batimetrico. Allo scopo sono stati effettuati campionamenti lungo un transetto ubicato presso il lido di Alghero (Sardegna). Nello studio del ricoprimento epifitico è stata fatta distinzione tra faccia interna ed esterna delle foglie e loro disposizione nel ciuffo. Parallelamente è stato compiuto uno studio biometrico delle foglie. I modelli di ordinamento ottenuti tramite due differenti tecniche di analisi multivariata, dimostrano una diversa strategia di ricoprimento per l'epiflora e l'epifauna. Tali differenze sembrano tradurre l'effetto dei principali fattori ambientali responsabili della zonazione degli organismi bentonici, quali idrodinamismo ed illuminazione.

SUMMARY

The epiphytic community of the leaves of Posidonia oceanica (L.) *delile: analysis of the covering along a bathymetric gradient.*

This issue, which is to be placed in the framework of « Posidonia Project», is an analysis of epiphytic covering of *Posidonia oceanica* leaves, along a bathymetric gradient. To¬ this purpose, we took samples along a transect at the depth of 3, 5, 10 e 20 meters, near Alghero (NW Sardina), following standard methodology. The covering was determined separately for epiflora and epifauna, making distinction between inner and outer side of the

* Lavoro eseguito con il contributo del C.N.R. (Programma Finalizzato « Oceanografia », Subprogetto « Risorse Biologiche »).

leaves and their arrangement in the single shoot. At the same time, we made a biometrical study of the leaves. In order to obtain a simultaneous representation of observation and variable points, two different techniques of multivariate analysis were used: 1° Principal Component Analysis (PCA), 2° Factorial RQ Analysis (RQA). The ordination patterns demonstrate a different covering strategy for epiflora and epifauna both in bathymetric gradient and in single leaves. These differences seem to express the effect of the most important environmental factors, such as hydrodynamism and illumination, which cause the benthic fauna zonation.

Key words: Epiphytes - Posidonia leaves - Alghero - PCA and RQA covering.

INTRODUZIONE

Il sistema costituito dalla Posidonia oceanica e dai suoi epifiti mostra, sia a seguito delle ricerche classiche che di quelle più recenti (KERNEIS, 1960; BEN 1971; RELINI ORSI, ZOTTI, RELINI, 1977; MAZZELLA, CINELLI, OTT, KLEPAL, 1978; HARLIN, 1980; WITTMANN, MAZZELLA, FRESI, 1980; CHESSA, 1980; PRONZATO, BELLONI, 1980; BOERO, 1980), un interesse ecologico sempre maggiore. Si tratta infatti, di un insieme regolato da complessi adattamenti reciproci che può essere preso a modello di una strategia di equilibrio e sopravvivenza di comunità bentoniche a prevalente regolazione edafica.

Questo lavoro, che si inserisce nell'ambito del « Progetto Posidonia », esamina il comportamento di un tale sistema lungo un gradiente di parametri climatici (quale quello che si riscontra in un transetto batimetrico), attraverso l'analisi di dati di ricoprimento epifitico e lo studio biometrico delle foglie della Posidonia. Esso rappresenta non solo un tentativo di dare risposte preliminari a questo problema ma anche un'occasione per calibrare le metodiche di analisi dell'informazione alle esigenze che il problema stesso pone.

MATERIALI E METODI

Il campionamento della Posidonia è stato effettuato col metodo dei quadrati standard indicato da GIRAUD *et al.* (1979), in quattro stazioni ubicate alle profondità di 3 (stazione 1), 5 (stazione 2), 10 (stazione 3) e 20 metri (stazione 4), presso il lido di Alghero (Sardegna). In laboratorio si è proceduto alle misurazioni della lunghezza e del ricoprimento dell'epiflora e dell'epifauna delle singole foglie. Durante tali misurazioni, le foglie, erano distinte in base alla loro posizione nel ciuffo. Il ricoprimento è stato

calcolato sia per la faccia interna che per quella esterna. Per l'analisi dei dati sono stati utilizzati due metodi di Analisi Multidimensionale l' ACP e l' ARQ.

ANALISI STRUTTURALE DELLA LUNGHEZZA FOGLIARE

Il modello di ordinamento dei dati di lunghezza fogliare è quello di Fig. 1. Nello spazio individuato dalle due componenti PC 1 e PC 2, si isolano quattro dense nuvole: G1, G2, G3 e G4, che contengono rispettivamente le osservazioni di —3, —5, —10 e —20 metri. I punti variabile, cioè le foglie (F) giacciono tutti nello spazio positivo di PC 1.

Interpretazione del modello

La prima componente traduce la variazione simultanea dei parametri considerati lungo il gradiente batimetrico in esame. Essendo i dati osser-

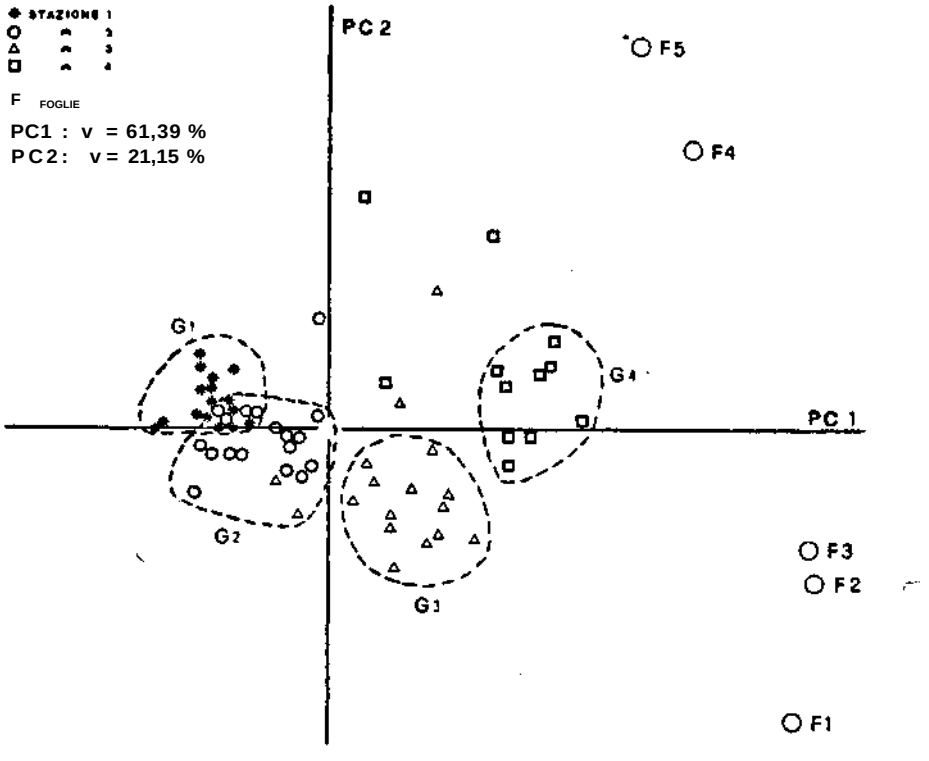


Fig. 1. — Analisi in Componenti Principali della lunghezza delle foglie della Posidonia.

vazione fortemente coerenti con le stazioni di appartenenza è evidente che il modello descrive l'incremento generalizzato della lunghezza fogliare contro il gradiente batimetrico, fatto che può essere messo in relazione con:

1) l'esigenza di un aumento della superficie fotosintetizzante in rapporto alla diminuzione dell'energia radiante;

2) il decremento, man mano che si procede in profondità, dei fenomeni erosivi sugli apici morti, dovuto ad una diminuzione dell'energia idrodinamica.

Dal modello risulta inoltre, che l'incremento globale in lunghezza delle singole foglie è ineguale lungo il gradiente batimetrico e che a tale incremento contribuiscono soprattutto le foglie più giovani del ciuffo (1^a, 2^a, 3^a). La componente PC 2, sembra soprattutto tradurre la variabilità in lunghezza delle singole foglie (si noti il comportamento estremamente coerente delle foglie specularmente corrispondenti: 2^a e 3^a; 4^a e 5^a).

Epiflora: modello di ordinamento

La prima componente oppone le osservazioni relative a —3 metri addensate nel cluster G1, alle restanti, raggruppate nei clusters G2, G3 e G4, che rappresentano rispettivamente le profondità di .5, 10 e 20 metri (Fig. 2).

La disposizione delle singole variabili, cioè delle foglie (F), di cui viene distinta la faccia interna da quella esterna è tale che: F3, F4 ed F5 risultano maggiormente correlate con PC 1 rispetto soprattutto ad F1. Dall'esame del modello e dei dati di ricoprimento risulta che:

1) il ricoprimento diminuisce con l'aumentare della profondità;

2) anche la variabilità intra ed interfascio del ricoprimento diminuiscono con l'aumentare della profondità;

3) non esiste praticamente differenza quantitativa, qualunque sia la profondità, tra il ricoprimento della faccia esterna e quello della faccia interna di ogni singola foglia.

Il modello descritto sembra tradurre, in conclusione, l'effetto del gradiente climatico (energia radiante soprattutto), combinato con la variazione del substrato colonizzabile, variazione dovuta pure a detto gradiente.

Quanto detto è vero per il primo asse. Il secondo rappresenta, invece, la risposta individuale delle singole foglie, esso può essere, in tal senso, interpretato come età delle foglie.

Epifauna: modello di ordinamento

Verso il polo positivo del fattore F 1 si dispongono le osservazioni relative alla stazione 1 (—3 metri), formando una nube allungata e poco

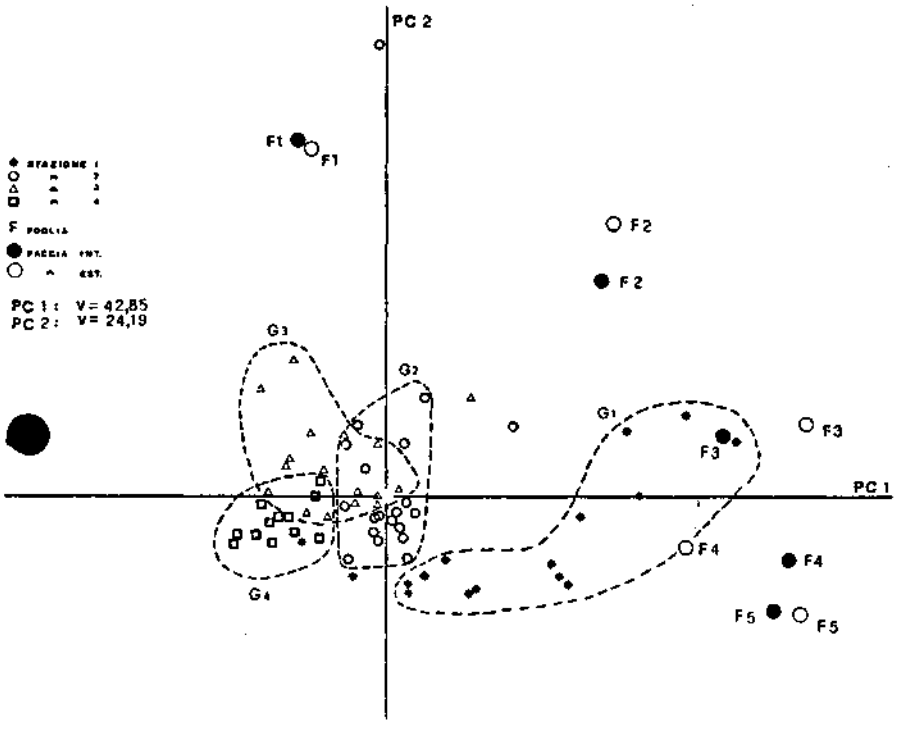


Fig. 2. — Analisi in Componenti Principali del ricoprimento vegetale delle toglie della Posidonia.

compatta cui partecipano anche le osservazioni di —20 m. Le restanti osservazioni formano una nube attorno all'origine degli assi all'interno della quale permangono distinte le zone dei —5 e dei —10 metri; quest'ultima zona è quella più prossima al polo negativo del fattore F 1. L'ordinamento dei punti-variabile è tale che le foglie appaiono per lo più raggruppate in un cluster relativamente compatto nella zona dei —5 e —10 m. Fanno eccezione la foglia 5ª e la 1ª (facce interne), che mostrano rispettivamente la maggior saturazione nel 1° e nel 2° fattore (Fig. 3).

L'interpretazione del modello è fattibile come segue:

a) il 1° fattore traduce l'aumento del ricoprimento globale che si verifica con l'aumentare della profondità; ciò è vero tuttavia solo fino a —10 metri, perché a —20 metri, il ricoprimento, mostra una diminuzione talora accentuata;

b) anche in questo caso la variabilità del ricoprimento è massima nei prelievi superficiali e minima in quelli profondi.

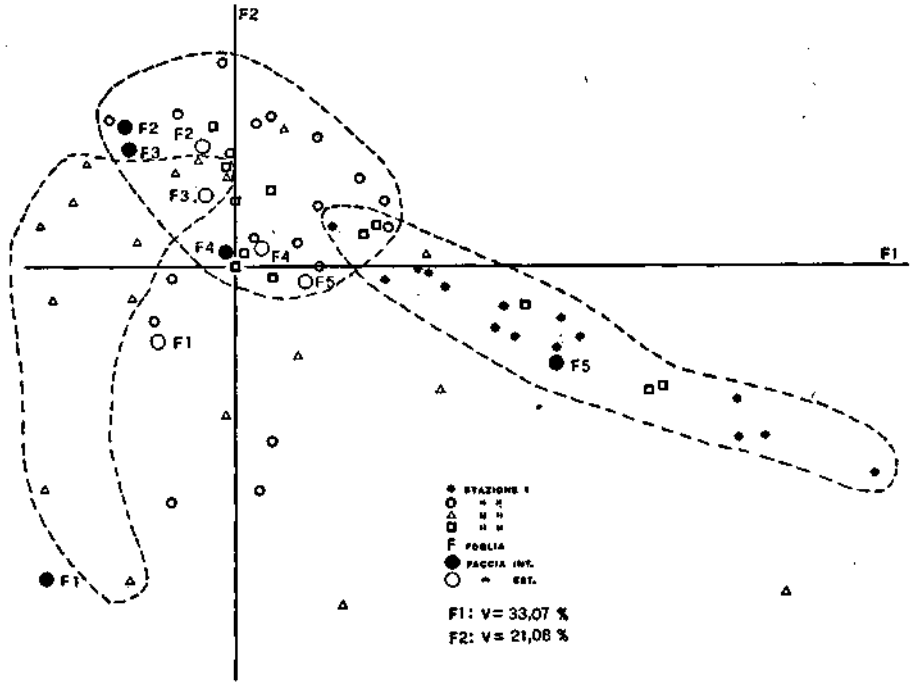


Fig. 3. — Analisi Fattoriale « RQ » del ricoprimento animale delle foglie della Posidonia.

Il 2° asse mostra la risposta individuale delle singole foglie e delle loro facce. È interessante notare che, mentre il ricoprimento interessa principalmente la foglia 5ª a bassa profondità, esso tende a ripartirsi con una certa uniformità sulle altre foglie a profondità maggiori. Il ricoprimento della foglia 1ª interna, assume importanza solo in casi sporadici, mentre la faccia esterna di questa, mostra il massimo ricoprimento nella zona dei —5 e —10 metri. Questo effetto faccia si manifesta anche per la foglia 5ª. Il modello mostra dunque un gradiente di ricoprimento animale lungo il transetto in esame che ha un massimo tra —5 e —10 metri e si inverte nettamente a profondità maggiore. Ciò può essere messo in relazione con il fatto che è soprattutto la variazione quali-quantitativa dell'idrodinamismo a condizionare la ripartizione verticale della fauna epifita del posidonieto costituita prevalentemente da « filter feeders » quali Idroidi e Briozoi. L'optimum idrodinamico per la fauna epifita verrebbe dunque raggiunto a profondità comprese tra —5 e —10 metri; al di sopra ed al di sotto le condizioni di turbolenza sarebbero meno favorevoli per eccesso o per difetto rispettivamente.

CONCLUSIONI

Riassumendo, sulla base delle informazioni ottenute dall'analisi strutturale dei dati si può concludere che:

1) passando da —3 a —20 metri la prateria in esame si è dimostrata tutt'altro che uniforme;

2) il differenziamento della prateria nelle quattro stazioni è fattibile più in base al carattere lunghezza delle foglie che non in base al ricoprimento delle stesse;

3) la distribuzione batimetrica dell'epiflora è più fortemente condizionata dal fattore illuminazione che dalla disponibilità di substrato; quella dell'epifauna soprattutto dal fattore idrodinamico;

4) per l'epiflora non è evidenziabile un « effetto faccia », tale effetto si presenta per l'epifauna ma solo limitatamente ad alcune foglie.

Queste conclusioni debbono ovviamente considerarsi preliminari e non generalizzabili ad altri siti e, soprattutto, ad altre stagioni dell'anno.

BIBLIOGRAFIA

BEN D. VAN DER, 1971 — Les epiphytes des feuilles de *Posidonia oceanica* Delile sur les cotes de la Méditerranée. — *Mem. Inst. Roy. Sci. Nat. Belgique,* 168: 1-101.

BOERO F., 1980 — Bathymetric distribution of the epifauna of a *Posidonia* meadow of the isle of Ischia (Naples). Hydroids. — *Rapp. Comm. int. Mer Médit.,* 27 (2): 197-198.

CHESSA L. A., 1980 — Macrofauna catturabile col gangano in due praterie di *Posidonia oceanica* (L.) Delile del litorale di Alghero. — *Mem. Biol. Marina e Oceanogr.,* Suppl. X, 383-384 (riassunto).

GIRAUD G., BOUDOURESQUE C. F., CINELLI F., FRESI E., MAZZELLA L., 1979 — Observations sur l'herbier de *Posidonia oceanica* (L.) Delile autour de l'Ile d'Ischia (Italie). — *Giornale Botanico Italiano,* 113 (4): 261-274.

HARLIN M. M., 1980 — Seagrass Epiphytes. Handbook of Seagrass Biology: An Ecosystem Perspective. Edited by R.C. Phillips & P. Mc Roy. — *Garland STPM Press N.Y.,* London.

KERNEIS A., 1960 — Contributions a l'étude faunistique et écologique des herbiers des Posidonies de la région de Banyuls. — *Vie et Milieu,* 11: 145-187.

MAZZELLA L., CINELLI F., OTT J., KLEPAL W., 1978 — Studi sperimentali «in situ» sull'epifitismo della *Posidonia oceanica* Delile. — *Quad. Lab. Tecnol. Pesca, 3* (1 suppl.): 481-492.

PRONZATO R., BELLONI S., 1980 — Osservazioni sull'epifauna dei rizomi di una prateria di Posidonia di Lacco Ameno d'Ischia. — *Mem. Biol. Marina e Oceanogr.,* suppl. X: 437-438.

RELINI ORSI L., ZOTTI A., RELINI G., 1977 — Epifauna sessile di *Posidonia oceanica* in una prateria profonda del Mar Ligure. — *Atti del IX Congresso S.I.B.M. - Lacco Ameno d'Ischia;* editi a cura di F. Cinelli, E. Fresi, L. Mazzella, 399-413.

WITTMANN K., MAZZELLA L., FRESI E., 1980 — Age specific patterns of leaf growth: their determination and importance for epiphytic colonization in *Posidonia oceanica* (L.) Delile. — *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 27 (2): 189-191.

Indirizzo degli Autori. — L. A. CHESSA - Istituto di Zoologia dell'Università, via Muroni 25, 07100 Sassari (I.) — E. FRESI - Laboratorio di Ecologia del Benthos della Stazione Zoologica di Napoli, Punta S. Pietro 1, 80077 Ischia Porto (I). — K. WITTMANN - Institut fur Allgemeine Biologie der Universität Wien (A.) — P. FRESI-ANGIONI - Istituto di Zoologia dell'Università, via Muroni 25, 07100 Sassari (I).

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.), 3 1982, pp. 531-540

SILVANO FOCARDI, EUGENIO FRESI e MARIA CRISTINA GAMBI

ANALISI DELLA DISTRIBUZIONE DEGLI ECHINODERMI DEI FONDI MOBILI DI DUE AREE DEL TIRRENO: UN'APPLICAZIONE DI TECNICHE MULTIDIMENSIONALI ([1])

RIASSUNTO

Nel corso di alcune ricerche sull'influenza dell'apporto fluviale sulle comunità bentoniche, sono state investigate due aree del Medio Tirreno interessate rispettivamente dallo sbocco dei fiumi Tevere e Ombrone. Vengono riferiti i dati relativi al sintaxon a Echinodermi con il duplice scopo di studiarne la zonazione in rapporto ai principali parametri ambientali e l'efficacia quali descrittori del comportamento dell'intera comunità. Si rivelano alcune differenze nelle due zone, in funzione soprattutto dei diversi regimi fluviali. In entrambi i casi la zonazione dell' Echinofauna riproduce, abbastanza fedelmente, quella della comunità globale.

SUMMARY

Analyses of the distribution of Echinoderms of the soft bottoms of two areas of the Tyrrhenian sea: an application of multidimensional techniques.

In the course of a study on the influence of river outflow on marine benthic communities, two areas were investigated; the zone in front of the Tiber and the zone in front of the Ombrone (Southern Tuscany). In this paper Echinoderms are considered both regarding their zonation along environmental gradients, and as possible « efficient descriptors » of the entire community.

From the results, a linkage clearly emerges between this syntaxon and a number of environmental parameters, the difference between the two areas studies being mainly due to regimes of the rivers.

([1]) Lavoro eseguito con i fondi CNR, contratto n. 426/80 IRSA.

In both cases the Echinoderms are good indicators of the behaviour of the entire community.

Key words: Echinoderms - outflow - benthos - Tyrrhenian sea.

INTRODUZIONE

L'influenza dell'apporto fluviale sulle comunità bentoniche marine è un problema interessante per vari ordini di motivi; la dissalazione delle acque, la deposizione di materiali con conseguente arricchimento di sostanza organica e gli eventuali riversamenti di inquinanti rappresentano infatti importanti sorgenti di distorsione sull'assetto normale delle comunità stesse.

Nel quadro di una ricerca su questi argomenti, abbiamo studiato due aree del mar Tirreno, entrambe antistanti la foce di un fiume (Tevere e Ombrone). In questo lavoro viene analizzato il sintaxon a Echinodermi sotto la duplice prospettiva di determinarne la distribuzione in rapporto ai principali parametri dell'ambiente e di valutarne l'efficacia quali descrittori sintetici del comportamento delle comunità nel loro complesso (GAMBI *et al.*, in questo stesso volume).

I campioni sono stati raccolti in 61 stazioni alla foce del Tevere (DELLA SETA *et al.,* 1977) e in 42 stazioni nell'area dell'Ombrone (CASTAGNOLO *et al.*, 1981; GAMBI e FRESI, 1981), a profondità comprese tra —3,5 e —100 m circa (fig. 1).

L'ordinamento simultaneo delle specie e delle stazioni è stato otte-

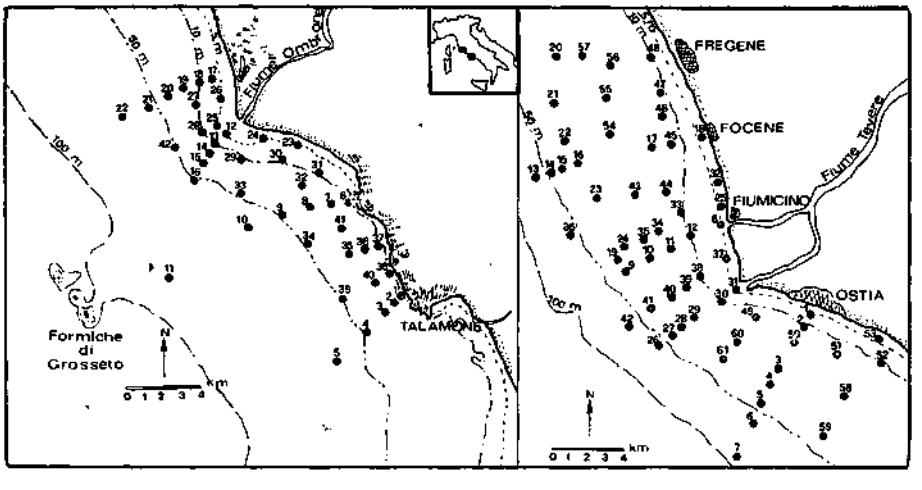


Fig. 1. - Mappa delle due aree di studio con le stazioni di campionamento.

nuto per mezzo di un'analisi fattoriale « RQ ». Questa tecnica permette infatti la rappresentazione nello stesso diagramma dei punti-variabile (specie) e dei punti-osservazione (stazioni), i cui spazi sono stati resi isomorfici con opportune trasformazioni. I diagrammi sono rappresentati nel piano definito dai due primi fattori.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Sono state rinvenute in totale 13 specie, 11 delle quali comuni alle due aree (tab. 1), a testimonianza della rimarchevole omogeneità della Echinofauna della regione Alto-Medio-Tirrenica (FABIANO, 1976; TORTONESE, 1977; ALBERTELLI *et al.*, 1978; ALBERTELLI *et al.*, 1980).

Tab. 1 — Elenco delle spècie di Echinodermi ritrovate

	Tevere	Ombrone
Trachythyone elongata (Düben-Koren)	+	+
Trachythyone tergestina (M. Sars)	+	+
Thyone fusus (O. F. Müller)	+	+
Labidoplax digitata (Montagu)	+	+
Astropecten irregularis pentacanthus (Delle Chiaje)	+	+
Astropecten jonstoni (Delle Chiaje)	+	+
Amphiura chiajei (Forbes)	+	+
Amphiura filiformis (O. F. Müller)	+	+
Amphiura brachiata (Montagu)	+	+
Ophiura texturata (Lamarck)	+	+
Ophiura grubei (Heller)	+	
Brissopsis lyrifera (Forbes)		+
Echinocardium cordatum (Pennant)	+	+

Il modello di ordinamento relativo alla foce del Tevere è visibile in fig. 2. Sono distinguibili 4 raggruppamenti, per ciascuno dei quali si individuano una o più « specie guida ». Procedendo da sinistra, si nota un denso cluster di stazioni associate al punto-specie O. *texturata.* Il cluster centrale contiene un numero limitato di osservazioni, ma molti punti-specie, relativi a *E. cordatum, A. jonstoni, A. brachiata, O. grubei, A. filiformis, T. tergestina* e *A. irregularis.* Il cluster presente nel II quadrante è associato a *T. elongata, T. fusus* e soprattutto a *A. chiajei.* Al cluster situato nel I quadrante, infine, è associato il punto-specie *L. digitata.*

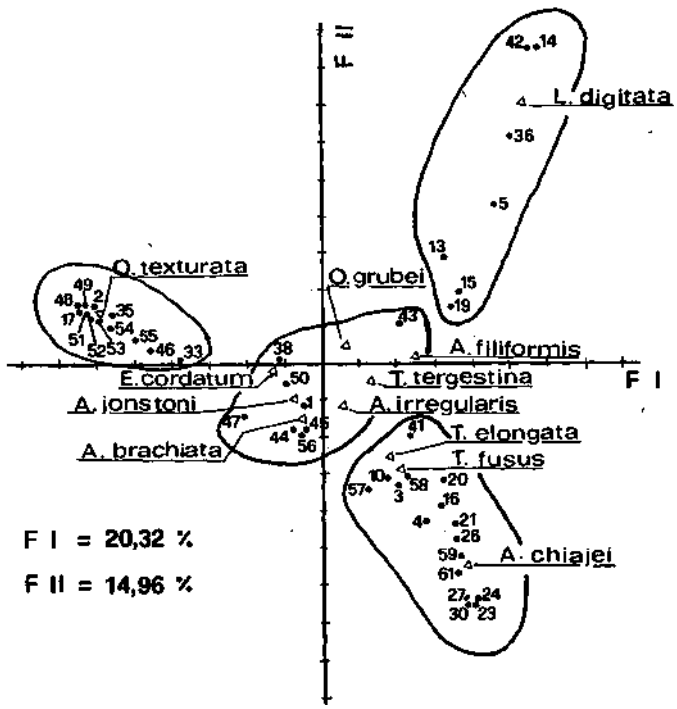


Fig. 2. — Modello di ordinamento relativo all'area del Tevere.

La trasposizione su mappa di questo modello (fig. 3) ne rende la lettura immediata; si rivelano infatti alcune bande che mostrano la zonazione dell'Echinofauna dalla costa verso il largo. Si individuano una banda costiera, a sedimento psammitico, la cui specie guida è O. *texturata;* una banda intermedia suddivisibile in due zone: zona a *T. tergestina* e *A. filiformis;* zona a *T. elongata, T. fusus* e *A. chiajei.* Queste identificano la comunità dei sedimenti misti, rispettivamente arricchiti in psammiti e peliti; alla prima, presente soprattutto a Nord della foce, sono riferibili anche alcune stazioni incluse nella banda delle sabbie. La terza banda, infine, caratterizzata dalla specie-guida L. *digitata,* corrisponde alla comunità delle peliti.

Da notare, inoltre, la zona direttamente antistante la foce ed estesa a Nord lungo la costa, in cui non sono stati rinvenuti Echinodermi. L'assenza di questi animali in quest'area sottoposta direttamente all'apporto fluviale (dissalazione, inquinamento, ecc.), unitamente alla massiccia presenza del « suspension feeder » *A. filiformis* (BUCHANAN, 1964) nel misto

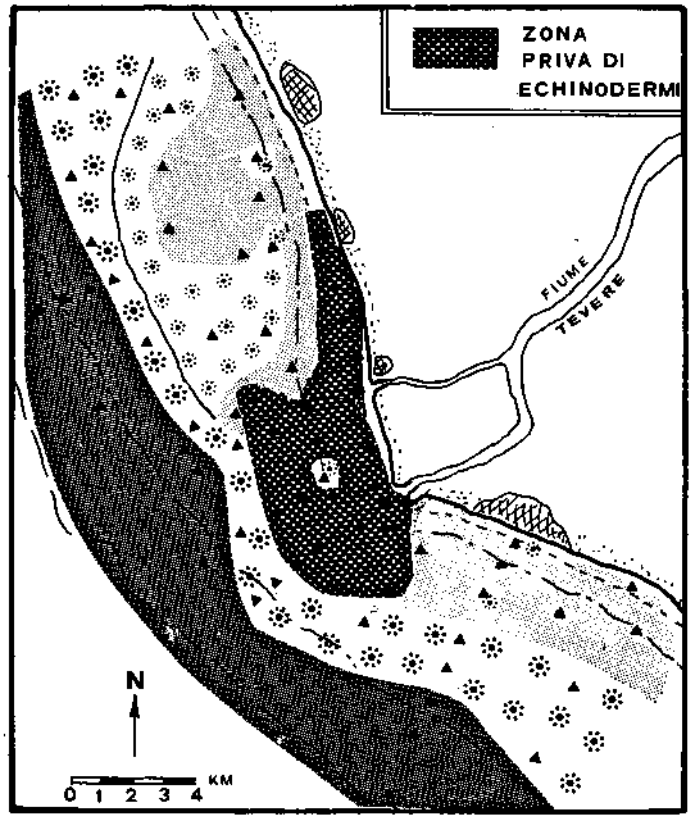


Fig. 3. — Zonazione dell'Echinofauna alla foce del Tevere.

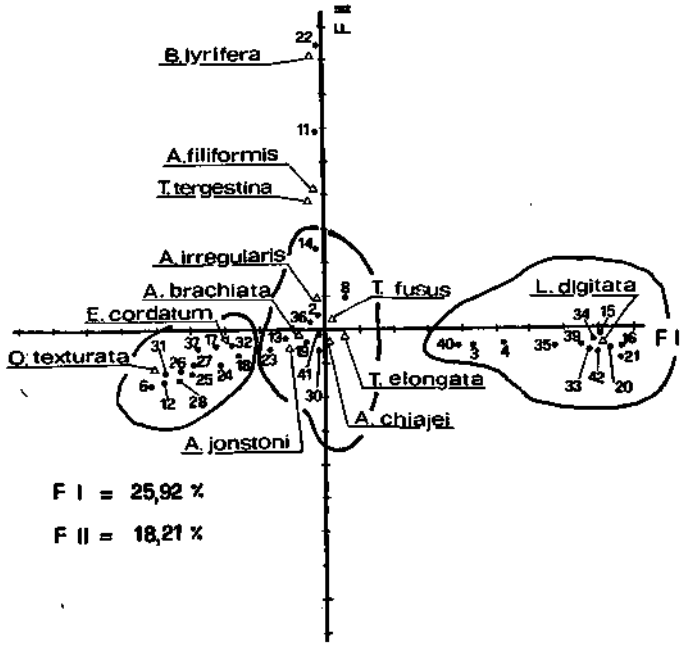


Fig. 4. — Modello di ordinamento relativo all'area dell'Ombrone.

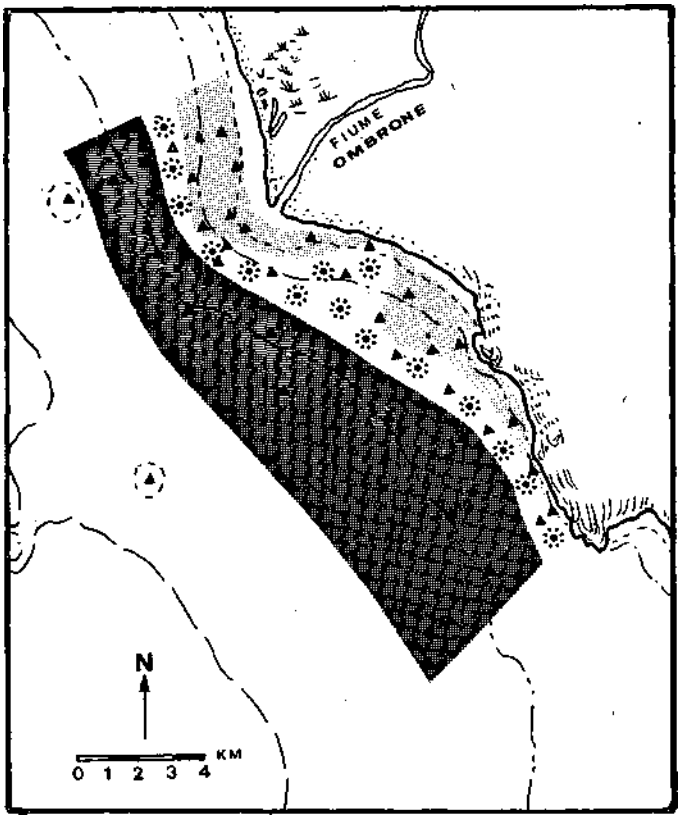


Fig. 5. — Zonazione dell'Echinofauna alla foce dell'Ombrone.

posto a Nord di essa, consente di definire, su basi biologiche, la direzione prevalente della piume del Tevere.

La distribuzione degli Echinodermi nell'area dell'Ombrone è sintetizzata nell'ordinamento visibile in fig. 4. Da sinistra a destra si osservano 3 raggruppamenti isolati dal primo fattore, con una discontinuità evidente solo nella sua porzione positiva. Il primo cluster viene caratterizzato da *O. texturata* e *E. cordatum;* il secondo dal complesso di specie *A. jonstoni, A. brachiata, A. irregularis, T. fusus, T. elongata* e *A. chiajei.* Il terzo cluster, infine, ha come specie-guida *L. digitata.* Il secondo fattore gioca in questo caso un ruolo molto modesto, isolando verso il suo polo positivo un paio di stazioni associate a *B. lyrifera. A. filiformis* e *T. tergestina,* che appaiono fortemente correlate, occupano una posizione intermedia e sono assimilabili al cluster centrale.

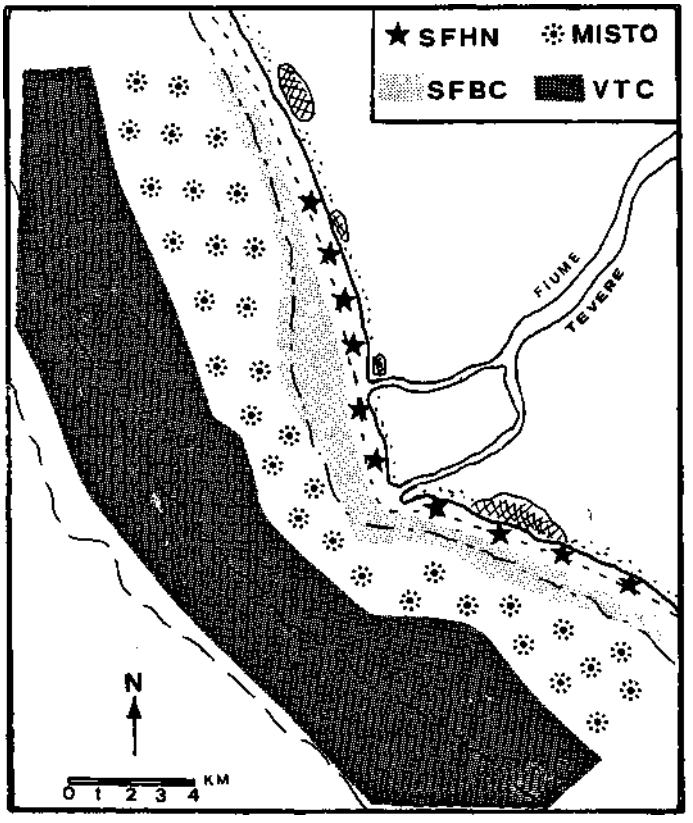


Fig. 6. — Zonazione delle Biocenosi alla foce del Tevere.

Trasposto su mappa (fig. *5)* questo modello mostra la zonazione lineare dell'Echinofauna dalla costa verso il largo in diretta dipendenza del gradiente granulometrico. Si riconoscono una banda costiera, per altro non molto distinta da quella intermedia, a sedimento psammitico; una a sedimento misto; una a sedimento pelitico, caratterizzata da *L. digitata.*

La zonazione del sintaxon è in questo caso governata esclusivamente dalla variazione dei sedimenti, sentita in maniera netta soprattutto nel passaggio dal misto alle peliti. Il fiume non sembra giocare alcun ruolo, se non in termini di deposizione, come suggerisce l'allargamento della banda sabbiosa a Nord della foce.

La comparazione dei due ordinamenti mette in luce la notevole differenza dell'apporto tra i due fiumi a regimi assai diversi. Mentre infatti l'influenza dell'Ombrone sembra impercettibile a livello dell'Echinofauna, quel-

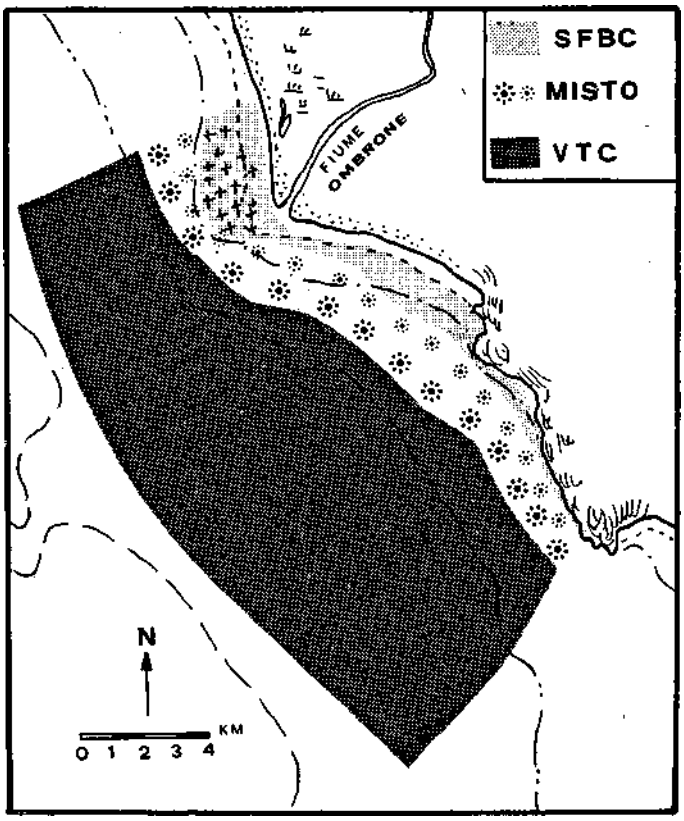


Fig. 7. — Zonazione delle Biocenosi alla foce dell'Ombrone.

la del Tevere si manifesta nel creare una zona inadatta a questi animali e nel suddividere la comunità dei sedimenti misti in due associazioni.

Resta comunque da rimarcare la relativa coerenza, nelle due zone, della fascia psammitica a O. *texturata* e di quella pelitica a *L. digitata*. Occorre a questo proposito rilevare che mentre questi dati confermano quanto riportato in letteratura sull'ecologia dell'oloturia (PICARD, 1965; ZAVODNIK, 1971), danno per *O. texturata* una indicazione di un rapporto più stretto con l'ambiente delle sabbie.

Per valutare l'efficacia del sintaxon a Echinodermi quale descrittore sintetico dell'intera comunità, abbiamo riportato nelle figg. 6 e 7 le mappe della zonazione delle biocenosi nelle due aree studiate.

Alla foce del Tevere, dalla costa verso il largo, si osservano:

1) una zona immediatamente a ridosso della costa, riferibile ad una biocenosi SFHN;

2) una zona, tra i —5 e i —10 m, riferibile alla biocenosi SFBC;

3) una zona a sedimenti misti, fino verso i —20 m circa;

4) una zona a sedimento pelitico, riferibile alla biocenosi VTC.

Per quanto riguarda l'area antistante l'Ombrone, rileviamo:

1) una zona a sedimento psammitico, all'interno della quale si evidenziano un aspetto « tipico » della biocenosi SFBC ed uno « arricchito » dall'apporto fluviale (la biocenosi SFHN non compare nello schema in quanto non campionata);

2) una zona a sedimenti misti, suddivisibile in due aree di transizione, rispettivamente verso la sabbia e verso il fango;

3) una zona a sedimento pelitico, riferibile alla biocenosi VTC.

Confrontando i vari risultati si vede come gli Echinodermi riproducano abbastanza fedelmente la zonazione della comunità globale, anche se « sentono » in modo poco marcato il passaggio tra l'ambiente delle sabbie e quello del sedimento misto. All'interno di questo complesso infatti gli Echinodermi si presentano con la massima diversità specifica e sembrano incapaci di rivelarne gli aspetti di transizione.

BIBLIOGRAFIA

ALBERTELLI G., CATTANEO M., DELLA CROCE N., DRAGO N., 1978 — Benthos della piattaforma continentale ligure (Chiavari): Ottobre 1977 - Ottobre 1978. Rapporto tecnico n. 7. — *Università di Genova.*

ALBERTELLI G., CATTANEO M., DELLA CROCE N., DRAGO N., 1980 — Benthos della piattaforma continentale ligure (Chiavari): Ottobre 1978 - Gennaio 1980. Rapporto tecnico n. 10. — *Università di Genova.*

BUCHANAN J. B., 1964 — A comparative study of some features of the biology of *Amphiura filiformis* and *Amphiura chiajei* (Ophiuroidea) considered in relation to their distribution. — *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, Cambridge, 44: 565-576

CASTAGNOLO L., FALCIAI L., FOCARDI S., GAMBI M. C, SPADINI V., 1981 — Dati preliminari sulle biocenosi dei fondi mobili dragabili di fronte al fiume Ombrone. — *Quad. Lab. Tecnol. Pesca,* Ancona, 3 (1): 551-561.

DELLA SETA G., MINERVINI R., MUSSINO R., CASTAGNOLO L., FOCARDI S., RENZONI A., 1977 — v Primi risultati dello studio sui popolamenti bentonici dei fondi mobili dragabili alla foce del Tevere. — *Atti del IX Congresso S.I.B.M.,* Ischia, 1977: 215-327.

FABIANO M., 1976 — Gli Asteroidi del Mediterraneo: elenco delle specie e note di aggiornamento. — *Ann. Mus. St. nat. Genova,* 81: 1-6.

GAMBI M. C., FRESI E., 1981 — Ecology of soft-bottom macrobenthos along the coast of Southern Tuscany (Parco Naturale della Maremma). — *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.,* Principauté de Monaco, 27 (2): 123-125.

GAMBI M. C., FRESI E., GIANGRANDE A., 1983 — Descrittori efficaci di comunità bentoniche. — *Naturalista sicil.* (in questo stesso volume).

PICARD J., 1965 — Recherches qualitatives sur les biocenoses marines des substrats meubles dragables de la région marseillaise. — *Rec. Trav. St. Mar.,* Endoume, 52 (36): 1-160.

TORTONESE E., 1977 — Recenti acquisizioni e rettifiche intorno ai Crinoidi, Oloturoidi, Ofiuroidi ed Echinoidi del Mediterraneo, con particolare riguardo alla fauna italiana. — *Atti Soc. ital. Sci. Nat. Museo Civ. Stor. Nat.,* Milano, 118 (3-4): 333-352.

ZAVODNIK D., 1971 — Contribution to the dynamics of benthic communities in the region of Rovinij. — *Thal. Jugosl.,* 7 (2): 447-514.

Indirizzo del 1° Autore. — Istituto di Anatomia Comparata, Via delle Cerchia 3, 53100 Siena (I).

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.), 3 1982, pp. 541-545

FERDINANDO BOERO

OSSERVAZIONI ECOLOGICHE SUGLI IDROIDI DEL SISTEMA FITALE DEL PROMONTORIO DI PORTOFINO (GENOVA, ITALIA) *

RIASSUNTO

Il popolamento di Idroidi del Promontorio di Portofino presenta notevoli variazioni stagionali dovute alle grandi differenze di temperatura tra i mesi caldi e quelli freddi. La distribuzione batimetrica delle varie specie è influenzata da luce e idrodinamismo. Alcune specie del genere *Eudendrium* occupano, nei mesi invernali, lo spazio lasciato libero dalle alghe estive, assumendo un ruolo di assoluta predominanza.

SUMMARY

Ecological observations on the Hydroids of the phytal system of the Portofino Promontory (Genoa, Italy).

The Hydroid fauna of the Portofino Promontory consists of nearly one hundred species: its composition and bathimetrical distribution have been studied in a single station from 0 to 20 m depth; other samplings have been made along the Promontory coast as deep as 50 m. The great temperature differences between warm and cold months cause sharp seasonal variations in the population composition, while light and water movement affect the population distribution at the various depths. The genus *Eudendrium* is very abundant and some of its species have a prominent role in cold months, when they take the place of the big summer algae. This alternating of *Eudendrium* and algae affects the

* Lavoro eseguito nell'ambito del P.F. « Oceanografia e Fondi Marini » sub-progetto « Risorse Biologiche » del C.N.R.

development of a great part of the Hydroid species, which can be divided in two ecological groups: 1) summer species, living on algae; 2) winter species, living on *Eudendrium*.

Key words: Hydroids - ecology - Ligurian Sea - Mediterranean.

Gli Idroidi sono di solito abbondanti nelle biocenosi bentoniche di substrato duro e si presentano con grande varietà di specie trovandosi, a volte, in condizioni di netta predominanza rispetto a tutti gli altri organismi. Lo studio della loro ecologia, però, non è stato molto approfondito: per quanto riguarda l'area mediterranea l'unica ricerca monografica esistente è quella di RIEDL (1959) sugli Idroidi delle grotte sottomarine. MERGNER (1977) ha proposto l'utilizzazione di alcune specie di Idroidi come indicatrici di parametri ambientali nelle barriere coralline.

Le difficoltà classificative e la delicatezza degli organismi (che facilmente si deteriorano se non fissati subito e in modo opportuno) hanno contribuito a far sì che questo gruppo fosse ignorato in molti studi biocenotici.

L'impiego dell'attività subacquea ha reso possibile lo studio diretto delle biocenosi bentoniche di substrato duro e le conoscenze in questo campo sono progredite in maniera determinante. Gli strumenti tradizionali di raccolta, infatti, non sono in grado di effettuare campionamenti che tengano conto delle condizioni microambientali, di notevole importanza quando anfrattuosità e rilievi provocano grandi variazioni nella distribuzione e composizione dei popolamenti, anche in aree circoscritte.

Nel 1977 ho iniziato una serie di raccolte sulla falesia di Portofino, lungo una parete verticale fino a 20 m di profondità, suddivisa in quattro fasce di campionamento di cinque metri ciascuna; particolare attenzione è stata prestata alla zona superficiale, con un'area di studio da 0 a 0,5 m; occasionalmente le raccolte sono state effettuate fino a 50 m. La ripetizione mensile di osservazioni e campionamenti alla stazione fissa e le raccolte sporadiche in altre località hanno portato alla ricostruzione del ciclo stagionale del popolamento di Idroidi, con l'identificazione di poco meno di cento specie.

La temperatura, dai 12-13 °C dei mesi invernali, arriva a 26-28 °C in estate ed è il fattore che maggiormente influenza la composizione del popolamento, provocando notevoli variazioni stagionali. La distribuzione delle specie di Idroidi è invece causata da luce e idrodinamismo. La presenza di zooxantelle nel cenosarco di numerose specie fa sì che esse si insedino vicino alla superficie, in modo da essere esposte più o meno direttamente alla luce. In alcuni casi, d'altra parte, la presenza di luce può essere interpretata come un fattore limitante: *Synthecium evansi* (Heller, 1868), ad esempio, è tipico del coralligeno (dove luce e idrodinamismo sono atte-

nuati), ma si può trovare in spaccature a 1-2 m di profondità, dove la luce è tenue e l' idrodinamismo intenso. Questo indica che le esigenze di questa specie la legano a profondità maggiori per evitare una forte intensità luminosa, mentre l'attenuazione del moto ondoso non è necessaria per la sua sopravvivenza.

La variabilità morfologica di numerose specie di Idroidi è direttamente legata all' idrodinamismo e la stessa specie può presentare notevoli differenze alle varie profondità o a seconda dell'esposizione (RIEDL, 1971). I popolamenti superficiali, di solito, sono composti da specie con esemplari di piccola taglia e con idrocaule molto anellato, per aumentare la resistenza della colonia. Numerose specie superficiali sono prive di zooxantelle e la loro distribuzione si direbbe, quindi, poco interessata dal fattore luce.

La ricerca di una migliore situazione trofica impone a tutte le specie di Idroidi di insediarsi dove il ricambio d'acqua attorno alla colonia sia il più efficace possibile. Alcune specie risolvono questo problema insediandosi in superficie, altre raggiungendo dimensioni notevoli e particolari conformazioni e disposizioni della colonia, altre ancora entrando in simbiosi con filtratori attivi (Lamellibranchi) o con rappresentanti della fauna vagile (paguri); è anche molto diffuso il fenomeno dell' acrofilia.

Nell'area presa in considerazione, fra 0 e 0,5 m, *Sertularella gaudichaudi* f. *lagenoides* (Lamouroux, 1824) e *Aglaophenia octodonta* (Heller, 1868) sono molto abbondanti; nella stagione fredda *Tubularia larynx* (Ellis e Solander, 1786) ed *Eudendrium ramosum* (L., 1758) assumono notevole importanza tra 0,5 e *5-6* m, per essere sostituiti, in estate, da *Eudendrium racemosum* (Cavolini, 1785), anche se nella stagione calda sono le alghe ad assumere il ruolo più importante. Tra 5-6 m e 10 m il popolamento di Idroidi presenta condizioni di transizione, con la sovrapposizione delle specie dei livelli superiori e inferiori, senza che nessuna abbia il predominio sulle altre. A partire da circa 10 m, in inverno, *Eudendrium glomeratum* (Picard, 1952) ed *E. ramosum* prendono il posto di *Dictyopteris membranacea* (Stack House) Batters (alga dominante in estate), diventando gli organismi più abbondanti. (Fig. 1).

L'alternanza alghe grandi *Eudendrium* è la caratteristica generale più evidente della zona studiata e condiziona buona parte del popolamento di Idroidi: sotto i 10 m, in estate, si trovano specie che vivono sulle alghe e, in inverno, specie che vivono sui grandi *Eudendrium.* All'interno di questa alternanza si inseriscono molte altre situazioni, con specie che vivono su substrati particolari (spugne, alghe non stagionali, gorgonie, etc.) o in microambienti costituiti, in genere, dalle piccole cavità di cui è ricca la zona.

Con l'aumentare della profondità, a partire da circa 40 m, i generi

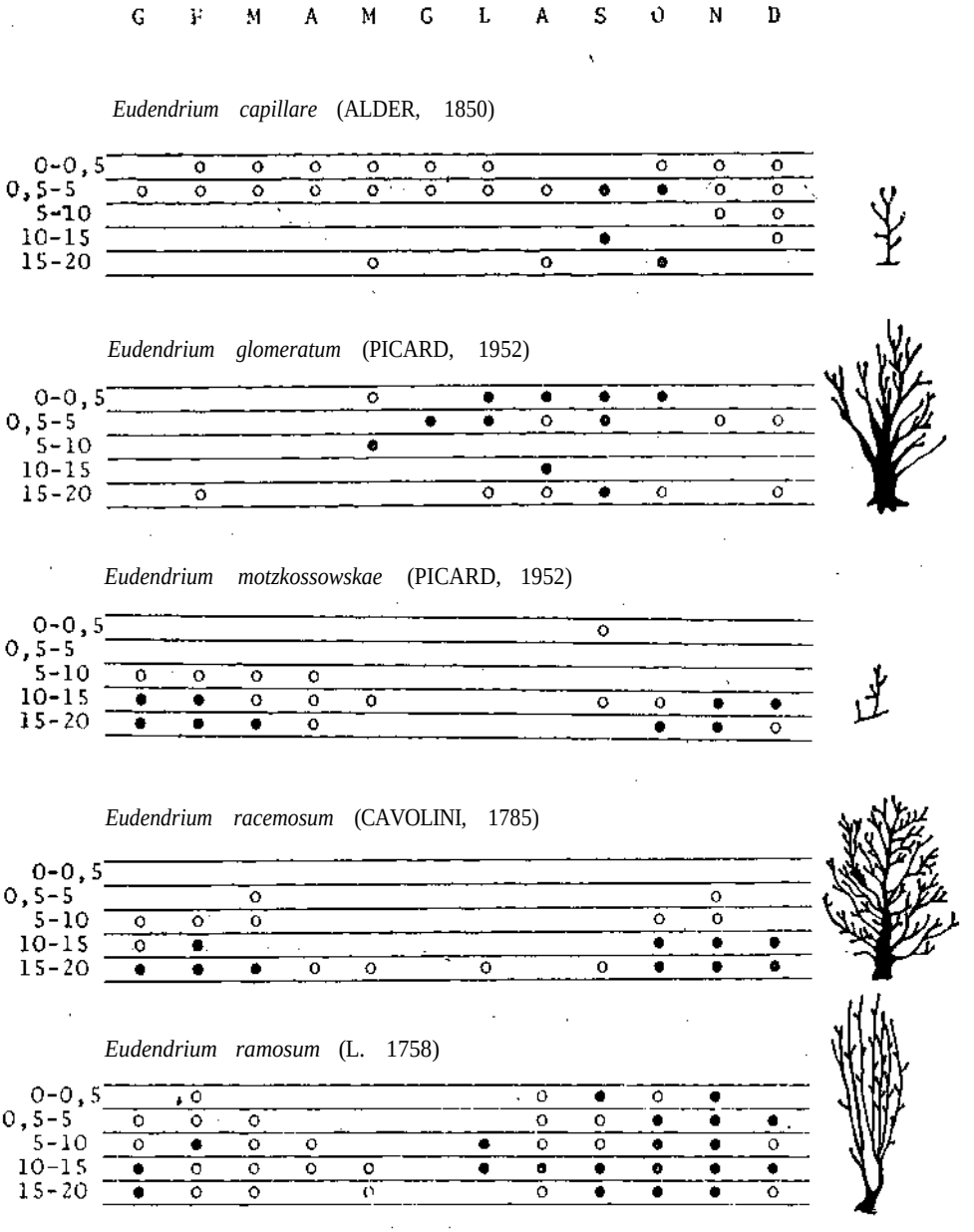


Fig. 1. — Distribuzione batimetrica e stagionale delle specie del genere *Eudendrium* a Portofino. I circoli bianchi indicano che la specie è presente; i circoli neri che la specie è presente e fertile.

Nemertesia e *Thecocarpus* sono abbondanti, fino a costituire vere e proprie praterie.

Le specie nominate sono solo una piccola parte di quelle trovate e le schematizzazioni proposte sono molto semplificate, in attesa di una completa elaborazione delle informazioni raccolte. Le osservazioni riportate sono valide per l'ambiente studiato, ma devono essere ripetute in località diverse, dove raccolte sporadiche hanno già rilevato notevoli differenze rispetto a Portofino.

Una sintesi generale sull'ecologia degli Idroidi dei fondi duri mediterranei è quindi ancora impossibile e molte lacune devono essere colmate; da questi primi dati appare comunque evidente che il popolamento di Idroidi risponde molto bene alle variazioni dei più importanti fattori ambientali e che alcune specie-chiave potranno essere impiegate come indicatori ecologici.

BIBLIOGRAFIA

MERGNER H., 1977 — Hydroids as indicator species for ecological parameters in Caribbean and Red Sea coral reefs. — *Proc. int. Coral Reef Symp.,* Miami, 3 (1): 119-125.

RIEDL R., 1959 — Die Hydroiden des Golfes von Neapel und ihr Anteil an der Fauna unterseeischer Hölen. Ergebnisse der Osterreichischen Tyrrhenia-Expedition 1952. Teil XVI. — *Pubbl. Staz. Zool. Napoli,* Napoli, 30 (Suppl.): 589-755.

RIEDL R., 1971 — Water Movement. In: O. Kinne: «Marine Ecology ». — *J. Wiley,* London: 1123-1156.

Indirizzo dell'Autore. — Istituto di Zoologia, Via Balbi 5, 16126 Genova (I).

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.), 3 1982, pp. 547-552

CONCETTO AMORE, GRAZIA CANTONE, ANTONINO CASTAGNA,
BARBARA COSTA, ITALO DI GERONIMO, GIUSEPPE FASSARI,
FELICE SARRO, FULVIA SINATRA

PRIMI DATI SUI POPOLAMENTI BENTONICI, SUI SEDIMENTI E SULLE CARATTERISTICHE FISICO-CHIMICHE DELLE ACQUE DEL GOLFO DI CATANIA

RIASSUNTO

Gli AA. espongono i risultati di una campagna oceanografica condotta sulla piattaforma continentale del Golfo di Catania. Sono state campionate *52* stazioni a profondità compresa tra 6 e 118 m, prendendo in esame sedimenti (distribuiti in fasce granulometriche parallele alla costa), alcuni metalli pesanti (Zn, Cr, Pb, Cu, Cd), nonché le biocenosi bentoniche. La fascia più litoranea (6-18 m) è occupata dalla Biocenosi delle Sabbie Fini Ben Classate (SFBC), seguita (24-90 m) da quella dei Fanghi Terrigeni Costieri (VTC); tra le due si nota una facies di transizione. La fascia più esterna è caratterizzata da una facies di transizione tra la biocenosi VTC e quella dei Fanghi Batiali (VP).

SUMMARY

First data on benthic biocoenoses, sediments and the physico-chemical characteristics of the water of the Gulf of Catania.

In summer 1977 samples of water and bottom were obtained at depths between 6 and 118 m in 52 stations in the Gulf of Catania. The Authors report data on sediments (distributed in granulometric bands parallel to the coast), physico-chemical characteristics (temperature, salinity, dissolved O_2, BOD, pH, nutrients), some heavy metals (Zn, Cr, Pb, Cu, Cd) and on benthic biocoenoses made up of Polychaeta and Mollusca. At depths between 6 and 18 m SFBC (of Fine Well-Sorted Sand) and between 24 and 90 m VTC (of the Terrige¬neous Mud) biocoenoses were found; a facies of transition was present between these two bands. A facies of transition between VTC and VP (of the Bathyal Mud) biocoenoses was observed at over 90 m.

Key words: biocoenotic cartography - benthic biocoenoses - Mollusca - Polychaeta - sediments - heavy metals - physico-chemical characteristics - Mediterranean - Gulf of Catania.

Vengono esposti i risultati della campagna oceanografica condotta sulla piattaforma continentale del Golfo di Catania nell'estate 1977. Tali risultati riguardano alcuni parametri fisico-chimici delle acque, la granulometria dei sedimenti e la concentrazione di alcuni metalli pesanti in essi presenti, nonché le biocenosi bentoniche. Sono state campionate, lungo 9 profili normali alla costa, 52 stazioni comprese tra 6 e 118 m di profondità.

Il Golfo di Catania è limitato a Nord dalle coste laviche dell'Etna e a sud dalle lave e calcareniti pleistoceniche dell'altopiano Ibleo; è interessato per tutta la sua estensione da una ampia spiaggia sabbiosa, con alle spalle la piana alluvionale di Catania, solcata dai fiumi Simeto e San Leonardo. La piattaforma continentale è stretta ed allungata, ha una ampiezza di circa 8 miglia e degrada dolcemente sino a circa 90 m oltre cui si ha un notevole incremento della pendenza.

Per quel che riguarda i parametri delle acque sono stati presi in considerazione temperatura, salinità, ossigeno disciolto, con relativa saturazione percentuale, BOD, pH, e sali nutritivi (Nitriti, nitrati e fosfati) (Tab. 1). I risultati ottenuti rientrano nel normale ambito di variabilità delle condizioni oceanografiche del mare Jonio, in particolare la Tº massima superficiale è di 26,30°C (mentre quella minima profonda è 14,68°C). L'ossigeno ha valori tali che la saturazione percentuale risulta compresa tra un minimo di 90% ed un massimo del 110%. La salinità è compresa tra un minimo di 38,27‰ ed un massimo di 38,62‰. Il valore più elevato del BOD è 1,43 mg/l, mentre il pH oscilla tra 8,04 e 8,20. I sali nutritivi, infine, sono piuttosto scarsi: i nitriti presentano un massimo di 0,730 µg/l, i nitrati un massimo di 0,617 µg/l ed i fosfati 0,531 µg/l.

I sedimenti (Fig. 2) sono distribuiti, in generale, secondo delle fasce granulometriche allungate parallele alla costa; ad una fascia costiera di sabbie fini più o meno limose ne succede una con limi leggermente sabbiosi o argillosi, e quindi una con argille più o meno limose. Fa eccezione a questo schema generale una sacca di sabbie fini residuali würmiane presenti sul bordo della piattaforma, a circa 110 m di profondità, 3 miglia al largo del porto di Catania.

Sono stati ricercati nei sedimenti i seguenti metalli pesanti: Zn, Cr, Pb, Cu, Cd, (Tab. 1). La loro distribuzione è per bande di concentrazione parallele alla costa e per valori crescenti verso il largo, in accordo con la distribuzione granulometrica dei sedimenti. Si notano solo delle anomalie di distribuzione per quel che riguarda Zn e Cr, che presentano dei massimi in corrispondenza del bordo della piattaforma al largo della foce del Simeto: Zn raggiunge un massimo di 236 ppm e Cr un massimo di 29,81 ppm; le concentrazioni medie di Zn sono circa 51 ppm, Cd 3 ppm, Cr 17 ppm, Pm 12 ppm, e Cu 13 ppm.

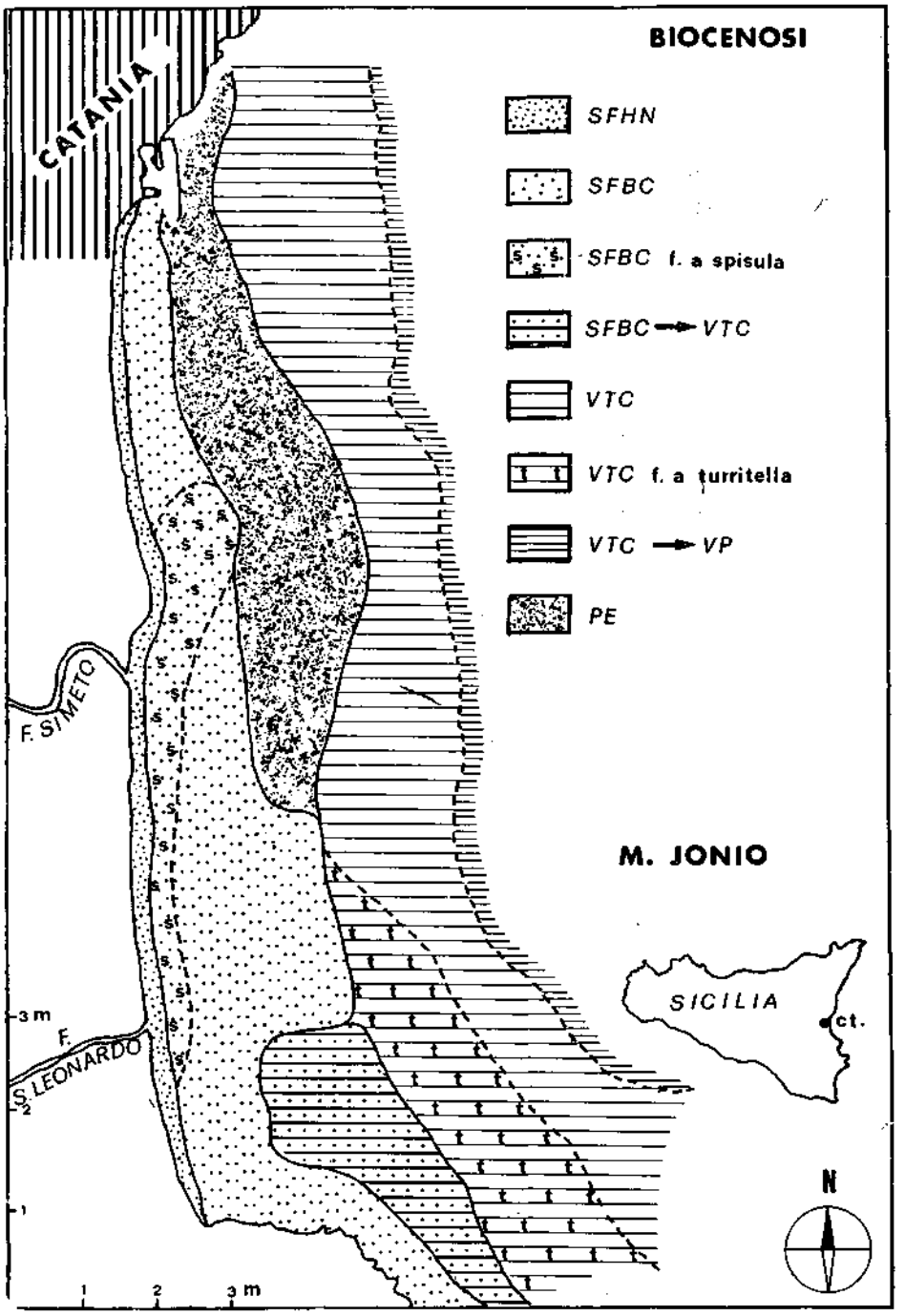


Fig. 1. — Carta biocenotica del Golfo di Catania.

Anche le biocenosi, con ciò dimostrando una stretta interdipendenza con il substrato, hanno una distribuzione a fasce allungate in senso Nord-Sud (Fig. 1). La fascia più litoranea, compresa tra 6 e 18 m di profondità è occupata dalla Biocenosi delle Sabbie Fini Ben Classate (SFBC); fra le specie caratteristiche esclusive appartenenti a Policheti e Molluschi, i gruppi più rappresentati sono: *Exogone hebes* (Webster e Benedict), *Diopatra neapolitana* Delle Chiaie, *Onuphis eremita* (Audouin e M. Edw.), *Prionospio malmgreni* (Claparede), *Clymene oerstedi* (Claparede), *Rudicardium tuberculatum* (L.), *Mactra corallina* (L.), *Spisula subtruncata* (Da Costa), *Tellina pulchella* Lamk., *Tellina nitida* Poli, *Donax venustus* Poli, *Dosinia lupinus* (L.), *Chamelaea gallina* L., *Neverita josephinia* Risso, *Bela ginnaniana* (Risso). Nell'area di più stretta influenza dei fiumi San Leonardo e Simeto è stata distinta, in seno a questa biocenosi, una facies a *Spisula subtruncata* (Da Costa).

La biocenosi successiva è quella dei Fanghi Terrigeni Costieri (VTC), a profondità compresa tra 24 e 90 m, in cui sono state distinte due facies:

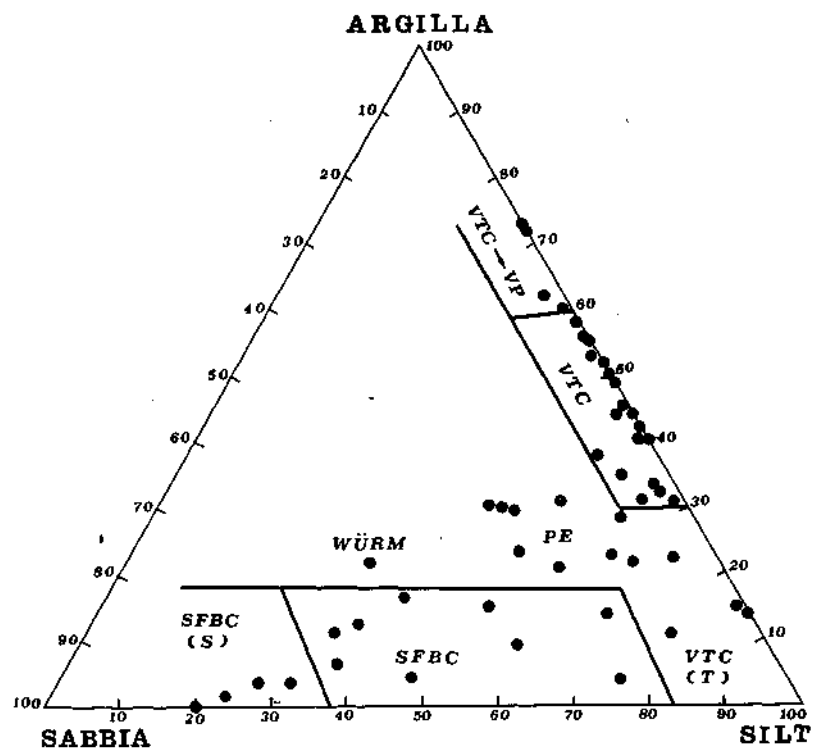


Fig. 2. — Diagramma triangolare di Shepard dei sedimenti del Golfo di Catania

Tab. 1 — Tabella con valori minimi e massimi registrati dei parametri fisico-chimici delle acque e dei metalli pesanti nei sedimenti del Golfo di Catania, distribuiti nei biotopi occupati dalle diverse biocenosi.

Biocenosi		Parametri Fisico-chimici delle acque di fondo									Metalli pesanti nei sedimenti				
		T C°	S ‰	O_2 ml	O_2 s.%	BOD	pH	$N\text{-}NO_2$ µg/l	$N\text{-}NO_3$ µg/l	$P1PO_4$ µg/l	Zn	Cd	Cr	Pb	Cu
											(ppm/peso secco)				
SFBC	m	19,94	38,27	4,79	101	0,44	8,04	0,179	0,157	0,133	29	2,5	6,1	6,5	3,8
	M	24,52	38,38	5,26	109	1,37	8,19	0,404	0,472	0,449	44,6	3,6	25,9	12	15,4
SFBC	m	19,70	38,30	4,91	101	0,82	8,07	0,125	0,216	0,214	25,4	2,5	6,3	4,5	4,6
(f. a Spis.)	M	24,67	38,38	5,27	107	1,43	8,15	0,696	0,570	0,531	41,6	4,3	9	9	9,2
SFBC- VTC	m	23,33	38,33	4,88	102	0,34	8,06	0,133	0,188	0,088	48,2	2,9	14,4	7,8	17,3
	M	23,90	38,37	5,06	106	1,22	8,18	0,216	0,388	0,387	97,8	3,6	26,5	12,2	25
PE	m	18,22	38,30	5,09	100	0,00	8,06	0,160	0,164	0,164	32,6	2,5	7,7	8,9	6,3
	M	22,28	38,39	5,42	106	0,93	8,15	0,492	0,506	0,340	43,5	3,6	11,5	11,2	7,7
VTC	m	15,22	38,31	5,02	92	0,00	8,04	0,112	0,000	0,000	48,2	2,9	19,2	11,9	13
	M	22,70	38,58	5,73	108	1,19	8,20	0,730	0,617	0,341	236	4,6	29,8	16,7	21,3
VTC	m	22,70	38,33	4,78	100	0,21	8,05	0,182	0,180	0,068	41,8	2,2	10,2	8,9	9,2
(f. a Tur.)	M	24,00	38,36	5,29	110	0,77	8,11	0,581	0,516	0,373	53,6	3,2	23,1	9	16,1
VTC- VP	m	14,68	38,44	4,98	90	0,34	8,06	0,000	0,087	0,000	45,3	2,9	17,3	12,1	13,3
	M	18,90	38,62	5,50	106	0,69	8,15	0,288	0,292	0,294	61,6	3,4	21,9	12,2	17,1

una a *Turritella* più litoranea e particolarmente diffusa nella parte meridionale del Golfo di Catania; l'altra più profonda a *Nucula.* Le specie caratteristiche esclusive sono *Sternaspis scutata* (Renier), *Owenia fusiformis* Delle Chiaie, *Heteromastus filiformis* (Claparede), *Nephthys hystricis* Mc Iintosh, *Laonice cirrata* (Sars), *Lepidasthenia maculata* Potts tra i Policheti e *Abra nitida* (Moeller) tra i Molluschi. Tra le specie preferenziali della biocenosi VTC sono state raccolte *Nucula sulcata* Bronn, *Turritella communis* Risso e *Ampharete acutifrons* (Grube). Il passaggio tra queste due biocenosi è assicurato da una fascia di transizione ove prevalgono a volte gli elementi della VTC, a volte quelli della SFBC. Tale fascia è presente nella parte meridionale del Golfo, mentre nella parte centrale, in corrispondenza della foce del Simeto, ed in quella settentrionale, sono state individuate alcune stazioni con popolamenti eterogenei (sensu PICARD, 1965) caratterizzati dalla grande abbondanza di filtratori quali *Corbula gibba* (Olivi) e *Ditrupa arietina* (Müller) nonché dalla presenza di *Nuculana pella* (L.), *Tellina distorta* Poli, e *Dentalium rubescens* (Desh.) specie indicatrici di instabilità.

La fascia più esterna investigata, invece, è occupata da una facies di transizione tra la Biocenosi dei Fanghi Terrigeni Costieri (VTC) e quella dei Fanghi Batiali (VP); le specie più interessanti sono *Venus multilamella* Lamk., *Nucula aegeensis* Forbes, *Nucula sulcata* Bronn, *Thyasira ferruginosa* (Forbes) e *Amyclina edwardsi* (Fischer).

Infine, inglobata in quest'ultima fascia, ad una profondità di 110 m circa, al largo del porto di Catania, è stata dragata una tanatocenosi würmiana caratterizzata dalla presenza delle sole conchiglie di *Arctica islandica* (Schum.), un mollusco bivalve attualmente vivente in Atlantico nella provincia celtica e boreale.

BIBLIOGRAFIA

PÈRÉS J. M. & PICARD J., 1964 — Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. — *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume. Bull.,* 31 (47): 1-137.

PICARD J., 1962 — Méthode d'étude qualitative des biocoénoses marines des substrats meubles. — *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume. Bull., 25* (39): 239-243.

PICARD J., 1965 — Recherches qualitatives sur les biocoénoses marines des substrats meubles dragables de la région marseillaise. — *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume. Bull.,* 36: 5-160.

Indirizzo degli Autori. — C. AMORE - Istituto di Scienze della Terra. Università di Catania, Corso Italia *55,* 25129 Catania (I). — G. CANTONE, G. FASSARI - Ist. Policattedra di Biologia Animale. — A. CASTAGNA, F. SINATRA - Ist. Biologia Generale. — F. SARRO - Ist. di Zootecnia Generale. — I. Di GERONIMO, B. COSTA - Ist. Scienze della Terra.

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.), 3 1983, pp. 553-571

GIOACCHINO GENCHI, ACHILLE LUGARO, SEBASTIANO CALVO
e SERGIO RAGONESE

ECOLOGIA DEL GOLFO DI PALERMO. I. RISULTATI PRELIMINARI SU NUTRIENTI, CLOROFILLA, PROTEINE E GLUCIDI PARTICELLATI *

RIASSUNTO

Vengono riportati i risultati preliminari di uno studio sul grado di inquinamento del Golfo di Palermo. Sono state scelte, su cinque radiali, 15 stazioni di campionamento sulle isobate dei 10, 50 e 100 metri. Sono stati inoltre valutati i nutrienti e le proteine ed i glucidi sul materiale particellato.

SUMMARY

The ecology of the Gulf of Palermo: first report on nutrients, chlorophyll, particulate proteins and carbohydrates.

This paper describes the results of a study of the eutrophication processes in the coastal sea waters of the Gulf of Palermo. Preliminary data from sampling stations corresponding to 10, 50 and 100 m bathymetric lines are reported. The main physico-chemical parameters and nutrients were determined. Proteins and carbohydrates contained in particulate matter are evaluated.

Key words: ecology - Gulf of Palermo, Sicily.

INTRODUZIONE

Le attuali conoscenze sulle condizioni delle acque costiere siciliane sono ben lungi dall'essere sufficientemente complete.

* Lavoro eseguito nell'ambito del PF CNR Oceanografia e Fondi Marini, Subprogetto Risorse Biologiche.

Infatti, mentre il versante orientale dell'Isola è stato oggetto di numerose indagini chimico-fisiche, biologiche e microbiologiche, di cui per brevità si riportano solo quelle più recenti (MAGAZZÙ e ANDREOLI, 1971; DE DOMENICO *et al.*, 1976; DE DOMENICO e Lo PARO, 1977; DE DOMENICO, 1978; GENOVESE, 1978; MAGAZZÙ, 1980), quello occidentale non sembra avere ricevuto un'attenzione altrettanto adeguata, soprattutto alla luce delle profonde trasformazioni avvenute negli ultimi decenni lungo la zona costiera.

L'incontrollato aumento della pressione demografica sulle città ed i centri del litorale ha portato ad uno sfruttamento notevole della costa che, oltre alla distruzione dell'ambiente originario, ha contribuito al peggioramento ed alla ulteriore degradazione della qualità delle acque marine.

Estesi tratti del litorale sono diventati sede di insediamenti privati, le discariche sono aumentate di numero e di ampiezza, gli scarichi fognari abusivi si sono moltiplicati a dismisura.

Gli effetti si manifestano principalmente nel deterioramento dei fondali e della qualità delle acque, come anche nell'impoverimento delle attività legate alla piccola pesca.

A tale riguardo non può non destare meraviglia sia il disinteresse di amministratori pubblici ed organi di tutela, sia l'inerzia degli Istituti di ricerca locali e nazionali, che non hanno avviato alcuna iniziativa concreta per la raccolta di dati sull'ambiente e sul suo possibile risanamento.

Le ricerche condotte negli ultimi decenni hanno interessato in particolare aspetti bionomici concernenti la vegetazione algale (DE LEO e GIACCONE, 1965; GIACCONE e DE LEO, 1967) e lo studio delle biocenosi portuali e del fouling (RIGGIO e MAZZOLA, 1976; ARDIZZONE e RIGGIO, 1978; RIGGIO, 1980).

Più di recente sono state intraprese indagini chimico-fisiche e biologiche sui fenomeni e soprattutto sulle cause alla base dei processi eutrofici ed inquinanti delle coste palermitane (GIANGUZZA *et al.*, 1980; GENCHI e LUGARO, 1980a, b) e trapanesi (LUGARO e GENCHI, 1980).

Nel quadro di un più vasto progetto di ricerca sulle acque costiere della Sicilia Nord-occidentale è stato intrapreso uno studio sull'ecologia del Golfo di Palermo, tendente alla conoscenza della chimico-fisica delle acque e delle biocenosi bentoniche e planctoniche.

Nel presente lavoro si riportano i primi dati su nutrienti, clorofilla, proteine e glucidi particellati, onde valutare non solo i parametri connessi ai fenomeni di eutrofizzazione ma anche quelli che, sotto molti aspetti, sono legati al riciclo biologico della materia organica nell'ambiente marino.

CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE

Il Golfo di Palermo si estende per circa 13 miglia da Capo Gallo a Capo Zafferano (fig. 1). Esso è caratterizzato da scarso idrodinamismo superficiale come conseguenza diretta dell'orografia costiera e delle condizioni metereologiche prevalenti. Il regime dei venti, infatti, non contribuisce molto sia ai processi di mescolamento superficiali sia a quelli di dispersione al largo delle acque costiere (LIGUORI e MATTO, 1974).

In primavera predominano i venti a N-NW, ma la loro azione è smorzata dai monti della Conca d'Oro e dal gruppo calcareo del Monte Pellegrino. Quelli da NE, invece, tendono ad alimentare fenomeni di accumulo sottocosta, soprattutto sulla cosiddetta « saccatura di ponente », dove si trovano il Porto ed i maggiori scarichi fognari.

Sono proprio gli scarichi fognari ad essere la principale fonte di inquinamento del Golfo. Quelli « ufficiali », cioè quelli che autorità pubbliche e sanitarie permettono di sversare a mare senza alcun tipo di trattamento, sono 53. Ad essi ne vanno aggiunti un numero difficilmente valutabile, derivante dalla espansione edilizia costiera. Gli scarichi maggiori in dimensione e portata sboccano nelle vicinanze del porto (GIANGUZZA *et al.*, 1980; GENCHI e LUGARO, 1980).

Il Golfo appare inoltre sezionato al suo interno da tre grosse discariche pubbliche, che arrivano ad estendersi in mare per quasi 1 Km e ad avere volumi complessivi di alcuni milioni di metri cubi. Il materiale di composizione, di facile erosione, è la causa principale di degradazione dei fondali, trasformatisi con il passare degli anni da rocciosi in melmosi.

Maggiori dettagli sull'influenza antropica, industriale ed urbana, sono riportati da GIANGUZZA *et al.* (1980).

MATERIALI e METODI

I prelievi, effettuati nel mese di Marzo 1981, sono stati eseguiti lungo cinque radiali all'interno del Golfo sulle isobate dei 10, 50 e 100 metri (Fig. 1).

La distanza minima dalla costa è stata mediamente di 50 m, la massima di 3,7 Km. Le quote di prelievi, secondo l'isobata, sono state 0, 5, 10, 30, 50, 75 e 100 m.

I campioni d'acqua sono stati prelevati con bottiglie da 5 litri tipo Van Dorn, raccolti in bottiglie di polietilene, conservati in cassette frigorifero ed esaminati dopo poche ore. In situ sono stati rilevati la temperatura (termistore), il pH (pHmetro Radiometer pHM 29), l'ossigeno disciolto

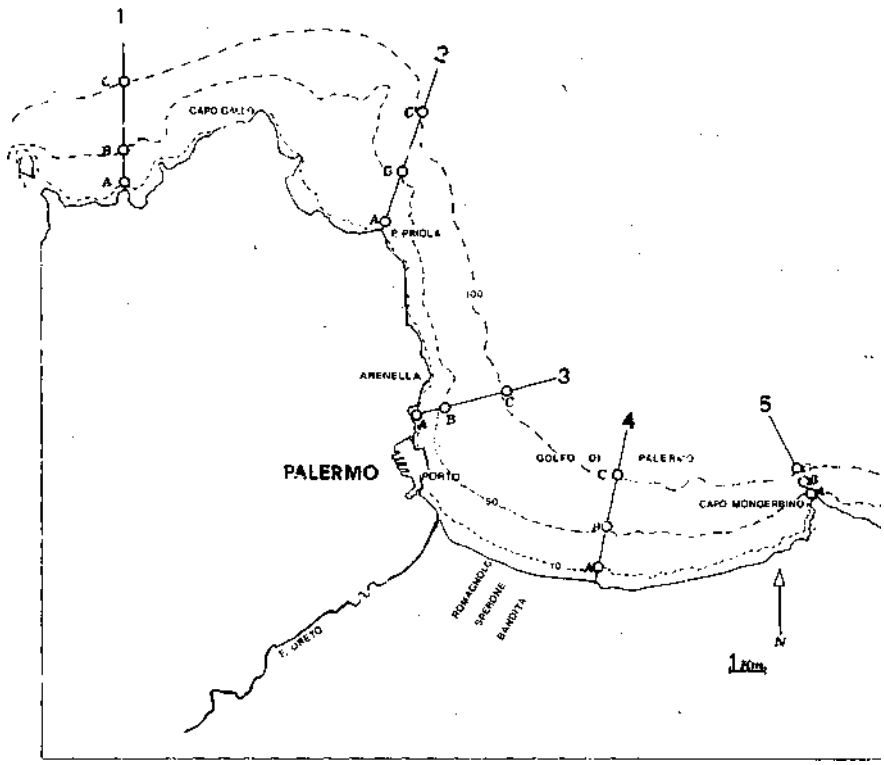


Fig. 1. — Stazioni di prelievo lungo le radiali.

(O_2 Monitor YSI mod. 57), la salinità (Salinometro YSI mod. 33) e la trasparenza al disco di Secchi.

Gli altri parametri sono stati valutati, dopo filtrazione su filtri Watman GF/C, secondo la metodologia seguente:

$N\text{-}NH_3$ - metodo di Solorzano come riportato da GRAVITZ and GLEYE (1975);

$N\text{-}NO^-_2$, $N\text{-}NO^-_3$ e P - $P\,O^{---}_4$ secondo STRICKLAND e PARSONS (1972);

$Si\text{-}SiO_2$ - secondo GOLTERMAN, CLYMO e OHNSTAD (1978) corretto per acqua di mare;

Clorofilla « a » - come in STRICKLAND e PARSONS (1972);

Proteine e glucidi - metodi Lowry e Dubois rispettivamente, come riportati da MALARA e CHARRA (1972a, b).

RISULTATI

Nelle Tab. 1-6 sono riportati i risultati relativi ai parametri esaminati.

Trasparenza: i dati più rilevanti si sono registrati nei transetti 4 e 5 sulle isobate dei 10 e 50 m. In questi punti, infatti, la trasparenza al disco Secchi non è andata al di là dei 3.70 m, con un minimo di 2.70 m nel transetto 4 sottocosta. È una evidente conseguenza dell'apporto di materiale particolato proveniente dalla zona delle discariche e di materiale fitoplanctonico, come è indicato anche dai valori di clorofilla. Nelle zone restanti, invece, la situazione si presenta normale con oscillazioni fra i 13 ed i 29 m.

Temperatura: regolare è l'andamento delle temperature in considerazione del periodo di omeotermia. I valori di superficie si sono mantenuti intorno a 16 °*C* anche nei punti più lontani dalla costa. Lo scarto massimo lungo la colonna dei 100 m non è stato superiore ai 3 °C.

Salinità: più marcate si presentano le differenze nei dati di salinità. In generale, i valori riscontrati nei transetti 1 e 2 sono superiori a quelli 3, 4 e 5. Nel primo caso le oscillazioni medie sono fra 37.41 e 38.90, mentre per le altre fra 36.08 e 38.40. Il valore più basso 33.17 è stato registrato al transetto 3, sottocosta, per l'evidente apporto di acque terrigene.

Ossigeno disciolto: la saturazione percentuale in superficie si è aggirata sul 95-100 %. Sporadici si presentano i fenomeni di sovrassaturazione, anzi si evidenzia una generale sottosaturazione con valori compresi fra 80 e 90% ed un minimo di 77% a 100 m nel transetto 2.

pH: nessuna particolare oscillazione si segnala per la concentrazione idrogenionica. Dati fra 8.20 e 8.30 possono considerarsi del tutto normali.

Nutrienti (Fig. 2): la presenza dell'azoto ammoniacale è più evidente nella zona orientale dell'area esaminata. Nei transetti 1 e 2, infatti, risulta praticamente assente, ad eccezione di profondità superiori ai 30 m con valori medi di 0.15 µg-at/l. Nelle altre parti la distribuzione è maggiore, con punte massime di 0.7 µg-at/l. Questa presenza è ancora sensibile nei campioni più lontani dalla costa compresi nella batimetrica dei 100 m.

L'azoto nitroso si trova distribuito a tutte le quote in ogni radiale. Le concentrazioni maggiori si ritrovano fra 50 e 100 m, arrivando a 0.18 µg-at/l. Valori paragonabili si hanno in superficie soltanto nel transetto 4, sottocosta, che mostra una sostanziale difformità rispetto alle altre acque superficiali.

L'azoto nitrico è chiaramente la forma predominante. Nel sottocosta sono registrati minimi di 2 e massimi di 8 µg-at/l. La situazione al largo, invece, si presenta alquanto diversa. C'è da sottolineare il gradiente verti-

cale localizzato al di sotto dei 50 m. Infatti, i valori massimi in assoluto, con oscillazioni comprese fra 17 e 24 µg-at/l, sono trovati a quote di 75 e 100 m.

Le concentrazioni di fosfato solubile si mantengono mediamente at-

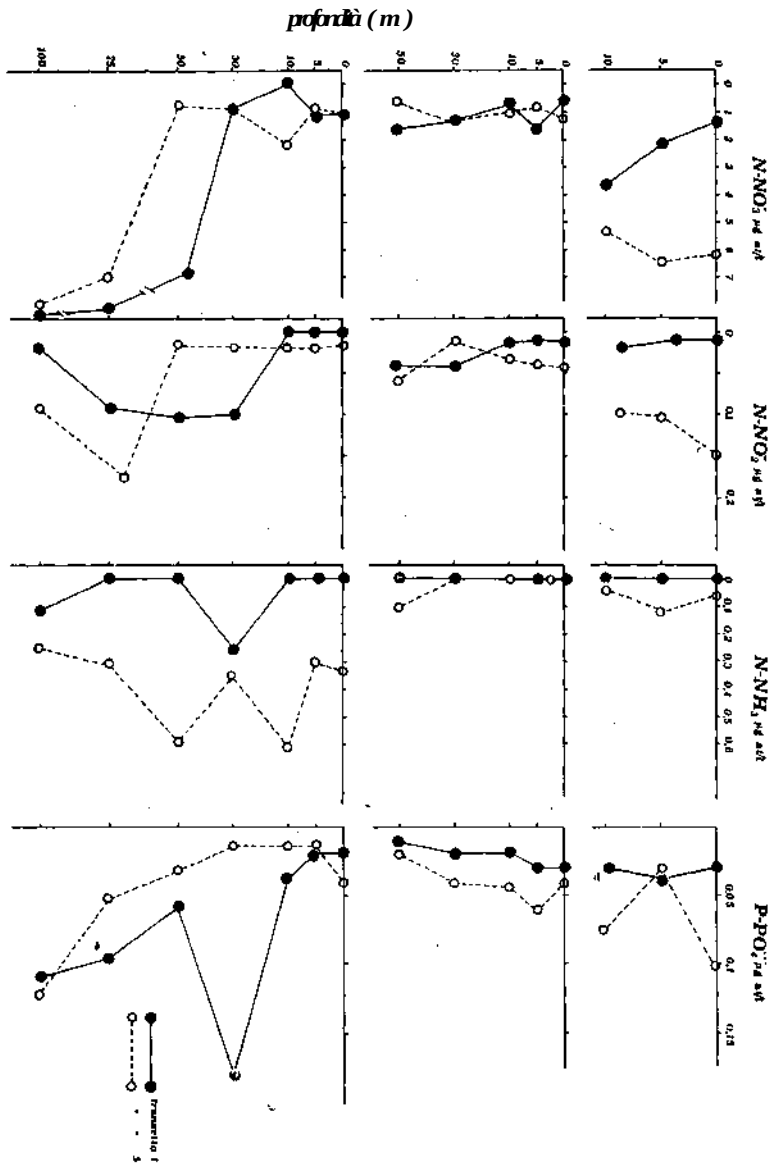


Fig. 2. — Distribuzione dei nutrienti alle diverse profondità in due transetti rappresentativi.

Tab. 1 — Concentrazione di proteine e glucidi nel Golfo di Palermo

Glucidi	µg/l	A0	A5	A10	B0	B5	B10	B30	B50	C0	C5	C10	C30	C50	C75	C100
Trans.	1	53.97	58.90	48.19	48.19	82.46	88.89	214.20	—	16.49	56.76	—	52.48	59.97	50.33	58.90
»	2	47.12	52.69	17.13	55.69	58.90	57.83	56.76	52.48	82.89	65.33	71.75	84.18	—	22.49	69.61
»	3	11.78	50.33	151.66	9.64	37.48	166.01	59.33	56.66	6.42	37.48	37.48	42.62	51.40	80.32	14.99
»	4	181.00	264.97	82.46	33.84	83.53	78.18	133.88	58.90	63.19	20.99	26.77	—	38.34	143.51	38.55
»	5	80.32	112.46	58.47	31.27	166.01	50.33	76.04	61.11	49.48	26.77	37.48	44.83	140.30	97.46	94.89
Proteine	µg/l															
Trans.	1	33.13	28.91	16.26	31.92	33.13	136.27	132.10	46.98	26.50	36.14	30.72	24.70	21.68	13.25	18.27
»	2	40.36	45.18	137.67	45.18	42.16	19.27	48.19	25.90	28.91	—	39.15	31.93	48.79	20.48	48.79
»	3	48.19	31.92	134.88	40.36	48.19	213.87	112.64	112.64	24.69	4.21	35.54	130.02	6.62	—	19.27
»	4	190.51	31.92	40.36	83.43	114.03	70.22	45.78	136.27	15.06	3.01	0.60	36.74	41.56	16.86	—
»	5	205.11	33.13	50.00	224.52	153.28	71.61	36.74	177.37	30.72	39.75	16.86	73.00	52.40	80.65	86.21

Tab. 2 — Risultati delle misure e delle determinazioni chimico-fisiche effettuate nei cinque transetti. - LOCALITÀ *transetto 1*

Stazioni	A0	A5	A10	B0	B5	B10	B30	B50	C0	C5	C10	C30	C50	C75	C100
Ti	15.8	15.5	15.1	16.0	15.6	15.5	14.1	13.2	15.9	15.7	15.3	14.2	13.0	13.0	13.0
Te	16.1	—	—	16.0	—	—	—	—	15.9	—	—	—	—	—	—
Trasp.	10	—	—	13.70	—	—	—	—	24.0	—	—	—	—	—	—
pH	8.20	8.25	8.21	8.25	8.26	8.27	8.25	8.26	8.28	8.26	8.26	8.22	8.22	8.19	8.19
O_2	7.70	7.85	7.95	7.50	7.65	7.65	8.00	7.90	7.80	7.80	7.80	7.80	7.30	7.50	7.30
Stat. %	97.29	99.10	98.41	94.77	95.71	95.71	97.56	94.69	98.56	98.56	96.81	95.46	87.80	89.59	87.80
Sal. ‰	37.25	38.41	37.25	37.25	37.25	37.25	37.83	38.41	37.25	37.25	37.25	38.50	38.99	37.83	38.99
$N\text{-}NH_3$	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	0.25	ass.	ass.	0.10
$N\text{-}NO_2^-$	0.02	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02	0.04	0.03	ass.	ass.	ass.	0.10	0.11	0.08	0.02
$N\text{-}NO_3^-$	1.35	1.21	1.16	0.61	1.63	0.75	1.35	1.66	1.03	1.42	ass.	0.99	8.42	15.28	22.34
$P\text{-}PO_4^{---}$	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.18	0.05	0.09	0.11
$Si\text{-}SiO_2$	12.26	13.91	23.65	11.65	7.91	9.21	10.26	4.52	15.39	18.52	18.69	14.61	16.26	16.69	10.43

Tab. 3 — Risultati delle misure e delle determinazioni chimico-fisiche effettuate nei cinque transetti. - LOCALITÀ *transetto 2*

Stazioni	A0	A5	A10	B0	B5	B10	B30	B50	C0	C5	C10	C30	C50	C75	C100
Ti	16.2	15.7	15.5	16.5	16.0	15.8	14.6	13.0	16.8	16.0	15.3	14.5	13.7	13.0	13.0
Te	16.2	—	—	16.0	—	—	—	—	16.0	—	—	—	—	—	—
Trasp.	10	—	—	15	—	—	—	—	29	—	—	—	—	—	—
pH	8.28	8.30	8.29	8.27	8.27	8.27	8.25	8.23	8.28	8.27	8.26	8.26	8.25	8.22	8.21
O_2	7.30	7.60	7.40	7.00	7.00	6.95	7.00	6.75	7.25	7.25	7.15	7.10	7.30	7.00	6.45
Stat. %	92.24	96.03	93.21	89.83	88.93	88.38	85.74	80.72	94.07	91.70	89.07	86.96	89.02	83.62	77.13
Sal. ‰	37.25	37.25	38.41	37.83	37.83	37.83	37.25	37.82	37.25	37.25	38.41	37.25	37.83	37.83	37.83
$N\text{-}NH_3$	ass.	ass.	ass.	0.04	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	0.13	0.17	0.16	0.22
$N\text{-}NO_2^-$	0.05	0.02	0.02	0.03	0.01	0.01	0.04	0.18	0.02	ass.	ass.	ass.	ass.	0.13	0.05
$N\text{-}NO_3^-$	4.59	7.95	1.18	1.45	1.44	1.25	1.54	6.45	1.04	1.28	1.20	1.20	1.06	11.63	24.30
$P\text{-}PO_4^{---}$	0.01	0.01	0.05	0.02	0.04	0.02	0.07	0.09	0.02	0.02	0.05	0.01	0.03	0.06	0.13
$Si\text{-}SiO_2$	10.26	10.52	6.69	9.39	11.74	10.17	9.30	7.21	13.04	12.17	12.00	8.08	6.95	13.91	12.17

Tab. 4 — Risultati delle misure e delle determinazioni chimico-fisiche effettuate nei cinque transetti. - LOCALITÀ *transetto 3*

Stazioni	A0	A5	A10	B0	B5	B10	B30	B50	C0	C5	C10	C30	C50	C75	C100
Ti	16.0	16.1	16.0	16.1	15.3	15.1	15.0	14.0	15.7	15.5	15.3	15.3	13.2	13.0	13.1
Te	16.3	—	—	16.3	—	—	—	—	16.1	—	—	—	—	—	—
Trasp.	10	—	—	13	—	—	—	—	15	—	—	—	—	—	—
pH	8.20	8.18	8.16	8.18	8.22	8.23	8.24	8.22	8.29	8.28	8.28	8.26	8.25	8.23	8.22
O_2	8.30	8.30	8.50	7.35	7.30	7.20	7.35	7.50	7.30	7.20	7.20	7.50	8.40	7.30	7.00
Stat. %	102.20	104.40	106.54	92.13	89.97	88.72	90.03	90.99	91.91	90.00	89.60	93.09	99.83	87.05	83.90
Sal. ‰	33.17	36.66	36.17	36.08	36.57	36.66	35.50	37.25	36.66	37.25	38.41	37.82	37.25	37.82	38.41
$N\text{-}NH_3$	0.55	0.37	0.33	0.40	0.16	0.17	0.25	0.27	0.41	0.11	0.33	0.58	0.40	0.40	0.47
$N\text{-}NO_2^-$	0.04	0.02	0.03	0.03	0.05	0.07	0.03	0.06	0.03	0.03	0.03	0.04	0.05	0.19	0.10
$N\text{-}NO_3^-$	3.12	2.02	0.58	1.80	1.90	ass.	0.60	0.85	0.72	0.41	0.94	1.21	1.76	11.09	20.05
$P\text{-}PO_4^{---}$	2.17	1.30	1.73	18.35	17.39	14.61	19.56	0.02	0.03	0.08	0.04	0.11	0.02	0.08	0.21
$Si\text{-}SiO_2$	0.66	0.14	0.05	0.05	0.02	0.04	0.04	17.39	14.43	18.52	16.61	14.43	18.09	10.08	17.30

Tab. 5 — Risultati delle misure e delle determinazioni chimico-fisiche effettuate nei cinque transetti. - LOCALITÀ *transetto 4*

Stazioni	A0	A5	A10	B0	B5	B10	B30	B50	C0	C5	C10	C30	C50	C75	C100
Ti	16.0	15.8	15.5	15.9	15.5	15.2	15.6	14.0	15.0	15.0	14.8	15.2	14.5	13.5	12.5
Te	16.4	—	—	16.1	—	—	—	—	16.0	—	—	—	—	—	—
Trasp.	2.70	—	—	13	—	—	—	—	18	—	—	—	—	—	—
pH	8.30	8.30	8.27	8.31	8.31	8.31	8.30	8.29	8.29	8.28	8.27	8.27	8.27	8.23	8.23
O_2	7.30	7.40	7.50	7.40	7.30	7.30	7.25	7.40	7.25	7.20	7.20	7.30	7.40	6.70	7.00
Stat. %	91.91	93.17	93.00	92.17	92.91	91.41	90.88	90.88	90.55	88.73	89.05	90.60	91.01	80.31	82.70
Sal. ‰	36.66	36.66	36.01	35.17	40.74	39.68	38.41	34.84	36.84	36.66	37.25	27.84	37.92	37.01	37.92
$N\text{-}NH_3$	0.71	0.25	0.20	0.52	0.28	0.37	0.46	0.54	0.48	0.24	0.48	0.25	0.59	0.68	0.28
$N\text{-}NO_2^-$	0.17	0.18	0.07	0.05	0.06	0.10	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04	0.06	0.05	0.17	0.05
$N\text{-}NO_3^-$	3.01	5.18	0.31	0.98	0.35	0.90	0.03	1.06	1.32	2.64	1.80	1.10	1.54	14.66	16.91
$P\text{-}PO_4^{---}$	0.34	0.31	0.05	0.02	0.06	0.07	0.03	0.92	0.04	0.04	0.02	0.04	0.03	0.09	0.11
$Si\text{-}SiO_2$	14.35	14.61	14.87	9.74	17.13	12.69	15.74	15.39	22.00	19.39	16.43	18.61	11.65	6.69	23.91

Tab. 6 — Risultati delle misure e delle determinazioni chimico-fisiche effettuate nei cinque transetti. - LOCALITÀ *transetto 5*

Stazioni	A0	A5	A10	B0	B5	B10	B30	B50	C0	C5	C10	C30	C50	C75	C100
Ti	15.8	15.3	15.2	15.5	15.0	15.0	15.0	14.0	15.8	15.5	15.0	14.8	14.2	12.8	13.0
Te	16.2	—	—	16.0	—	—	—	—	16.0	—	—	—	—	—	—
Trasp.	3.20	—	—	3.70	—	—	—	—	13.7	—	—	—	—	—	—
pH	8.30	8.32	8.30	8.34	8.34	8.32	8.29	8.29	8.31	8.31	8.30	8.28	8.28	8.24	8.22
O_2	7.65	7.40	7.30	7.60	7.55	7.40	7.46	7.50	7.80	7.65	7.66	6.60	7.50	7.20	7.30
Stat. %	97.28	91.20	89.65	95.43	92.81	91.40	91.20	90.66	98.20	95.37	94.37	81.05	90.99	87.20	86.03
Sal. ‰	37.83	36.66	36.08	37.83	36.01	36.34	36.84	36.66	36.66	36.66	36.66	36.01	37.25	38.99	36.08
$N\text{-}NH_3$	0.06	0.12	0.03	ass.	ass.	ass.	ass.	0.10	0.33	0.30	0.60	0.25	0.59	0.30	0.25
$N\text{-}NO_2^-$	0.13	0.10	0.09	0.04	0.04	0.03	0.01	0.06	0.02	0.03	0.03	0.02	0.06	0.17	0.09
$N\text{-}NO_3^-$	6.16	6.44	5.02	1.24	0.77	1.02	1.49	0.69	0.95	0.94	2.15	0.98	0.89	13.43	17.01
$P\text{-}PO_4^{---}$	0.10	0.03	0.07	0.04	0.06	0.04	0.04	0.01	0.04	0.01	0.01	0.01	0.03	0.05	0.11
$Si\text{-}SiO_2$	11.65	17.39	31.39	19.48	13.30	16.52	20.09	2.26	25.56	3.21	31.91	3.30	4.60	16.43	4.69

torno a 0.05 µg-at/l, arrivando, soltanto nel sottocosta nei transetti 3 e 4, fino a valori di 0.3-0.7 µg-at/l.

A differenza del fosforo, ben altra appare la distribuzione della silice. Pur non evidenziandosi regolari gradienti sia orizzontali che verticali, quello che è interessante rimarcare è la notevolissima presenza di silicio non solo nelle stazioni vicino alla costa ma anche in quelle più distanti. Se si eccettua il transetto 3 dove sono stati trovati valori intorno a 1-2 µg-at/l, le medie in tutti gli altri punti di campionamento si aggirano sui 15 µg-at/1 arrivando a punte massime di 25 µg-at/1.

Clorofilla (Fig. 3): l'andamento dei pigmenti clorofilliani presenta un aumento progressivo dal versante occidentale a quello orientale. Nei transetti 4 e 5, poi, si registrano concentrazioni senz'altro notevoli. Nel primo, nel tratto più vicino alla costa, le oscillazioni sono fra 2 e 5 µg/l lungo la colonna d'acqua. Nel secondo non solo tali valori crescono ancora, 4 -7 µg/l, ma si mantengono anche sulla batimetrica dei 50 m.

In generale, quasi in tutti i transetti le variazioni nella distribuzione verticale sono più evidenziate fra la superficie ed i 30 m di profondità.

Proteine e Glucidi: abbastanza elevate devono considerarsi le concentrazioni rilevate in questa prima fase dell'indagine per quel che concerne proteine e glucidi, sia in media che in valore assoluto.

Ciò conferma che la quantità di sostanza organica in sospensione nelle acque del Golfo è senza dubbio notevole. La distribuzione rispecchia per molti versi quella di parametri in precedenza esaminati, con una maggiore presenza nei transetti del versante orientale. Proprio in tale zona, infatti, troviamo le punte massime per le proteine (225 µg/l) e quelle per i glucidi (265 µg/l).

DISCUSSIONE

Così come scaturito da indagini precedenti ed evidenziato dai risultati preliminari dell'attuale ricerca, il Golfo di Palermo si presenta come un corpo idrico abbastanza diversificato, con zone fortemente deteriorate ed altre meglio conservate.

A titolo di indicazione, in tabella 7 sono riportati i valori medi di taluni parametri chimico-fisici e microbiologici registrati nel corso del 1979 e 1980 in zone soggette ad un forte input nutrizionale di origine urbana.

Non c'è dubbio che sia per le alte concentrazioni degli inquinanti sia per la vasta fascia costiera interessata, i problemi di un possibile recupero ambientale si presentano difficili e di certo non più a lungo dilazionabili.

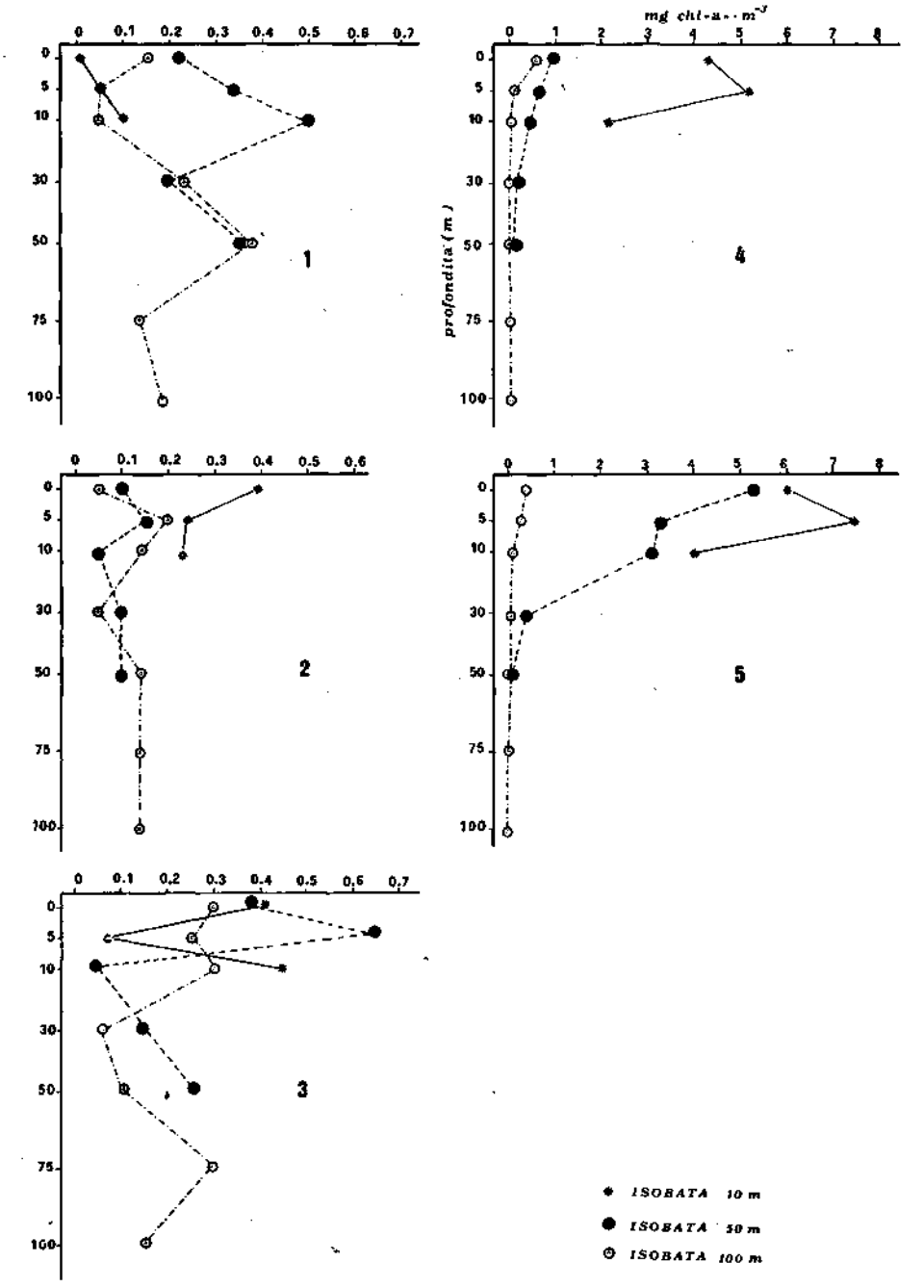


Fig. 3. — Profili verticali di CHL « A » sulle isobate dei 10, 50 e 100 metri nelle aree esaminate.

Di contro altre zone, come la parte occidentale del Golfo e le acque al largo, presentano caratteristiche molto differenti, risentendo in maniera discontinua degli apporti terrigeni.

Si è già accennato, infatti, a proposito delle caratteristiche geo-morfologiche, che l'orografia costiera non permette ai venti di operare un efficace mescolamento superficiale e d'altronde anche la scarsa profondità dei fondali non gioca a favore di una significativa circolazione delle masse d'acqua. Ne deriva quindi, una « pressione » continua sul sottocosta di acque reflue a bassa salinità, ad alto carico nutrizionale e fortemente contaminate microbicamente, che tende a scaricarsi fuori dal Golfo verso la parte orientale con un ritmo piuttosto lento.

Molto spesso la stratificazione superficiale è tale da poter essere facilmente osservata anche ad occhio (soprattutto per il colore nettamente differente che assumono le masse d'acqua) e rende possibile seguire, sotto certi aspetti, i processi di distribuzione dei reflui lungo la fascia costiera.

La difficoltà e la lentezza dei processi di mescolamento tra le acque costiere e quelle più a largo, come anche la differenza esistente tra i versanti occidentale ed orientale del Golfo si rilevano ancora dai risultati qui presentati, sebbene le zone esaminate siano lontane da fonti dirette di inquinamento ed i prelievi siano stati effettuati in regime di circolazione.

Si nota infatti non una progressiva diluizione delle masse d'acqua dalla costa verso il largo, ma piuttosto una netta separazione dei corpi idrici con un brusco calo in tutti i parametri.

La situazione pare evolversi verso una persistenza di quantità relativamente elevata di azoto nitrico e silicio nei confronti di un notevole calo di azoto ammoniacale e di fosforo, fenomeni abbastanza più rilevanti a profondità superiori ai *50* m. Le concentrazioni di azoto nitrico e silicio devono senza dubbio essere viste con giustificata preoccupazione, soprattutto se messe in relazione a fioriture algali sempre più spesso segnalate nel periodo estivo.

Lo stesso dicasi per la quantità di clorofilla registrata nei transetti 4 e 5, i quali comprendono una zona in cui si « scarica » la pressione nutrizionale della fascia costiera più inquinata e si ha uno scambio con acque esterne.

La diluizione risultante può far funzionare questo tratto del litorale come sede di innesco dei processi di eutrofizzazione all'interno di tutta l'area costiera.

Per quel che riguarda il materiale particellato, la valutazione del contenuto in proteine e glucidi ha permesso di avere una prima conoscenza

Tab. 7 — Caratteristiche delle acque superficiali costiere in zone critiche del Golfo di Palermo

	$N\text{-}NH_3^-$	$N\text{-}NO_2^-$	$N\text{-}NO_3^-$	$P\text{-}PO_4^{---}$	MBAS	Colif. Tot.	Colf. Fec.	Strept. Fec.	Chl « a »
	μg-at/l				mg/l	/100ml			μg/l
Arenella	1.20	1.10	9.50	2.50	0.20	7×10^7	1×10^7	23×10^4	1.9
Avamporto	24.60	43.14	158	360	16	49×10^9	6×10^9	6×10^9	30
Foce Oreto	44.4	77.33	40.95	5.60	0.40	17×10^8	1×10^8	1×10^8	0.9
Romagnolo Sperone Bandita	8.33	15.56	35.40	2.32	0.34	7×10^7	2×10^7	11×10^4	18.6

della quantità di materia organica trasportata utilizzabile dagli organismi filtratori.

Rispetto ai pochi dati disponibili non solo nel Tirreno ma in generale nel Mediterraneo (NIVAL *et al.*, 1971; MAGAZZÙ *et al.*, 1973; DAUMAS, 1976), le acque del Golfo di Palermo presentano concentrazioni decisamente elevate sia in media che in valore assoluto. Tale confronto è maggiormente messo in risalto considerando un'area, come il Golfo di Marsiglia, soggetta anch'essa ad inputs urbani ed industriali (DAUMAS, 1976).

In particolare per le proteine valori massimi di 80 µg/l e medie di 15-20 µg/l, sono ben lontani dai 224 µg/l e da una media di 50 µg/l registrati nelle acque palermitane. Nelle varie stazioni, lungo la colonna d'acqua, le variazioni non sono notevoli, ma nel versante orientale sia glucidi che proteine sono mediamente più abbondanti con punte elevate nelle zone di massima produzione clorofilliana. La distribuzione di tali composti fino ai 100 m in concentrazioni considerevoli testimonia la presenza di una frazione refrattaria altamente resistente all'attacco chimico e biologico.

Secondo quanto riportato da NIVAL *et al.* (1971), ulteriori aspetti possono essere messi in luce dall'analisi dei rapporti tra clorofilla, proteine e glucidi, sinteticamente riassunti in:

— la materia particellata è formata in gran parte da cellule viventi se il rapporto P/Chl è compreso tra 23-90, G/Chl tra 10-57 e P/G tra 0.8-5.

— i rapporti P/Chl e G/Chl aumentano se il mezzo si impoverisce in sali nutritivi o se viene a diminuire l'intensità luminosa.

Dai rapporti relativi su indicati si ricava per il tratto di superficie, soprattutto nei transetti 4 e 5, una buona correlazione con i dati di clorofilla, in quanto i valori suggeriscono la presenza di sostanza organica nuova o piuttosto recente; per le acque più profonde, invece, la percentuale di particelle vecchie assume una proporzione decisamente maggiore.

Resta evidentemente il problema dell'acquisizione di nuovi dati, in particolare a ciclo stagionale o mensile, per una più completa e rappresentativa correlazione dei vari parametri.

CONCLUSIONI

Malgrado i risultati esposti rappresentino la fase iniziale di una indagine più complessa ed a più lungo termine, è possibile cominciare a trarre alcuni elementi di giudizio e valutazione sullo stato attuale dei processi degradanti il Golfo di Palermo.

Non c'è dubbio che le differenti masse d'acqua all'interno del Golfo

presentano caratteristiche di diretta dipendenza dall'intensità e dalla durata degli apporti di origine naturale ed antropica.

Il moltiplicarsi degli scarichi urbani e soprattutto il loro aumento in portata, tende a fare evolvere rapidamente verso una fase di distrofia quelle aree che presentavano un precario equilibrio ecologico.

Per le acque al largo e per le zone non direttamente influenzate dagli scarichi, la consistenza di questo grosso carico nutrizionale non può che rappresentare una continua minaccia con, in prospettiva, un aggravamento dell'attuale situazione.

Come ha indicato GENOVESE (1979), le diversificazioni dei processi eutrofizzanti vanno ricercate nell'input nutrizionale e nelle differenti caratteristiche fisiografiche e meteo-oceanografiche degli ambienti.

Nel Golfo di Palermo qualità, quantità degli scarichi e scarso idrodinamismo giocano un ruolo preponderante, sebbene nel determinismo di questi processi degradanti non è da sottovalutare la componente socio-politica che si caratterizza per l'assenza di iniziative concrete e scientificamente valide.

BIBLIOGRAFIA

ARDIZZONE G. e RIGGIO S., 1981 — Similitudine e diversità nelle biocenosi bentoniche del porto di Palermo in relazione al substrato di insediamento. — *Quad. Lab. Tecnol. Pesca,* 3 (1 suppl.), 587-603.

DAUMAS R. A., 1976 — Variations of particulare proteines and dissolved amino-acids in coastal seawater. — *Mar. Chem.,* 4: 225-242.

DE DOMENICO E., 1979 — Le acque costiere della Sicilia e della Calabria. — *Atti Conv. Eutrof. in Ital., CNR,* 257-267.

DE DOMENICO E., GANGEMI G. e GUGLIELMO L., 1976 — Primi dati sulle ricerche oceanografiche condotte nella zona sud-orientale dello Stretto di Messina. — *Arch. Oceanogr. Limnol.,* 18: 467-484.

DE DOMENICO E. e Lo PARO G., 1977 — Ricerche oceanografiche nella zona sud-orientale dello stretto di Messina. II. Nutrienti. — *Atti Soc. Pelor. Sci. Fis. Mat. Nat.,* XXIII: 331-348.

DE LEO A. e GIACCONE G., 1965 — Flora e vegetazione algale del Golfo di Palermo: Litorale dell' Addaura. 1° Contributo. — *Lav. Ist. Bot. Giard. Col. Palermo,* XXI: 89-120.

FAO, 1975 — Manual, of methods in acquatic environment research. — Fish. Tech. Pap. 137, pp. 238. — *FAO of the UN.*

GENCHI G. e LUGARO A., 1980a — L'ambiente portuale di Palermo. Dati chimico-fisici ed idrologici. — *Mem. Biol. Mar. Oceanogr.,* Suppl. X, 497-498.

GENCHI G. e LUGARO A., 1980b — Eutrophisation et pollution industrielle dans le Port de Palermo. — *V Journées Etud. Pollutions, CIESM,* Cagliari, 545-554.

GENOVESE S., 1979 — L'eutrofizzazione nelle acque costiere. — *Atti Conv. Eutrof. in Ital., CNR,* 239-255.

GIACCONE G. e DE LEO A., 1967 — Flora e vegetazione algale del Golfo di Palermo. — *Lav. Ist. Bot. Giard. Col. Palermo,* XXII, 251-317.

GIANGUZZA A., GENCHI G. e CAMMARATA S., 1980 — Lo stato d'inquinamento delle acque costiere palermitane. Cause ed effetti. — *Inquinamento, 2.*

GOLTERMAN H. L., CLYMO R. S. and OHNSTAD M. A., 1978 — Methods for physical and chemical analysis of fresh waters. — *IBP Handbook,* No. 8.

GRAVITZ N. and GLEYE L., 1975 — A photochemical side reaction that interferes with the phenol-hypochlorite assay for ammonia. — *Limnol. Oceanogr.,* 20: 1015-1017.

LIGUORI V. e MATTO S., 1974 — Recherches sur la Plate-forme Continentale et sur le Littoral du Golfe de Palermo. — 2° *Colloque Intern. sur l'Exploitation de Océans, 2:* 1-8 (3 fig.).

LUGARO A. e GENCHI G., 1980 — L'ambiente portuale di Trapani. Dati chimico-fisici ed idrologici. — *Mem. Biol. Mar. Oceanogr.,* Suppl. X: 411-412.

MAGAZZÙ G., DUGO G. e CALAFIORE N., 1973 — Concentrazione e rapporti di C, N, P e Clorofilla delle sostanze organiche in sospensione del Mar Ionio occidentale. — *Atti V Congr. SIBM,* Nardò, 184-208.

MALARA G. et CHARRA R., 1972a — Dosage des protéines particulaires selon la méthode de Lowry. — *Notes de travail S.Z.V. Villefranche-sur-Mer,* 5: 1-8.

MALARA G. et CHARRA R., 1972b — Dosage des glucides particulaires du phytoplancton selon la méthode de Dubois. — *Notes de travail S.Z.V. Villefranche-sur-Mer,* 6: 1-7.

NIVAL P., MALARA G., CHARRA R. et BOUCHER D., 1971 — La màtiere organique particulaire en méditerranée occidentale en Mars 1970. Chlorophylle, protéines, glucides. Mission « Mediprod II » du Jean-Charcot. — *Ann. Inst. Oceanogr.,* Paris XLVIII: 141-156.

RIGGIO S., 1979 — The fouling settlements on artificial substrata in the harbour of Palermo (Sicily) in the years 1973-1975. — *Quad. Lab. Tecnol. Pesca, 2* (4): 207-253.

RIGGIO S. e ARDIZZONE G., 1979 — Prospettive dell'impiego di substrati artificiali per il ripopolamento e la protezione dei fondali costieri della Sicilia Nord-Occidentale. — *Atti Convegno Scientifico Nazionale P.F. Oceanografia e Fondi Marini,* 157-184.

RIGGIO S. e MAZZOLA A., 1976 — Preliminary data on the fouling communities of the harbour of Palermo (Sicily). — *Archo Oceanogr. Limnol.,* 18 (Suppl. 3): 141-151.

STRICKLAND J. D. H. and PARSONS T. R., 1972 — A praticai handbook of seawater analysis. — *Bull. Fish. Res. Bd. Can.,* 167 pp.

Indirizzo degli Autori. — G. GENCHI, A. LUGARO - Laboratorio di Ecologia, Istituto di Zoologia. — S. CALVO, S. RAGONESE - Istituto di Botanica, Università di Palermo (I).

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.), 3 1982, pp. 573-591

GIOVANNI BOMBACE

IL PUNTO SULLE BARRIERE ARTIFICIALI: PROBLEMI E PROSPETTIVE

RIASSUNTO

I problemi che travagliano la pesca (sovrasfruttamento di talune risorse, aumento dei costi di produzione ecc.) e l'accumulo crescente di energia sotto costa, spingono a valorizzare meglio la fascia costiera.

Meccanismi ecologici semplici, atti a riciclare l'energia esuberante degli ecosistemi litorali, a consentire incrementi di produzione, a difendere materialmente gli ambienti dall'azione della pesca a strascico illegittima, si mettono in moto mediante la realizzazione di « barriere artificiali » in acque basse eutrofiche.

Un esperimento in tal senso è stato realizzato in Medio Adriatico dal C.N.R. (I.R.PE.M.).

I risultati (1977-1980), si possono così sintetizzare:

— raccolta di mitili per tonn. 645 (su m^2 4.700 di superficie); il fattore di accrescimento (rapporti taglia-peso) consiglia di catturare i mitili al secondo anno;

— pesca di molluschi gasteropodi *(Nassa mutabilis)* per tonn. 631;

— cattura di pesci per tonn. 59,1.

Considerando il rapporto costi/ricavi si ha: spesa di impianto milioni 310; in 4 anni sono stati ricavati milioni 996,2. I benefici sono tuttavia maggiori.

Oltre quelli ecologici (riduzione del carico eutrofizzante, protezione ambiente ecc.) e di pesca (incremento della produzione) si ha:

— riduzione di conflittualità tra piccola pesca e pesca a strascico;

— protezione degli attrezzi della piccola pesca;

— polivalenza di mestieri di pesca e maggiore sicurezza di lavoro per la pesca artigianale.

Emergono tuttavia problemi gestionali per le risorse formatesi. Le « barriere » richiamano più pescatori di quanto esse possano soddisfare. Bisogna quindi moltiplicare le iniziative e dare in concessione le acque ai pescatori organizzati perché le sorveglino e le gestiscano correttamente.

L'Adriatico presenta condizioni ideali per queste forme di maricoltura di mare aperto.

SUMMARY

The present state of artificial reefs: problems and prospects.

The problems which trouble fisheries (overexploitation of some resources, rise in production costs, etc.) and the growing accumulation of inshore energy tend to enhance the coastal areas.

«Artificial reefs» constructed in low eutrophic waters bring about simple ecological mechanisms which are able to recycle the extra energy produced by coastal ecosystems, causing production to increase and ensuring that the environment is effectively defended from illegal trawling.

This type of «reef» has been experimented by C.N.R. (I.R.PE.M.) in the Middle Adriatic Sea.

The results (1977-1980) are, in brief:

— mussels collected per ton = 645 (on 4,700 m^2 surface); growth factor (ratio size-weight) suggests mussel collection in the second year;

— gasteropod molluscs *(Nassa mutabilis)* fished per ton = 631;

— fish captured per ton = 59.1.

Considering cost/benefit ratio: installation cost 310 million lire; benefit in 4 years 996.2 million lire.

Benefits are, however, even greater. Apart from ecological (reduction of eutrophic load, environment protection, etc.) and fishing benefits (production increase), there is also:

— reduction in conflict between small and trawl fisheries;

— protection of small fishery gear;

— polyvalency of fishery trades and greater work security for small-scale fisheries.

However, management problems arise for the resources. The « reefs » attract more fishermen than they can supply.

More of these initiatives must therefore be made, giving the waters in concession to organized fishermen for supervision and correct management.

The Adriatic Sea has the ideal conditions for this type of marine culture in open sea.

Key words: artificial reefs - recycle energy - open sea mariculture.

Nel quadro della valorizzazione della fascia costiera, « barriere artificiali » furono realizzate in Medio Adriatico, a S.E. del promontorio del Conero (Ancona) dall' I.R.PE.M. del C.N.R.

Notizie sulla forma, natura e dimensioni dei corpi immersi, sulle modalità di assemblamento, sulla superficie coperta ed altri dati, sono stati riportati in precedenti note (BOMBACE, 1977; 1979; 1980). Qui è sufficiente ricordare che la « barriera » fu realizzata al limite delle 3 miglia, che furono adoperati blocchi di calcestruzzo (m $2 \times 2 \times 2$) assemblati a mò di piramide. I substrati atti a creare questa zona di « barriere » o di ripopolamento, furono immersi nel 1974-75 ed in seguito, per decongestionare lo sforzo di pesca che si era ivi concentrato e meglio proteggere la zona, altri corpi furono calati nel 1978. A distanza di sei anni dall'inizio di questo esperimento, è parso opportuno fare il punto della situazione, anche al

fine di chiarire taluni fenomeni e meccanismi ecologici, dissipare taluni dubbi e perplessità, ricavare utili indicazioni per altre possibili esperienze in questo campo.

OBIETTIVI DELL'ESPERIMENTO

L'esperimento aveva obiettivi e finalità multiple ma riconducibili essenzialmente a due gruppi:

1) incremento della produzione, da ottenersi:

a) per effetto della formazione, sviluppo e moltiplicazione di una biomassa (molluschi sessili filtratori) che senza superfici d'impianto non si sarebbe mai formata e quindi utilizzazione dell'energia eutrofizzante (fig. 1);

b) per effetto della riduzione di mortalità di molte specie che trovano rifugio nella « barriera » (riproduttori, Crostacei nel periodo delicato della muta ecc.) o che dentro le nicchie artificiali attaccano sacchi embrionali, uova, capsule ovigere (Cefalopodi e Gasteropodi prevalentemente);

c) per effetto dell'attrazione e possibilità di nutrimento di produt-

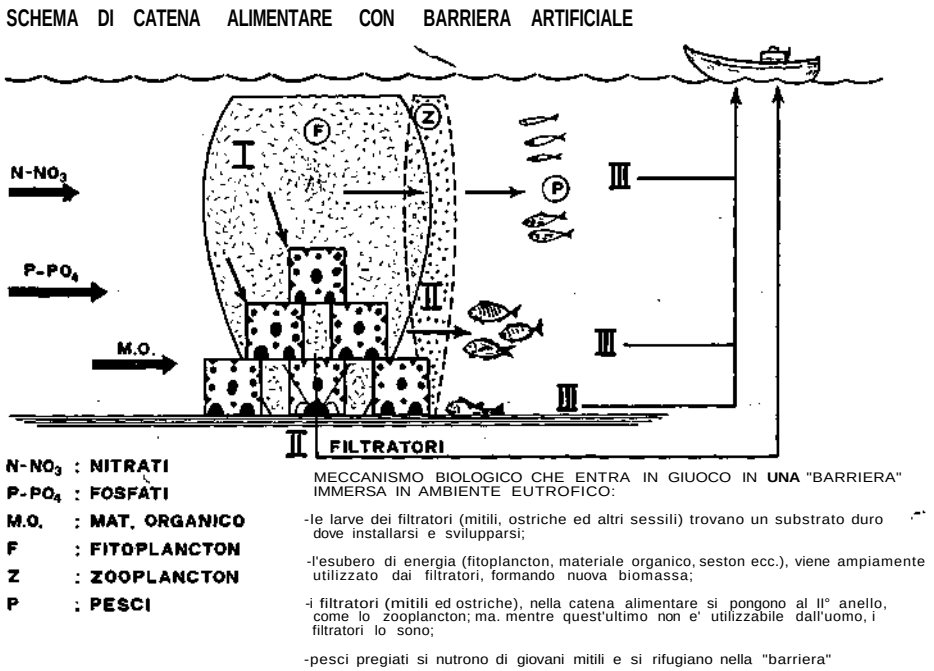


Fig. 1. — Schema di catena alimentare con barriera artificiale.

tori terziari di grande pregio economico. (Pesci bentonici e necto-bentonici).

2) Protezione dell'area occupata dalla « barriera », dalla pesca a strascico illegittima (dentro le 3 miglia), con quel che essa provoca di danno diretto ed indiretto (immediato e mediato).

Protezione degli attrezzi della piccola pesca artigianale e quindi possibilità (estendendo l'esperimento), di dirimere la situazione di conflittualità (tra piccola pesca e pesca a strascico) oggi divenuta drammatica in parecchie zone costiere.

DESCRIZIONE DELL'ESPERIMENTO

Anzitutto fu studiata l'area, sia dal punto di vista della compattezza dei sedimenti sia dal punto di vista della produttività primaria e dei parametri ambientali. Quest'ultimo tipo di studi continua ancora, come saggi di routine in collaborazione con l'Istituto di Botanica dell'Università di Padova (Prof. Solazzi e collaboratori). La ricerca ha coinvolto n. 4 gruppi di aspetti:

a) aspetti tecnologici;
b) aspetti scientifici;
c) aspetti economico-produttivistici;
d) aspetti gestionali, amministrativi, sociali e legislativi.

Qui di seguito verrà fatto cenno ad alcuni di questi diversi aspetti.

a) *Aspetti tecnologici*

Parte di questi aspetti sono stati già illustrati in precedenti note. Va aggiunta qualche considerazione sui rapporti di superficie che si determinano utilizzando dei blocchi cubici (con cavità, fori ed interstizi) e costruendo delle piramidi di n. 14 elementi ciascuna (n. 9 blocchi di base, n. 4 intermedi, n. 1 vertice), tra superfici di base, perdute, o parzialmente Perdute, ai fini dell'insediamento biologico e superfici acquisite. Questo rapporto sarebbe teoricamente di 1:5 se s'utilizzassero monoblocchi, senza cavità e tutti poggianti sul fondo.

In realtà esso è invece di 1:7. Cioè, in una piramide di 14 elementi, con facce di m^2 4, contro m^2 56 perduti, si guadagnano m^2 392. In tutta la barriera (n. 12 piramidi) contro m^2 676 perduti, si guadagnano m^2 4.704. Ciò non significa tuttavia che l'insediamento biologico (mitili ad es.) sia uniforme come quantità e qualità della biomassa, per tutte le superfici.

b) *Aspetti scientifici*

Gli aspetti scientifici che si presentano in questo tipo di ricerca sono molteplici, vari e talvolta complessi.

Anzitutto, come si diceva, lo studio dell'ambiente e quindi i parametri idrologici, quelli biotici e abiotici, quelli biochimici e di produttività primaria; infine lo studio delle popolazioni animali e vegetali che s'insediano, la successione ecologica, la competizione tra specie, le osservazioni riguardanti le principali componenti biologiche.

Osservazioni sulla biomassa formatasi, sui rapporti taglia-peso, sull'accrescimento, sulla struttura delle popolazioni sessili, sui rapporti trofici tra le diverse specie della barriera ecc. Una gran massa di aspetti scientifici può essere abbordata, compatibilmente con la disponibilità di uomini, di competenze e di tempo.

Vediamo alcune osservazioni sui dati delle ricerche fin qui svolte, ricerche che ovviamente continuano per molti aspetti.

OSSERVAZIONI ECOLOGICHE GENERALI

Per quanto riguarda gli insediamenti e l'evoluzione ecologica, si possono distinguere almeno 3 fasi:

I fase - Dura 6-7 mesi, dall'agosto '74 fino alla tarda primavera '75.

Si riscontra un insediamento diversificato quanto ai popolamenti sessili, che sono prevalentemente animali, con unici vegetali dati da alcune Ulvacee (notoriamente alghe nitrofile).

Tra i popolamenti animali si hanno: Idroidi, Briozoi, Tunicati, Botrillidi, Spugne ecc.

Si osservano anche i giovani mitili (seme) della primavera '75 e piccole ostrichine.

I primi ricoprono tutto il masso di vertice delle piramidi; parzialmente le pareti verticali del piano intermedio e ancora di meno le pareti verticali del piano di base.

Le secónde ricoprono i piani orizzontali del livello intermedio di ogni piramide e gran parte delle superfici del livello di base ed il pietrame di supporto di ogni piramide.

Attorno ai massi di vertice ed a quelli intermedi vorticano migliaia di piccole bobe (8-10 cm mediamente), di menole, di suri, banchi di sardine, acciughe, ed altri piccoli pesci pelagici. Attorno al piano di base e nelle cavità si notano giovani saraghi (*Diplodus annularis)* di 3-4 cm.

II fase - Dura all' incirca 12-13 mesi, dalla primavera '75 alla tarda primavera '76.

È la fase della grande competizione per lo spazio tra specie sessili (mitili e ostriche) e tra queste ed altre specie filtratrici e catturatrici di particelle. Nell'estate del '76 questa fase è già conclusa con la dominanza della popolazione di mitili sulla maggior parte delle superfici.

III fase - Va dall'estate '76, si può dire ad oggi.

Vede l'assetto definitivo delle popolazioni di mitili, di ostriche, di vermi tubicoli, di tunicati. Il climax ecologico sembra raggiunto nel '77. La popolazione di mitili è dominante; essa occupa monospecificamente tutto il masso di vertice, tutte le paréti verticali esterne del piano intermedio, condivide con Tunicati e Policheti tubicoli (*Spirographis)* le pareti interne tra un masso e l'altro; condivide con le ostriche la metà inferiore delle superfici dei piani di base delle piramidi.

I filtratori ed i catturatori di particelle costituiscono le specie sessili incontrastate della barriera, ovviamente per quanto riguarda le superfici.

La diversità specifica iniziale si è molto ridotta ed è chiaro che l'ambiente, in cui domina un carico fitoplanctonico che in certe stagioni arriva a milioni di cellule/l, in cui la consistenza di seston, di tripton, di particelle organiche è notevole, in cui permane una condizione eutrofizzante potenziale, ha finito con il privilegiare filtratori sestonofagi quali i mitili ed i catturatori di particelle, i primi direttamente utilizzabili dall'uomo.

Nell'estate del '77 diverse specie ittiche pregiate vivono nella barriera, le taglie sono notevoli (si tratta di individui già adulti). I pesci vengono pescati con tremagli e retine, ma anche fiocinati.

Nella barriera si catturano anche *Crostacei,* si raccolgono ovviamente mitili ed ostriche, si effettua dentro la zona tra le piramidi ed a ridosso di esse la pesca del piccolo gasteropode *Nassa mutabilis* (localm. « bombolini ») e vari gruppi di utenti si contendono ferocemente l'area delle « barriere ». La vigilanza è inesistente ed i campionamenti biologici cominciano ad essere falsati dalle catture abusive.

I ricavi sono facilmente stimabili ed i benefici tangibili, ma si sviluppano problemi gestionali complessi.

Si decide» allora di estendere la zona delle « barriere » e di proseguire le indagini con un altro approccio, coinvolgendo e responsabilizzando direttamente i pescatori.

Nel quadro degli aspetti scientifici, accennerò alcune osservazioni a proposito delle componenti biologiche oggetto di pesca: i mitili, il gasteropode *Nassa mutabilis* (« bombolini ») ed i pesci.

MITILI

Quattro aspetti sono stati presi in considerazione e precisamente:

1) l'accrescimento;

2) i rapporti taglia/peso in diverse età;

3) la struttura della popolazione;

4) la biomassa (cioè la quantità per superficie unitaria).

I campionamenti sono stati programmati per tre periodi (primavera, estate, autunno), ma non sempre sono avvenuti con la continuità desiderata, per motivi diversi.

I campionamenti sono stati effettuati nei tre livelli delle piramidi, mediante raccolta con campionatori di cm 20×20 e di cm 50×50.

1) *Accrescimento*

Ad un anno dall'insediamento, gli individui hanno taglie variabili da cm 6 a cm 7 (dall'umbone al margine ventrale della conchiglia), il peso oscilla tra gr. 13 e gr. 22.

A due anni di distanza le taglie raggiungono 8-9 cm ed i pesi oscillano da 40 ad 80 gr. A due anni e mezzo dalla nascita, gli individui possono raggiungere la taglia di 10-11 cm ed il peso è sui 90 gr. (peso fresco ovviamente ed individui maturi). A tre anni e più, si riscontrano individui di cm 12. Questa sembra la taglia massima raggiungibile.

Individui aventi la stessa taglia possono avere pesi individuali differenti, a seconda della esposizione della superficie in cui si sono attaccati, della corrente e quindi del nutrimento che loro perviene, del livello (che significa disponibilità diversa di cibo), dello stato di maturità delle gonadi.

È noto infine che individui della stessa età, a latitudini differenti, raggiungono taglie notevolmente diverse.

Così ad es. i mitili di Ganzirri (Messina) ad 1 anno sono appena di 3-4 cm, mentre in Medio Adriatico, come si è visto, ad 1 anno la taglia è di 6-7 cm.

2) *Rapporti taglia/peso*

Affrontando questo aspetto, abbiamo voluto valutare se, ai fini pratici era più utile e vantaggioso raccogliere i mitili ad un anno di età o a due anni.

È noto che l'art. 89 del regolamento della Legge 963 sulla pesca, prescrive per il mitilo la taglia minima di cm 5, considerando forme giovanili gli individui inferiori a tale taglia.

Ora un mitilo di tale taglia non ha ancora compiuto un anno.

Dall'analisi delle rette di regressione, per campioni di diversa taglia, si ha che per mitili le cui taglie vanno da cm. 4,1 a cm. 6,4 il fattore di accrescimento può andare (almeno nei nostri dotti) da 2.9 a 6.4 secondo le diverse condizioni dei mitili. Per mitili le cui taglie vanno da cm. 6,5 a cm. 9,3 il fattore di accrescimento va da 8.0 a 13.3 e può raggiungere 17.5 per mitili che arrivano fino a cm 10.

La variazione del fattore di accrescimento, per lotti di mitili aventi la stessa taglia, è sempre in funzione dei condizionamenti fisiologici ed ecologici.

Si può dedurre che i maggiori fattori di accrescimento si collocano nel 2° anno di vita di queste popolazioni.

L'incremento di taglia da cm. 4,2 a cm. 9,2 è di 119,04%, mentre che l'incremento di peso è del 980%.

3) *La struttura della popolazione*

A questo proposito vedasi la nota « Prime osservazioni sugli insediamenti di *Mytilus* sp. sulle barriere artificiali del Conero (Ancona) », (DALLA VENEZIA, 1979).

In questa nota si mettono in raffronto la struttura della popolazione di mitili della barriera, con quella, coeva, della piattaforma oceanografica di Venezia. È interessante notare, nella struttura rilevata nella popolazione del nov. '77, l'assenza o la scarsezza di popolazione giovanile.

Il fatto è stato rilevato anche da noi e successivamente, scarsezza di « semi » si è avuta anche nei campionamenti '79.

Per spiegare questi fatti, che oltretutto hanno riscontro più drammatico nelle popolazioni costiere, appare possibile invocare l'ipotesi di una grande mortalità larvale dovuta ad eccezionali fenomeni ecologici (piene del Po, crisi di salinità ecc.), Graficamente, la struttura della popolazione di due anni è data da due gaussiane.

4) *Biomassa dei mitili*

Non è facile stimare la biomassa media unitaria di una popolazione che possiede differenti crescite e quindi, pesò, per unità di superficie, a secon¬ da del livello del corpo sommerso, a seconda dell'esposizione, a seconda che trattasi di superfici interne (tra due massi) o di superfici esterne.

Né è sempre agevole campionare materialmente sulle superfici interne tra due massi, in quanto talvolta è fisicamente impossibile che il subacqueo possa entrare nello spazio tra due massi.

Nell'estate del '77, a due anni e mezzo circa dall'inizio dell'esperimento, la biomassa media unitaria è di 80-100 kg/m^2.

A questi valori siamo arrivati mediando tra i diversi valori trovati nei diversi livelli e nelle diverse esposizioni delle superfici di una piramide.

Considerando 70 facce utili per piramide, si ha:

— n. 70 facce × 4 m^2 = 280 m^2/piramide (280 × 80 = tonn. 22,4/ piram.);

— m^2 280 × n. 12 piramidi = m^2 3.360 (superficie considerata);

— m^2 3.360 × Kg 80 = Kg 268.800 = Tonn. 268,800.

Prudenzialmente abbiamo scritto in altre note che la produzione era di 200-250 tonn., ovviamente con popolazione di oltre due anni.

La biomassa di mitili, a due anni e mezzo dal primo insediamento doveva certamente essere maggiore, anche alla luce della superficie disponibile (m^2 4.704).

Nell'autunno del '77 la pesca nella zona era divenuta molto intensa ed i campionamenti unitari risultavano falsati.

Si è allora proceduto, con la collaborazione dei pescatori, all'esperimento di raccolta totale dei mitili di una piramide che è sembrata meno manomessa delle altre, ritenendo che, nella biomassa totale, gli eventuali prelievi estranei dessero un minore margine d'errore.

Abbiamo raccolto circa 18 tonn. di prodotto (popolazione prevalente di due anni e oltre).

Questo valore per n. 12 piramidi, da tonn. 206 di mitili per tutta la zona di ripopolamento.

Un fatto che si è constatato e ciò è riscontrato anche da altri ricercatori (DALLA VENEZIA, 1979), è quello della scarsezza di « seme » della primavera '77, come già accennato.

Nella tarda estate del '79, sempre con l'ausilio dei pescatori, fu ripetutto l'esperimento di raccolta totale dei mitili di una piramide che ospitava una popolazione di 1 anno o poco più (seme insediatosi nella primavera del precedente anno) distinguendo la biomassa dei 3 livelli della piramide. I dati sono rappresentati nella Fig. 2.

In sostanza, la biomassa unitaria più alta si ha nel masso di vertice cioè nel livello più alto della piramide, con uno scarto tra il I livello ed il II di Kg. 25 e tra il primo ed il III di ben 40 Kg.

Ciò si spiega con il fatto che il primo livello (cioè il masso di vertice della piramide, tutto a mitili) è immerso a —6 m. nella fascia d'acqua a più alta produttività fitoplanctonica, da —4 a —8 (ARTEGIANI, SOLAZZI ecc., 1979) ma è coinvolto anche da un più accentuato idrodinamismo (praticamente la corrente lo investe e lo avvolge), mentre che i massi intermedi e di base, oltre a non godere di questi privilegi, ospitano sulle superfici interne, oltre ai mitili altri organismi (Tunicati, Vermi tubicoli, ecc.) ed i massi di base inoltre, sulle superfici esterne, anche la popola-

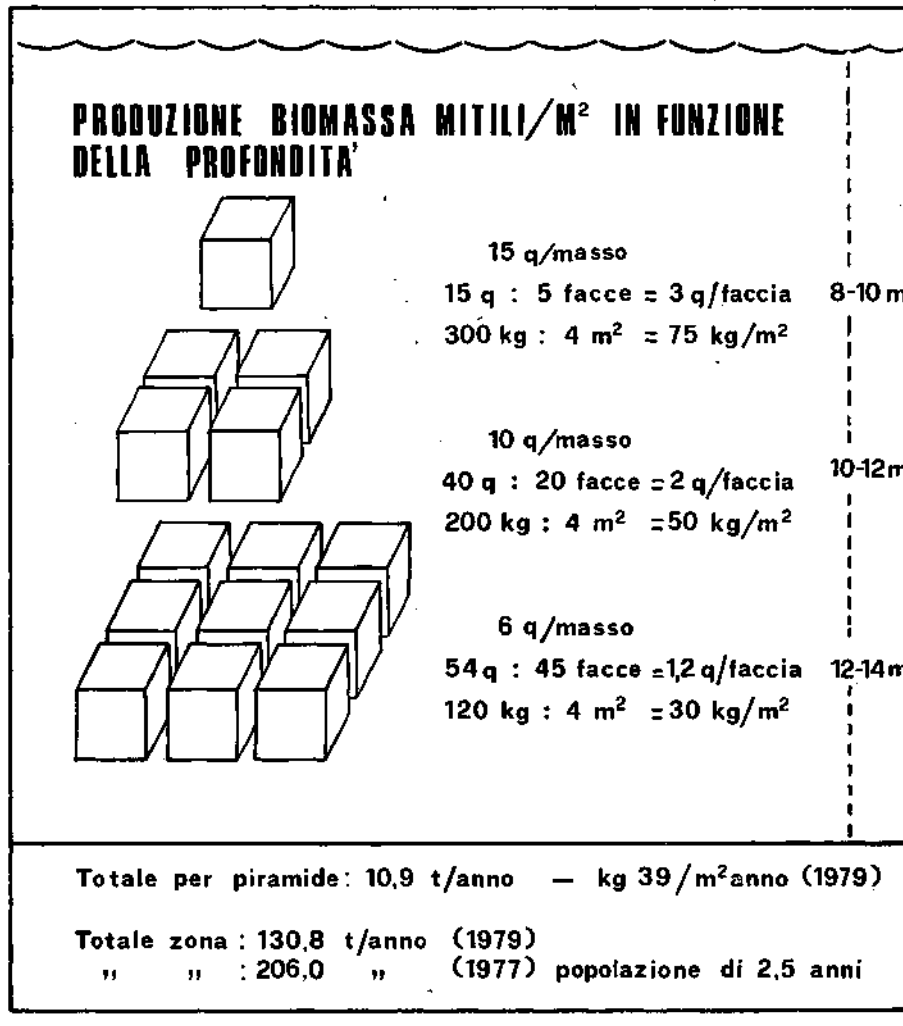


Fig. 2. — Produzione biomassa mitili/m^2 in funzione della profondità.

zione di ostriche (*Crassotrea angulata).* Un fatto che si è potuto constatare inoltre è la scarsezza di giovani (« seme ») nell'estate del '77 (mancato insediamento primaverile perché le superfici sono tutte occupate o per altri motivi?). I fatti osservati hanno una importanza pratica non indifferente. Anzitutto, ad es., se si vuole specializzare la barriera, a fini di mitilicoltura sommersa, le eventuali corde sospese dovrebbero interessare la fascia di mare che va da —4 a —8, nell'area considerata.

Ciò in pratica significa tendere dei supporti a livello (ed anche qualche metro più in alto) del masso di vertice di ciascuna piramide.

La raschiatura porta via anche del « seme » che invece bisognerebbe salvare e mediante le « calze » reimmettere nell'ambiente, attaccando le stesse ai supporti sospesi.

Altri artifici tecnologici è possibile sperimentare, per avviare una mitilicoltura sospesa e sommersa, come speriamo di tentare prossimamente.

Una attenzione particolare va data a certe ricorrenti crisi larvali, dal momento che, nemmeno la sovrapesca può giustificare la caduta verticale di prodotto sui substrati naturali costieri del Conero, come si può vedere dalla Fig. 3.

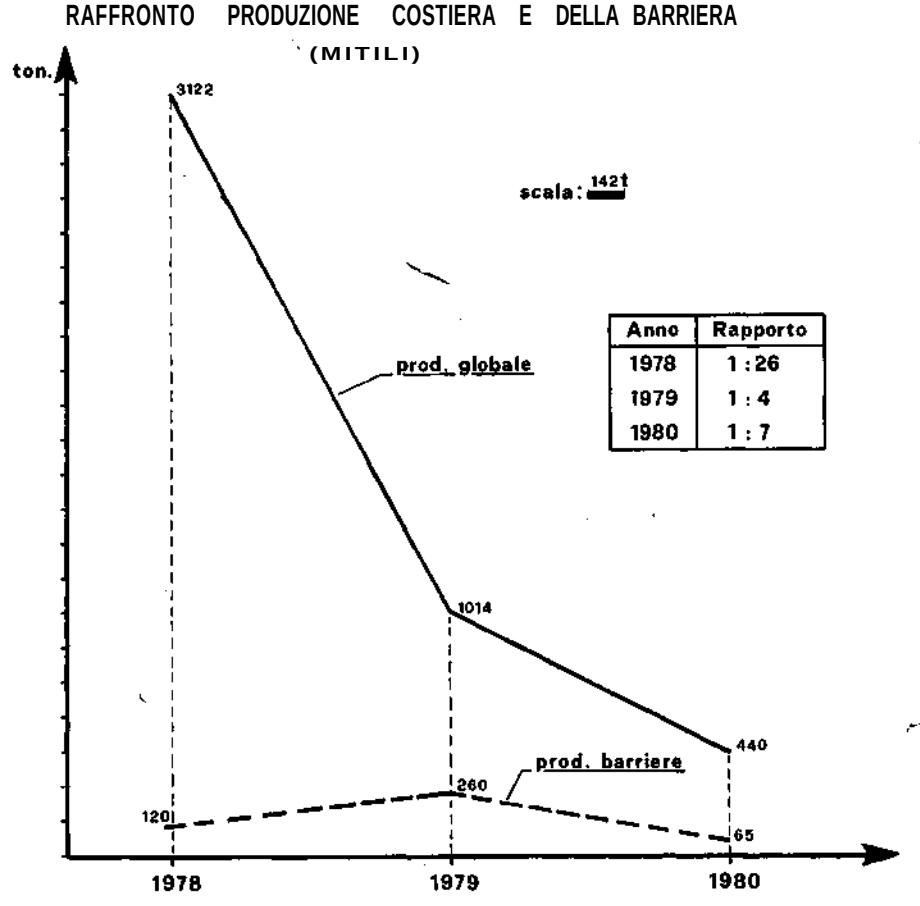


Fig. 3. — Raffronto produzione costiera e della barriera.

La spiegazione può essere ricercata nell'afflusso di grandi masse d'acqua ipoalina dovuto a piene eccezionali del Po, (ARTEGIANI, AZZOLINI, 1980) ad insufficiente rimescolamento di queste acque, a carente scambio gassoso ed a fenomeni conseguenti di anossia e mortalità.

Dalla Fig. 3 si nota tuttavia che le popolazioni di mitili del largo hanno risentito meno conseguenze che le popolazioni costiere.

c) *Aspetti economico-produttivistici*

Sono questi gli aspetti che hanno improntato il nostro esperimento sin dal primo momento e sono questi gli aspetti che maggiormente interessano gli operatori della pesca e l'Amministrazione.

LA PESCA DEI BOMBOLINI (*Nassa mutabilis)* NELLA ZONA DI RIPOPOLAMENTO

Questa specie è tipica dei fondi sabbio-fangosi su cui si deposita materiale organico. Viene esercitata mediante cestelli, detti « nassini », innescati con pesce od altri organismi morti, essendo nota la necrofagia di questo gasteropode, detto comunemente e gergalmente « bombolino, bom¬ betto o bombarello » (*Nassa mutabilis).*

Nel 1976-1977, normalmente n. 10 barche di Porto Recanati pescavano abitualmente nella zona. La pesca più intensiva avviene nei mesi da Gennaio, fino a parte di Maggio e da Settembre fino a Dicembre. Ogni barca cala n. 150-160 nassini, recentemente anche più. Nella zona di ripopolamento, ogni barca prende, mediamente, 3 q/giorno di bombolini, con una produzione complessiva che è di tonn. 300/anno.

Se la stagione è migliore, come numero di giorni buoni per il mare, si può anche superare le 350 tonn./anno.

Questi molluschi si raccolgono e si aggregano nella zona di ripopolamento, sia per motivi genetici (in quanto attaccano le loro capsule ovigere a corpi solidi), sia per motivi trofici, in quanto nelle barriere si addensano scorie organiche e prodotti metabolici dovuti alla massa degli organismi che nella barriera vivono, (pseudofeci di mitili ed altro materiale di scarto).

Per diversi giorni consecutivi, (Aprile 1980) con l'ausilio dei pescatori, abbiamo eseguito un raffronto di rendimento, tra la zona di Portonovo e la zona di ripopolamento.

Sono state calate n. 4 file di « nassini » (ogni fila è composta da n. 35-40 « nassini ») nell'area di Portonovo ed altrettante file nella zona di ripopolamento. Nell'area di Portonovo il rendimento medio è stato di 100 Kg/die, nella zona di ripopolamento di 325 Kg/die.

Va sottolineato che nell'area costiera tra Sirolo e Porto Recanati oggi esercitano questo tipo di pesca n. 16 barche e che di esse n. 12 (75% dello sforzo di pesca) pescano regolarmente nella zona di ripopolamento.

I PESCI DELLA BARRIERA

I pesci che si rinvengono attorno e nella barriera si possono dividere in tre gruppi ecologici:

a) *Pelagici* (Sardine, Acciughe, Cefali, Bobe, Salpe, Menole, Suri, Alose). Si tratta di pesci che gravitano attorno alla barriera, ma di cui, sul piano del rapporto trofico con i popolamenti sessili ed interstiziali della barriera sappiamo poco.

b) *Necto-bentonici* (Diverse specie di Saraghi, Dentici, Orate, Spigole, Corvine, Ombrine, Mormore, Labridi diversi, Occhiate, Pagelli, ecc.). Si tratta di pesci che sono i veri dominatori della barriera. I primi saggi relativi al contenuto stomacale rivelano un rapporto trofico diretto con i popolamenti della barriera e con le specie interstiziali che s'annidano nel bisso dei mitili, negli anfratti delle rugosità dei massi, nei piccoli fori ecc.

Queste specie pregiate di substrato duro, la cui cattura nell'area, prima della creazione della barriera, era episodica, costituiscono oggi il nerbo delle catture mediante reti da posta.

c) *Bentonici* - Sono costituiti da specie di fondo mobile (fangoso, sabbio-fangoso) che normalmente si rinvengono nell'area (Sogliole, Triglie, Gobi, ecc.) ma anche da specie di substrato duro che s'insediano nelle cavità dei massi, come ad es. Scorfani e più da recente Gronghi.

Sulle specie di substrato duro verranno intensificate le indagini sui contenuti stomacali, al fine di approfondire meglio i rapporti trofici tra esse ed i popolamenti della barriera. A titolo preliminare si può dire ad es. che nel contenuto stomacale di Orate (LT = cm 20) oltre a resti di crostacei e bivalvi vari, si trovano anche resti di mitili, che i mitili rappresentano la totalità del contenuto stomacale di Saraghi *(Diplodus vulgaris)* ed anche di qualche labride *(Sinphodus tinca)* che i piccoli crostacei interstiziali dei generi *Athanas, Thoralus, Pisidia* e *Alpheus (dentipes)* costituiscono buona parte del contenuto stomacale delle Corvine (LT = 24 cm. circa).

Dei saggi di pesca (n. 10) con tremagli sono stati eseguiti direttamente ed in seguito con la collaborazione dei pescatori. Negli anni '76 - '77, riportando le catture a m. 100 di tremaglio, si avevano per la posa di una notte da 8 a 10 Kg. di pesce pregiato. Le specie rappresentate nelle catture erano date prevalentemente da quelle bentonectoniche già citate. Saggi

di pesca effettuati fuori della zona di ripopolamento davano rendimenti diversi, sia quantitativamente che qualitativamente, inferiori sempre, in valore.

Durante l'estate '80, abbiamo programmato con i pescatori della cooperativa Portonovo dei saggi di pesca con tremagli, a distanze differenziate, dall'area circostante verso il centro dalla zona di ripopolamento, al fine di valutare l'influenza della zona stessa nell'area viciniore, prendendo in con-

RAFFRONTO RENDIMENTO "BOMBOLINI "(Nassa mutabilis)

PORTONOVO	ZONA RIPOPOLAMENTO —BARRIERE—
R.m.: 100 kg/die	R.m.: 325 kg/die

Cattura con nassini

RAFFRONTO RENDIMENTO PESCI

(rete tramaglio - 100 m * 3h/notte)

Distanza	zona	ripopolamento	400 m	:	R.m.	16,5 kg
"	"	"	200 m	:	R.m.	32,0 kg
"	"	"	100 m	:	R.m.	33,5 kg

Fig. 4

siderazione, ovviamente, le quantità relative alle specie di substrato duro. N. 20 saggi furono eseguiti. Furono calati dei tremagli pressocché uguali (m. 800 di lunghezza), a 400 m., a 200 m. ed a 100 m. di distanza dal cuore della zona di ripopolamento (segnalato con boa).

I raffronti di rendimento sono riportati nella Fig. 4.

Questi saggi di pesca con reti fisse sono certamente pochi, vanno programmati meglio e vanno intensificati con l'ausilio prezioso dei pescatori organizzati.

QUADRO SINOTTICO GENERALE DEI RICAVI CERTI E STIMATI

(Valori espressi in milioni)

Dati certi (a) (Pn.; P.R.; I.T.P.)		Dati stimati (b) (Coop. Pn.)		Totale (a + b)
1977				
Mitili	80			80
Bombolini	75			75
Pesci				
*	155			*155
1978				
Mitili			72	72
Bombolini	50		25	75
Pesci	30			30
*	80	*	97	*177
1979				
Mitili	56		100	156
Bombolini	93,7			93,7
Pesci	35		61	96
*	184,7	*	161	*345,7
1980				
Mitili	20		20,5	40,5
Bombolini	119			119
Pesci	86		73	159
*	225	*	93,5	* 318,5
*	644,7	*	351,5	*996,2

Pn. : Cooperativa di Portonovo

PR. : Gruppo pescatori di Porto Recanati

I.T.P. : Istituto di Tecnologia della Pesca

Fig. 5. — Quadro sinottico generale dei ricavi certi e stimati.

ELABORAZIONE DEI DATI ECONOMICI E DI CATTURA

Il conto costi/ricavi

Abbiamo elaborato i dati economici e di cattura, tenendo presente questi fatti.

Le fonti dei dati sono:

1) Il gruppo dei pescatori di Porto Recanati (n. 10 barche) i quali ci hanno fornito i dati di cattura ed il ricavo lordo delle vendite effettuate ai commercianti.

2) La cooperativa Pescatori di Portonovo, la quale ci ha fornito i dati di cattura ed il ricavo lordo del prodotto conferito dai propri soci, nonché una stima di cattura e di ricavo conseguiti da altri.

3) Le stime di biomassa dovute ai nostri campionamenti.

Abbiamo operato in questo modo:

— anzitutto abbiamo ridotto al 60% il valore del prodotto nei dati della cooperativa Portonovo, in quanto essa vende direttamente al dettaglio, ai consumatori, in un'area di turismo di livello medio-alto;

— dall'aliquota stimata per « altri » (sempre nei dati della Coop. Portonovo) abbiamo tolto i dati di cattura e di ricavo fornitici dall'altro gruppo, cioè dai pescatori di P.to Recanati, in modo da ottenere un'aliquota residua stimata per « altri » che, in questo caso, si configurano come pescatori sportivi, dilettanti, subacquei e pescatori occasionali.

Otteniamo in sostanza due serie di dati:

— Una serie o colonna che riporta i dati certi, di cattura e valore, dei pescatori (Gruppo P.to Recanati e Cooperative Portonovo) più alcuni dati integrati da nostre stime, per il 1977, quando ancora non ci eravamo organizzati con i pescatori.

— Una serie o colonna che riporta i dati stimati, di cattura e valore che risultano dalla differenza tra i dati stimati dalla Coop. Portonovo ed i dati certi del gruppo pescatori di Porto Recanati.

L'aliquota residua stimata, come si diceva, è quella attribuibile ad altri che non siano le due fonti di pescatori citate. Le tabelle seguenti danno:

— Produzione e valore delle catture operate nella zona di ripopolamento;

— Quadro sinottico generale dei ricavi certi e stimati;

— Conto costi/ricavi della zona di ripopolamento.

Produzione e valore zona ripopolamento Conero (AN)

Anno	Mitili	Bombolini	Pesci	Ricavo
1977	T 200; M 80	T 250; M 75	?	115
1978	T 120; M 72	T 150; M 75	T 4 ; M 30	177
1979	T 260; M 156	T 104; M 93,7	T 17,8; M 96	345,7
1980	T 65; M 40,5	T 127; M 119	T 37,3; M 159	318,5
4 anni	645; 384,5	631; 362,7	59,1; 285	996,2

T = Tonnellate; M = Milioni; Mitili = Produz. Media Tonn. 160; Bombolini = Produz. Media Tonn. 176; Pesci = Produz. Media Tonn. 20.

Zona ripopolamento Conero (AN) - Conto costi/ricavi (in milioni)

Anno		Ricavi	Mitili	Bombolini	Pesci
1974					
1975	60 (ha 3)				
1976		155	80	75	—
1977		177	72	75	30 *
1978	250 (ha 2.000)	345,7	156 *	93,7 *	96 *
1979		318,5	40,5 *	119 *	159 *
1980					
	310	996,2	348,5	362,7	285

Ricavo annuo medio in 5 anni: 20 Mil. Circa - Costo ripreso oltre 3 volte

* Valori forniti dalla Cooperat. Portonovo e dal Gruppo Pescatori di Porto Recanati. I valori contengono una aliquota certa ed una aliquota stimata.

d) *I problèmi amministrativi, giuridici e gestionali legati alle barriere artificiali e la gestione integrata del litorale*

Non è semplice dare corso ad una iniziativa di creazione di barriere artificiali nel nostro Paese. C'è da rompere anzitutto talune incrostazioni psicologiche e posizioni acritiche e dogmatiche che toccano l'amministrazione, gli operatori e talvolta la ricerca stessa.

Anzitutto va rilevato che la mancanza di una gestione integrata del

litorale e della fascia costiera e di strumenti idonei di programmazione dell'assetto territoriale, fà si che tutti i possibili utenti del litorale (industria, turismo, marina militare, pesca, Enti Locali) non trovino nè un momento di confronto né di sintesi in un organo per ciò costituito.

Quelli dei visti e delle autorizzazioni, delle pratiche burocratiche da snellire ed infine delle concessioni degli specchi acquei necessari, sono problemi da risolvere, allorquando si dovrà passare, se necessario, dalle iniziative sperimentali a quelle professionali.

Siamo certamente ben lontani dalla visione giuridico-economica giapponese, laddove una legge promulgata nel 1974, la « Legge, per il consolidamento e lo sviluppo dei territori di pesca costiera » ([1]) assegna a gruppi di piccoli pescatori specchi di acque costiere, laddove le risorse vengono allocate ed affidate alla gestione di pescatori, visti come agricoltori di terreni di pesca.

Ma, l'esperimento « barriere » è stato anche di rottura nei confronti dei pescatori. Dapprima ci hanno seguito con titubanza, quando con amaro scetticismo, poi con saggio realismo, infine con entusiasmo, man mano che constatavano i risultati e coglievano i benefici. Ma, le « barriere », se risolvono alcuni problemi, ne aprono degli altri. Le risorse che si formano richiamano altri piccoli pescatori, sportivi, subacquei ecc.

Il problema si risolve dando in concessione gli specchi acquei costieri ai pescatori organizzati che così vengono responsabilizzati a gestire il « loro » terreno di pesca.

BIBLIOGRAFIA

ARTEGIANI A., SOLAZZI A., TOLOMIO C, MARZOCCHI M., FAVERO P., CAVOLO F., 1979 — Parametri fisico-chimici e fitoplancton in una Stazione a Sud del M. Conero (zona di ripopolamento). — *Atti Convegno Prog. Final. Ocean.,* Roma, 5-6-7 marzo.

ARTEGIANI A. and AZZOLINI R., 1980 — Influence of the Po floods on the western Adriatic coastal water up to Ancona and Beyond. — *XXVII e CIESM,* Cagliari, 9-18 October.

AA.VV., 1973 — Bibliography on artificial reefs. — *Coastal Plains Center For Marine Development Service. Public.,* 73-2: 1-129. Wilmington, North Caroline.

BOMBACE G., 1977 — Aspetti teorici e sperimentali concernenti le barriere artificiali. — *In Atti IX Congresso SIBM,* Ischia.

BOMBACE G., 1980 — Paper on experiments in artificial reefs in Italy. — *Sympos. on manag.*

([1]) Il piano settennale giapponese 1976-1982 prevede uno stanziamento di 200 miliardi di yens per sostenere le iniziative di valorizzazione delle acque litorali e la creazione di «barriere artificiali».

of living resourc. in the Medit. coast. area - GFCM/XV /8021 — FAO-Palma de Mallorca, 18-20 sept.

DALLA VENEZIA L., 1979 — Prime osservazioni sugli insediamenti di *Mytilus* sp. sulle barriere artificiali del Conero (Ancona). — In *Atti Convegno Scientifico Nazionale Progetto Finalizzato Oceanografia.* Roma, Vol. 2, 5-6-7 marzo.

HANSON J. A., 1974 — Open sea mariculture. Straudsburg, Pa, Dowden, Hutchinson and Ross, 410 p.

Indirizzo dell'Autore. — I.R.PE.M .-C.N.R. - Molo Mandracchio, 70100 Ancona (I).

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl), 3 1982, pp. 593-599

GIULIO RELINI

LA BARRIERA ARTIFICIALE NEL GOLFO MARCONI (MAR LIGURE) ([1])

RIASSUNTO

È stata costruita una barriera artificiale nel Golfo Marconi (Riviera Ligure di Levante) affondando, tra 30 e 40 m di profondità, quindici chiatte, ciascuna di 50 t di legno di rovere, con lo scopo di impedire la pesca a strascico all'interno dei 40 m, di migliorare l'insediamento di organismi sessili e di uova e di creare rifugi per pesci, crostacei e cefalopodi, e di incrementare la pesca artigianale.

Vengono illustrati i motivi della scelta del luogo e riassunte le ricerche in corso nell'ambiente; la barriera sarà completata con manufatti in cemento a profondità di 15-20 m.

SUMMARY

The artificial reef in the Marconi Gulf (Ligurian Sea).

An artificial reef built with woodden barges in the Marconi Gulf (Eastern Ligurian sea, Italy) is described. Fifteen barges each of 50 t of oak timber were sunken at 30-40 m depth with the aim to prevent fishing by trawls inside 40 m depth in the Gulf and to improve settlement of sessile organisms and eggs, to produce shelters for fishes, crustaceans and Cephalopods, to increase fishing of commercial value. The reason of the choice of this locality and studies in progress on environment and fishing are described.

The further step is the construction of a reef more inshore (15-20 m depth) of concrete substrates of different shape on a muddy bottom.

Key words: artificial reefs - fishing - settlement.

([1]) Lavoro svolto nell'ambito del P.F. « Oceanografia e Fondi Marini », subprogetto Risorse Biologiche e presentato al 13° Congresso SIBM, Cefalù, maggio 1981.

In seguito ai promettenti risultati ottenuti con la barriera artificiale di Ancona (BOMBACE, 1973; 1977; 1978; 1979) e a quelli, deludenti, derivanti dall'immersione di carcasse d'auto a Varazze (RELINI e RELINI ORSI, 1971; RELINI e WURTZ, 1977) si è ritenuto necessario indagare ulteriormente sulla possibilità di creare anche in Liguria scogliere artificiali per l'incremento di specie di interesse economico.

I numerosi studi condotti sul fouling delle acque liguri (per la bibliografia si veda RELINI, 1980) in differenti situazioni ecologiche, avevano già fatto conoscere insediamenti ben più ricchi di quelli verificatisi sulle carcasse d'auto di Varazze e quindi facevano sperare nell'innesco di catene trofiche più produttive. È parso inoltre che la sperimentazione preliminare alla costruzione della barriera, dovesse comprendere sia lo stùdio dell'insediamento *in situ*, sia quello dell'effetto di richiamo esercitato sui pesci da manufatti di discrete dimensioni: a tal fine sono state immerse chiatte di legno in diverse località e a differenti profondità. La scelta delle chiatte (ciascuna di *50* t circa di rovere) è stata condizionata anche dalla loro disponibilità a titolo gratuito, grazie alla collaborazione del Consorzio Autonomo del Porto di Genova (C.A.P.). Le chiatte sono state immerse a Varazze e a Camogli (RELINI, 1979); nella prima località si è voluto soprattutto porre a confronto strutture e materiali diversi (chiatte di legno e carcasse d'auto); a Camogli l'insediamento a tre diversi livelli, in parte meno profondi e verosimilmente più produttivi di quelli di Varazze.

Contemporaneamente a queste due iniziative, il cui studio è ancora in corso e di cui verrà riferito in altra sede, ne è stata intrapresa una terza, più ampia ed articolata, nel Golfo Marconi (Riviera Ligure di Levante), dove si è appositamente costituito un consorzio tra le associazioni di pescasportivi e di professionisti della piccola pesca di Rapallo e Santa Margherita Ligure. Il Consorzio Golfo Marconi (C.G.M.), sorto con la finalità di migliorare la flora e la fauna del Golfo, ha richiesto la collaborazione del nostro gruppo di ricerca per la costruzione di barriere artificiali, anche allo scopo di limitare i danni provocati da alcune strascicanti. Abbiamo aderito con entusiasmo a tale richiesta di collaborazione verificandosi alcune condizioni particolarmente favorevoli all'iniziativa:

a) esiste una ormai decennale collaborazione tra i pescatori di Santa Margherita Ligure e il nostro Istituto per quanto riguarda la pesca a strascico, collaborazione che ha interessato il Comune di S. Margherita Ligure, concentrandosi nell'istituzione di un piccolo Laboratorio di Biologia "della Pesca;

b) la contemporanea presenza nel Consorzio di pescasportivi e pescatori professionisti, a superamento delle polemiche scaturite dalle recenti limitazioni imposte ai dilettanti nell'uso degli attrezzi da pesca;

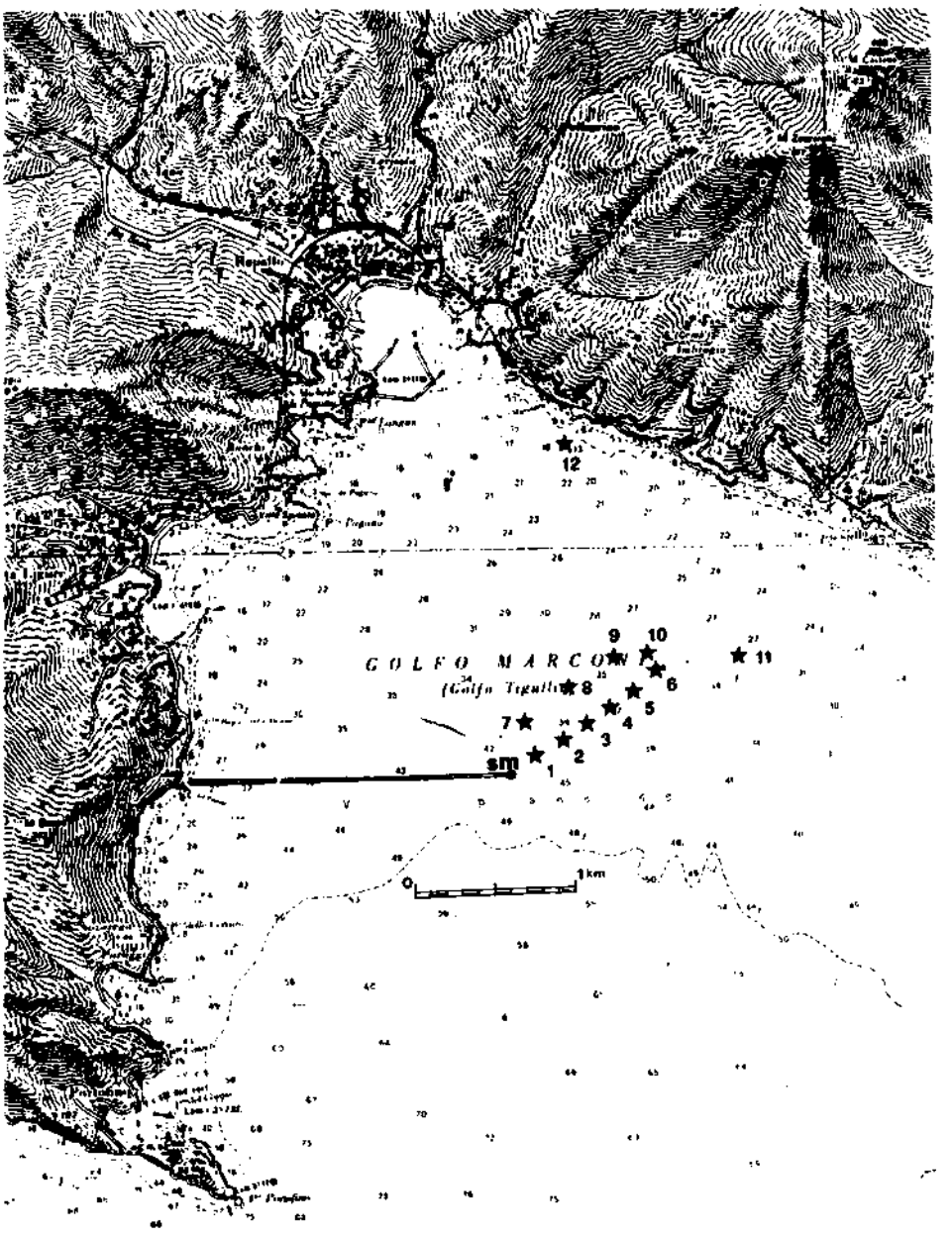


Fig. 1. — Posizione delle prime 12 chiatte di legno immerse nel Golfo Marconi nel dicembre 1980. sm: sbocco fognatura di S. Margherita Ligure; r: sbocco fognatura di Rapallo.

c) la particolare conformazione del Golfo consente esperienze in acque riparate, poco profonde e interessate da un apporto di sostanze organiche. Pertanto una barriera artificiale avrebbe consentito di rilevare anche dati inerenti il riciclaggio della materia organica da parte dei filtratori e sestonofagi insediati sui substrati duri. Si presume infatti che una consistente presenza di tali organismi possa contribuire alla depurazione delle acque e alla rapida trasformazione delle sostanze organiche in biomassa utilizzabile direttamente o indirettamente dall'uomo.

Il progetto iniziale prevedeva l'immersione di n. 20 chiatte di legno disposte a scacchiera tra Punta del Pedale e Punta Stella (vedi fig. 1), con il duplice scopo di impedire l'eventuale entrata nella parte interna del Golfo delle strascicanti e di consentire lo studio delle comunità di organismi insorgenti a differenti distanze dalle zone di sbocco dei liquami delle fognature di S. Margherita e Rapallo; tuttavia tale progetto è stato modificato a causa del divieto posto dalla Marina all'immersione delle chiatte nella parte occidentale del Golfo (cioè in prossimità della condotta fognaria di S. Margherita (fig. 1 sm).

Nel dicembre 1980, sono state immerse dodici chiatte di cui undici sulla direttrice sbocco della fognatura di S. Margherita Ligure-punta Stella, a profondità comprese tra i 35 e 42 m, mentre una (n. 12) è stata posta vicino a riva ad una profondità di circa 15 m. A causa di varie difficoltà

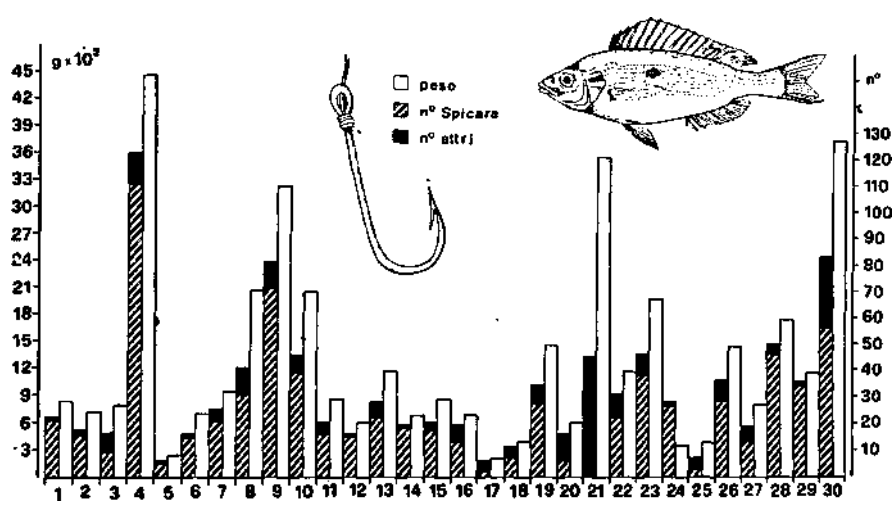


Fig. 2. — Risultato in peso e in numero di individui della pesca al bolentino di 30 barche ormeggiate per 4 ore nella zona delle chiatte (10/5/1981).

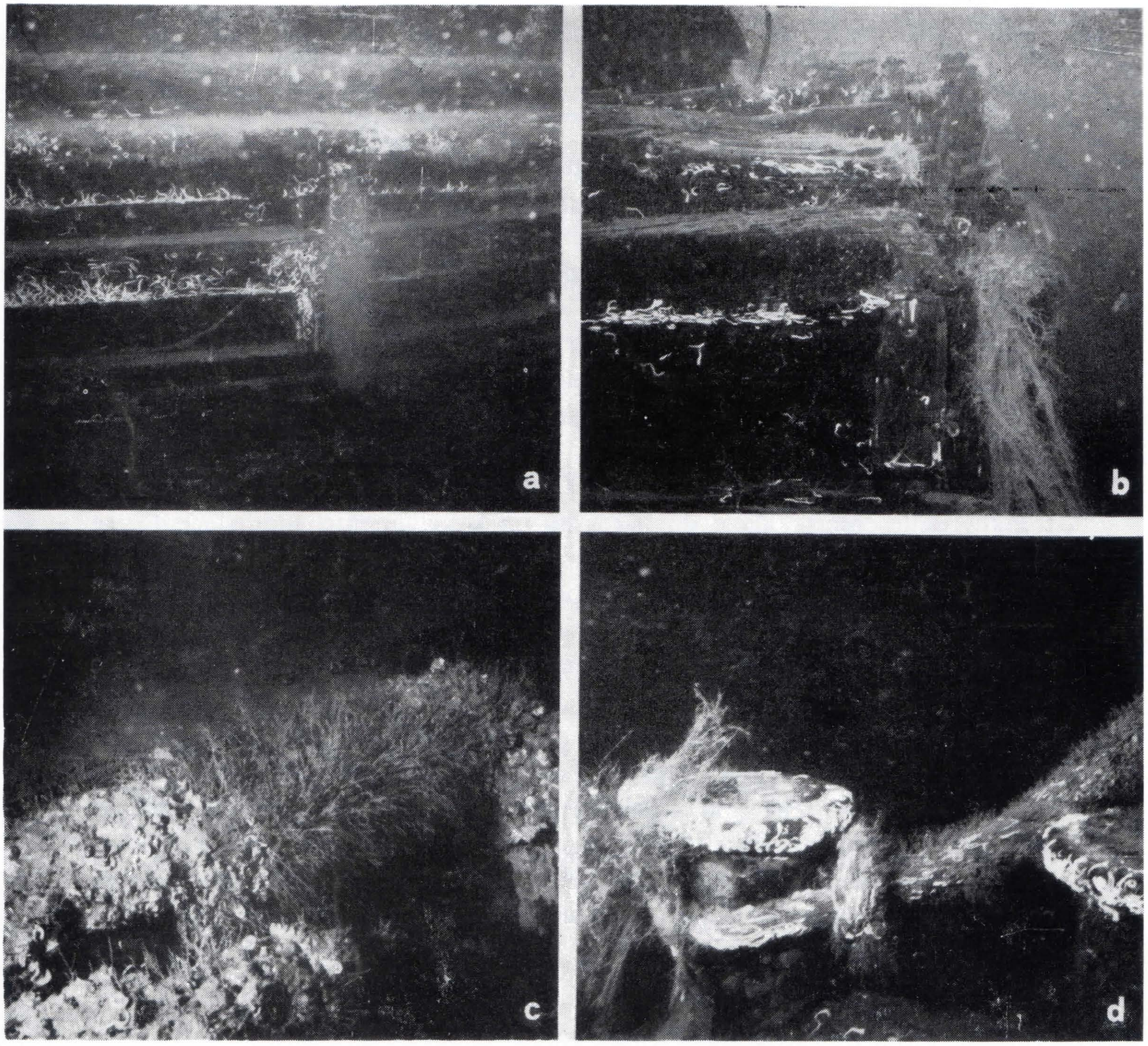


Fig. 3. — Aspetti dell'insediamento sulle chiatte dopo quattro mesi dall'affondamento: a e b: intenso insediamento di Serpulidi lungo il fasciame delle chiatte; c: particolare di un discreto insediamento di organismi tra i quali predominano gli Idroidi; d: particolare di « bitte » e cavo con discreto attacco di Serpulidi ed Idroidi.

operazionali e burocratiche, le rimanenti tre chiatte (n. 13, 14, 15) sono state immerse ai primi di luglio (1981).

Tenendo conto che in passato vi sono state difficoltà nel rintracciare le chiatte affondate, in questa ultima operazione, grazie alla preziosa collaborazione del C.G.M. e di alcuni operatori del C.A.P. si è seguita la seguente procedura: il punto designato per l'affondamento è stato preventi-

vamente segnato da un gavitello; ogni chiatta al momento dell'affondamento era munita di un secondo gavitello e il confronto tra i due, a operazione avvenuta, ha consentito di rilevare esattamente la posizione con facili mire a terra.

Nel frattempo sono stati effettuati nella zona alcuni censimenti del pescato seguendo soprattutto le gare di pesca con bolentino; una di queste è stata organizzata da C.G.M. nel tratto di mare interessato dall'affondamento delle chiatte il 10/5/1981. Il risultato di 30 barche è riportato nella fig. 2: si tratta in prevalenza di *Spicara flexuosa* Raf. seguita da *S. maena* (L.), *Boops boops* (L.) e *Gobius niger* (L.).

È stato anche preparato e distribuito sia ai professionisti che agli sportivi un questionario per il rilevamento del pescato in differenti zone del Golfo.

In aprile sono state scattate dai Carabinieri sub di Genova alcune fotografie delle chiatte, dalle quali risulta un insediamento soddisfacente, se si tiene conto della brevità dell'immersione (fig. 3, a, b, c, d).

La seconda fase della costruzione della barriera del Golfo Marconi prevede la sistemazione, nella parte più interna del Golfo, di una scogliera formata da manufatti in cemento armato, atti principalmente a costituire rifugi per i pesci.

Saranno sperimentati manufatti diversi, sia per forme, sia per materiali; tra questi si profila di particolare interesse il calcestruzzo cellulare (cemento espanso) che può avere un peso specifico inferiore a 1: infatti una delle più grosse difficoltà nella costruzione delle barriere artificiali consiste nel peso delle strutture, che richiede l'intervento di apparecchiature costose. Questo materiale potrebbe anche risultare idoneo per operazioni di trapianto di comunità bentoniche, attraverso il trasporto di interi moduli di scogliera artificiale.

Ringraziamenti. — L'Autore è profondamente grato al Consorzio Golfo Marconi, ai C.A.P. di Genova e ai Carabinieri Subacquei di Genova, senza la cui preziosa collaborazione la barriera artificiale non sarebbe stata realizzata.

BIBLIOGRAFIA

BOMBACE G., 1973 — Progetto per la realizzazione di barriere artificiali nel mare di Ancona. — *Gazzettino della Pesca*, n. 1, A. XX, Ancona.

BOMBACE G., 1977 — Aspetti teorici e sperimentali concernenti le barriere artificiali. — *Atti IX Congresso S.I.B.M.*, Ischia, pp. 29-42.

BOMBACE G., 1978 — Le Scogliere del Conero. — *Il Subacqueo*, pp. 66-68.

BOMBACE G., 1979 — Nota sull'esperimento di barriere artificiali a fini multipli realizzato

dal laboratorio di tecnologia della pesca del C.N.R . - Ancona. — *Gazzettino della Pesca,* n. 1, Ancona.

RELINI G., 1979 — Ricerche in corso in Liguria sulle barriere artificiali. — *Atti VIII Simposio Nazionale sulla Conservazione della Natura,* Bari, pp. 79-87.

RELINI G., 1980 — Elenco dei lavori sul fouling di acque italiane compilato dal gruppo fouling del Comitato B.I.P. della S.I.B.M. — *Mem. Biol. Mar. Oceanogr.,* 10 (suppl.): pp. 343-355.

RELINI G. e RELINI ORSI L., 1971 (1972) — Affondamento in mare di carcasse di automobili ed inquinamenti. — *Quad. Civ. Staz. Idrobiol.,* Milano, 3-4: pp. 31-43.

RELINI G. e WURTZ M., 1977 — La scogliera artificiale di Varazze (Mar Ligure) a sei anni dall'immersione. — *Atti IX Congresso S.I.B.M.,* Ischia, pp. 363-371.

Indirizzo dell'Autore. — Istituto di Anatomia Comparata dell'Università di Genova, Laboratori di Biologia Marina ed Ecologia Animale, Via Balbi 5, 16126 Genova (I).

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.), 3 1982, pp. 601-605

ANDREA BALDUZZI, SILVANA BELLONI, FERDINANDO BOERO,
RICCARDO CATTANEO, MAURIZIO PANSINI e ROBERTO PRONZATO

PRIME OSSERVAZIONI SULLE BARRIERE ARTIFICIALI DELLA RISERVA SOTTOMARINA DI MONACO *

RIASSUNTO

I primi dati raccolti sul benthos animale delle diverse strutture artificiali immerse a Monaco mostrano come il numero di specie insediatesi sia ancora molto inferiore rispetto a quello dei substrati duri naturali situati nelle vicinanze.

Tra i materiali impiegati, massi inroccia naturale e mattoni in calcestruzzo variamente assemblati, questi ultimi sembrano maggiormente indicati per la costruzione di barriere.

L'evoluzione dei popolamenti differisce vistosamente a seconda della profondità di immersione dei substrati.

Degna di nota, infine, è la mancanza di molluschi eduli su queste strutture, contrariamente a quanto osservato in altri bacini con diverse caratteristiche morfologiche e trofiche.

SUMMARY

Preliminary observations on the artificial barriers of the Monaco submarine Reserve.

The first available data on the animal benthos of the different artificial structures immersed at Monaco show how the number of settled species is still much inferior in comparison with that of the nearby hard natural substrata. Of the materials used, natural rocks and differently assembled cements bricks, the latter seem more suitable for the building of artificial reefs. The population evolution greatly varies with the depth of immersion of the substrata.

Contrarily to other observation made in basins with different features, edible molluscs have not settled on these structures.

Key words: artificial barriers - zoobenthos - Western Mediterranean.

* Lavoro eseguito nell'ambito del Progetto Finalizzato « Oceanografia e Fondi Marini » del C.N.R.

L'immersione di strutture artificiali nelle acque del Principato di Monaco si inserisce nelle iniziative di questo tipo in atto in Mediterraneo da alcuni anni. L'ubicazione nel Mediterraneo nord-occidentale aumenta l'interesse dell'esperienza di Monaco, anche in vista di un confronto con i risultati già ottenuti in Adriatico (BOMBACE, 1977, 1981).

La riserva sottomarina di Monaco è stata istituita nel 1976 allo scopo di creare una zona nella quale la fauna marina non fosse disturbata dalla pesca, dalla navigazione e dall'attività subacquea indiscriminata, e di proteggere l'unica prateria di Posidonia esistente nelle acque del Principato. Attualmente la sua superficie è di circa 50 ha. In essa sono stati immersi, in epoche diverse, vari tipi di strutture destinate a formare tane e rifugi per pesci, crostacei e molluschi (DEBERNARDI, 1980).

Una prima campagna di ricerca, nel luglio 1980, ci ha permesso di effettuare una serie di osservazioni e prelievi su queste strutture e sull'ambiente circostante.

In particolare sono stati effettuati prelievi bentonici di tipo qualitativo sugli affioramenti di roccia naturale situati nelle vicinanze delle strutture artificiali (—30 m circa) e su tre delle strutture immerse nella riserva:

1) una scogliera formata da massi di calcare di cava, immersi nel giugno 1977 e ammucchiati sul fondo (prevalentemente fangoso) a circa 30 m di profondità;

2) un elemento di scogliera alveolare, formato da una soletta di cemento armato (3×2,5 m) su cui erano stati fissati circa duecento mattoni forati in calcestruzzo (usati in edilizia per solette leggere autoportanti) per un'altezza di circa 1,5 m, e calato nel giugno 1979 a circa —30 m su fondo fangoso;

3) un secondo elemento di scogliera alveolare uguale al precedente, calato nel giugno 1979 a circa 8 m di profondità, in una zona sabbiosa vicina al limite superiore della Posidonia.

Il confronto tra i dati ottenuti con questi prelievi, relativi a Poriferi, Idroidi, Briozoi e Molluschi (Tab. 1), mette in evidenza la grande distanza ancora esistente tra la varietà di specie presenti nell'ambiente naturale e la relativa povertà del popolamento delle strutture immerse artificialmente in mare, mentre non si notano differenze di rilievo nel numero di specie ritrovate sui vari tipi di substrato artificiale. Tenendo invece conto della composizione specifica dei popolamenti, sembrerebbe, in base a questi primi dati, che la struttura artificiale più affine agli affioramenti naturali sia la scogliera di massi di cava, pur se colonizzata da un ridotto numero di specie. Ciò potrebbe dipendere sia dal maggior tempo di immersione, sia dalla maggior somiglianza di questo substrato a quello naturale. La buona resa dei mattoni in calcestruzzo, come substrato arti-

Tab. 1 — Numero di specie rinvenute sui substrati duri di Monaco: A) mediante raccolta in immersione degli organismi; B) mediante esame del substrato in laboratorio (in questo secondo caso sono stati considerati anche i Policheti).

	A				B
	Rocce nat. —30 m	massi di cava —30 m	scogl. alveol. —30 m	scogl. alveol. —8 m	mattoni calcestr. —20 m
Potiferi	6	7	1	4	21
Idrozoi	9	3	13	8	8
Briozoi	22	7	6	6	26
Policheti					26
Molluschi	14	4	2	—	5
Totale	51	21	22	18	86

fidale per l'impianto del benthos fisso, sembrerebbe però confermata dai risultati dell'esame dettagliato, svolto in laboratorio, di due elementi prelevati da una scogliera di mattoni immersi nel 1977, a circa 20 m di profondità, su fondo prevalentemente fangoso. Il numero di specie insediatesi su questo materiale in tre anni è infatti molto elevato (Tab. 1). Anche se, dato il differente sistema di campionamento, non è possibile fare un paragone diretto con i popolamenti delle altre strutture, questi elementi si presentano ben ricoperti da organismi, e relativamente poco interessati da deposito di sedimento. Le numerose cavità che li attraversano creano zone variamente esposte alla luce e consentono una buona circolazione d'acqua al loro interno, mentre la ruvidità della loro superficie favorisce l'insediamento. I massi di cava, forse per via della loro diversa ubicazione, appaiono ricoperti da un notevole strato di limo; la loro conformazione, inoltre, fa sì che una scogliera costruita con questo materiale sia molto meno ricca di cavità rispetto a una di mattoni, e il loro peso li rende difficili da ammucchiare sul fondo.

Le unità di scogliera alveolare sono forse le strutture più interessanti tra quelle immerse nella riserva. Oltre ad essere estremamente ricche di cavità, gallerie e rifugi, la larga base di appoggio e la loro relativa leggerezza (7 t su circa 7,5 mc) ne limitano molto lo sprofondamento anche su fondi molli, e l'altezza dal fondo le tiene sufficientemente pulite dal sedimento.

L'evoluzione del popolamento sulle due strutture, a 8 e 30 m di profondità, appare molto differente. A —8 m, dopo un anno di immersione, il ricoprimento da parte delle alghe fotofile era già praticamente completo, mentre a —30 m, mancando questa componente, la struttura appariva abbastanza spoglia, ed il popolamento era caratterizzato dall'abbondante presenza del polichete *Filograna* sp. Durante una seconda campagna, nel maggio 1981, la prima struttura aveva un aspetto molto simile — a parte le differenze stagionali — a quello dell'anno precedente; a —30 m, invece, *Filograna* mostrava una tendenza alla regressione, e il popolamento nel suo complesso sembrava più abbondante e più variato. Queste osservazioni sono state fatte utilizzando anche postazioni fotografiche fisse secondo il metodo di BALDUZZI et al. (1981).

Nel complesso, quindi, si è notata una maggiore rapidità di colonizzazione nelle strutture superficiali, rispetto a quelle più profonde. Riteniamo però utile proseguire queste osservazioni su un arco di molti anni, sia mediante raccolte qualitative e l'uso di postazioni fotografiche sia asportando periodicamente parti di queste strutture, che forniscano informazioni anche di tipo quantitativo.

Un'ultima considerazione va fatta sull'assoluta mancanza, sulle strutture di Monaco, anche dopo anni dall'immersione, di quella grande massa di molluschi eduli che generalmente si ritiene siano caratteristici di un certo stadio evolutivo dei substrati artificiali in ambiente eutrofico. Nonostante ci si trovi di fronte ad un tratto di costa densamente abitato, dal quale si può ritenere che provenga una quantità non indifferente di sostanza organica e sali nutrienti, la presenza di alti fondali a poca distanza dalla costa probabilmente rende insufficiente la « concimazione » del mare per poter installare un impianto economicamente redditizio (obiettivo cui certo non mira, del resto, la riserva di Monaco). Questa considerazione pone nuovamente l'accento sulla necessità di valutare le potenzialità produttive di una zona prima di tentarvi esperienze di maricoltura che abbiano anche finalità economiche.

BIBLIOGRAFIA

BALDUZZI A., BOERO F., PANSINI M. e PRONZATO R., 1981 — Emploi des relèvements photographiques dans l'étude de l'évolution des biocoenoses de substrat dur naturel. — *Rapp. Comm. int. Mer Médit.,* Monaco, 27 (9): 249-251.

BOMBACE G., 1977 — Aspetti teorici e sperimentali concernenti le « barriere artificiali ». In: Atti del IX Congresso della Società Italiana di Biologia Marina (a cura di F. CINELLI, E. FRESI e L. MAZZELLA). — *Lito «La Seppia»,* Firenze: 29-41.

BOMBACE G., 1981 — Note sur les expériences de création de récifs artificiels en Italie. Etudes et revues du Conseil Général des Pêches pour la Méditerranée, *FAO*, Roma, 58: 321-337.

DEBERNARDI E., 1981 — Réserve sous-marine de Monaco. Note sur les récifs artificiels. Etudes et revues du Conseil Général des Pêches pour la Méditerranée, *FAO*, Roma, 58: 339-341.

Indirizzo degli Autori. — Istituto di Zoologia dell'Università, via Balbi 5, 16126 Genova (I).

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.), 3 1982, pp. 607-626

SILVANO RIGGIO & GIOVANNI DI PISA

OBSERVATIONS ON THE DEVELOPMENT OF FOULING ON DISCONTINUOUS SURFACES IN PALERMO HARBOUR *

SUMMARY

Experiments on fouling development were carried out using square panels with discontinuous plane surfaces or bearing 3 to 5 regularly arranged holes equidistant from the panel tips. Plates of two different materials — asbestos and plexiglass — were employed.

The results after one year's submergence in a highly polluted dock showed heavier biotic settlements on the drilled plates, irrespective of the size and the material employed. *Ciona* individuals were densely aggregated around the hole contours on larger panels, whereas there were none on the smaller ones. Biomasses were directly proportional to the perimeter of the holes and inversely proportional to the final area of the panel. Competition between ascidians and barnacles was more intense on drilled surfaces where *Ciona* was clearly dominant.

Hole contours in the shady sides were the sites of first settlement by either solitary or creeping colonial forms. Colonization then spread radially from hole to hole covering the remaining surface in an orderly pattern. A relation seems to exist between the pattern of biotic settlements and the presence and extent of surface discontinuities.

RIASSUNTO

L'effetto delle discontinuità superficiali sui patterns di sviluppo del fouling portuale è stato analizzato sperimentalmente attraverso lo studio comparativo degli insediamenti biotici su pannelli di diverso materiale ed area, caratterizzati da superfici continue ed opportunamente forate.

* Investigation supported by a CNR (National Research Council) fund for applied research. Research Project « Oceanography and marine Bottoms ».

I risultati ottenuti mostrano un più intenso popolamento di *Ciona intestinalis* L. in corrispondenza dei fori ed una crescita dei pesi e del numero di individui in proporzione diretta al perimetro totale dei fori, mentre i balani mostrano un comportamento opposto. Un insediamento crescente di Serpulidi in relazione diretta al perimetro dei fori è stato trovato sui pannelli di plexiglas.

Risultati analoghi sono stati verificati su un pannello tubolare forato.

La colonizzazione iniziale sulle superfici meno illuminate dei pannelli mostra un ruolo decisivo dei fori, che sembrano sia stimolare l'insediamento biotico che dirigerlo spazialmente.

Key words: Fouling - asbestos panels - holes - contours - areas - discontinuities.

INTRODUCTION

The pattern of organism distribution in the benthic settlement on solid surfaces are to a great extent related to the geometry of the substratum.

Such an assumption, which might sound quite obvious, is however, difficult to demonstrate experimentally because of the concurrence of other environmental factors whose influence on species settlement is far more evident. Numerous data do however support the ecological importance of space and geometry and most of them are from research carried out by means of artificial substrata.

Test panels with different surface textures, such as pitted and grooved, have provided a good deal of experimental information about the settling behaviour of barnacle- Serpulid-larvae and larval forms of other benthic groups (CRISP & BARNES, 1954; CRISP, 1960, 1961; WISELY, 1960; KNIGHT-JONES & MOYSE, 1961; MEADOWS & CAMPBEL, 1972).

In addition, the use of plane pitted and grooved panels seems to result in larger concentrations of the main fouling organisms inside the hollows as well as around the pit contours (GHOBASHY, 1976).

Astonishingly different taxon arrangements and pattern intensities have also been observed in the fouling of flat and curved panels.

A conspicuous feature is the abrupt transition in species constitution and level of individual aggregation occurring with the inflexion between concave and convex surfaces in asbestos fluted tiles (RIGGIO e Di PISA, 1979; 1980; 1981). Such an observation is consistent with the overcrowding of barnacles and mussels commonly found along the edge of test panels — the so called «boundary effect » (W. HOLE OCEANOGRAPHIC INSTITUTION, 1967; RELINI, 1968). This is a constant aspect of fouling growth, which is only accounted for by the assumption of a geometric factor.

Both phenomena stress the leading role of discontinuities in the selective attraction and recruitment of larval forms.

In other words, the presence of free edges and protrusions on a flat surface might significantly alter the species distribution and gregariousness, thus giving a clue to a better interpretation of habitat diversity and Patchiness.

In order to test this hypothesis we followed the onset and development of fouling either on submerged panels with continuous plane surfaces or on panels bearing large circular holes, arranged in a regular pattern, which simulated naturally occurring space discontinuities.

Comparison between the constitution of the settlements and the time of development has so far fully confirmed our expectations: the size of the discontinuities proved to be a crucial factor in species recruitment during both the early and later stages of biotic colonization, and their role seems to be directly related to the dimensions of the discontinuities.

The area, which is of primary importance in determining the overall species richness, does not seem to influence the structure and the degree of taxon aggregation, and therefore the breaks in surface continuum act as a factor *per se.*

MATERIALS AND METHODS

Two series of experimental panels of different areas and materials were used.

The first series was made up of 25 cm square asbestos panels, with a total area of 625 cm^2. Circular holes, 3.6 cm to 4.0 cm in diameter, were drilled in two of them, and one was left intact (fig. 1).

The holes were respectively three, arranged at the points of an equilateral triangle, and five, four of which were located near the panel's corners, equidistant from the fifth, on the centre. In the course of our discussion the two panels will be referred to as 3H and 5H.

The holes were also marked with small letters to make recognition easier.

The presence of holes significantly altered the areas which diminished by 61.00 cm^2 on panel 3H and by 101.7 cm^2 on panel 5H.

They were hang suspended from a metallic frame and submerged at a depth of 1.5 m. One set of panels was submerged in February 1980 at station GGF in the ancient port « La Cala » (RIGGIO, 1979). A second set was submerged in January 1981 in the shipyard (station CNN), hanging to the outer structures of a floating basin for ship repair, in free waters with an East/West exposition.

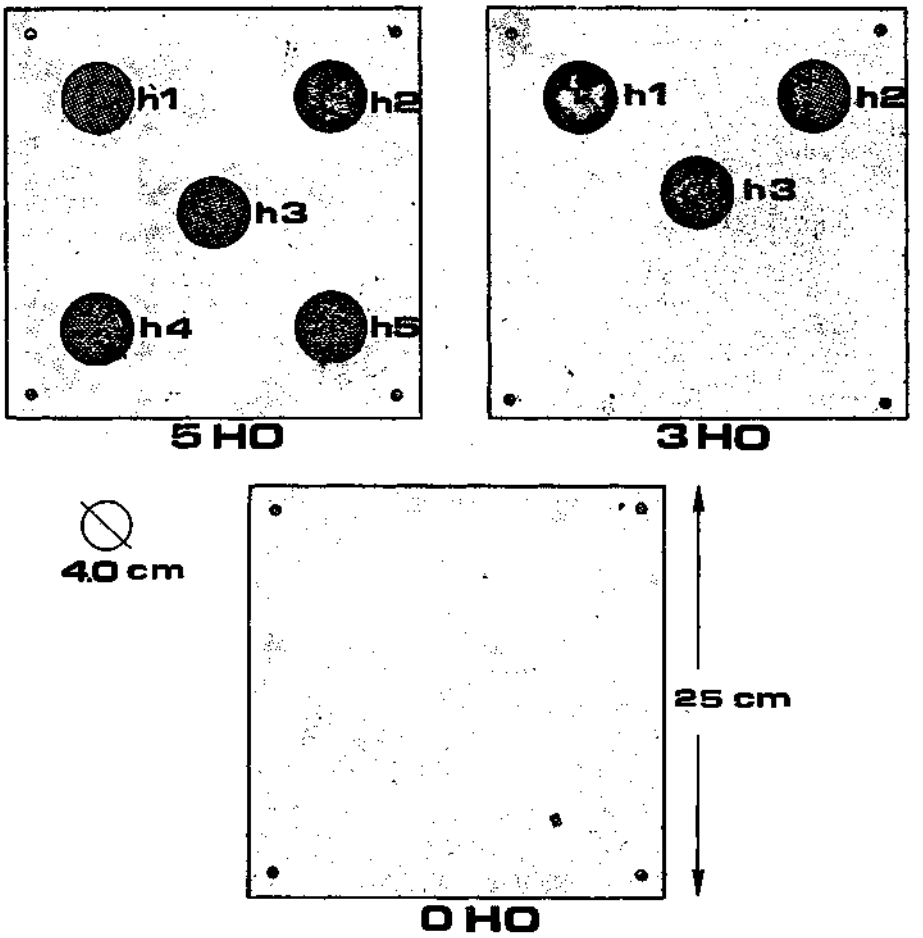


Fig. 1. — Illustration of the panels employed and arrangement of the holes on the surface.

Another series of panels 100 cm^2 in area was made up of plexiglass. The holes measured 2 cm in diameter and were arranged much in the same way as in the asbestos surfaces.

The first set of asbestos panels was removed and examined in the laboratory in April 1981, after fourteen months of submergence.

The weight of whole panels as well as the biomasses of the dominant groups were recorded. The degree of cover of the dominant groups was also assessed. The species were identified and counted. Following a procedure already used in our previous researches (RIGGIO e Di PISA, 1980; 1981) only the main taxonomic groups making up the bulk of the biotic

cover, i.e. algae, where present, *Ciona intestinalis* L., Serpulid Polychaetes and barnacles were taken into account. However, only *Ciona* and barnacles were actually significant for the purpose of our research.

The biotic settlements were periodically observed *in situ*.

The presence of each group was observed and the relative densities were assessed. Comparisons of photographs taken at successive time intervals proved a useful means of estimating the biotic covers and the development of the fouling complex.

A tube of perspex made of two cylinders of slightly different diameters fitted one inside the other was also suspended from the floating basin, one meter deeper than the plexiglass panels. It was 12 cm long and its diameter was 4.5 cm. Two circular holes 18 cm in diameter were drilled laterally on the midline (Fig. 2).

It was removed in June 1981, together with the smaller plexiglass plates and its biotic settlement was examined in the laboratory.

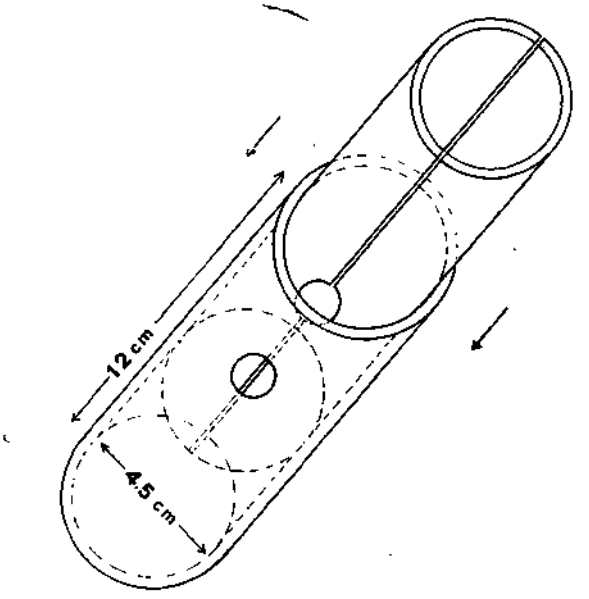


Fig. 2. — Cylindrical panel made of two perspex tubes fitted into one another.

RESULTS

The biotic settlements on the asbestos panels followed the sequences already reported for Palermo Harbour (RIGGIO, 1979).

Side in light

Primary algal covers appeared in winter on the side in the light at station GGF and grew up to dense tufts of threadlike thalli. They were then replaced by barnacles, mainly by *B. amphitrite* Darw. and *B. eburneus* Gould, and finally by Serpulids and *Ciona,* which dominated in the most advanced stage.

Ciona was uniformly distributed on the surface of the flat undrilled panel and was intermingled with barnacle patches, while on the drilled panels it showed a non-random distribution and was present in far greater densities. On both 3H and *5H, Ciona* made its first appearance only around the hole contours and then increased in size and numbers, forming thick clumps of large individuals which overshadowed the basal barnacle- and Serpulid layer.

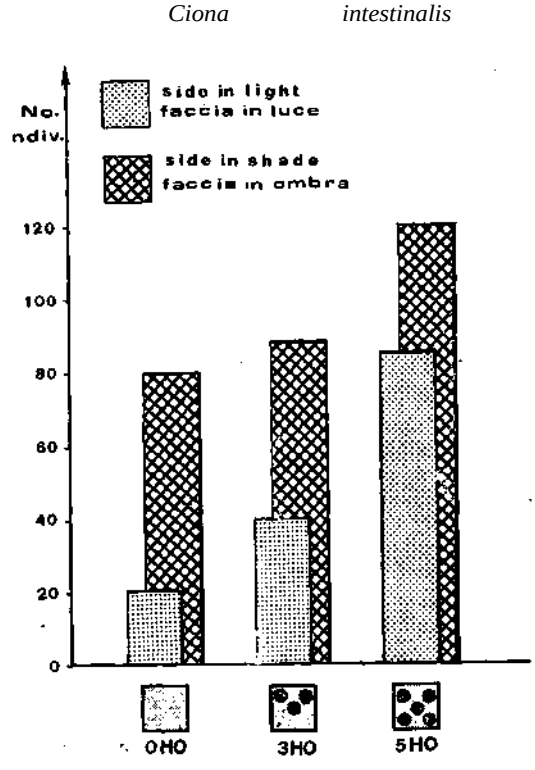


Fig. 3. — Population densities of *Ciona intestinalis* L. on the panels at station GGF.

Almost the whole *Ciona* population was concentrated in such groupings and only a few isolated individuals were scattered on the remaining surface. Such a concentration in well marked clusters around the holes was even more evident at the end of the yearly cycle.

Side in shade

The biotic sequences on the shady sides led to a far denser *Ciona* settlement. *Ciona* individuals were quite uniformly distributed on the surface of the flat undrilled panel, but they were more tightly aggregated around the holes on drilled plates. An earlier and denser *Ciona* growth around the holes was evident. *Ciona* individuals were in fact so overcrowded that later Tunicate settlers unable to find enough space on the shady side managed to grow around the hole contours on the more enlightened side.

After having attained the adult size, however, they made their way through the hole, protruding on the opposite face.

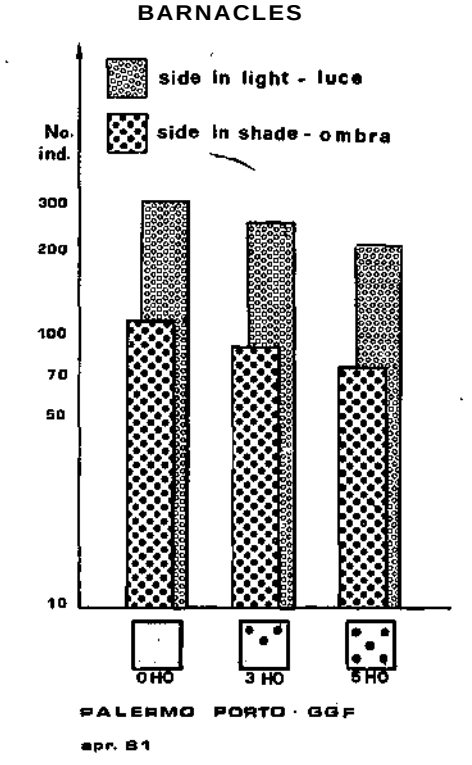


Fig. 4. — Population densities of the barnacles at station GGF.

As a conclusion, whereas *Ciona* were restricted to the hole contours on the side in light, they were evenly distributed and uniformly spaced on the side in shade.

The relative densities of *Ciona* and the barnacle-populations are shown in figs. 3 and 4. As can be seen in such figures the number of barnacles was greater on the undrilled panel, sensibly decreasing on 3H and 5H.

The same decrease was evident on both the side in light and that in shade, so that an inverse relation between barnacle densities and number of holes was shown. The opposite phenomenon was observed with *Ciona*, whose numbers increased on 3H and 5H. An inverse relation between barnacles and *Ciona* is evident from a population comparison.

As long as the panels were kept under control, the biotic colonization at station CNN (the Shipyard), in conditions of more intense water renewal, seemed to proceed much in the same way as at GGF.

Early settlement in spring was composed of filamentous green and red algae uniformly distributed on the side in light with no remarkable differences between the flat continuous panel and the drilled ones. The opposite faces in shade bore no autotrophic colonization. After a long-lasting primary film, a network of Hydroid and Polyzoan colonies started creeping on the surface. The colonization began on the upper side of the undrilled panel and branched downwards in randomly-directed straight lines, which in one month spread over the whole panel-area (fig. 5). *Bowerbankia* sp. and *Obelia* colonization on the drilled panels also started on the free edges, but the sites of most intense settlement were the hole contours rather than the upper or side edges.

The circular edges of the holes first showed a ring-shaped velvet of erect branches. They then grew outwards, branching regularly in a centrifugal direction with a clear orientation towards the central region of the panels. Single branches anastomosed and made a dense network (figs. 6-7).

Colonial networks developed from growths which originated on the hole contours and met and anastomosed in many loops, sometimes giving place to common coenobia. No such pattern of colonization was evident on the undrilled region of the panels, where the colonies were sparse and spread at random. Botryllid colonies appeared soon after the development of the Polyzoan network. They were isolated and sparsely distributed on the continuous panel whereas on 3H and 5H they showed a distinct localization around the edges of the hole (figs. 8-9).

Following the development of a botryllid colony around one of the holes on the 3H panel, its enlargement, first around the hole border and then its centrifugal growth, reaching the other holes, could be observed.

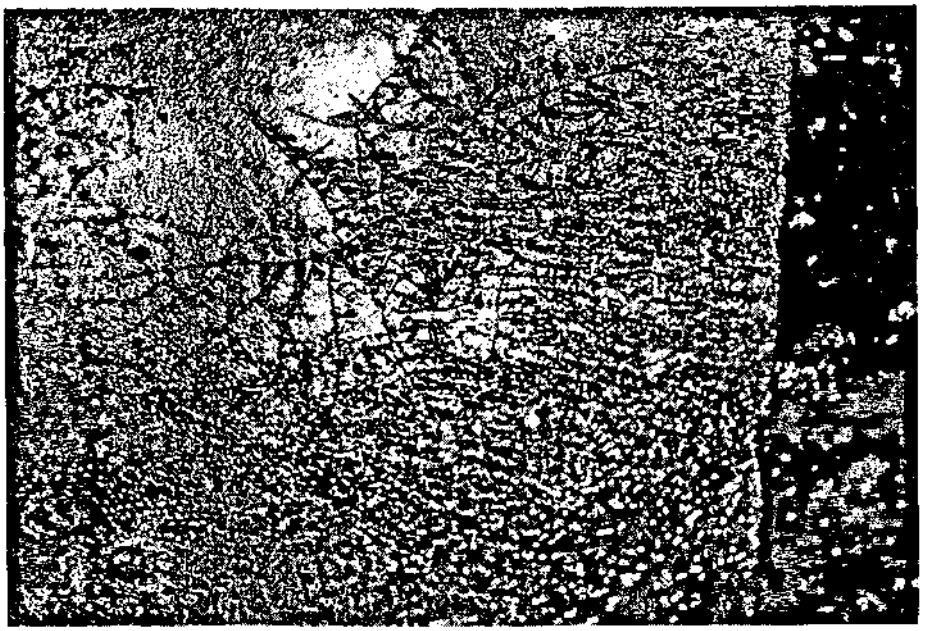


Fig. 5. — Growth of creeping colonies on the undrilled panel at station CNN. Side in shade.

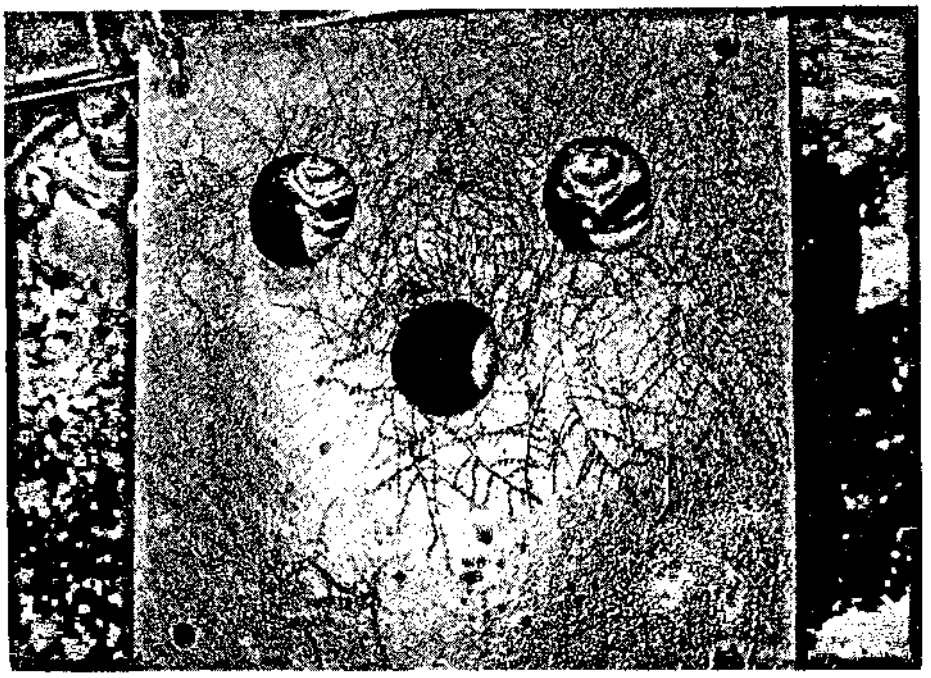


Fig. 6. — Oriented growth of creeping colonies on the side in shade of the 3-drilled panel at station CNN. End of February.

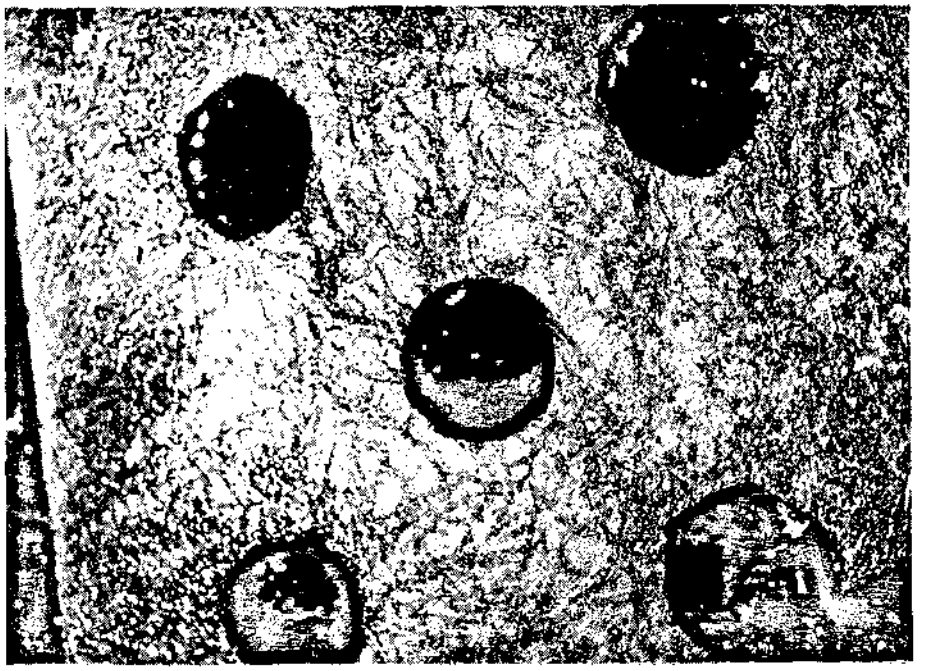


Fig. 7. — Oriented networks of creeping colonies on the side in shade of the 5-drilled panel at station CNN. End of February.

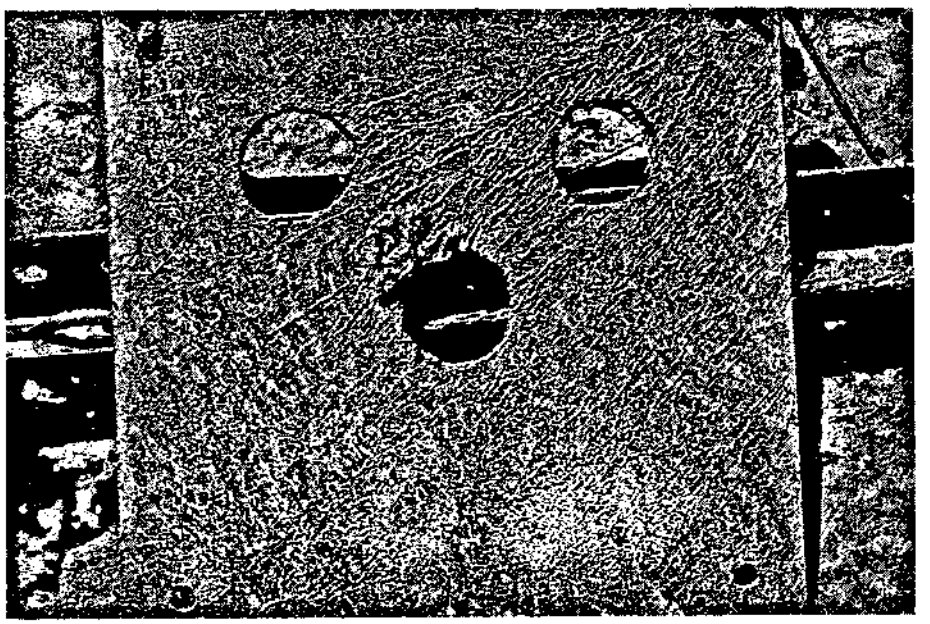


Fig. 8. — Growth of a botryllid colony around the contour of a hole on the 3-drilled panel at station CNN. April.

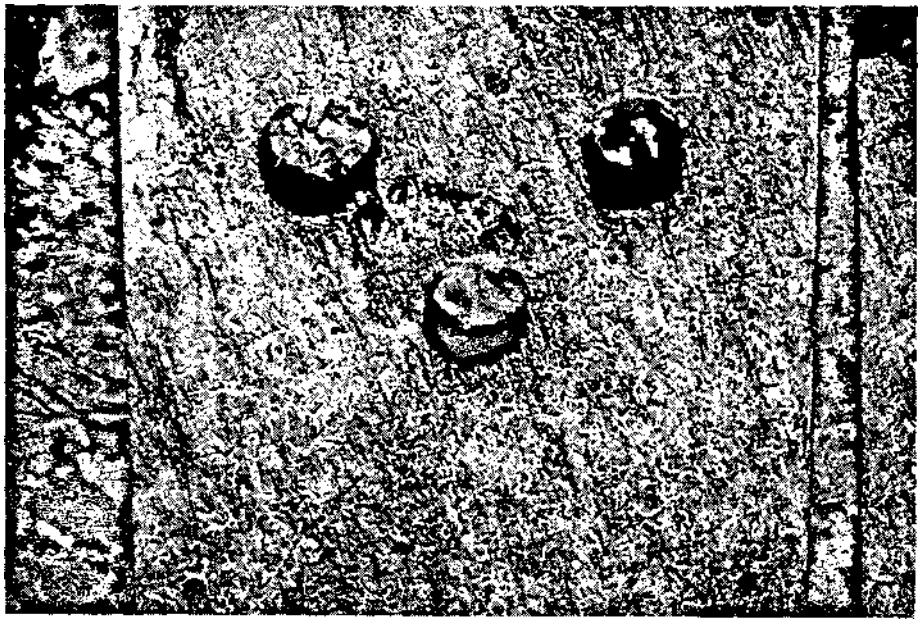


Fig. 9. — Same panel of *fig. 8 a* fortnight later. Growth of botryllid colonies around the contours of the holes is evident.

Another colony settled around the hole 1 (h1) and grew in the opposite direction, closely approaching the colony spreading from h3. The two colonies clearly tended to meet and presumably fuse together. A similar phenomenon was observed in the 5H panel, where the settlement of *Botryllus schlosseri* Pallas started around the border of 5H (h3) and spread to the other holes.

Fusion of the colonies could not however take place as regression of the coenobia occurred before they met each other. Negative interactions were due to an early summer settlement by Serpulids and barnacles.

Unfortunately the observations could not be carried out further because the panels at the shipyard were lost.

After the appearance of a microbial film on the plexiglas panels submerged at the floating basin in the shipyard, they were settled by *Hydroides elegans* Hasw., which remained the only fouling species.

The Serpulid cover was scanty and randomly distributed on the undrilled panel, whereas it was much denser on the 3-drilled plate and very heavy on the 5-drilled one (fig. 10).

As on larger plates, the tube growth on the drilled surfaces took place around the holes and in this case also showed a radial pattern.

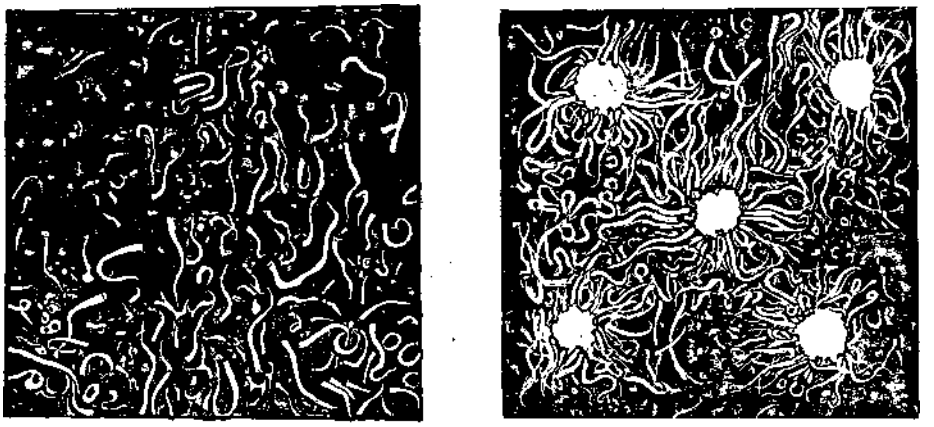


Fig. 10. — Differential settlement of *Hydroides elegans* Hasw. on perspex square panels at station GGF after a two-month submergence. Five-drilled panel shows an oriented arrangement around the hole contours. Density of tubes on the undrilled panel is low and arrangement random. Both drawings are projections of photographic slides.

The weights added to the panels were respectively: 13g on the undrilled plate, 23g on the 3-drilled slab and 30g on the 5-drilled surface. Similar results were obtained at station GGF.

Similarly, high Serpulid concentrations occurred around the contours of the holes drilled on the outer walls of the plexiglass tube after four months of submergence.

The remaining biotic cover was made up of *Obelia* spp. colonies, Amphipod tubes ad algal threads. The inner walls showed a spirally arranged growth of *Hydroides elegans* which was particularly dense in the central part of the cylinder and attained its maximum in correspondence with the holes. The tubes were remarkably long, most of them exceeding 3cm. The overall growth was invariably directed downwards to the base of the cylinder, and their tips protruded into the free water where their tentacle-fans lay widely open. Intriguingly, the biotic cover along the upper and lower edges was rather scarce (fig. 11).

The results of this single experiment, which could be replicated in the future, essentially confirmed the results of the preceding observations.

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

The biotic settlement on solid surfaces is to a great extent a random process involving the impact of planktonic larvae on the substratum (MEADOWS & CAMPBELL, 1972; RELINI, 1974).

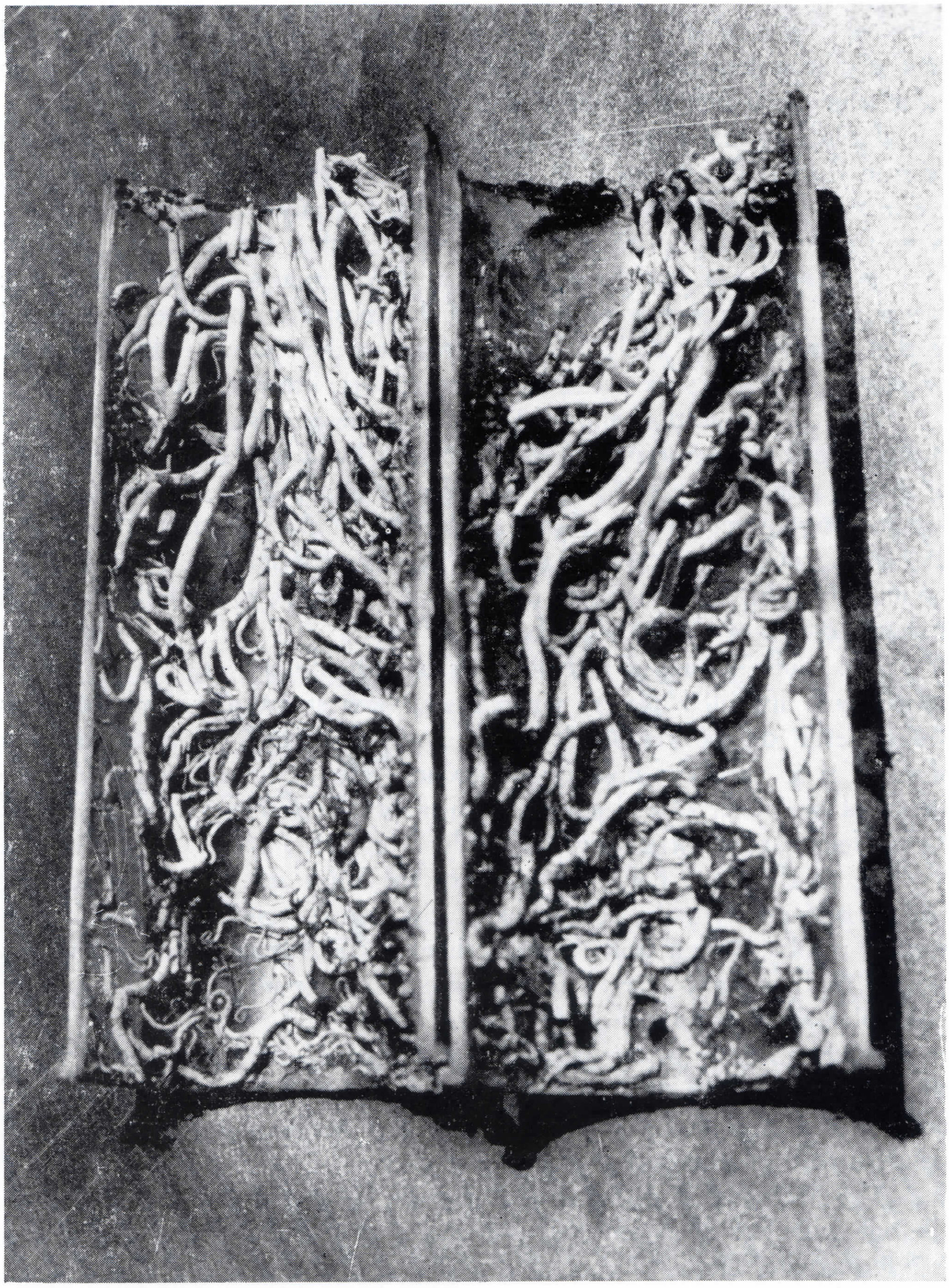


Fig. 11. — Settlement of *Hydroides elegans* Hasw. inside the inner perspex tube. The tubes are more densely aggregated around a hole in the center — not visible in the photograph as it is concealed by the tube growth — and grow downwards to the lower opening.

Although the majority of larvae are able to move in an oriented way once they have come into contact with the substratum, water currents and meroplankton densities may be viewed as the major factors leading to the establishment of benthic communities.

Biological interactions and substratum choice, although phenomena relevant to the development of benthic colonization (SCHELTEMA, 1974), are in simplified ecosystems secondary to the chemic-physical relation between the drifting larva and the bottom, whereas they are especially effective in a species-rich and healthy environment. Furthermore, the role of abiotic factors such as the texture and nature of the substratum surface is enhanced in the strongly disturbed harbour environment, dominated by high tolerant organisms with short life-cycles and opportunistic life-strategies.

Habitat recognition and selection of settlement site in fouling organisms would merely adjust the position of a larva to within the range of a spatial refuge (Buss, 1979). A consequence is that the numbers of settling larvae are directly related to the size of the substratum (OSMAN, 1977). If such a principle is applied to our experiments, a decrease in population sizes and biomasses or weights should be expected in relation to the increase of the hole numbers on a panel.

Maximum biomasses and numbers of individuals would be found on continuous undrilled plates, whereas the lowest weights and densities would result on the 5H panel. The opposite condition has however been shown: if in fact the hole circumferences are measured and added to the total perimeter of the panels, then a direct relation of the biomasses to the length of the free edges is evident (figs. 12, 13).

If, on the other hand, the areas of the holes are taken into account and subtracted from the total area of the panels, an inverse relation to weight results. When both total perimeter and area are plotted versus weight, two straight lines with opposite slopes result, which cross in a point slightly to the right of the centre.

In the diagram of fig. 14 both the undrilled and the 5H panel lie at the extremes and the two curves which result are almost mirror images of one another. Area and perimeter are therefore in this case strictly interdependent and, to some extent, complementary.

The 3H panel is intermediate between the panel with no holes and the one with five holes and this position is reflected in the weight which is intermediate, too.

Such a finding allows us to assume that this panel lies in an intermediate equilibrium condition around which unstable biotic systems characterized by minimum and maximum spatial instabilities oscillate.

As far as the role of discontinuities on larval attraction is concerned,

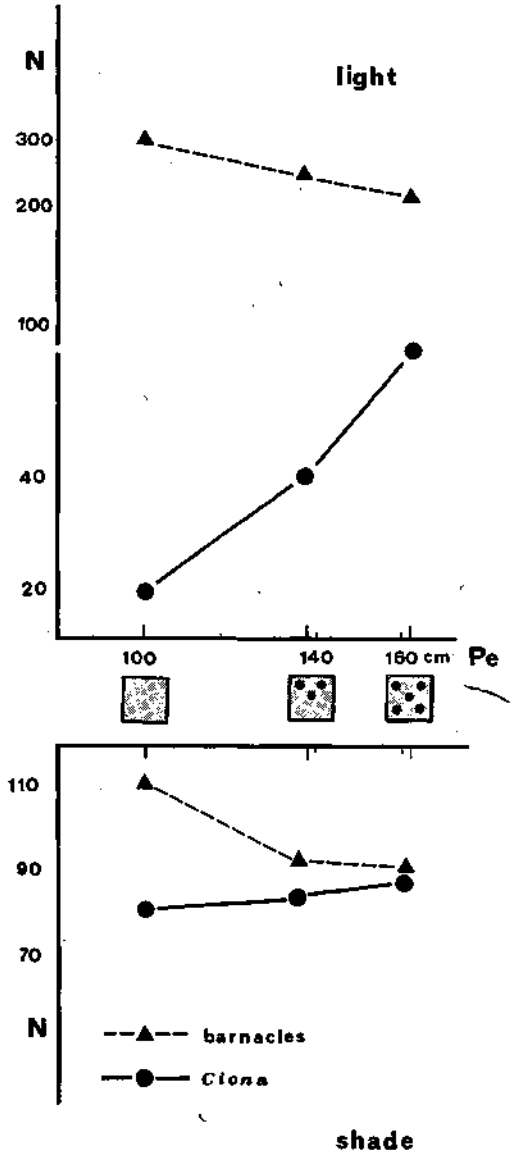


Fig. 12. — Plot of population densities of *Ciona* and barnacles versus whole perimeter of the panels, PE. PE results from the addition of the circumferences of the holes to the panel perimeter.

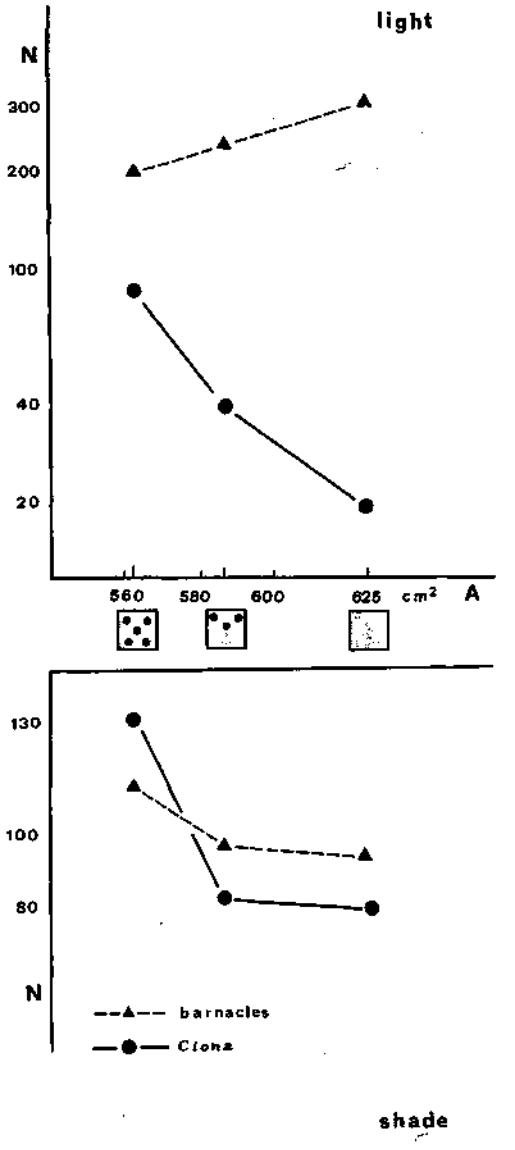


Fig. 13. — Plot of population of *Ciona* and barnacles versus total area, A. A results from the subtraction of the area of the holes from panel surface.

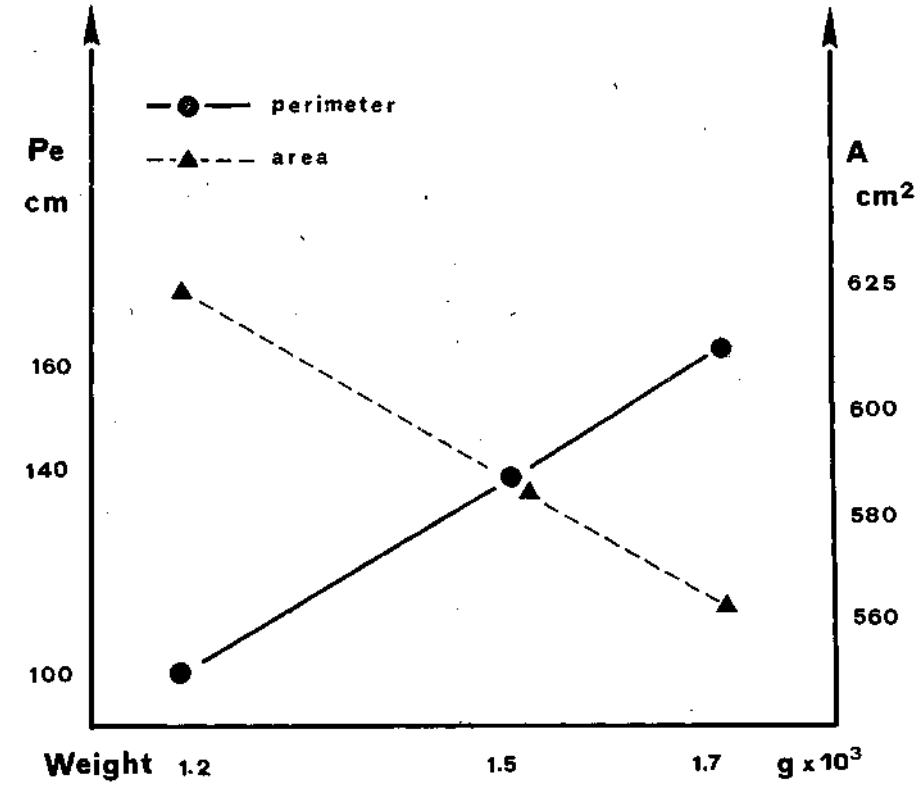


Fig. 14. — Diagram showing the ratio of weight to total perimeter, PE (scale on left) and total area, A (scale on the right).

the results of early settlement suggest some arguments for discussion.

First of all, the fact that the major discontinuities on a panel are the free edges, which selectively attract barnacle- and mussel larvae, should be taken into account.

This, of course, is not always the rule, as in our researches a true « boundary effect » was not evident on every slate, but was obtained only on the upper or lower sides of substrata in certain exposures as well as in periods of high larval densities. Circular holes, however, do not seem to attract the same larval species as external straight edges.

This datum wholly agrees with the observations of CRISP & BARNES (1954) that « ...cyprids appear to move... towards the upper edge of a panel unless they meet an obstruction. If this obstruction is a hole, the cyprid tends to swim off... ».

We think, anyway, that cyprid failure to settle around the hole contours might also depend on the wide attachment base and rigid polygonal structure of the barnacle shell which does not fit properly to a circular concave border. The opposite occurs with *Ciona* which are instead selectively attracted to the round holes and make up the bulk of the biotic settlements on the drilled plates. The higher plasticity of *Ciona* tunic and its sharp tip of attachment to the substratum should favour its dense settlement and growth on curved edges.

Round discontinuities also affected the competition that normally takes place between *Ciona* and barnacles: *Ciona* progressively outnumbered the barnacles on 3H and 5H, and this was even more evident on the side in light where barnacle larvae always showed a greater resistance to *Ciona* growth presumably because of their higher tolerance to light. A clear-cut example of this relation of *Ciona* to holes has resulted from the finding that many individuals which had settled around the holes on the side in light turned upside down through the hole, protruding into the shady side (fig. 15).

The portion of the tunic near the base, growing in the light, was thickly covered with debris and coated with an epiliving felt of algae, whereas the upper part, in the opposite side, was quite free of epibionts and mud.

This « detritus blanket », which was common to all *Ciona* on the more exposed side, most probably functions as a screen against excessive light intensity. The same selectivity to *Ciona* larvae has been shown with other unrelated organisms.

Both the drilled asbestos panels at the shipyard station and the plexiglass plates either promote the selection of low creeping and sheet-like forms which are known as poor competitors, or orientate their growth. Holes on the surface seem therefore to act as spatial refuges (Buss, 1979), although they do not apparently provide any shelter to developing larvae.

Growth direction, which is random on the continuous plate, is radially oriented around the hole contours. Runners such as *Bowerbankia* sp., and sheet-like forms, such as *Botryllus* spp. and *Botrylloides leachi* Sav. then clearly spread towards the nearest hole.

Similar behaviour is exhibited by *Hydroides elegans* Hasw. whose tubes grow centrifugally from the hole on the plexiglass panels leaving small free areas within the settlements.

A biotic sequence is also evident in the overgrowth of *Bowerbankia* and *Obelia* sp. by *Botrylloides leachi,* which is a successful competitor due to its sheet-like habit (WOODIN & JACKSON, 1979).

The observed pattern of growth also results in a more regular spacing out which would involve a more emphatic territorial behaviour and a

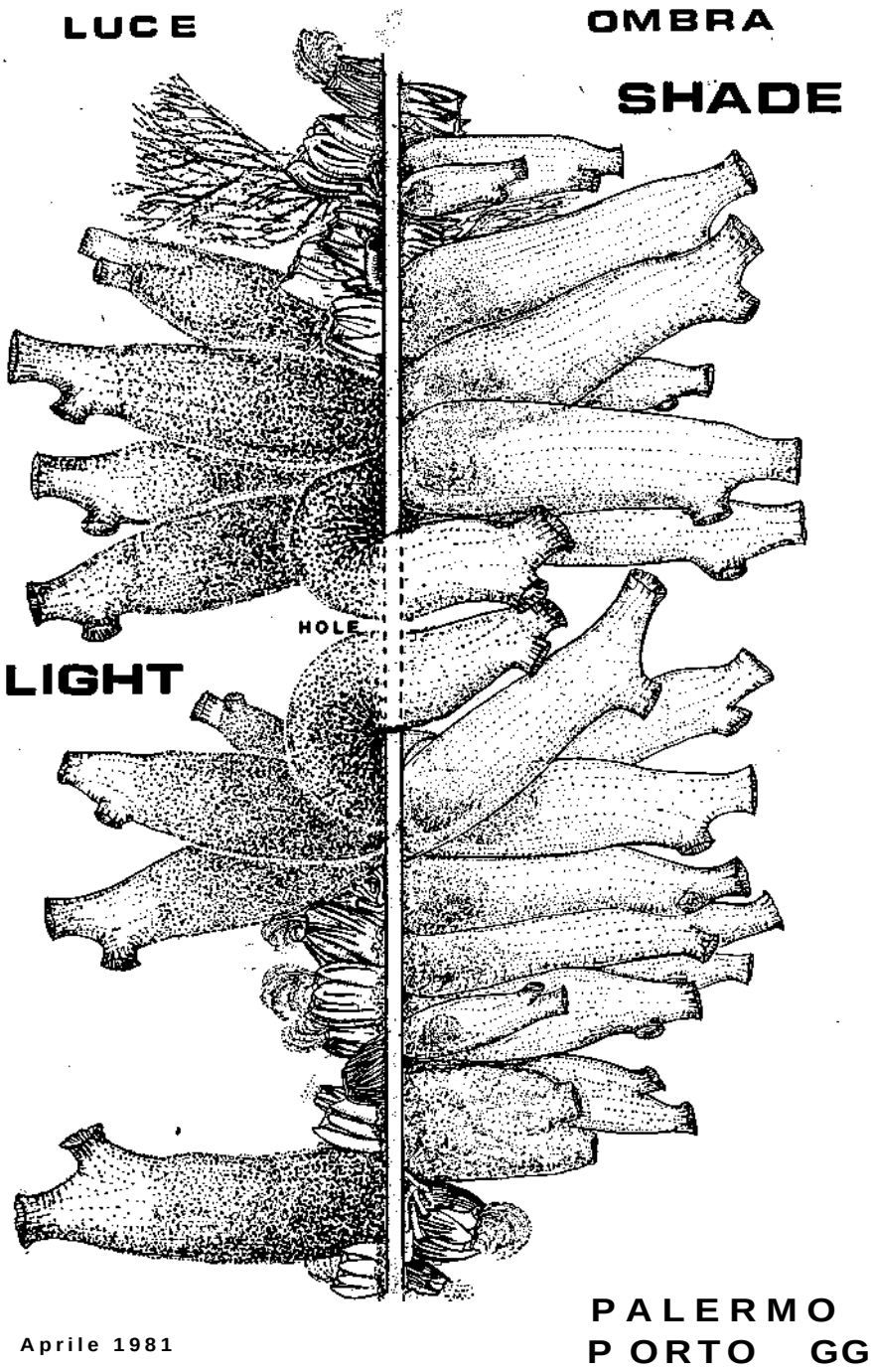


Fig. 15. — Side view of a drilled panel at station GGF showing a typical *Ciona* and barnacle settlement around a hole.

better exploitation of the environment. Directional growth might also be caused by changes in the water flow along the surface or around the holes which would be perceived by larvae as variations in pressure and increase in food supply.

Both factors are at any rate spatial inhomogeneities which are able to dictate a growth direction in much the same way as a chemical attractant directs the movement of an organism.

Preferential growth towards borders has also been reported for *Bo-tryllus schlosseri* by MONTANARI e RELINI (1974) who also noted the colony's tendency to spread to the opposite face of the substratum.

In our case such a colonization on the clear side was probably prevented by the algal velvet.

Size is undoubtly a major factor in species recruitment (OSMAN, 1977; JACKSON, 1979), but in our case the differences in size between the asbestos and the plexiglass panels did not alter the overall colonization patterns, which were maintained even with the dominance of individual forms, such as *Hydroides elegans.*

One may also conclude that discontinuities of the substratum are a factor in the biotic colonization: plankton larvae, independently of their taxonomy, are selectively attracted to, or repulsed, by free edges, and the shape of the discontinuities also presumably affects such a capacity. The number and size of holes and crevices on a surfaces could reasonably affect the nature and development of benthic settlements, and thus account for the discontinuities in organism distribution which are normally observed in naturally occurring communities.

Possible confirmation of the hitherto obtained results and collection of further information in future approaches to the problem may also give a valuable help in the better planning of artificial reefs and setting up of the fundamental technologies in submarine environmental engineering.

REFERENCES

Buss L. W., 1979 — Habitat Selection, Directional Growth and Spatial Refuges: Why Colonial Animals Have More Hiding Places, *in* B. Rosen and G. Larwood (eds). — *Biology and systematics of colonial organism,* pp. 459-498, Academic Press, London.

CRISP D. J., 1960 — Mobility of barnacles. — *Nature, Lond.,* 188: 1208-9.

CRISP D. J., 1961 — Territorial behaviour in Barnacle Settlement. — *J. Exp. Biol.,* 38: 429-446.

CRISP D. J. & BARNES H., 1954 — The orientation and distribution of barnacles at settlement with particular reference to surface contour. — *J. Anim. Ecol.,* vol. 24: 142-162.

GHOBASHY A. F. A., 1976 — Seasonal variation and settlement behaviour of the principal fouling organisms in the Eastern Harbour of Alexandria. — *Proc. 4th. Internat. Congr. on Marine Corrosion and Fouling,* Antibes, 14-18 June, pp. 213-220.

JACKSON J. B. C, 1979 — Habitat area, colonization, and development of epibenthic community structure, *in* B. F. Keegan, P. O. Ceidigh, and P. J. S. Boaden (eds.), *biology of benthic organisms,* pp. 349-358, Pergamon Press, London.

KNIGHT-JONES E. W. & MOYSE J., 1961 — Intraspecific Competition in sedentary marine Animals. — *Symp. Soc. ex. Biol.,* 15: 72-95.

MEADOWS P. S. & CAMPBELL J. L., 1972 — Habitat selection by aquatic Invertebrates. — *Adv. mar. Biol.,* vol. 10: pp. 271-382.

MONTANARI M. e RELINI G., 1974 — Osservazioni preliminari sull'accrescimento di *Botryllus schlosseri* su substrati artificiali immersi in mare. — *Mem. Biol. Marina Oceanogr.,* IV, 4, 5, 6: 373-403.

OSMAN R. W., 1977 — The establishment and development of a marine Epifaunal Community. — *Ecological Monographs,* 47: 37-63.

RELINI G., 1968 — Osservazioni preliminari sui balani della rada di Vado Ligure (SV). — *Boll. mus Ist. Biol. Univ. Genova,* 36 (247): pp. 185-190.

RELINI G., 1974 — La colonizzazione dei substrati duri in mare. — *Mem. Biol. Mar. Oceanogr.,* 4 (4, 5, 6): pp. 201-261.

RIGGIO S., 1979 — The fouling settlements on artificial substrata in the harbour of Palermo (Sicily) in the years 1973-1975. — *Quad. Lab. Tecnol. Pesca, 2* (4): pp. 207-253.

RIGGIO S. & Di PISA G., 1979 — Osservazioni preliminari sui patterns di insediamento dei popolamenti bentonici nel porto di Palermo. — *Atti XI Congr. SIBM,* Orbetello, *Atti Soc. Toscana Sci. Nat. Mem.,* ser. B, 86, suppl.: 258-262.

RIGGIO S. & Di PISA G., 1980 — Patterns di insediamento di comunità bentoniche por¬tuali in relazione alla geometria del substrato. — *Atti XII Congresso SIBM,* Bari, *Mem. Biol. Mar. Oceanogr.,* Suppl. X: pp. 291-298.

RIGGIO S. & Di PISA G., 1981 — The patterns of settlement of benthic Harbour Communities in relation to substratum geometry. — *Rapp. Comm. int. Mer Médit.,* 27 (2): 177-178.

SCHELTHEMA R. S., 1974 — Biological interactions determining larval settlement of marine Invertebrates. — *Thalassia Jugoslavica,* 10 (1/2): 263-296.

WISELY B., 1960 — Observations on the settling behaviour of larvae of the tubeworm *Spirorbis borealis* Daudin (Polychaeta). — *Aust. J. mar. Freshwat. Res.,* 11: 55-72.

WOODIN S. A. & JACKSON J. B. C, 1979 — Interphyletic Competition Among Marine Benthos. — *Amer. Zool.,* 19: 1029-1043.

WOODS HOLE OCEANOGRAPHIC INSTITUTION, 1967 — Marine fouling and its prevention. — *United States Naval Institute,* Annapolis.

* *Present address of the Authors.* — Laboratorio di Ecologia, Istituto e Museo di Zoologia. Università di Palermo, via Archirafi 18, 90123 Palermo (I).

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.), 3 1982, pp. 627-659

SILVANO RIGGIO e GIOACCHINO PROVENZANO

LE PRIME BARRIERE ARTIFICIALI IN SICILIA. RICERCHE E PROGETTAZIONI

RIASSUNTO

La realizzazione di scogliere artificiali sommerse comporta la messa a punto di tecnologie che hanno lo scopo di massimizzare le superfici d'insediamento biotico con la minimizzazione dei costi di costruzione, trasporto ed assemblaggio degli elementi sul fondo marino.

Tali criteri hanno informato la progettazione di due barriere artificiali sui fondali del Golfo di Castellammare nella Sicilia nord-occidentale.

Il progetto della barriera sperimentale di Terrasini prevede la costruzione di cinque piramidi composte di unità cubiche e cilindriche di calcestruzzo, che consentono un confronto dei costi e dei risultati sul piano biologico e produttivo.

Il progetto eseguito per Trappeto prevede la costruzione di una barriera esterna di monoblocchi massicci antistrascico e di piramidi leggere destinate al ripopolamento all'interno.

Vengono fornite una descrizione dei siti di posa delle piramidi e i risultati preliminari delle analisi delle condizioni ambientali.

SUMMARY

A plan for the building of an artificial Reef off the N/W coast of Sicily.

A research program aimed at the building of artificial reefs along the coast of North Western Sicily has been undertaken under the auspices of the National Research Council (CNR).

* Lavoro eseguito con il contributo del C.N.R. (Programma Finalizzato « Oceanografia e Fondi Marini», Subprogetto «Risorse Biologiche»).

A preliminary biological survey carried out on submerged piles and boulders near Palermo provided data for the setting up of a model of the potential biotic settlements in different trophic conditions. The availability of a small fund for fishery improvement — 50 million lira, roughly equivalent to 40 thousand US dollars, according to the exchange rate at the end of 1981 — has allowed the Authors to work out a project for the building of an experimental reef at Terrasini, 40 km west of Palermo.

The reef will consist of *5* pyramids of 30 units each, arranged in four layers. Three pyramids will be made up of 1.40 m concrete cubic boulders in which holes have been drilled to increase the surface available to biotic settlement and refuge to fish.

Two pyramids will be made using hollow concrete pipes, each 1.16 m high, arranged in a four-layered pyramid, as above.

A different type of reef has instead been planned for re-stocking purposes in a bottom area off Trappeto, in the Gulf of Castellammare (Northwestern Sicily), with a grant of 100 million lira (about 77 thousand US Dollars, according to the rate of exchange in January 1982). Due to the intense overfishing of this area off the coast the principal consideration in planning the reef was to provide a mechanical obstruction to trawling.

Tough concrete boulders, each 6ton in weight, armed with iron hooks and spurs, will surround a 200hr bottom area, inside which ten light pyramids of hollow concrete blocks will be randomly arranged. The blocks will be of several geometrical shapes and will be provided with numerous holes and crevices to increase the biotic settlement and improve the shelter for fish.

The combination of the two reef types should produce a sensible reduction of the overall costs as well as a marked improvement of the local fishery.

Key words: artificial reef, concrete, cubic boulders, cylinders.

Durante il quinquennio 1977-1981, nell'ambito del Progetto Finalizzato « Oceanografia e Fondi Marini » del CNR, è stata svolta una ricerca tendente alla messa a punto di tecnologie « morbide » per il ripopolamento biologico, per la conversione in biomasse utili dei nutriliti in eccesso e la protezione dallo strascico dei fondali costieri.

La costruzione di barriere artificiali sommerse permette, almeno in linea teorica, il raggiungimento di tali finalità senza il bisogno di ulteriori complessi interventi di risanamento e di manutenzione o sorveglianza.

Ovviamente, la progettazione di tali manufatti presuppone innanzi tutto una ricerca preliminare di fattibilità ed una valutazione delle rese potenziali in rapporto ai costi.

La conoscenza dei popolamenti potenziali sui substrati naturali e su quelli artificiali da realizzare è una condizione essenziale alla compilazione di uno schema di previsione delle rese possibili. Essa è tanto più importante in considerazione delle differenze biogeografiche esistenti fra i vari bacini dei mari italiani, che rèndono assolutamente non confrontabili i risultati sul piano biologico ed economico ottenuti in aree diverse come l'Adriatico, il medio ed alto Tirreno ed il Tirreno meridionale.

Nell'impossibilità di costruire una barriera artificiale di tipo sperimentale, si è deciso di simularne i risultati, impiegando come modello di osservazione manufatti sommersi preesistenti e riproducenti le caratteristiche di una barriera, in condizioni ambientali facilmente controllabili.

La prima parte dell'attività di ricerca è consistita pertanto nel censimento — ancora in corso — dei popolamenti presenti su substrati naturali e sulla superficie di opere murarie sommerse lungo la costa palermitana, rappresentate prevalentemente da scogliere frangiflutti sommerse e da pontili, che presentano il pregio di un'esatta datazione dell'epoca di costruzione e della possibilità di un campionamento quantitativamente molto preciso (RIGGIO e ARDIZZONE, 1979, 1980).

Ricerche sperimentali condotte in parallelo sullo sviluppo del fouling nell'area portuale palermitana permettevano di riconoscere i principali patterns di insediamento e sviluppo dei sestonofagi (RIGGIO e Di PISA, 1979, 1980, 1981) e di dettare le linee per una più razionale progettazione degli elementi componenti le barriere artificiali e il loro assemblaggio sul fondo marino.

La seconda fase di attività dell'Unità Operativa, quella della progettazione, monitoràggio e controllo delle rese di una barriera artificiale, è stata avviata solo di recente, e con l'impiego *ad hoc* di contributi pubblici erogati dall'Amministrazione Provinciale di Palermo in favore della piccola pesca.

È stata anzitutto sfruttata l'opportunità di uno stanziamento di 50 milioni di lire concesso al Comune di Terrasini sotto la voce « ripopolamento biologico », per il quale gli AA. furono invitati dal Comune stesso a fornire consulenze nella compilazione di un progetto e a dettare le linee della sua realizzazione.

Un'analoga occasione è stata recentemente offerta dal Comune di Trappeto, nel Golfo di Castellammare (fig. 1), destinatario di uno stanziamento di 100 milioni di lire da parte dell'Amministrazione Provinciale per lo stesso fine del ripopolamento marino e del rilancio della piccola pesca.

I progetti relativi, che saranno illustrati nei prossimi capitoli, sono stati realizzati sulla base di uno studio di massima dei fondali e dell'idrodinamismo locale, condotti in tempi tecnici necessariamente brevi, dettati dalle pressanti scadenze d'ufficio e dalle limitate disponibilità economiche per la raccolta e l'analisi dei dati.

La realizzazione delle opere ha subito remore molto gravi causate dalla lentezza degli organi amministrativi nell'erogazione dei fondi e dalla farraginosità delle procedure burocratiche seguite per il rilascio delle autorizzazioni necessarie all'occupazione dello spazio pubblico ed alla posa dei massi.

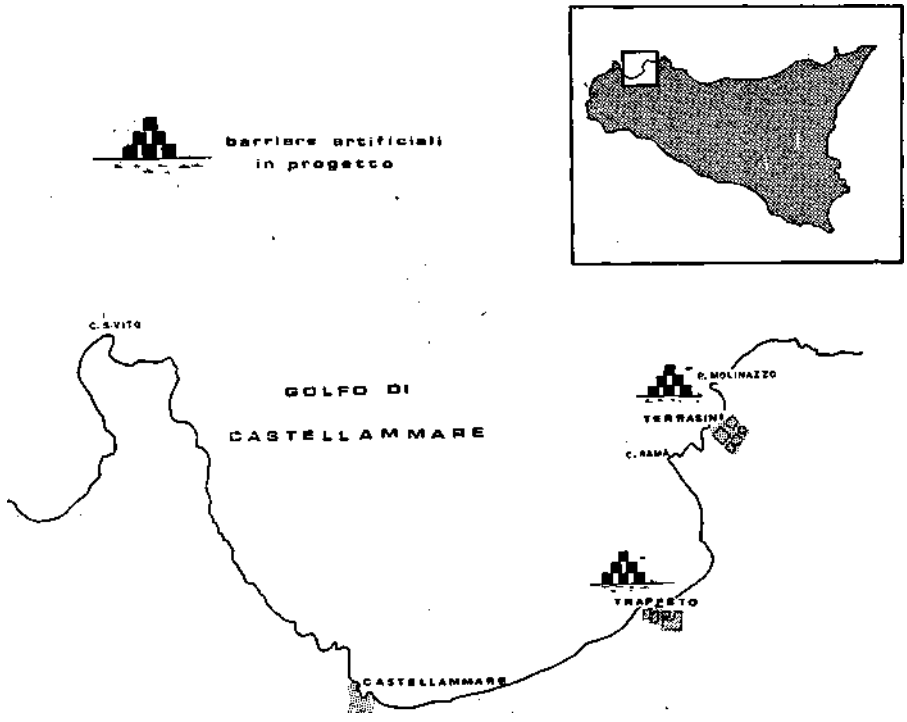


Fig. 1. — Golfo di Castellammare: rappresentazione dei siti in cui è prevista la realizzazione di barriere artificiali.

Alla data della chiusura dei lavori del Congresso della SIBM di Cefalù infatti la costruzione delle barriere non era ancora iniziata.

Riassumendo, i tempi per l'adempimento dell'iter completo sono stati i seguenti:

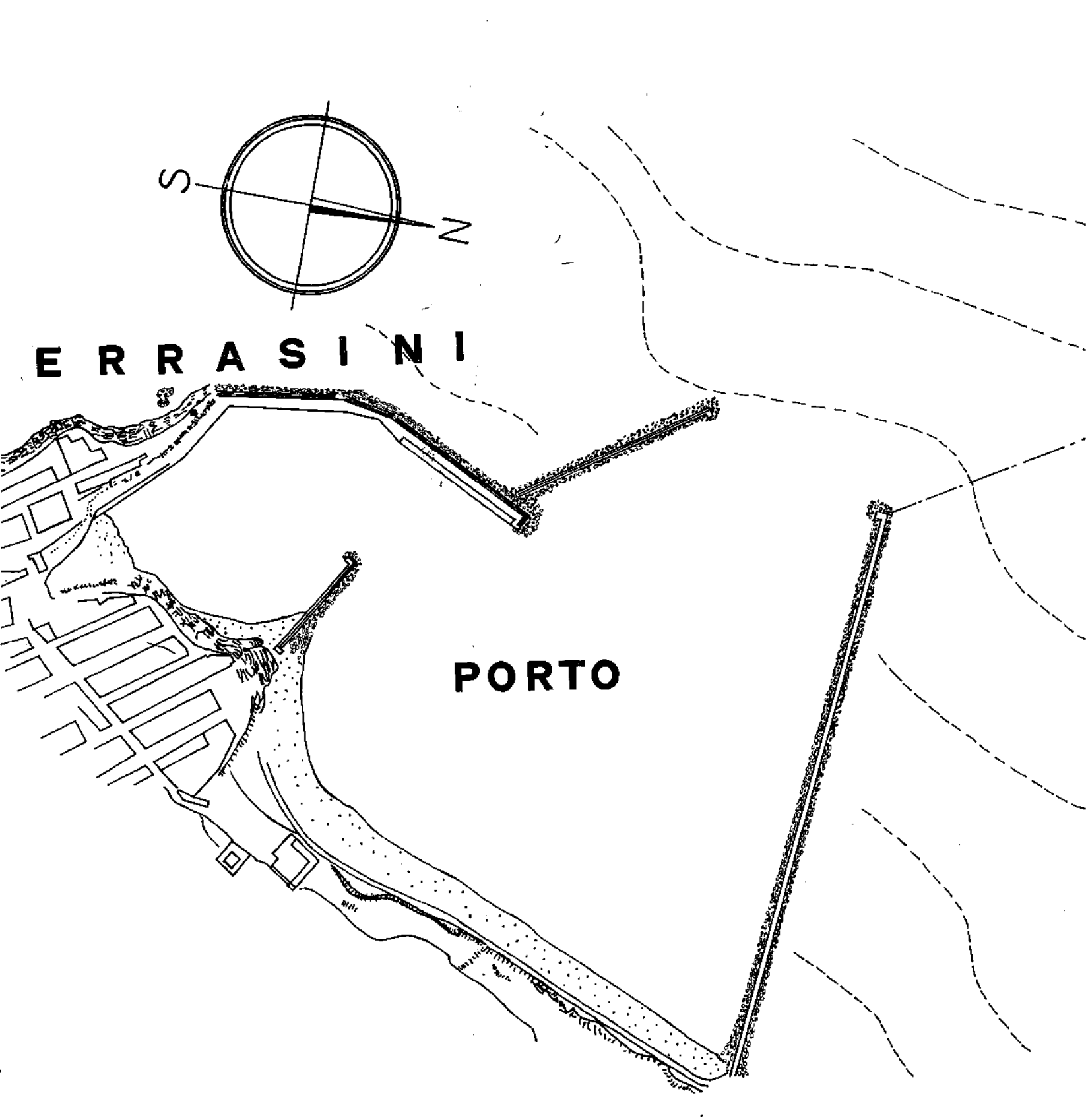
1) luglio-novembre 1979: affidamento dell'opera, completamento degli studi preliminari di fattibilità, individuazione dell'area e stesura del progetto;

2) novembre-dicembre 1979: approvazione della delibera relativa al progetto da parte della Giunta comunale di Terrasini ed inoltro della pratica all'Amministrazione provinciale di Palermo;

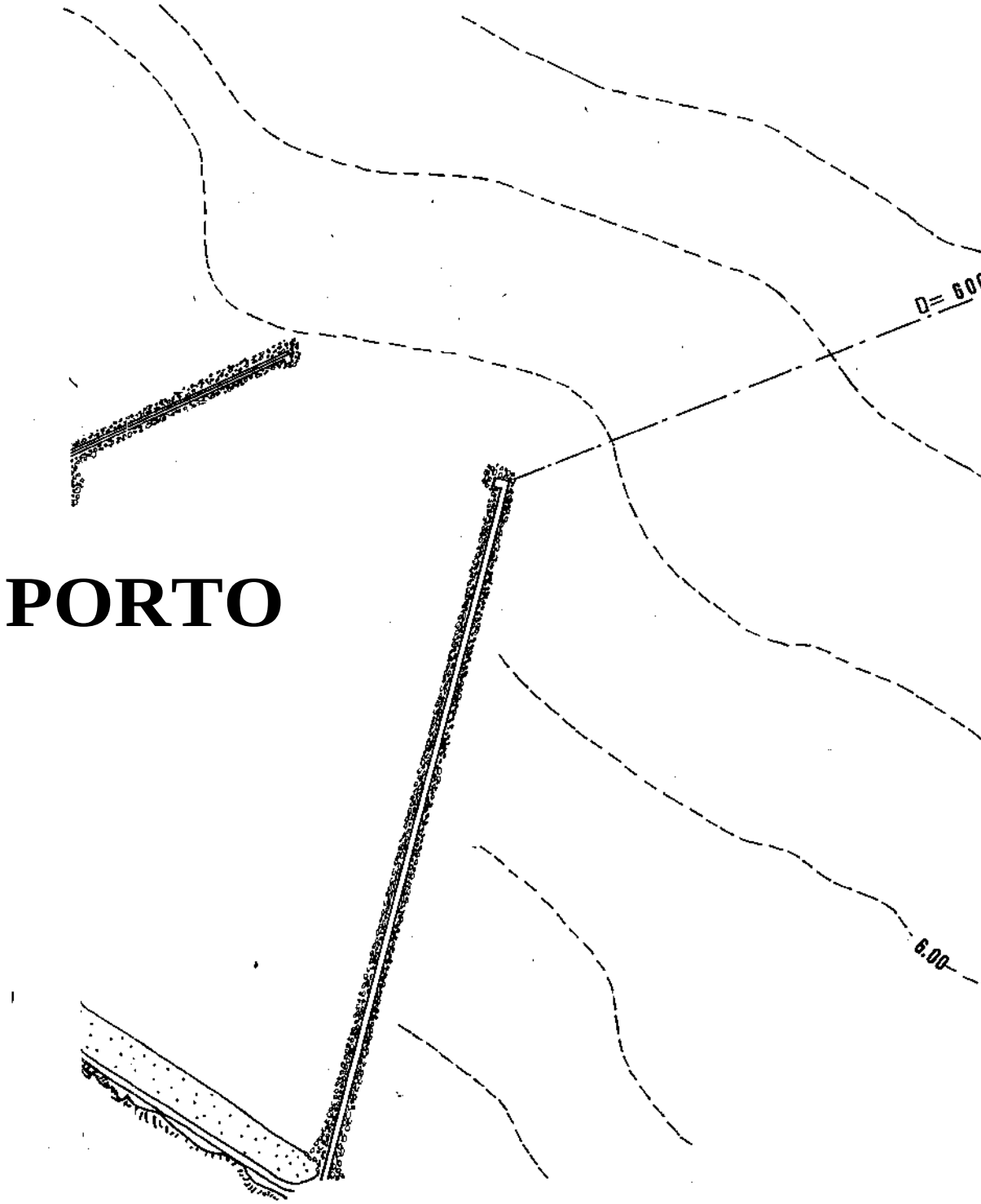
3) gennaio-giugno 1980: tempi morti per l'erogazione del contributo da parte dell'Amministrazione provinciale;

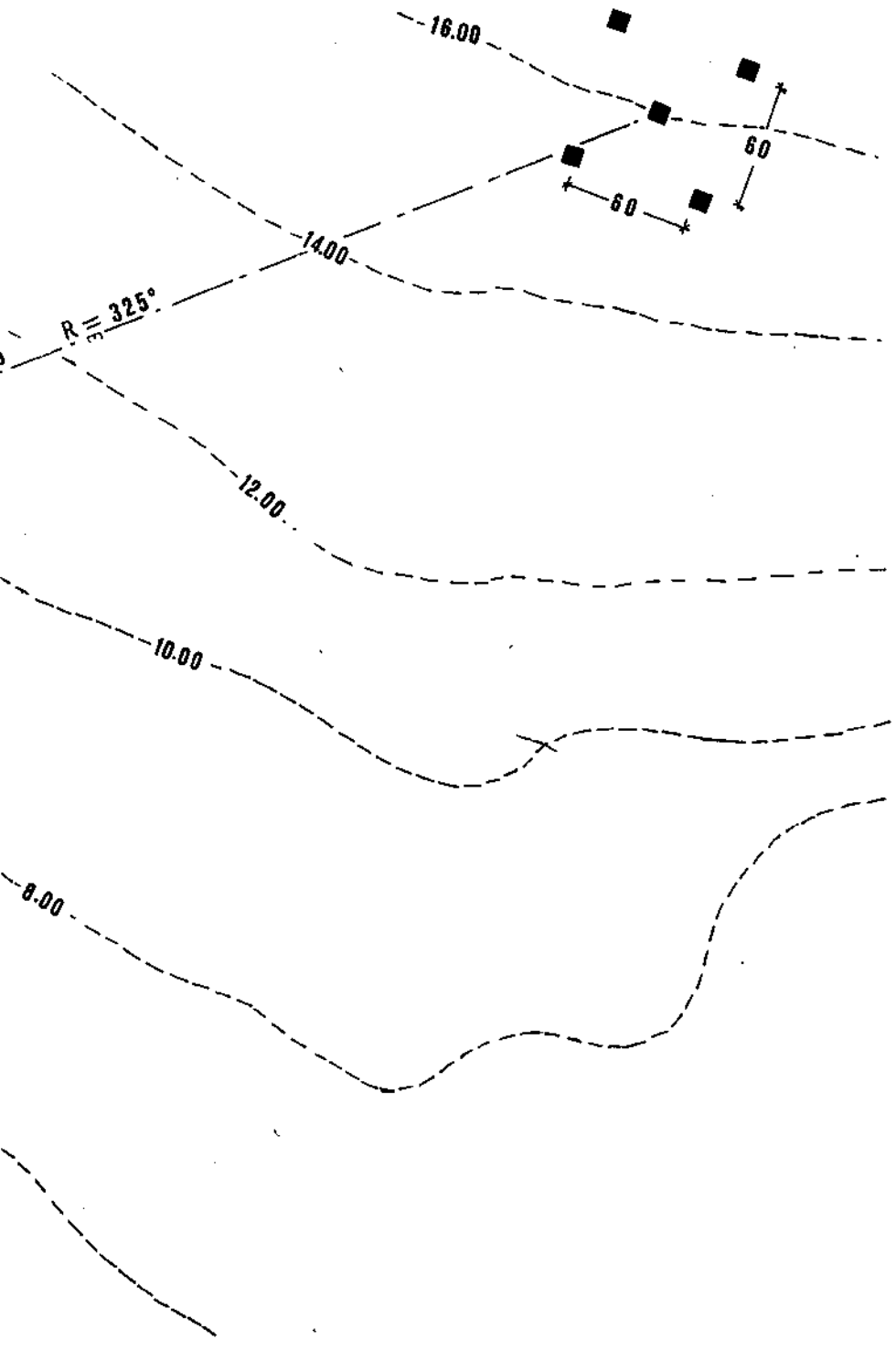
4) giugno 1980 - marzo 1981: rilascio dell'autorizzazione alla costruzione e posa dei massi da parte della Capitaneria di Porto di Palermo.

La lunghezza inusitata di tale fase è stata condizionata dalla conces-



Mappa dell'area di ubicazione della barriera artificiale di Terrasini e disposizione delle piramidi. Isobate e distanze sono indicate in metri. Scala 1:4000.


PORTO
6.00


16.00
14.00
12.00
10.00
8.00
60
60
R = 325°

sione dei visti da parte di numerosi enti. Fra questi sono stati interpellati: l'Istituto Idrografico della Marina Militare; l'Assessorato Regionale al Territorio e all'Ambiente; l'Assessorato Regionale alla Cooperazione, Artigianato e Pesca; l'Ufficio del Genio Civile OO.Mar.; l'Intendenza di Finanza; la Direzione dell'Aeroporto Civile di Punta Raisi.

5) aprile-ottobre 1981: costruzione dei massi in banchina, posa ed assemblaggio in piramidi.

Quest'ultima fase è in realtà ristretta ai mesi di luglio-ottobre, in quanto le condizioni del mare ed altri ostacoli impedirono l'inizio dei lavori nel periodo primaverile.

Il lunghissimo intervallo trascorso fra lo stanziamento e l'inizio dei lavori ha avuto conseguenze doppiamente negative, sia per l'ulteriore perdita di valore della cifra — già in partenza modesta — sia perché ciò ha reso impossibile il compimento di un esame dei risultati della barriera entro la scadenza dei termini del Progetto Finalizzato.

Sarà pertanto necessario impegnarsi negli anni futuri nella raccolta dei dati ed informazioni necessari alla valutazione dell'efficienza e dell'economicità dei « reefs » sulle coste siciliane.

BARRIERA ARTIFICIALE DI TERRASINI

Descrizione dell'area

Il sito scelto per la posa delle barriere è la spianata di sabbia nuda che si estende di fronte al molo di levante del porto di Terrasini a circa 600 m dalla costa nel tratto intermedio fra la congiungente il prolungamento del molo Est con la linea passante per la Torre del Molinazzo (fig. 2). La profondità varia fra —16 e —20 m.

In condizioni meteorologiche favorevoli la trasparenza delle acque è abbastanza elevata e il disco Secchi in periodi di bel tempo si mantiene visibile fino al fondo. In fondali superiori nelle vicinanze dell'area prescelta ed in condizioni di mare calmo esso scompare alla vista ben al di sotto dei —25 m.

Non esistono grosse fonti di inquinamento, se si eccettua la condut¬ tura sottomarina per lo smaltimento degli scarichi urbani di Terrasini, posta a circa 900 m a ponente del sito della barriera, e il collettore fognante dell'abitato di Cinisi, con sbocco diretto presso punta Molinazzo, e i cui effetti nell'area in esame sono al momento di difficile valutazione.

Altri apporti eutrofizzanti e materiale particolato provengono dalla foce del torrente Furi situata presso l'area portuale, e la cui influenza sullo specchio di mare è limitata ai periodi piovosi.

Idrodinamismo

Lo specchio di mare antistante Terrasini è ampiamente aperto ai venti del III e IV quadrante, mentre la conformazione costiera e la presenza di rilievi montuosi attenuano grandemente l'impatto dei venti degli altri quadranti, e che peraltro sono meno frequenti. Il quadro dei fetches — identificati in prima approssimazione con le distese di mare libero — mostra dei massimi per le direzioni di 290° e 360°, che individuano un settore principale di traversia non riparato da coste e rilievi (fig. 3), entro cui sono interamente compresi la zona portuale e di avamporto con il sito di costruzione della barriera.

L'altezza d'onda si stima sui 6 m nel suo punto massimo, con un periodo di 12 m, valori che hanno consigliato una limitazione di altezza della costruzione.

Le correnti sottomarine sono molto intense in tutta l'area con andamenti alternati Est-Ovest ed Ovest-Est compresi a livelli diversi, e raggiungono velocità che sono state stimate dell'ordine delle 0,5 ÷ 2,00 ml orarie attraverso osservazioni preliminari compiute con l'impiego di croci di de-

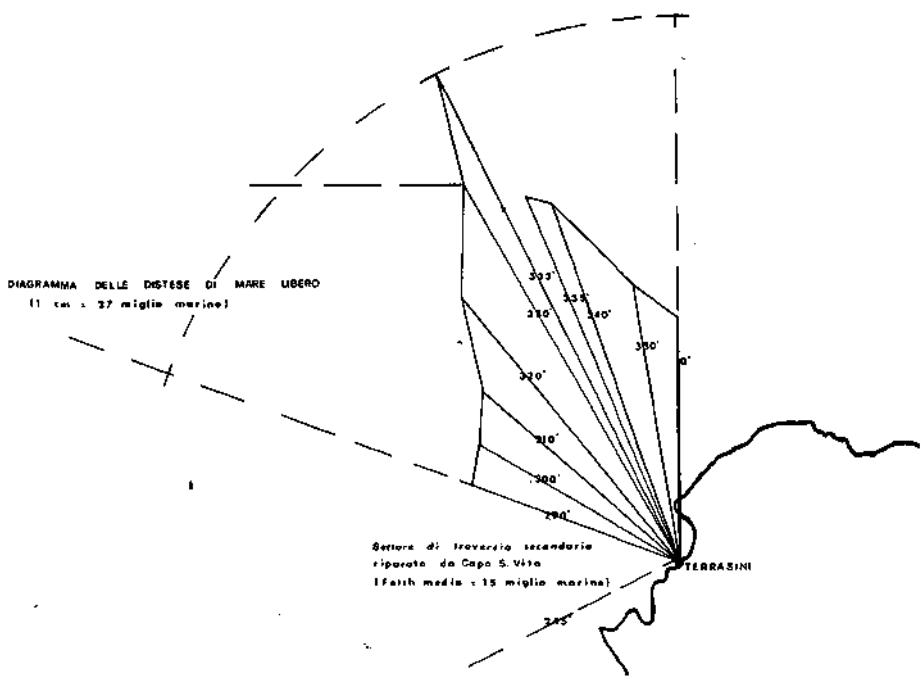


Fig. 3. — Quadro del fetch nell'area marina di Terrasini e indicazione dei settori di traversia principale e secondario.

riva. L'esistenza di forti correnti tangenziali su tutto il fondale è dimostrata dalla presenza di fitte popolazioni di *Eunicella stricta* disposte verticalmente sul substrato roccioso e nel posidonieto al di sotto dei —20 m.

Nel complesso, le condizioni idrodinamiche sono tali da assicurare alle barriere un costante ed intenso ricambio, che dovrebbe favorire sia la colonizzazione dei substrati che l'utilizzazione completa dei carichi energetici.

Sedimenti

Analisi sommarie di campioni di sabbia prelevata nella zona di avamporto mostrano anzitutto una prevalente natura calcareo-silicica ed una consistenza grossolana, tipicamente attribuibili a fenomeni erosivi dei substrati locali (fig. 4).

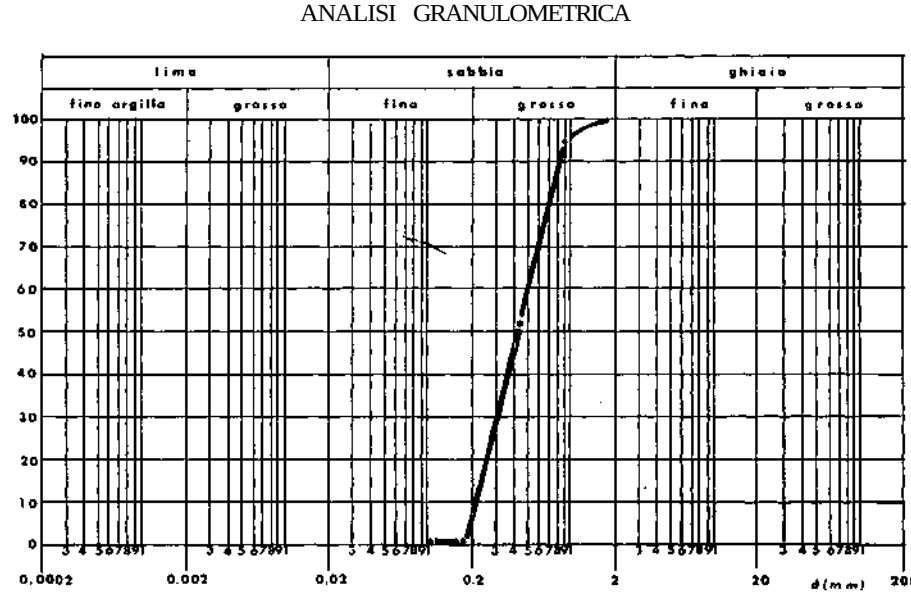


Fig. 4. — Terrasini: diagramma della granulometria dei substrati nell'area di ubicazione delle piramidi.

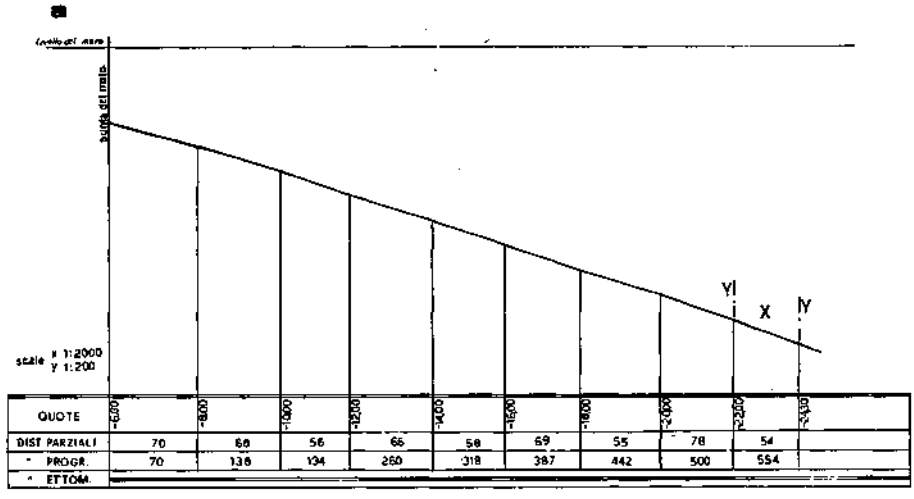
Il contenuto in sostanza organica è inferiore al 50%. La profondità media dello strato sabbioso sul supporto roccioso sottostante varia fra 0,5 e 1 m.

L'osservazione *in situ* dimostra che oggetti, copertoni di auto ed altro, che si trovano nella zona in esame, dopo un anno sono nelle identiche condizioni di prima, e ciò, unitamente all'intensità dell'idrodinamismo ed

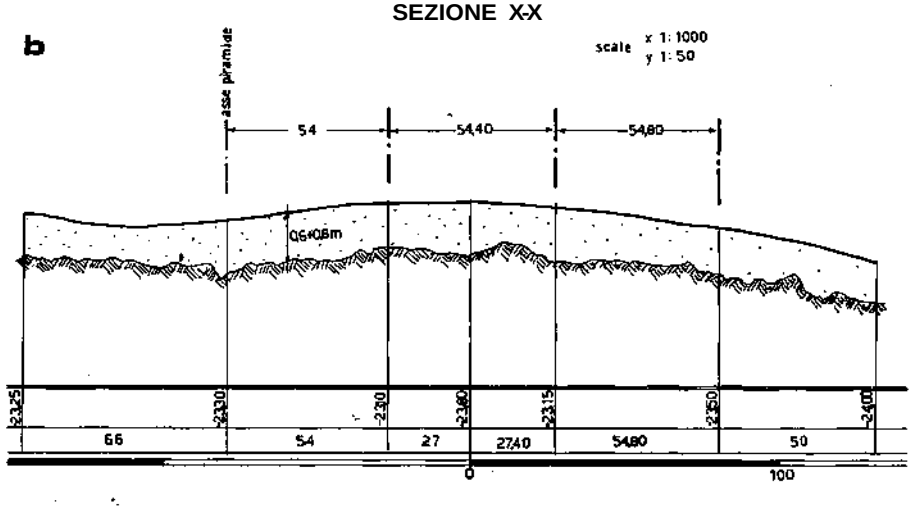
alla grossolanità del sedimento, porta ragionevolmente ad escludere il pericolo di forti insabbiamenti.

Le figg. 5 a-c illustrano il profilo del fondale esteso fra la zona di avamporto e l'area di costruzione della barriera artificiale.

L'uniformità della spianata sabbiosa e la debole inclinazione della scarpata risultano evidenti dal grafico della fig. 5a, tracciato sul transetto



a)



b)

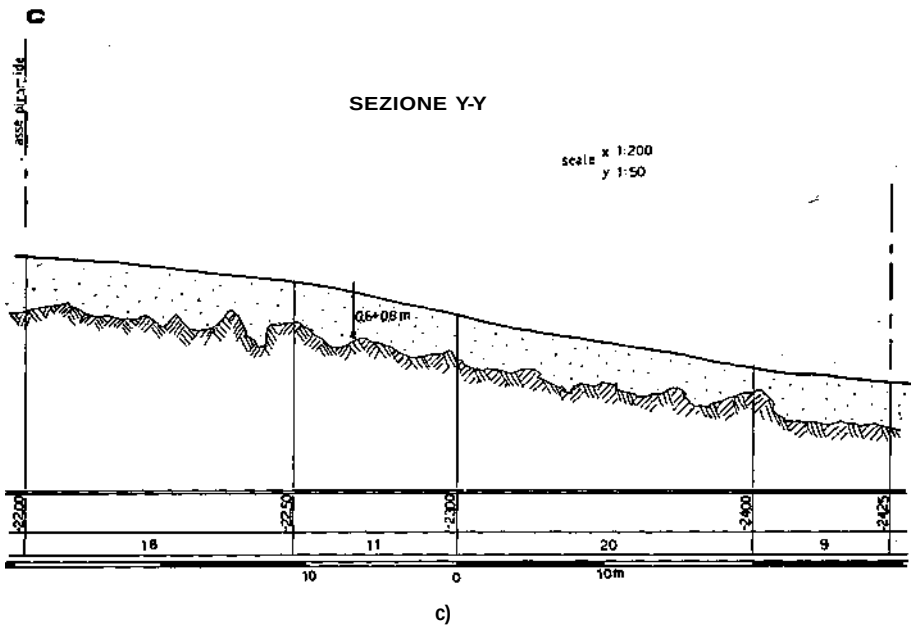


Fig. 5. a,b,c — Terrasini: profili batimetrici del fondale: (a) della spianata, (b) del sito di costruzione in direzione E-W, (c) del sito delle piramidi in direzione N-S.

compreso fra l'estremità est della banchina portuale ed il sito previsto per la posa della piramide di Sud-Ovest.

Lo strato sabbioso posa su una matrice di rocce calcaree della stessa natura di quella della costa antistante, ampiamente movimentate e tormentate da avvallamenti e deboli orlate (figg. 5 b, c).

Tale configurazione è chiaramente conseguenza del costante apporto detritico dall'entroterra, particolarmente dalla depressione litoranea della « Favarotta » compresa fra punta Molinazzo e la periferia di levante di Terrasini, e dalle correnti torbide provenienti da Capo Rama, a ponente. La coltre sabbiosa infatti si assottiglia sui fondali più al largo, lasciando in gran parte scoperto il basamento roccioso entro cui sono frequenti le anfrattuosità e le gallerie originate da carsismo, rifugio ideale per branchi o grossi individui di specie ittiche pregiate come i saraghi e le cernie. Va aggiunto che la fisionomia dei fondali e soprattutto lo spessore dello strato sabbioso hanno subito grossi rimaneggiamenti nel corso dell'ultimo ventennio, in seguito alla costruzione del porto peschereccio che ha alterato il gioco delle correnti costiere e l'andamento dei fenomeni di erosione e ripascimento del litorale

Ai profondi cambiamenti avvenuti nello specchio di mare va fra l'altro attribuita la messa a nudo dei numerosi ed interessanti relitti navali di epoca greco-romana recuperati nella zona agli inizi degli anni '60 e che sono attualmente custoditi nella sala del piccolo *antiquarium* comunale di Terrasini. Ulteriori cambiamenti del regime sedimentario sono da attendersi in futuro, quando verrà realizzato un prolungamento obliquo in direzione N/S della diga foranea, con lo scopo, secondo i progetti, di frenare il continuo insabbiamento del porto che lo ha praticamente reso inservibile.

Progetto di barriera

La barriera artificiale è costituita complessivamente da 5 piramidi di cui 2 in calcestruzzo di cemento che raggiungono l'altezza di 5,60 m dal fondo e in massima parte richiamano quelle già realizzate nel mare di Ancona (BOMBACE, 1977) (fig. 6).

Le altre 3 piramidi sono costituite da anelli cavi, pur essi in calcestruzzo di cemento, con un'altezza di 4 m dal fondo.

Le cinque piramidi costituiranno un unico sistema di rifugi nel quale verrà verificata l'influenza del fattore geometrico sulla protezione delle specie ittiche e lo sviluppo di comunità incrostanti.

La scelta degli elementi cavi è stata dunque dettata oltre che da motivazioni economiche anche da considerazioni più squisitamente sperimentali.

Piramide di massi cubici

La barriera artificiale di elementi cubici compatti risulterà dal calo in mare di blocchi opportunamente sagomati, aventi ciascuno lo spigolo di m 1,40. Il volume interno sarà percorso da gallerie rettangolari di cm 20 × 20 che verranno ricavate durante la costruzione dei massi (fig. 7). Essi verranno posti a gruppi di 30, ciascuno in maniera da costituire una piramide a quattro piani.

Sistemato il fondo, che dovrà essere perfettamente orizzontale, si eseguirà il getto basale di 16 massi che formeranno un quadrato di m 7,10 di lato (fig. 8). Gli elementi verranno gettati in mare lasciando una distanza fra mass© e masso di m. 0,50. Lo spazio risultante aumenterà notevolmente le superfici a contatto con l'acqua creando un labirinto di cavità a percorsi rettilinei che si aggiungeranno a quelli già presenti nei massi.

Il piano superiore sarà costituito da 9 massi poggianti in maniera opportuna sui massi sottostanti. Anche questi saranno disposti alla stessa distanza reciproca di m 0,50. Il terzo piano sarà costituito da 4 massi. All'ultimo piano, il quarto, sarà sistemato un unico masso, sovrapposto ai quattro massi dell' orizzontamento sottostante (fig. 9).

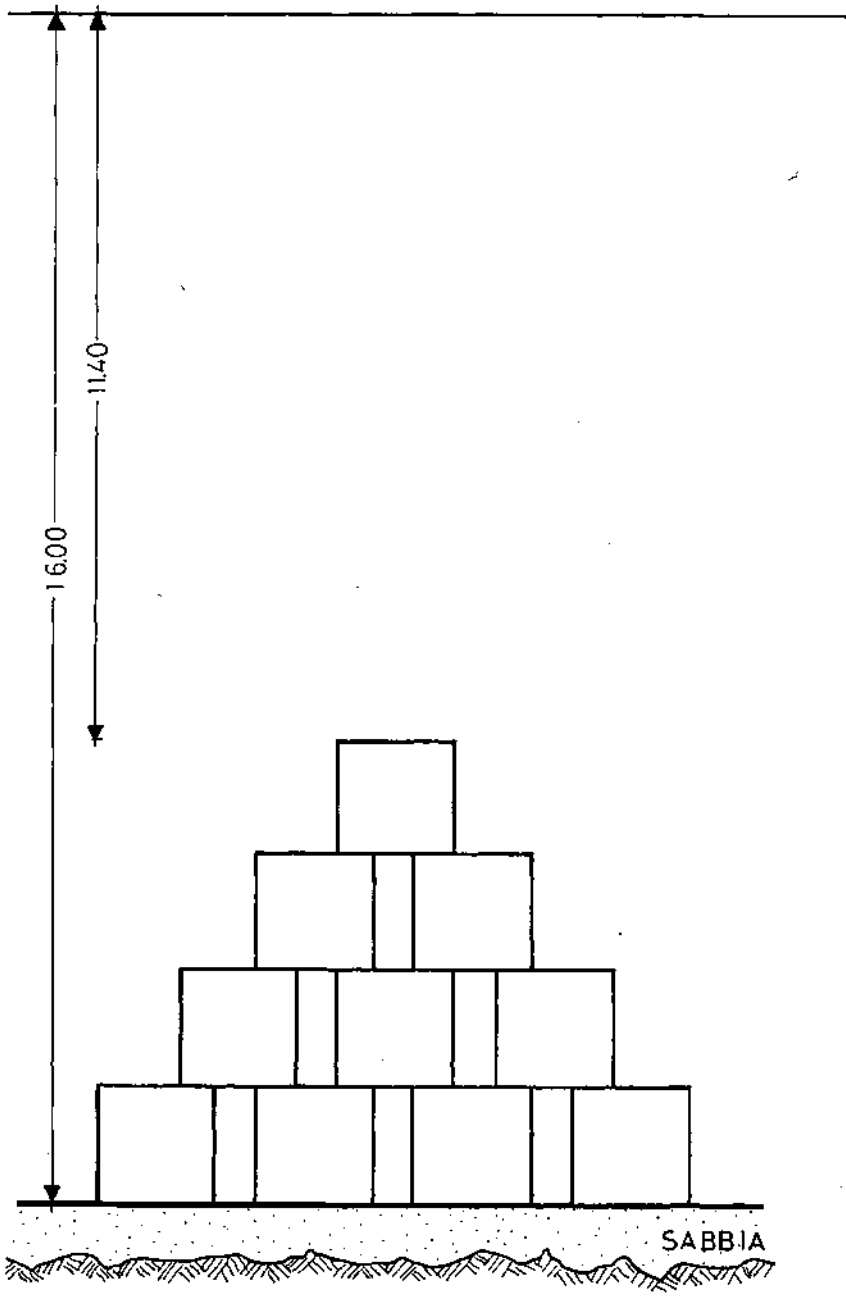


Fig. 6. — Terrasini: profilo di piramide di cubi e indicazioni batimetriche (in metri).

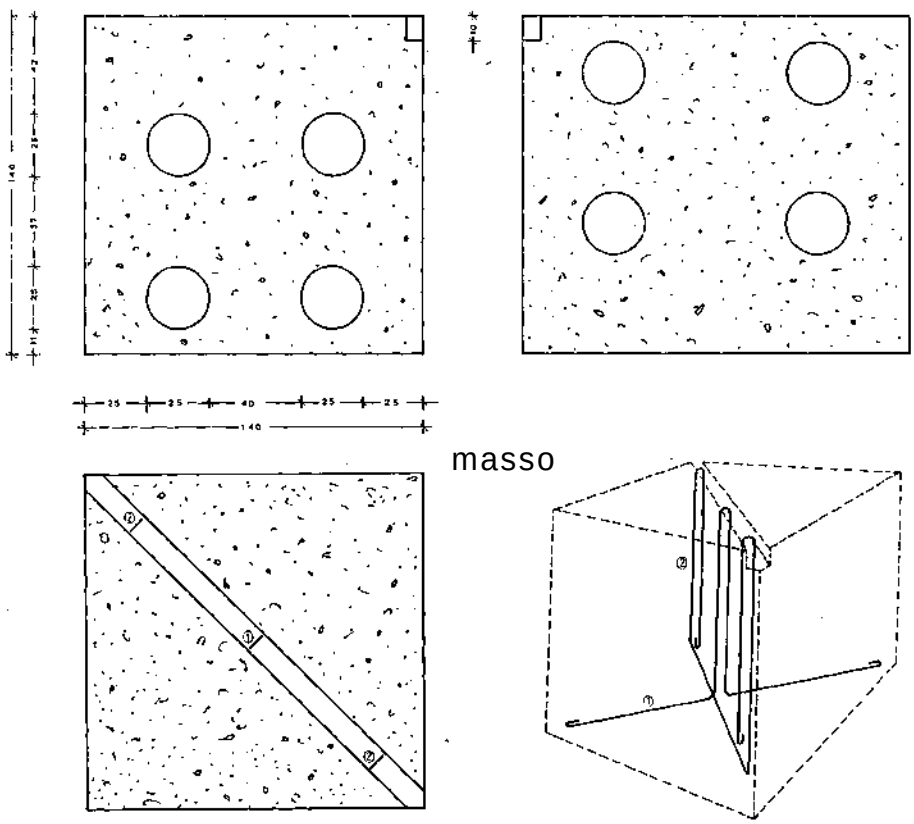


Fig. 7. — Terrasini: schema di costruzione del blocco cubico di calcestruzzo (misure in centimetri).

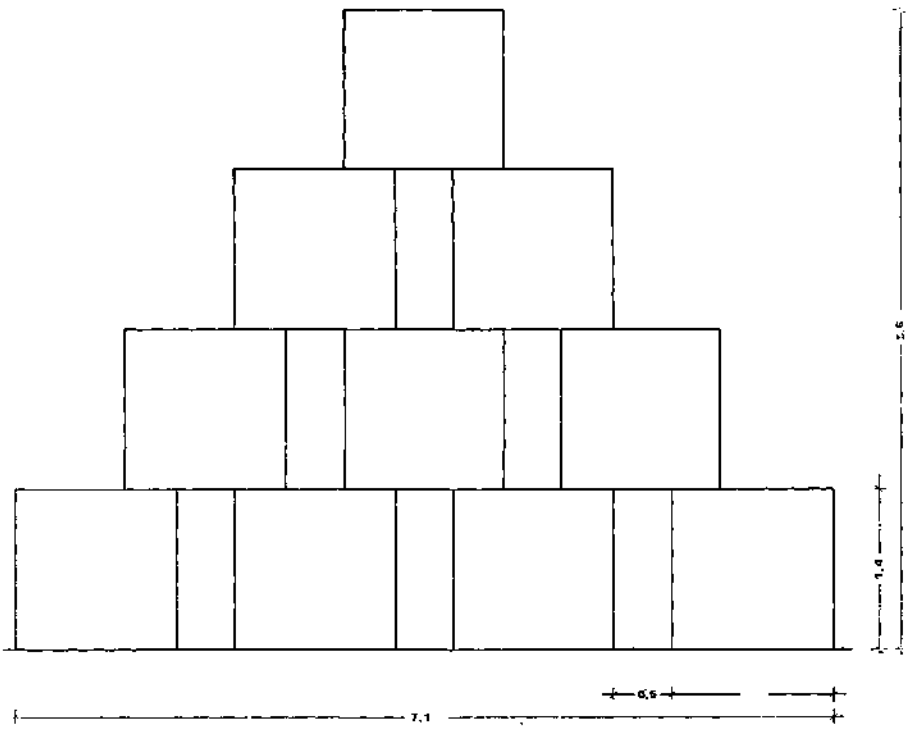


Fig. 8. — Terrasini: profilo di piramide di cubi e misure relative (in metri).

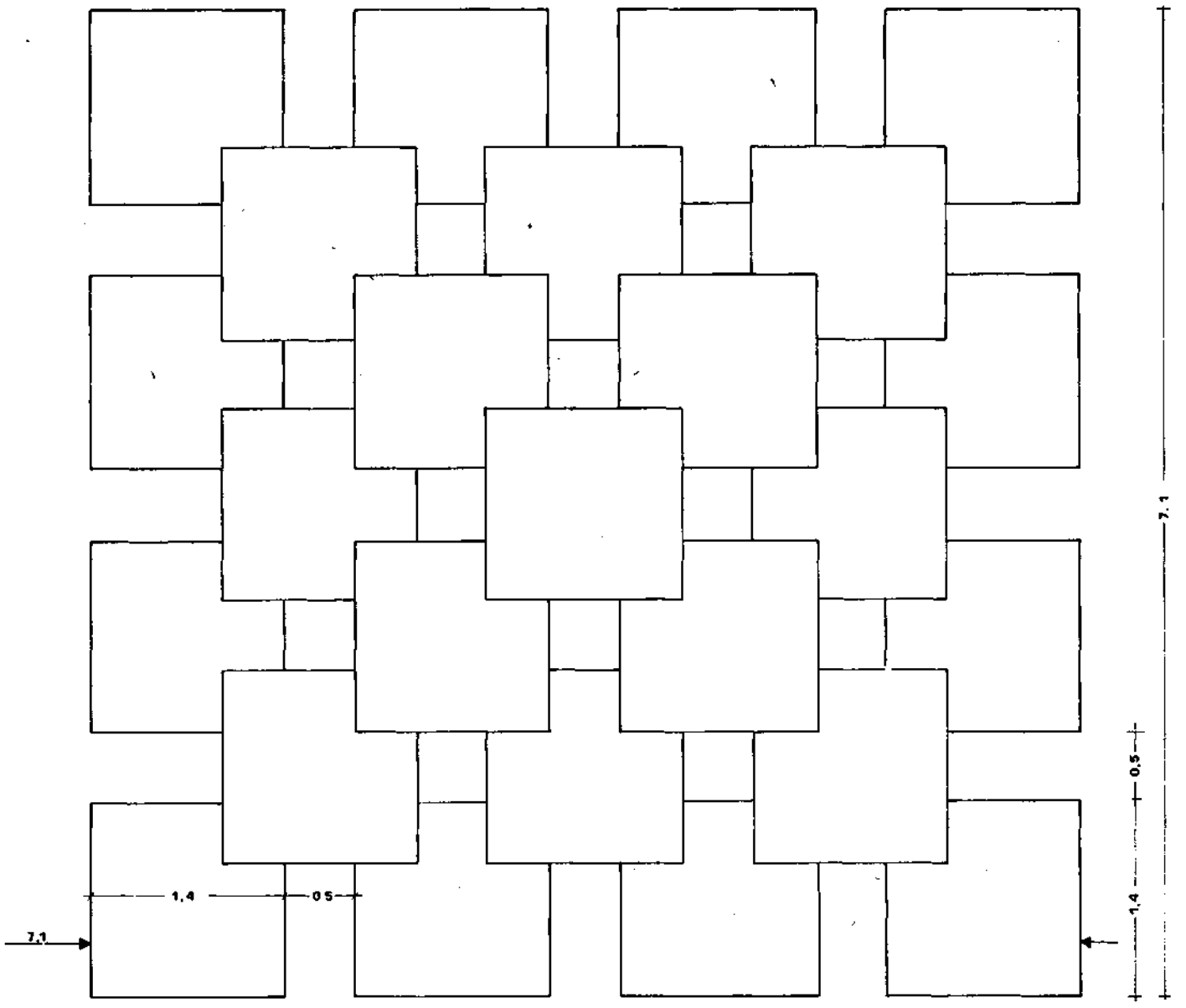


Fig. 9. — Terrasini: schema della disposizione dei cubi in piramide dall'alto (misure in metri).

Piramide di cilindri cavi.

È prevista altresì, come anzidetto, la formazione di un masso elementare risultante dalla sovrapposizione di anelli in conglomerato cementizio a q.li 3 del diametro di m 1,16 ed altezza utile di m 1 (fig. 10).

I cilindri cavi verranno posti a gruppi di 30 ciascuno in maniera da costituire anch'essi una piramide della base di m 5,04 formata da 16 blocchi posti ad una distanza reciproca di cm 16 (fig. 11).

Il secondo piano, poggiante sulla base, sarà costituito da 9 blocchi, il terzo da 4 e l'ultimo da un solo blocco (fig. 12).

Ogni orizzontamento sarà incastrato sul sottostante in maniera da ga-

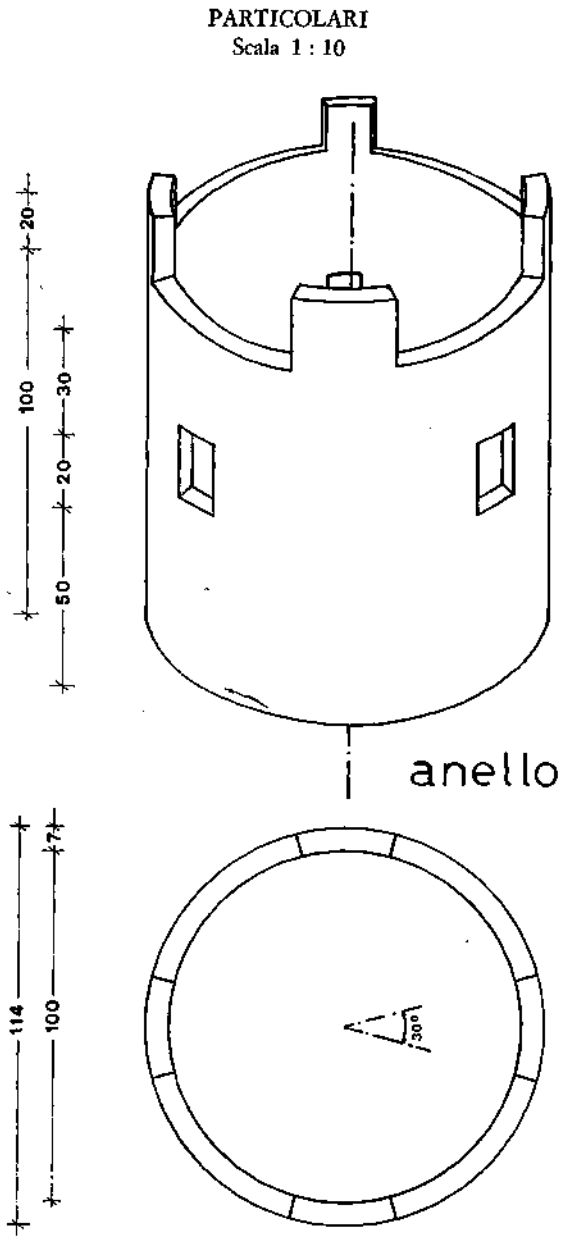


Fig. 10. — Terrasini: schema di costruzione dell'elemento cilindrico (misure in centimetri).

TRENTA ANELLI IN PIRAMIDE
Scala 1 : 20

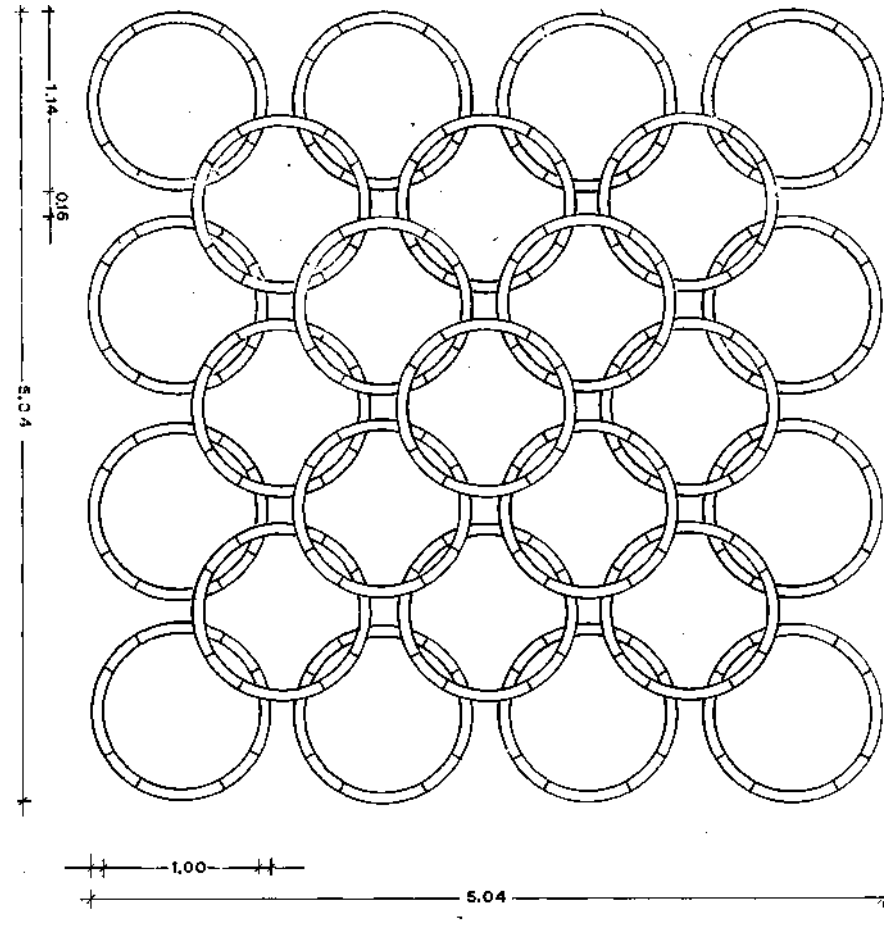


Fig. 11. — Terrasini: disposizione dei tubi in piramide dall'alto (misure in metri).

rantire la massima stabilità della costruzione. La stabilità potrà eventualmente migliorarsi con l'uso di chiodature particolari leganti il masso superiore all'inferiore.

Il confronto col masso cubico mostra l'effettiva possibilità di un ulteriore incremento, a parità di volume, delle superfici delle interfacce masso-acqua, delle aree comprese in cavità e degli anfratti.

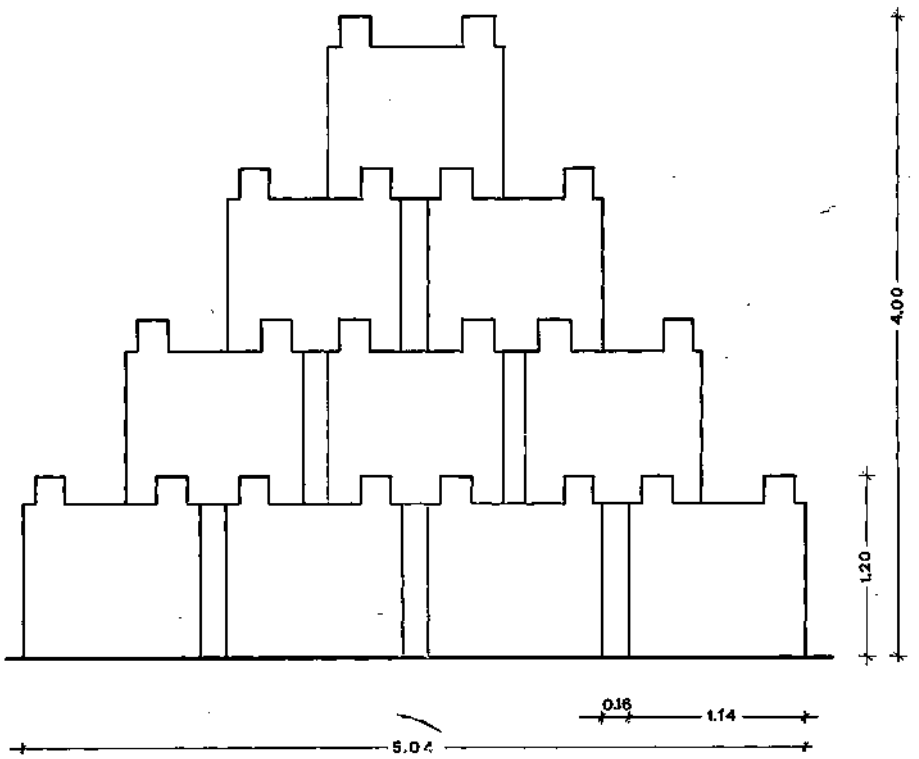


Fig. 12. — Terrasini: profilo della piramide di tubi (misure in metri).

Struttura degli elementi costruttivi

Per la buona riuscita dei massi dovranno curarsi la granulometria superficiale — fattore essenziale dell'insediamento biotico — e la tecnologia dell'esecuzione *in situ.*

Per la giusta granulometria sarà necessaria un'opportuna scelta dei materiali dell'impasto, mentre la buona esecuzione verrà garantita dalla costruzione di particolari casseforme sagomate all'uopo.

In particolare, il masso dello spigolo di m 1,40 formato a terra e quivi maturato per 28 giorni, sarà eseguito in conglomerato a q.li 3 e gettato a mezzo di casseforme predisposte per la creazione di superfici esterne scabre, di vuoti interni e superfici in rilievo.

Per quanto riguarda inoltre i cilindri cavi, una soluzione ottimale da un punto di vista dell'economia dei costi può essere l' impiego di materiali del commercio.

BARRIERA ARTIFICIALE DI TRAPPETO

Descrizione dell'area

L'abitato di Trappeto è situato sulla costa di levante del Golfo di Castellammare, su una breve sporgenza rocciosa di arenarie pleistoceniche trasgressive su formazioni mioceniche e del Pliocene inferiore.

Ai due lati del paese la costa si sviluppa in una bassa spiaggia sabbiosa, che dal lato di ponente conserva ancora un sistema residuo di dune litoranee e che un tempo non lontano era una caratteristica paesaggistica preminente della falcata centrale del Golfo. Numerosi torrenti e piccoli corsi d'acqua sfociano in questo tratto apportando considerevoli masse detritiche.

I fondali antistanti Trappeto sono bassi e degradanti con pendenza molto leggera. Scogli e piccole secche sono ancora presenti di fronte all'abitato. Più al largo e a ponente si estende una piattaforma sabbio-fangosa che discende verso il largo in una serie di basse orlate rocciose.

Nel complesso l'ambiente dei fondali è molto più monotono rispetto a quello composito e accidentato di Terrasini.

Dalla descrizione bionomica di ARENA e BOMBACE (1970) del Golfo di Castellammare i fondali fra Trappeto e Balestrate risultano costituiti da « fango costiero a *Turritella* » dove « i pesci sono piuttosto rari ».

Una ragione di ciò è indubbiamente lo strascico eccessivo già segnalato dagli AA. succitati, a cui si sono aggiunti negli ultimi anni massicci fenomeni di inquinamento industriale provocati soprattutto dagli scarichi di alcuni stabilimenti enologici dell'entroterra di Partinico e Balestrate (RIGGIO e MASSA, 1975) ed un probabile aumento dell'apporto detritico. La causa di quest'ultimo va ricercata nello squilibrio idrogeologico provocato dall'urbanizzazione spinta e dal sovrasfruttamento della costa a fini abitativi.

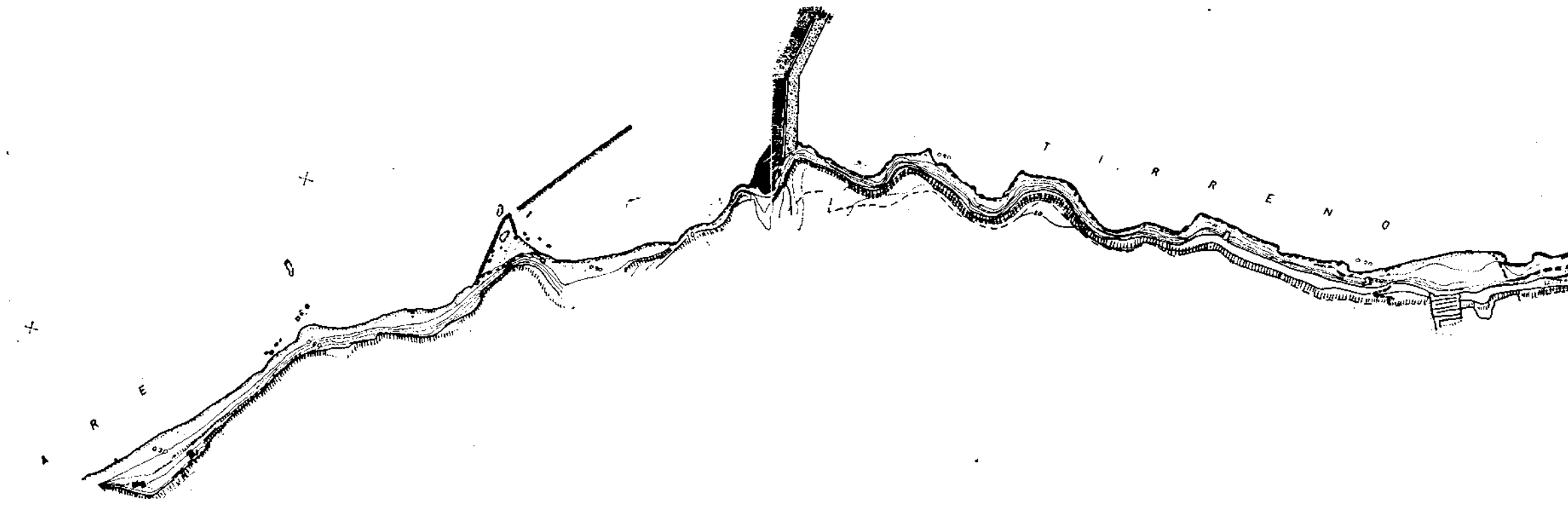
Rispetto a Terrasini, Trappeto mostra in positivo la presenza di una fiorente colonia di piccoli pescatori e l'attività redditizia di un piccolo impianto per la conservazione e salagione del pescato, suscettibile di espansione.

La colonia di pescatori risente in misura elevata del danneggiamento alla pesca provocato dallo strascico e si è adoperata attivamente per la realizzazione della barriera artificiale, collaborando alla scelta del sito ed alla raccolta dei dati accessori.

Caratteristiche del sito

L'area prescelta per la costruzione della barriera è una fascia frontegiante il centro abitato da cui essa dista circa 1650 m a ponente e 1140 m

Rappresentazione della barriera artificiale con indicazioni batimetriche (in metri).
Scala 1:8000. Blocchi della barriera artificiale e piramidi fuori scala.



nella sua porzione terminale a levante. Il limite interno è segnato da una bassa orlata rocciosa alta fra 1 e 2 m ed estesa sull'isobata del —15 m (fig. 13). L'intera area in esame è compresa fra i —15 ed i —20 m.

La pianura compresa fra la costa e l'orlata è occupata da un posidonieto su un substrato misto di roccia e sabbie grossolane con elevata componente organica.

Oltre l'orlata il fondo è una bassa pianura sabbiosa con ciuffi sparsi e « mattes » ristrette di Posidonia, che degrada molto dolcemente verso il largo.

Le sabbie sono di granulometria fine e compatta con un elevato contenuto in colloidi.

L'osservazione condotta e le misure preliminari eseguite portano ad escludere possibili fenomeni di insabbiamento delle piramidi. Indagini più dettagliate sono in corso. Gli spessori dello strato sabbioso vanno da 0,70 m a 10 m immediatamente a valle dell'orlata, fino a 16m, a 12m

allargo sull'isobata dei 20 m.

Idrodinamismo

Le condizioni idrodinamiche del mare di Trappeto differiscono da quelle di Terrasini per una diversa apertura ai venti. Il I quadrante è riparato dalla massa rocciosa della falesia di Capo Rama a levante, mentre il IV quadrante è esposto alle traversie di ponente e di maestrale per la notevole distanza di Capo S. Vito ad ovest.

Una stima sommaria delle correnti mostra in via preliminare una situazione simile a quella di Terrasini con correnti alternate nei due sensi Ovest-Est ed Est-Ovest a vari livelli e velocità intorno al miglio orario.

Una grande influenza sul regime delle correnti è data dagli apporti di acque dolci del Nocella e del Pinto che raggiungono massimi durante le piene invernali. Un certo ruolo vi rivestono pure gli affioramenti subacquei di acque dolci sorgive.

Progetto di barriera

La zona di ripopolamento di Trappeto sarà costituita da un'ampia area protetta di circa 200 ha di superficie, estendentesi a ridosso dell'orlata sudescritta, individuata dall'isobata dei 15 m.

La delimitazione della zona sarà ottenuta con la disposizione a zigzag sul fondo marino di 35 blocchi cubici di calcestruzzo dello spigolo di m 1,60 e del peso presunto di 6 tonnellate in immersione (fig. 14). Ogni masso sarà caratterizzato da una superficie esterna scabra e della presenza di quattro cavità centrali in comunicazione con l'esterno, con la funzione di rifugio per esemplari di specie ittiche stanziali.

MASSO ANTISTRASCICO
Scala 1 : 20

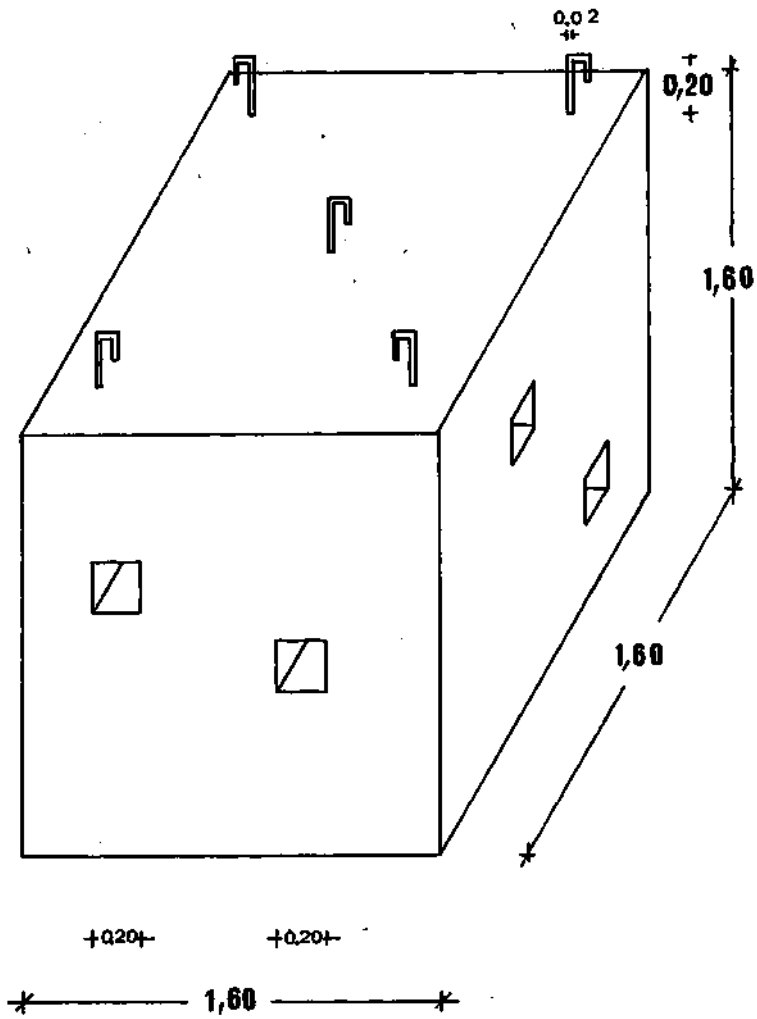


Fig. 14. — Trappeto: schema di costruzione del masso cubico (misure in metri).

Ogni blocco sarà armato con rostri di ferro e sporgenze metalliche con la funzione di impedimento alla circuitazione operata da strascichi radenti e da ciancioli. Lo spazio compreso fra due massi contigui sarà di circa 80 m, che costituiscono una dimensione capace di interferire con le bordate delle strascicanti.

All'interno dell'area protetta dai massi antistrascico verranno costruite 10 piramidi di elementi cavi con funzioni specifiche di ripopolamento.

Le piramidi saranno formate con elementi di forma geometrica e struttura diverse. È prevista la costruzione di 4 piramidi di massi cubici dello spigolo di 1 m.

I massi saranno in numero di nove al piano basale, 4 al primo piano ed uno alla sommità (fig. 15, a-c). Essi saranno cavi internamente ed aperti alle due estremità (fig. 16).

Potranno impiegarsi all'uopo manufatti commerciali di cemento pre-

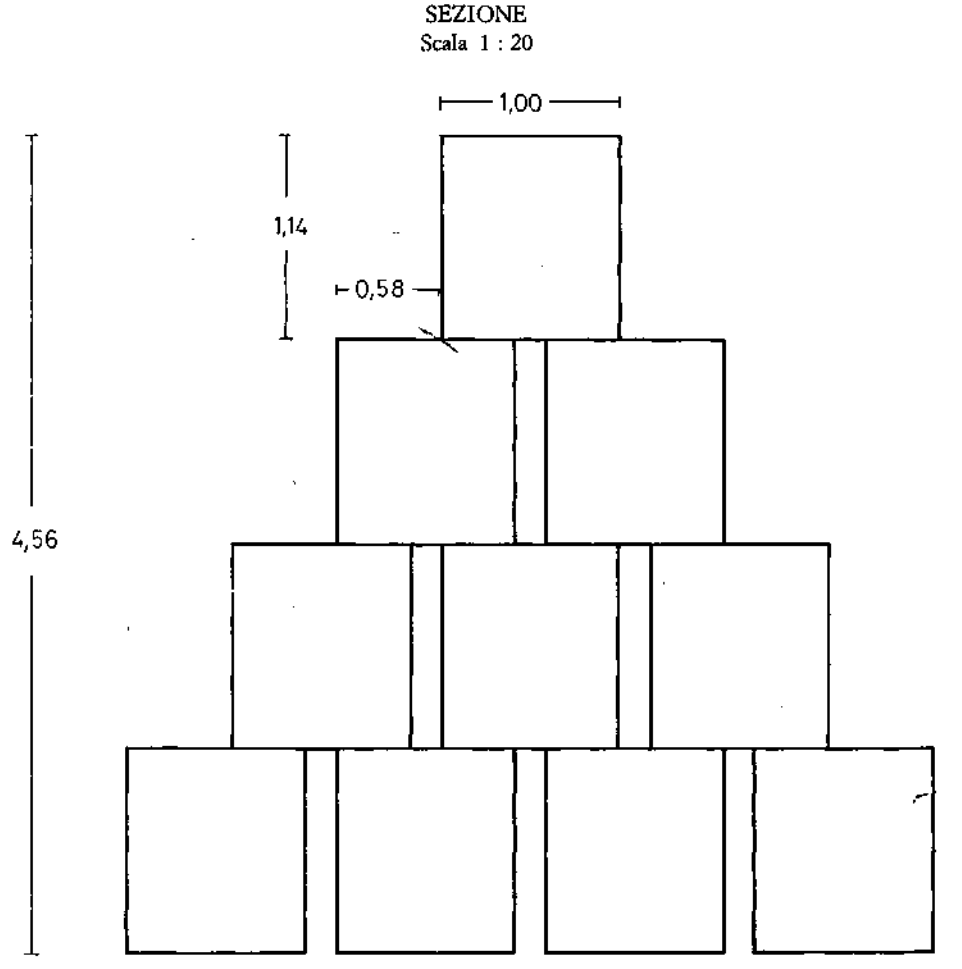


Fig. 15/a — Trappeto: profilo della piramide di cubi (misure in metri).

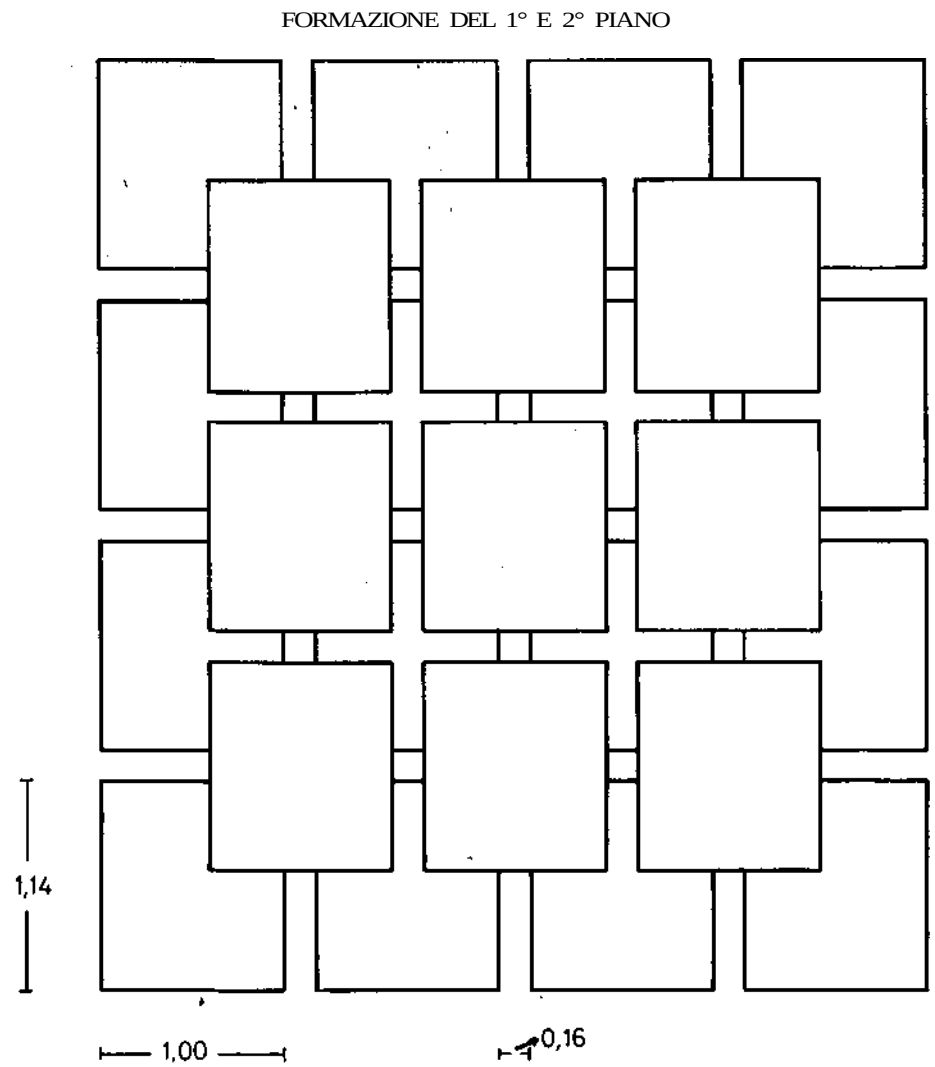


Fig. 15/b — Trappeto: piramide di cubi dall'alto, piano basale e primo piano (misure in metri).

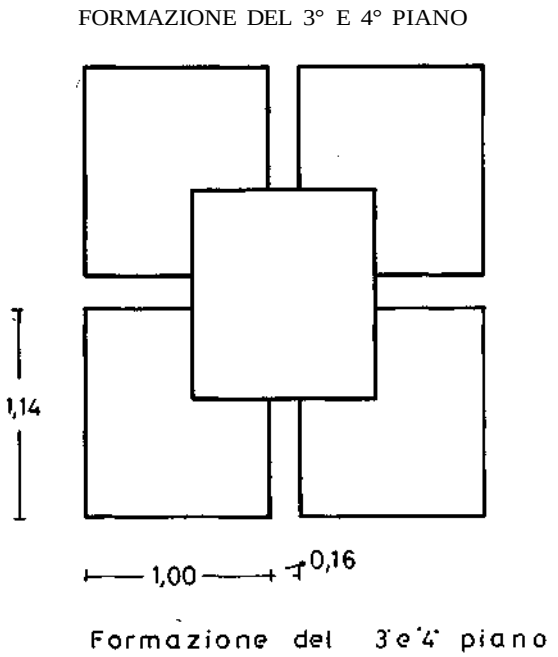


Fig. 15/c — Trappeto: piramide di cubi, terzo piano e masso sommitale dall'alto (misure in metri).

compresso, con notevole risparmio sui costi, come già previsto per i cilindri di Terrasini.

Sulle aperture verranno applicati diaframmi forati e fenestrati di diversa natura, allo scopo di aumentare le superfici di insediamento ed i luoghi di rifugio per le forme vagili dotate di maggior movimento (fig. 17 a-e).

I diaframmi saranno costituiti da:

a) pannelli fenestrati costituiti da elementi prefabbricati in conglomerato (fig. 17a);

b) pozzetti con foro centrale (fig. 17b);

c) pignatte di argilla cotta (fig. 17c);

d) pignatte di cemento pomice (fig. 17d);

e) elementi prefabbricati di cemento pomice (fig. 17e).

I diaframmi forati potranno essere applicati o mediante chiodature

MASSO CAVO A SEZIONE QUADRATA

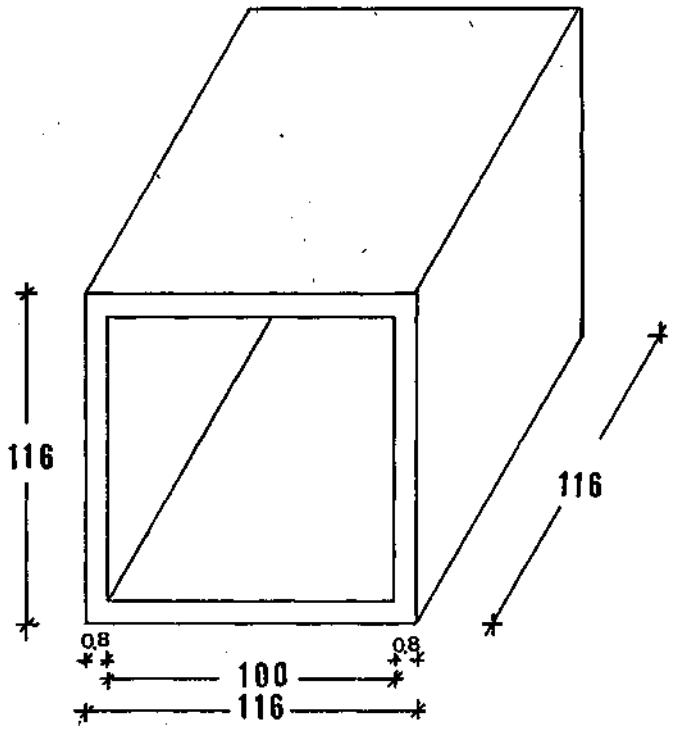


Fig. 16. — Trappeto: schema di costruzione di masso cubico cavo (misure in centimetri).

sugli spigoli (fig. 18) o per semplice giustapposizione e sovrapposizione parziale (fig. 19). L'accumulo di scheletri calcarei e concrezionamenti produrrà col tempo una naturale cementazione.

Tre piramidi saranno costruite mediante sovrapposizione di cilindri cavi di cemento precompresso disposti su piani orizzontali secondo assi paralleli al fondo e con disposizione alternata.

Il numero dei massi sarà 14, disposti su tre piani. Nove elementi costituiranno il piano basale, 4 il primo piano, uno verrà posto alla sommità. Il diametro dei cilindri sarà 1 m, la lunghezza di ogni anello 1,16 m.

Una piramide sarà formata con elementi misti cilindrici e cubici alternati su quattro piani. Infine è prevista la costruzione di due piramidi miste a 2 piani.

Si sperimenterà infine la costruzione di un blocco di calcestruzzo fatto dall'assemblaggio *in situ* sul fondo di elementi componibili dalla forma di telai fenestrati di calcestruzzo, ricavabili con l'impiego di casseforme appositamente costruite (fig. 20).

Tale tecnologia dovrebbe consentire un notevole abbassamento dei costi di trasporto ed una semplificazione delle procedure di costruzione. I materiali impiegati saranno uguali a quelli descritti per la barriera di Terrasini.

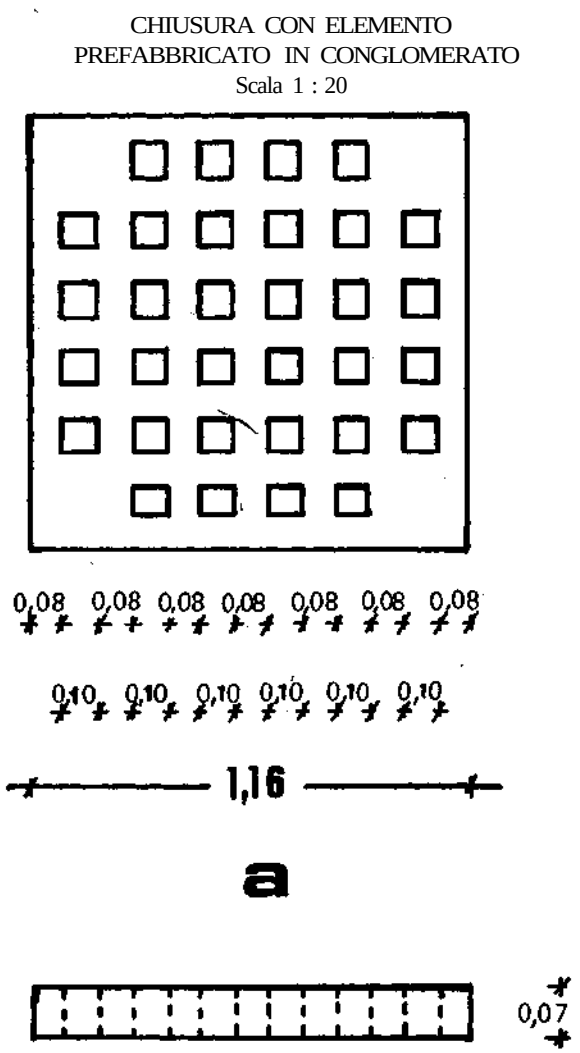


Fig. 17/a (misure in metri).

BOCCA ESTERNA ELEMENTO UNITARIO

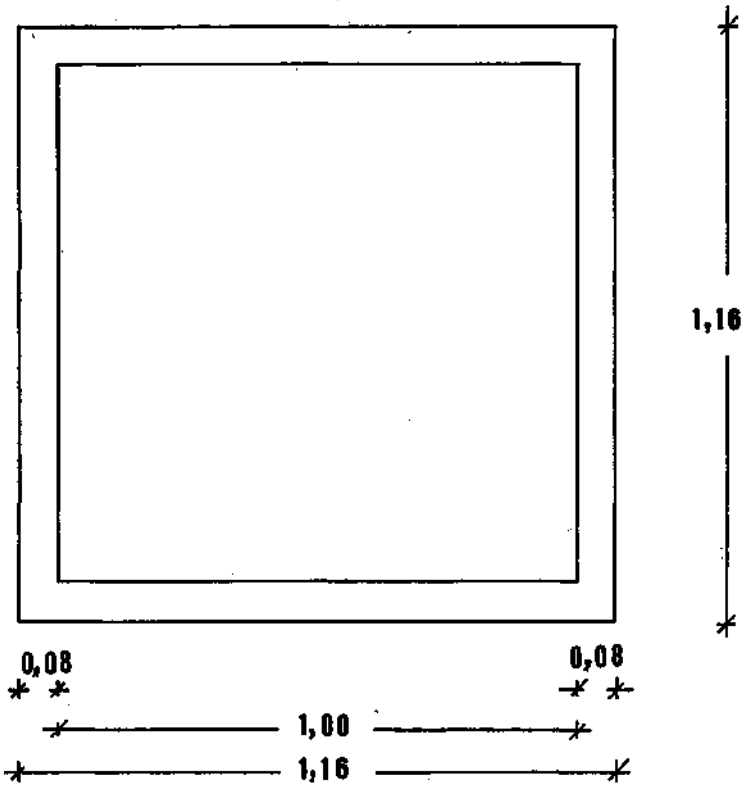
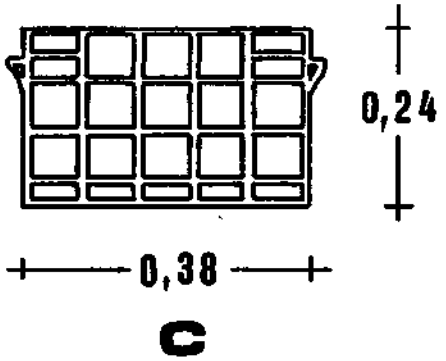
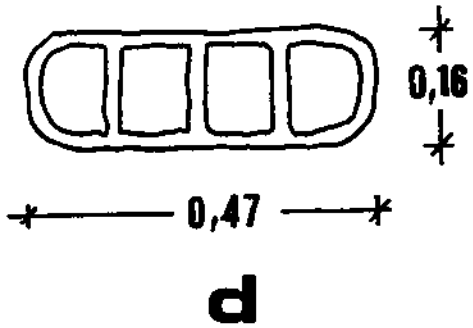


Fig. 17/b

PIGNATTA D'ARGILLA COTTA
Elementi — Scala 1 : 10



PIGNATTA DI CEMENTO POMICE



ELEMENTO PREFABBRICATO

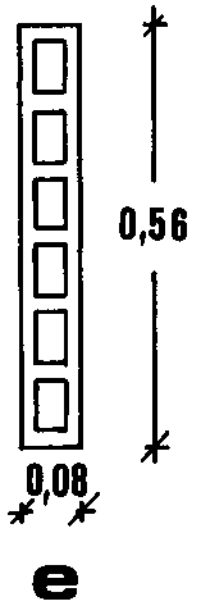


Fig. 17/c/d/e — Trappeto: pannelli di chiusura dei massi cubici cavi. Spiegazioni nel testo.

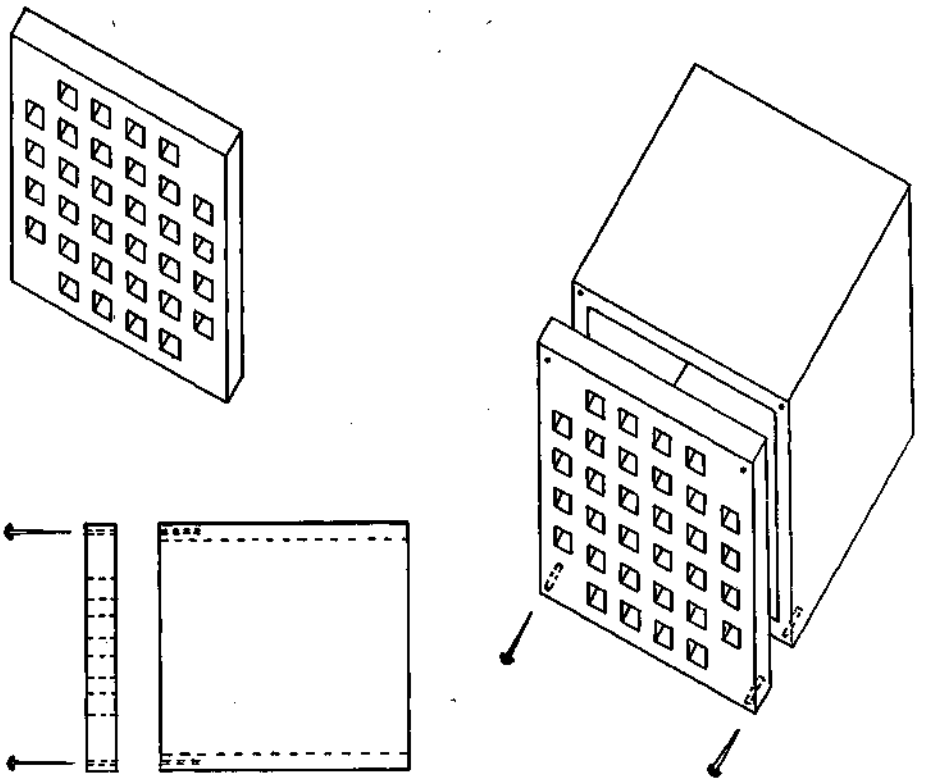


Fig. 18. — Trappeto: applicazione dei diaframmi ai cubi per chiodatura.

CHIUSURA CON ELEMENTI PREFABBRICATI
Scala 1 : 10

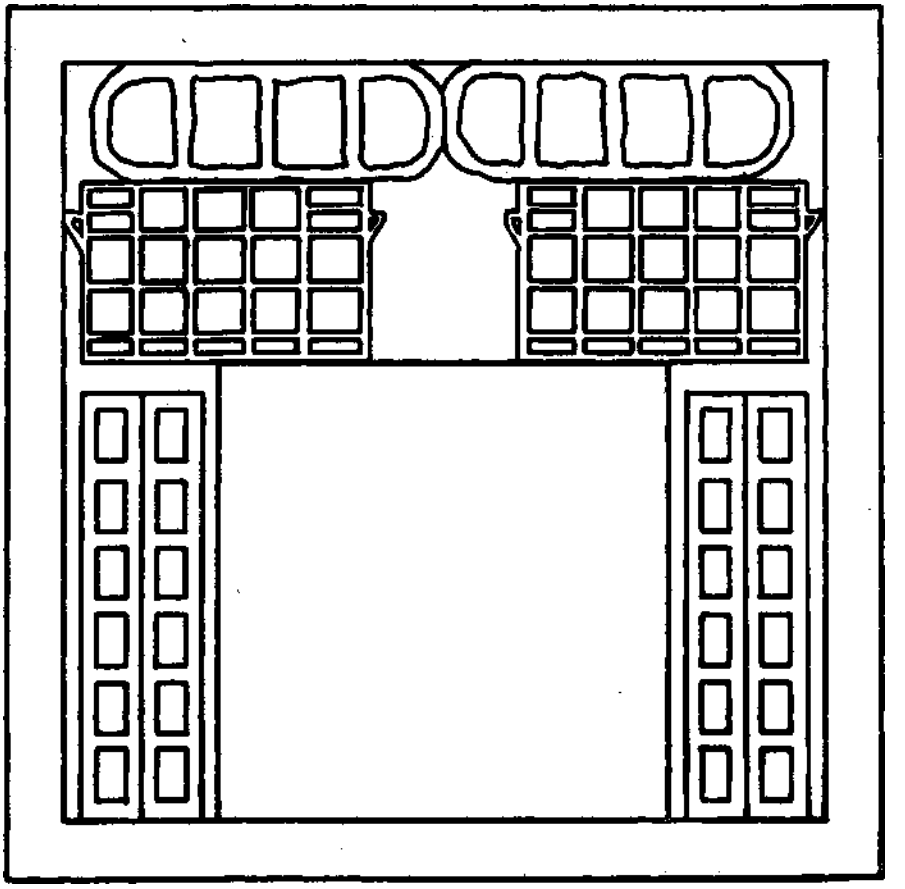


Fig. 19. — Trappeto: giustapposizione dei diaframmi all'apertura degli elementi cubici.

PIANTA
Scala 1 : 20

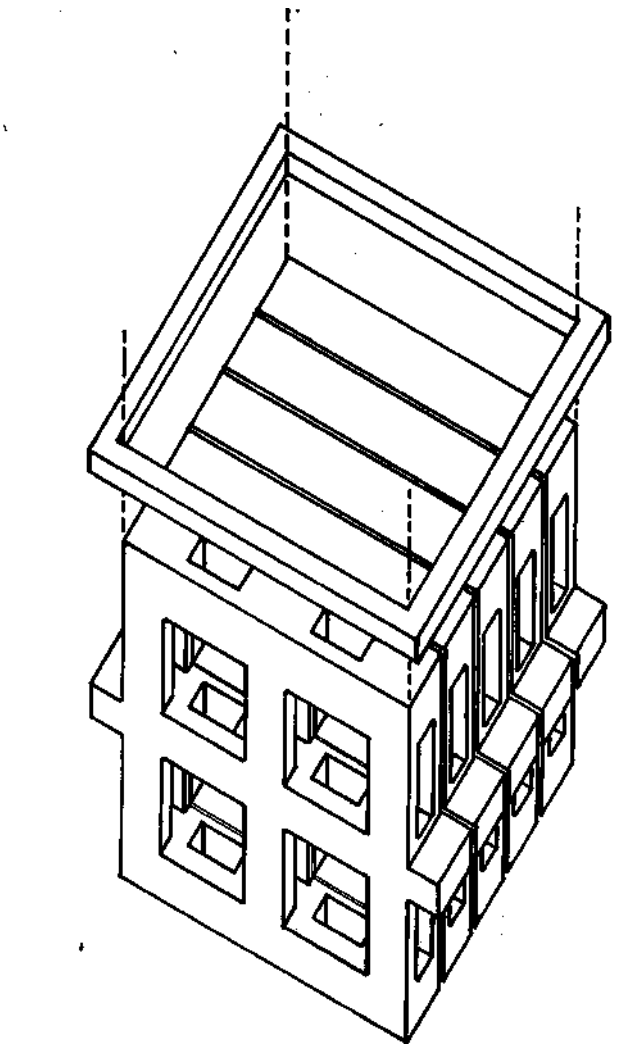


Fig. 20. — Modello di masso componibile per barriera modulare.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Nella progettazione e messa in opera di un « reef » artificiale convergono istanze di ottimizzazione dei rendimenti e della stabilità costruttiva che spesso sono in reciproco contrasto o rischiano di innalzare i costi decisamente al di sopra di livelli accettabili di economicità. L'adozione di un criterio o di un altro è in definitiva una questione di scelte, dipendenti dall'entità delle somme disponibili, dal sito, dalle esigenze locali e dagli obiettivi perseguiti.

Tale considerazione rende al momento poco concreta la prospettiva di una completa standardizzazione dei criteri di costruzione delle barriere, la cui caratteristica principale nelle diverse condizioni fisiografiche dei fondali costieri del Mediterraneo dovrebbe essere una estrema flessibilità ed una pronta adattabilità alle diverse situazioni locali.

Pertanto le tecnologie di costruzione e gestione, benché fondamentalmente semplici, sono ancora molto aperte all'inventiva dei progettisti ed alla sperimentazione. Una prospettiva di tali studi è comunque la messa a punto di tecnologie valide per progetti ad ampio respiro, nei quali i costi subiscono un valido abbattimento.

Nella realizzazione di una barriera artificiale a fini di ripopolamento, obiettivo primario è la massimizzazione dell'area disponibile all'insediamento bentonico. Tale scopo viene raggiunto con la sovrapposizione parziale di blocchi, che raggiunge la massima stabilità nella configurazione di piramide o tronco di piramide a base quadrata, e che è la figura adottata nei classici esperimenti del Cònero (BOMBACE, 1977, 1980).

L'esperienza degli anni recenti ha tuttavia indirizzato la costruzione di barriere verso il fine, che va diventando preminente, di impedire meccanicamente la pesca a strascico. In tal senso il volume dell'intera costruzione e la sua resistenza all'impatto delle reti sono un requisito essenziale, e decisamente più importante della presenza di nicchie e rifugi superficiali, che ne ridurrebbero la stabilità.

A questo secondo tipo potrebbero ascriversi le piramidi massicce di Ancona, che pure offrono numerose accidentabilità superficiali, e quelle in corso di realizzazione lungo la costa laziale, mentre i modelli di « reefs » sperimentati sui fondali marsigliesi (COUSTALIN, 1972) e monegaschi (DE BERNARDI, 1980) teoricamente realizzano i massimi insediamenti potenziali nel Mediterraneo.

Nel modello sperimentale proposto per Terrasini, in un'area in cui lo strascico è decisamente trascurabile, sono stati ideati due tipi di barriera a diversa funzionalità.

La piramide a blocchi cubici è il prototipo di un impianto massiccio

antistrascico, mentre la piramide di cilindri cavi è una costruzione alternativa leggera dotata di ampia superficie ed eminentemente deputata al ripopolamento biologico.

È attualmente impossibile fare previsioni di una qualche attendibilità sulla convenienza economica e le rese potenziali delle due strutture, che comportano un differente impiego di tecnologie e materiali costruttivi. Soltanto la realizzazione pratica di entrambe le piramidi potrà permettere un confronto dei costi e l'osservazione successiva fornirà un quadro delle rese.

I criteri di progettazione nell'area di Trappeto sono stati invece indirizzati sulla costruzione di un efficace deterrente contro lo strascico illegale subito dalla piccola pesca costièra.

Gli alti costi di costruzione di piramidi massicce e l'ampiezza della zona da proteggere hanno suggerito l'adozione di una soluzione diversa da quella della barriera sperimentale di Terrasini.

Si è pertanto ripiegato sulla disposizione irregolare di singoli massi rostrati intorno ad un'area all'interno della quale sono deposti gli impianti « leggeri ».

Tale soluzione consente una sensibile riduzione dei costi e permette una delimitazione molto più marcata dell'area di ripopolamento, che può essere facilmente data in concessione ad una o più cooperative di piccoli pescatori, e dove è possibile costituire l'avvio di un vero e proprio « sea farming ».

La presenza contemporanea di manufatti di forme geometriche cubiche e circolari ha lo scopo di porre in evidenza eventuali poteri selettivi della geometria del substrato sul reclutamento e sullo sviluppo degli insediamenti biotici.

Il lavoro di costruzione e di posa delle piramidi sarà un test pratico di verifica delle ipotesi tecnologiche alla base della progettazione eseguita. Esso costituirà anche il banco di prova delle difficoltà pratiche implicite nella realizzazione di opere marittime di un certo impegno, specie se condotte in condizioni decisamente pionieristiche e con scarsa disponibilità di mezzi, com'è il nostro caso.

La ricerca successiva sullo sviluppo degli insediamenti bentonici e sul richiamo delle popolazioni nectoniche nell'area sarà il logico proseguimento del presente lavoro di progettazione. Essa sarà anche una tappa necessaria per la valutazione — nelle acque costiere della Sicilia — della validità e convenienza dell'iniziativa, che, se coronata da successo, potrà costituire una possibile soluzione non solo ai problemi del ripopolamento della fascia costiera, ma anche della sua protezione e del restauro ambientale dei fondali degradati.

Ringraziamenti. — Un doveroso riconoscimento va tributato all'opera preziosa del sig. MIMMO CARCÒ della Marisub, esperto esecutore dei rilievi in immersione e realizzatore delle planimetrie subacquee.

BIBLIOGRAFIA

ARENA P. et BOMBACE G., 1970 — Bionomie benthique et faune ichthyologique des fonds de l' étage circalittoral et bathyal des golfes de Castellammare (Sicile nord-occidentale) et de Patti (Sicile nord-orientale). — *]ournées ichthyol.,* Roma, CIESM, pp. 145-156, 2 figg.

BOMBACE G., 1977 — Aspetti teorici e sperimentali concernenti le « barriere artificiali ». — *Atti del IX Congr. SIBM,* Lacco Ameno d'Ischia, 19-22 maggio: 29-41.

BOMBACE G., 1980 — Paper on Experiments on artificial reefs in Italy. GFCM/XV/80/21, August 1980: 1-112. — *Symposium on Management of Living Resources in the Mediterranean Coastal Area, CGPM,* Palma de Majorca, 18-20 September 1980.

COUSTALIN J. B., 1972 — Méthodologie expérimentale en vue de la création de récifs artificiels. — *Téthys,* 3 (4), 1971 (1972): 827-840.

DEBERNARDI E., 1980 — Reserve sous-marine de Monaco. Note sur la construction et l'immersion de récifs artificiels. Conseil General des Pêches pour la Mediterranée. — *Symposium sur l'aménagement des resources vivantes de la zone littorale en Méditerranée* (18-20 septembre 1980), Palma de Majorque: 1-21.

RIGGIO S. e ARDIZZONE G. D., 1979 — Prospettive dell'impiego di substrati artificiali per il ripopolamento e la protezione dei fondali costieri della Sicilia nord-occidentale. — *Atti del Convegno scientifico Nazionale P.F. Oceanografia e Fondi Marini.* Roma, 5-7 marzo: 157-184.

RIGGIO S. e ARDIZZONE G. D., 1980 — Eutrofizzazione e comunità bentoniche su substrati artificiali. Indagine preliminare sulle coste della Sicilia nord-occidentale. — *Quad. Lab. Pesca,* 3 (1, suppl.): 605-618.

RIGGIO S. e Di PISA G., 1979 — Indagini preliminari sui patterns di insediamento dei popolamenti bentonici nel porto di Palermo. — *XI Congr. SIBM, Atti Soc. Tosc. Sci. Nat. Mem.,* ser. B, 86, suppl.: 258-262.

RIGGIO S. e Di PISA G., 1980 — Osservazioni sui patterns di insediamento di comunità bentoniche portuali in relazione alla geometria del substrato. — *Mem. Biol. Marina e Oceanogr.,* Suppl. X: 291-297.

RIGGIO S. e Di PISA G., 1981 — The pattern of Settlement of benthic Harbour Communities in relation to substratum geometry. — *Rapp. Comm. int. Mer Médit.,* 27 (2): 177-178.

RIGGIO S. e MASSA B., 1974 — Problemi di conservazione della Natura in Sicilia. *Atti del IV Simp. Naz. per la Conservazione della Natura in Italia,* Bari, II: 399-425.

Indirizzo degli Autori. — Laboratorio di Ecologia, Istituto di Zoologia dell'Università, via Archirafi 18, 90123 Palermo (I).

Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.), 3 1982, pp. 661-666

GIOVANNI DI PISA & SILVANO RIGGIO

A MATHEMATICAL MODEL OF THE STABILITY OF HARBOUR BENTHIC COMMUNITIES (*)

SUMMARY

A simple mathematical model of the mechanisms underlying emergence of the spatial distribution of sessile fouling species is worked out. The study is based on data collected from the biotic settlements developed on variously shaped asbestos panels submerged in the Harbour of Palermo. Due to the dependence of dispersal coefficients on the outward projections of the panel surface, the spatially homogeneous steady state is unstable for spatial perturbations with wavelengths within a certain range of values. Such a model could account for the different aggregation patterns of benthic communities observed on non uniform hard surfaces.

RIASSUNTO

Un modello matematico per la stabilità di comunità bentoniche portuali. — Nel presente lavoro viene trattato un modello matematico che descrive l'instabilità dello stato stazionario di un ecosistema a due componenti. Facendo dipendere i parametri dispersivi delle specie sessili dall'elevazione della superficie su cui si insediano, lo stato stazionario diventa instabile in corrispondenza di perturbazioni spaziali caratterizzate da opportune lunghezze d'onda. Tale modello potrebbe spiegare l'insorgere di differenti patterns di aggregazione osservati str pannelli di diversa forma geometrica.

Key words: biotic settlement, dispersal, spatial perturbation, equilibrium state.

(*) Investigation supported by a CNR (National Research Council) fund for applied research. National Plan for research on Oceanography and marine Bottoms.

INTRODUCTION

From a mathematical point of view the simplest form of stability analysis is that concerned with « neighbourhood» stability (MAY, 1973). A system is considered in « neighbourhood » stability if, following a weak perturbation, it returns to an equilibrium state. In ecological usage, the assessment of stability has been accomplished through the study of fluctuations in population density around the equilibrium state, of species composition and analysis of dominance (KREBS, 1972). If populations are stable, dominance should persist at a uniform level. Changes in spatial and temporal dominance patterns are also used to describe structural changes in communities.

A complicating factor affecting the stability of sediment-living benthos in the dynamic nature of the substratum. Disturbance due to increased wave and current activity may affect both species composition and size of populations (GRAY, 1977).

We will focus attention on the mathematical modelling of the possible mechanisms of pattern emergence occurring in the settlement of the fouling on variously shaped asbestos panels, and particularly on curved and undulating slabs, such as tubes and fluted tiles (RIGGIO & Di PISA, 1980). Due to the dependence of dispersal parameters on the elevations of the panel surface in respect to its average level, the spatial homogeneous steady state following spatial perturbations is unstable and the dominance pattern in not at uniform level on the whole surface of the asbestos panels. Observations on differently shaped panels have indicated that modifications in the biotic structures could be related to substratum geometry (RIGGIO & Di PISA, 1981).

MATHEMATICAL MODEL

The structure of sessile benthic communities is strictly dependent on competition for space which occurs through direct physical aggression (CONNELL, 1961-a), overgrowth (RUTZLER, 1965; SARÀ, 1970) and allelopathy (JACKSON & Buss, 1975). Every sessile species is characterized by a dispersal phase during its life cycle and therefore a theory of pattern emergence occurring in the settlement of benthic communities should include also dispersal as one of its dynamic elements.

Such an approach can be put into practice by means of a class of dynamical systems named « reaction-dispersal » systems (YODZIS, 1978).

Let us consider a sub-ecosystem which is partitioned into two com-

ponents: N_1 and N_2 sessile species. We assume that at the beginning the panel surface is unoccupied and that the two species are recruited from outside the area, colonizing it so that the probability distribution for the whole range of colonizing species is uniform and that the probability distribution for the whole range of colonizing species is uniform and that these distributions are independent from one another. This case is consistent with a simultaneous recruitment of all the potential settlers.

Let us suppose that aggregation takes place in the (x, y) plane and that, for the sake of simplicity, no quantities change with y, so that only the x variations need to be considered. In the dispersal phase, let N(x, t) be the number of species per unit area at position x and time t.

The general mathematical model is the following:

$$\frac{\delta N_1}{\delta t}(x,t) = f_1(N_1)N_1 - f_2(N_1)N_1N_2 + \frac{\delta}{\delta x}\left(\mu_1 \frac{\delta N_1}{\delta x}\right)$$

$$\frac{\delta N_2}{\delta t}(x,t) = -f_3(N_2)N_2 + f_4(N_1)N_1N_2 + \frac{\delta}{\delta x}\left(\mu_2 \frac{\delta N_2}{\delta x}\right) \qquad (1)$$

where μ_1 and μ_2 are the dispersal coefficients of motility of the species.

The terms $f_1(N_1)N_1 - f_2(N_1)N_1N_2$ and $-f_3(N_2)N_2 + f_4(N_1)N_1N_2$ describe the effect of local interactions among the species (reaction) whereas the terms $\mu_1 \delta N_1/\delta_x$ and $\mu_2 \delta N_2/\delta_x$ (dispersal) describe the net rate per unit length at which N_1 and N_2 cross the line $x = x$.*

Let N_{10} and $N_{..}$ be non trivial spatially homogeneous steady states obtained assuming $\frac{\delta N_1}{\delta t} = \frac{\delta N_2}{\delta t} = 0$.

These spatially homogeneous steady states can be unstable as a consequence of some well-defined spatial perturbations. This local instability is due to non- equal motility of the sessile species.

The physical mechanism underlying the emergence of a spatial pattern can be explained as follows: over a spatial area which encompasses only a single habitat type, such as a flat even surface, most environmental gradients will become negligible and the dispersal capacity of sessile organisms can be considered constant over the whole surface ($\mu_1 = \mu_2$). If the habitat is characterized by variations in surface level, the space is heterogeneous and the dispersal ability can vary according to the presence and extent of the projections. These small-scale variations can play an important role in structuring benthic communities. It has been shown (HART, 1977) that va-

nations in size and shape of rocks affect invertebrate benthic stream communities in the same way as microtopographic variations affect plant communities.

Our observations on the settlement of benthic harbour communities also show that the shape of the substratum influences the development of fouling.

Let us now consider small perturbations, n_1 and n_2, around the homogeneous steady state:

$$N_1 = N_{10} + n_1 \tag{2}$$

$$N_2 = N_{20} + n_2 \tag{3}$$

After linearization, the substitution of eqs. (2) and (3) into eqs (1) leads to:

$$\frac{\delta n_1}{\delta t} = \alpha_{11}\, n_1 + \alpha_{12}\, n_2 + \mu_1\, (\zeta)\, \frac{\delta^2 n_1}{\delta x^2} \tag{4}$$

$$\frac{\delta n_2}{\delta t} = \alpha_{21}\, n_1 + \alpha_{22}\, n_2 + \mu_2\, (\zeta)\, \frac{\delta^2 n_2}{\delta x^2} \tag{5}$$

where the dispersal coefficients M_1 and μ_2 are assumed dependent on the ζ projection from the surface and non-equal. The coefficients a_{ij} are given by:

$$\alpha_{11} = f_{10} - f_{20}\, N_{20} - f'_{20}\, N_{10}\, N_{20} + f'_{10}\, N_{10}$$
$$\alpha_{22} = f_4\, N_{10} - f_{30} - f'_{30}\, N_{20}$$
$$\alpha_{12} = - f_{20}\, N_{10}$$
$$\alpha_{21} = f_{40}\, N_{20} + f'_{40}\, N_{10}\, N_{20}$$

where

$$f_{10} = f_1\,(N_{10}), \quad f_{20} = f_2\,(N_{10}), \quad f_{30} = f_3\,(N_{20}),$$
$$f_{40} = f_4\,(N_{10}), \quad f'_{10} = (\delta f_1/\delta N_1)_0, \quad f'_{20} = (\delta f_2/\delta N_1)_0,$$
$$f'_{30} = (\delta f_3/\delta N_2)_0, \quad f'_{40} = (\delta f_4/\delta N_1)_0$$

To know whether the homogeneous steady state is stable it is sufficient to study the behaviour of solutions of equations (4) and (5) wich are in the following form:

$$n_i\ (x, t) = \tilde{n}_i \cos (kx) \exp (\sigma\, t) \qquad (i = 1,2)$$

where $\tilde{n}_i$, k and σ are constants.

The stability of the homogeneous steady state is ensured if, and only if, a has a negative real part. It will take place if, and only if, the two following conditions hold:

$$(\alpha_{11} - \mu_1(\zeta)\, k^2) + (\alpha_{22} - \mu_2(\zeta)\, k^2) < 0 \tag{6}$$

$$(\alpha_{11} - \mu_1(\zeta)\, k^2)(\alpha_{22} - \mu_2(\zeta)\, k^2) - \alpha_{12}\alpha_{21} < 0 \tag{7}$$

In order to attain dispersal instability (TURING, 1952), perturbations of zero wavenumber are required to be stable so that the necessary conditions for dispersal instability are the following:

$$\alpha_{11} + \alpha_{22} < 0 \tag{8}$$

$$\alpha_{11}\alpha_{22} - \alpha_{12}\alpha_{21} < 0 \tag{9}$$

The equation (6) is always verified for all values of k^2 whereas equation (7) can be violated for finite real values of k^2 varying between the roots of the following equation:

$$(\alpha_{11} - \mu_1(\zeta)\, k^2)(\alpha_{22} - \mu_2(\zeta)\, k^2) - \alpha_{12}\alpha_{21} = 0 \tag{10}$$

with the conditions

$$(\alpha_{11})\mu_2(\zeta) + \alpha_{22}\mu_1(\zeta) > 0$$

and

$$(\alpha_{11}\mu_2(\zeta) + \alpha_{22}\mu_1(\zeta))^2 \geq 4\mu_1(\zeta)\mu_2(\zeta) \cdot (\alpha_{11}\alpha_{22} - \alpha_{12}\alpha_{21}) \tag{12}$$

for having real and positive values of k^2. When equality occurs in the condition (12), only one wavenumber corresponding to a critical wavelength λ_c, is unstable:

$$\lambda_c = 2\pi \sqrt{\frac{2\mu_1(\zeta)\,\mu_2(\zeta)}{\alpha_{11}\mu_2(\zeta) + \alpha_{22}\mu_1(\zeta)}}$$

CONCLUSIONS

Our model indicates that the onset of the instability of the homogeneous steady state is caused by spatial perturbations within a certain range of wavelengths. Such an instability is consistent with modifications

of the dispersal parameters and may lead to new equilibrium states. This dispersal instability may definite the setting of settlement patterns of benthic sessile populations.

Our observations of rolled and circular asbestos panels submerged in the docks of Palermo Harbour show that both community structure and aggregation patterns change in the presence of upward and downward projections of the slab, i.e. of elevations and lowerings of the surface.

REFERENCES

CONNEL J. H., 1961 — The influence of interspecific competition and other factors on the distribution of the barnacle *Chthamalus stellatus.* — *Ecology,* 42, 710-723

GRAY Y. S., 1977 — The stability of benthic ecosystems. — *Helgolander wiss. Meeresunters.,* 30, 427-444.

HART D. D., 1977 — The response of stream benthic invertebrate communities to microspatial substrate complexity. — *Bull. Ecol. Soc. Amer.,* 58, 37.

JACKSON J. B. C. and Buss L., 1975 — Allelopathy and spatial competition among coral reef invertebrates. — *Proc. Nat. Acad. Sci. USA,* 72, 5160-5163.

KREBS C. J., 1972 — Ecology. — *Harper and Row,* New York, 694 pp.

MAY R. M., 1973 — Stability and complexity in model ecosystems. — *Princeton Univ. Press,* New Jersey, 235 pp.

RIGGIO S. and G. Di PISA, 1979 — Indagini preliminari sui patterns di insediamento dei popolamenti bentonici nel Porto di Palermo. — *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem.,* ser. B, 86, 258-262.

RIGGIO S. and G. Di PISA, 1980 — Osservazioni sui patterns di insediamento di comunità bentoniche in relazione alla geometria del substrato. — *Mem. Biol. Marina e Oceanogr.,* Suppl. X, 291-297.

RIGGIO S. and G. Di PISA, 1981 — The patterns of settlement of benthic communities in relation to substratum geometry. — *Rapp. Comm. int. Mer Médit.,* 27, 177-178.

RÜTZLER K., 1965 — Systematik und Oekologie der Poriferen aus Litoral - Schattengebieten der Nordadria. — Z. *Morph. Oekol. Tiere, 55,* 1-82.

SARÀ M., 1970 — Competition and cooperation in sponge populations. — *Symp. Zool. Soc,* London, 25, 273-284.

TURING A. M., 1952 — The chemical basis of morphogenesis. *Proc. R. Soc., Lond (B),* 237, 37-72.

YODZIS P., 1978 — Competition for space and the structure of ecological communities. Lecture Notes in Biomathematics. — *Springer-Verlag,* New York.

Indirizzo degli Autori. — GIOVANNI DI PISA & SILVANO RIGGIO, Laboratorio di Ecologia, Istituto e Museo di Zoologia dell'Università, Via Archirafi, 18 - 90123 Palermo (I).