

PUBBLICAZIONI
DELLA
STAZIONE ZOOLOGICA DI NAPOLI

VOLUME 38, 2° SUPPLEMENTO

ATTI
DEL 3° CONGRESSO DELLA SOCIETÀ ITALIANA
DI BIOLOGIA MARINA

Napoli 18-20 giugno 1971

Pubblicato a cura di F. Cinelli & E. Fresi



STAZIONE ZOOLOGICA DI NAPOLI
1970

Comitato direttivo: G. BACCI, L. CALIFANO, P. DOHRN, G. MONTALENTI.

Comitato di consulenza: F. BALTZER (Bern), J. BRACHET (Bruxelles), G. CHIEFFI (Napoli),
T. GAMULIN (Dubrovnik), L. W. KLEINHOLZ (Portland), P. WEIß (New York),
R. WURMSER (Paris), J. Z. YOUNG (London).

Comitato di redazione: G. BONADUCE, G. C. CARRADA, F. CINELLI, E. FRESI.

Segreteria di redazione: G. PRINCIVALLI.

OSTRACODES AS ECOLOGICAL AND PALEOECOLOGICAL INDICATORS

(Pubbl. Staz. Zool. Napoli, Suppl. 33, 1964, pp. 612)

Price: U.S. \$ 15,— (Lire 9.400)

An International Symposium sponsored by the ANTON and REINHARD DOHRN Foundation at the Stazione Zoologica di Napoli, June 10th-19, 1963. Chairman: Dr. HARBANS S. PURI, Florida Geological Survey, Tallahassee, Fla. U.S.A. Contributions by P. ASCOLI, R. H. BENSON, J. P. HARDING, G. HARTMANN, N. C. HULINGS, H. S. PURI, L. S. KORNIKER, K. G. MCKENZIE, J. NEALE, V. POKORNY, G. BONADUCE, J. MALLOY, A. RITTMANN, D. R. ROME, G. RUGGIERI, P. SANDBERG, I. G. SOHN, F. M. SWAIN, J. M. GILBY, and W. WAGNER.

F A U N A E F L O R A DEL GOLFO DI NAPOLI

39. Monografia:

**Anthomedusae/Athecatae (Hydrozoa, Cnidaria)
of the Mediterranean**

PART I CAPITATA

BY ANITA BRINCKMANN - VOSS

with

11 colour - plates drawn by ILONA RICHTER

**EDIZIONE
DELLA
STAZIONE ZOOLOGICA DI NAPOLI**

Prezzo: Lit. 22.000 (\$ 35.—)

PUBBLICATO IL 19-10-1973

ELENCO DEI PARTECIPANTI

ARRU' dott.ssa ANDREINA - Sassari	GANDOLFI dott. GILBERTO - Parma
AZZAROLI dott.ssa MARIA LUISA - Firenze	GENOVESE prof. SEBASTIANO - Messina
BACCI prof. GUIDO - Torino	GENTILE dott. Rocco - Bari
BARSOTTI sig. GIANFRANCO - Livorno	GERACI dott. SEBASTIANO - Genova
BATTAGLIA prof. BRUNO - Padova	GHIRARDELLI prof. ELVEZIO - Trieste
BAZZICALUPO dott. GIANNA - Genova	GREGORIO dott. DEMETRIO - Bari
BETH prof. KURT - Napoli	GRIMALDI dott. PIETRO - Bari
BINI prof. GIORGIO - Roma	GRIMALDI DE ZIO prof.ssa SUSANNA - Bari
BOLOGNARI prof. ARTURO - Messina	GUGLIELMO dott. LETTERIO - Messina
BOMBACE dott. GIOVANNI - Palermo	INNAMORATI prof. MARIO - Firenze
BONOMI dott. GIULIANO - Pallanza	LANFRANCO dott.ssa MARINA - Torino
BRUNETTI dott. RICCARDO - Padova	MAGAZZÙ dott. GIUSEPPE - Messina
BRUZZONE dott. CARLO LORENZO - Genova	MAINARDI prof. DANILO - Parma
BUTA sig. GAETANO - Messina	MANELLI prof. HARRY - Perugia
CALAFIORE sig. NAZZARENO - Messina	MARANO dott. GIOVANNI - Bari
CANTONE dott.ssa GRAZIA - Catania	MARCHIONNI dott.ssa VALERIA - Torino
CARLI prof.ssa ANNA MARIA - Genova	MARI dott.ssa MARISA - Modena
CARIELLO ing. Lucio - Napoli	MISURACA dott.ssa GIOVANNA - Napoli
CARRADA prof. GIANCARLO - Napoli	MOIO dott. LUIGI - Messina
CAVALLARO dott. GUGLIELMO - Messina	MONTALENTI prof. GIUSEPPE - Roma
CINELLI dott. FRANCESCO - Napoli	MONTANARI dott.ssa MANUELA - Genova
COGNETTI prof. GIUSEPPE - Modena	MOR prof. EMANUELE - Genova
CORTESI dott. PAOLO - Bologna	MORSELLI dott. IVANO - Modena
CORTI prof. ROBERTO - Firenze	MUZII prof. ERMINIO - Napoli
CREMA dott. ROBERTO - Modena	NARDI dott.ssa GIANNA - Napoli
CRISAFI prof. PIETRO - Messina	ONESTO prof.ssa EMMA - Napoli
DE ANGELIS prof. COSTANZO - Brescia	OREL dott. GIULIANO - Trieste
DE LUCA dott. ENZO - Catania	ORLANDO dott. ENZO - Modena
FAVA sig. GIANCARLO - Venezia	PAGLIAI dott.ssa ANNA MARIA - Modena
FERRERO prof.ssa LETIZIA - Roma	PALA dott.ssa MARIA - Sassari
FORNASERI sig. MARIO - Roma	PASQUINI prof. PASQUALE - Roma
FRANCHINI dott. ARIODANTE DARIO - Mantova	PEZZANI dott.ssa DANIELA - Genova
FRANCINI CORTI prof.ssa ELEONORA - Firenze	PICCHETTI sig. GUIDO - Napoli
FRESI dott. EUGENIO - Napoli	PICCINETTI MANFRIN dott.ssa GIOVANNA - Fano

PICCINETTI dott. CORRADO - Fano
PIRAZZINI dott.ssa CLELIA - Genova
PONZEVERONI sig.ra IDA - Sassari
RELINI prof. GIULIO - Genova
RELINI ORSI prof.ssa LIDIA - Genova
RIGILLO TRONCONE dott.ssa MARIA - Napoli
RIGGIO dott. SILVANO - Palermo
RODINO dott. EMANUELE - Padova
Rossi dott. ALESSANDRO - Parma
Rossi dott. GIUSEPPE - Genova
ROTTINI dott.ssa LAURA - Trieste
SAGGIOMO sig. ENZO - Napoli
SARÀ prof. MICHELE - Bari
SARÀ dott. RAIMONDO - Palermo
SARTONI dott. GIANFRANCO - Firenze
SCACCINI prof. ANDREA - Fano

SEBASTIO prof. COSIMO - Napoli
SCOTTO DI CARLO dott. BRUNO - Napoli
SELLA dott.ssa GABRIELLA - Torino
SOLAINI sig. PIERO - Roma
SORTINO prof. MARIO - Palermo
SPECCHI dott. MARIO - Trieste
TAGLIAFERRO prof.ssa GRAZIA - Genova
TALIERCIO dott. PIETRO - Livorno
TARAMELLI RIVOSECCHI dott.ssa ESTER
Roma
TERIO prof. BERNARDO - Bari
TENERELLI prof. VITO - Catania
TONOLLI prof.ssa LIVIA - Pallanza
TORCHIO prof. MENICO - Milano
TORTONESE prof. ENRICO - Genova
VANNINI prof. ENRICO - Bologna

Influenza degli inquinamenti sulle popolazioni del benthos marino *

di

GIUSEPPE COGNETTI

(Dall'Istituto di Zoologia dell'Università di Modena
e dal Centro Universitario di Biologia marina di Livorno)

Summary. The meaning of sea pollution is discussed, and biological parameters for the detection of pollution and for measuring its effects on the biocenoses are considered. Research carried out into the changes occurring in the biocenoses as a result of pollution in Livorno harbour have enabled us particularly to witness the degradation of Polychaetes, to identify the gradual modifications in the distribution of the organisms that take place with the gradual alteration of the environmental conditions. Certain species that are distributed throughout, from non-polluted to severely polluted waters, are, in the case of clean-water populations, found in relation to a definite type of substrate; this relationship does not pertain, however, in the case of polluted water populations. A study carried out into inland salt water has revealed that moderate pollution does not appear to have any effect on the biocenoses; they remain typical of brackish water so far as comparable temperature and salinity. In the sea, however, in environmental conditions similar to never respect to salinity, the number of species is drastically reduced, only a few typical ones surviving. This is accounted for by the considerable ecological value of the species living in these waters compensating for the environmental difficulties.

In the most severely polluted waters of Livorno harbour, there are, in addition to the Polychaetes typical of fresh environments, two species, *Syllides edentula* and *Podarke pallida*, the first of which has never before been found in harbour waters and the second only rarely. The *S. edentula* found in the harbour exhibits certain morphological differences with respect to individual so far as the same species livings in pure waters: they are easily reared in the laboratory and, unlike pure-water specimens and other species of *Syllides*, develop directly. The *P. pallida* found in the harbour are larger than their pure-water counterparts. We are clearly dealing with two sub-species which however they exist and most probably to special genotype so far as the original pure-water populations; selective breeding has enabled them to adapt to the harbour environment, where they now flourish.

Riassunto. Vengono discusso il significato di inquinamento del mare e vengono considerati gli indicatori biologici per rilevare l'inquinamento e per valutare gli effetti sulle biocenosi. Ricerche eseguite sulle modificazioni delle biocenosi bentoniche in rapporto all'inquinamento nel porto di Livorno hanno permesso di stabilire le graduali modificazioni della distribuzione degli organismi con particolare riguardo ai Policheti in coincidenza con la graduale alterazione delle condizioni ambientali. Certi specie che si distribuiscono d'acqua e non inquinata e a quella e con massimo inquinamento sono strettamente legate a un determinato tipo di substrato in acqua pure, mentre per le popolazioni delle acque inquinate il legame al substrato si perde. Uno studio su acqua e salmastra inquinata ha rilevato che un inquinamento medio non sembra influire sulle biocenosi che rimangono quelle tipiche di acqua e salmastra con caratteristiche analoghe, per quanto riguarda temperatura e salinità. In mare, in condizioni ambientali simili, salvo naturalmente la salinità, si ha invece una drastica diminuzione delle specie e la presenza di solo poche specie caratteristiche. Ciò viene messo

* Lavoro eseguito con contributo del C.N.R.

in rapporto alla notevole valenza ecologica delle specie viventi in queste acque e che compensa le difficoltà ambientali.

Nelle acque più inquinate del porto di Livorno sono presenti oltre a i Policheti tipici di queste acque, *Syllides edentula* e *Podarke pallida*; la prima mai segnalata in acque portuali, la seconda solo saltuariamente. La *S. edentula* del porto presenta alcune differenze morfologiche con gli individui della stessa specie viventi in acque pure, si alleva agevolmente in laboratorio e presenta a differenza di questi ultimi e delle altre specie del genere *Syllides*, sviluppo diretto. Gli individui di *P. pallida* del porto sono di dimensioni maggiori rispetto a quelle delle acque non inquinate. Si tratta ovviamente di due sottospecie che si sono differenziate in acque inquinate, grazie alla probabile esistenza nelle popolazioni originali delle acque pure di particolari genotipi che hanno permesso attraverso la selezione e l'adattamento all'ambiente portuale.

DEFINIZIONE DI INQUINAMENTO

Sul preciso significato da attribuire al termine di « inquinamento del mare », divenuto purtroppo di così di attualità, i pareri sono discordi. Certi AA. sostengono che esso significa semplicemente ogni modificazione a danno dello stato di precedente purità delle acque mentre altri contestano la validità di tale definizione perché gli attuali normali parametri fisico-chimici dell'acqua di mare sono il risultato di continui cambiamenti nei vari periodi geologici e in conseguenza di fenomeni naturali (Mc KEE, 1967). Secondo KETCHUM (1967) l'inquinamento consiste nell'alterazione delle caratteristiche naturali di una determinata area dovuta interamente o in larga misura all'azione dell'uomo attraverso l'introduzione di una qualsiasi sostanza che provochi appunto tale alterazione.

Non tutto l'inquinamento tuttavia può essere attribuito all'attività dell'uomo. Se si guarda al problema da un punto di vista strettamente biologico ogni sostanza in mare può essere considerata un potenziale agente inquinante se essa viene ad essere concentrata in maniera tale da recare alterazione all'equilibrio della zona. L'acqua dolce ad esempio quando raggiunge il mare direttamente, oppure attraverso fiumi, torrenti, ecc. è senz'altro un agente inquinante in quanto può alterare in maniera massiccia la salinità di una determinata area marina con conseguente sull'equilibrio osmotico degli organismi. Le improvvise fioriture di certe specie di fitoplancton (le cosiddette maree rosse) provocano forti alterazioni alle caratteristiche ambientali nell'area in cui tale fenomeno si verifica soprattutto per la sottrazione dell'ossigeno dalle acque.

Un'altra categoria d'inquinamento è quella dovuta a un'azione indiretta dell'uomo. Quando ad esempio vengono immessi in mare attraverso acque di scarico sostanze organiche si può avere una fortissima fertilizzazione e nell'area interessata con conseguente alterazione dell'ambiente originario per l'abnorme sviluppo di certe specie di alghe.

Secondo Mc KEE (1967) quindi, in linea generale si può definire inquinata una determinata area quando esistono modificazioni di vari enti, delle normali caratteristiche chimico-fisiche delle acque, quale la concentrazione di ossi-

Influenza degli inquinamenti sul benthos marino 7

geno, la salinità, l'azoto, il fosforo, la concentrazione idrogenionica, ecc. Tali alterazioni concorrono a costituire un ambiente limitante nel quale le popolazioni di pochi specie possono sopravvivere grazie a particolari adattamenti fisiologici.

I parametri fisico-chimici dell'inquinamento dell'acqua sono innumerevoli. Sono parametri fisici le materie in sospensione, la trasparenza, la salinità, la temperatura, la radioattività. I parametri chimici che vengono usati per individuare un potenziale inquinamento sono soprattutto la concentrazione idrogenionica, l'ossigeno, la clorinità, l'ammoniaca, i carboni organici, il B.O.D., i fosfati, silicati, ecc. Inoltre i metalli pesanti (rame, piombo, nichel, cromo, mercurio) che vengono scaricati in mare dalle industrie, idrocarburi, insetticidi, detersivi sintetici, erbicidi, ecc.

INDICATORI BIOLOGICI DELL'INQUINAMENTO

Fin dall'inizio di questo secolo sono stati presi in considerazione certi organismi che possono dare precise indicazioni sugli effetti dell'inquinamento in generale e sulla presenza di determinati agenti inquinanti. Questi indicatori biologici possono essere usati per finire molti differenti che possono essere distinti secondo OGLESBY (1967) in due categorie: *rilevamento* dell'inquinamento, *valutazione* degli effetti dell'inquinamento sulle biocenosi.

Le ostriche e ad esempio sono utilizzate per rilevare la presenza nell'acqua di zinco e di rame. Esse infatti assai più di altri Lamellibranchi, sono capaci di concentrare nelle carni, che assumono in tal caso un colore verde blaugastro, questi metalli pesanti. Un altro interessante esempio di organismo rilevatore di inquinamento è il salmone. SPRAGUE (1965) ha stabilito che i salmoni atlantici che risalgono i fiumi Miramichi tornano indietro e incontrano nell'acqua un'alta concentrazione di rame e zinco.

La *Laminaria saccharina*, un importante componente dell'ecosistema costiero dell'Atlantico settentrionale, è molto sensibile alla composizione dell'acqua. Può essere perciò utilizzata in laboratorio per rilevarne, in base al suo indice di accrescimento, differenti risposte a differenti tipi e gradi di inquinamento (BURROWS e PYBUS, 1971).

Un altro tipo di indicatori specifici mediante il quale si riconosce un inquinamento cloacale è *l'Escherichia coli* dalla cui quantità per cc d'acqua si stabilisce il grado di tale inquinamento.

Per lo studio dell'influenza che hanno gli inquinamenti sulle popolazioni marine ci si avvale di altri organismi che possono adattarsi al particolare ambiente inquinato. Questi organismi appartenenti ai più svariati gruppi animali, presenti anche in acque pure, hanno un vario grado di tolleranza a profonde alterazioni della concentrazione di fosforo, azoto, zolfo, a bassi livelli di ossi-

geno, a sbalzi della concentrazione idrogenionica e in certi casi a limitate variazioni di salinità.

Alcune specie che si spingono e si riproducono nell'interno dei porti sono molto note: *Ciona intestinalis*, varie specie di *Balanus*, *Mitilus galloprovincialis*, *Bugula*, *Sphaeroma serratum*, *Nebalia*, numerosi Anfipodi, Nematodi; le specie sono caratterizzate dalla grande tolleranza alle alterazioni dell'ambiente e sono rappresentate da un gran numero di individui data la scarsa competitività. In linea di massima l'analisi di un biocenosi per il rilevamento delle condizioni d'inquinamento è molto più indicativa di un'analisi chimico-fisica delle acque, specialmente se l'area da investigare è sottoposta all'influenza di un ben identificato flusso inquinante. Infatti mentre i parametri chimico-fisici possono variare anche nell'ambito di una stessa giornata gli organismi della comunità sopportano tutte le variazioni connesse alla particolare situazione ambientale. Inoltre un procedimento chimico non è sufficientemente specifico per assicurare che la frazione biologicamente importante è stata misurata (STEIN e DENISON, 1967).

Però perché l'analisi biologica abbia un significato deve interessare quelle specie che svolgono tutto il loro ciclo vitale nell'area studiata. Ci è assicurato che gli organismi della comunità studiata sono stati continuamente esposti alle condizioni di inquinamento. A questo scopo quali indicatori biologici sono di particolare interesse e le forme sessili o comunque quelle scarsamente mobili sul fondo.

CLASSIFICAZIONE DELL'AREA E INQUINATE

REISH ha dato una classificazione precisa su certi inquinamenti marini, basandosi su dati fisico-chimici e sulle caratteristiche delle biocenosi del fondo. Le sue ricerche riguardano soprattutto il complesso portuale di Long Beach-Los Angeles (California). Secondo l'Asi possono distinguersi cinque tipi principali di fondi: 1) «health y bottom», zone che risentono di un lieve inquinamento; 2) «semi health y bottom I I» a lieve inquinamento la cui fauna è caratterizzata da Policheti *Audouinia tentaculata* e anche dalla presenza di *Capitella capitata*; 3) «semi health y bottom I I» dove l'inquinamento risulta maggiore e il fondo è caratterizzato da Policheti *Polydora paucibranchiata* e *Staurocephalus rudolphi*; la *C. capitata* è sempre presente; 4) «polluted bottom» zona inquinata dove è presente solo *Capitella capitata*; 5) «very pollute d bottom», zona fortemente inquinata priva di macrobenthos. Si tratta ovviamente di una classificazione che ha solo un valore indicativo, anche perché spesso le misure chimico-fisiche sono poco rappresentative per fenomeni che variano con grande rapidità.

Tuttavia è grande merito di REISH di avere localizzato in questi ambienti determinate specie e soprattutto di Policheti, la cui presenza indica inequivoca-

bilmente determinate condizioni di inquinamento. Anche BELLA N (1963, 1968) ha fatto una classificazione di fondo inquinati della regione di Marsiglia sia nell'interno del porto che in mare aperto o in corrispondenza dello sbocco delle cloache cittadine. Egli distingue i differenti gradi di inquinamento nella seguente maniera: una zona a inquinamento medio divisa in due zone: « zone subnormale » corrispondente a quello che REIS H definisce « healthy bottom », dove si risente dell'influenza degli agenti inquinanti con la scomparsa di certe specie presenti in acque pure con lo stesso tipo di fondo; « zone pollué », « polluted bottom » e « semi pollute d bottom » di REIS H caratterizzate da poche specie. La zona azoica « very pollute d bottom » viene definita da BELLA N « zone de pollution maximum ».

Queste classificazioni se non hanno un significato ben preciso variando spesso le situazioni ambientali nelle differenti aree e in maniera notevole, hanno tuttavia un valore pratico in quanto permettono di avere un termine di paragone per stabilire l'influenza degli inquinamenti su popolamenti di un determinato fondo.

Soprattutto il lavoro di REIS H è importante perché ha messo in evidenza il rapporto fra distribuzione dei Policheti e condizioni chimico-fisiche delle acque; dalla presenza o assenza quindi di determinate specie si può avere una indicazione della situazione ambientale di una determinata area.

Le classificazioni che abbiamo visto riguardano soprattutto le modificazioni ai normali parametri fisico-chimici dell'acqua marina che derivano dalla massiccia presenza di sostanze organiche di varia natura scaricate in mare dalle cloache. La persistenza degli idrocarburi danneggia la fauna e la flora del piano mesolitorale invischiando gli organismi e impedendo così la respirazione e la riproduzione, riduce la fotosintesi sul fondo per effetto ombreggiante, impedisce la concentrazione in superficie degli organismi del plancton come nel caso del Cladocero *Podon poliphemoides* (GHIRARDELLI, 1967). Tuttavia gli idrocarburi e soprattutto la massa di sostanze organiche hanno più che altro un'azione indiretta sulle biocenosi del fondo. Diverso è invece il problema riguardante le sostanze tossiche che agiscono direttamente sugli organismi, per l'interpretazione del quale, come fa notare MARCHETTI* si deve abbandonare i criteri basati sul grado di saprobità degli organismi per introdurre quella della resistenza specifica. A tal proposito si può citare il caso di *Ophryotrocha labronica* che è presente come vedremo in acque a « lieve inquinamento » secondo la precedente classificazione. Secondo ricerche di BROWN e AHSA-NULLAH (1971) questa specie è presente in una diversa sensibilità ai vari metalli pesanti: in acque contenenti 0,1 ppm di rame arresta il suo accrescimento, mentre tollera la stessa quantità di zinco e addirittura 10 ppm di piombo.

* Comunicazione verbale - I Congresso S.I.B.M., Bari, 1970.

RICERCHE NEL PORTO DI LIVORNO

In una ricerca nell'area portuale di Livorno (COGNETTI e TALIERCIO, 1971), è stata stabilita sulla base delle ricerche precedenti una classificazione degli ambienti inquinati sulla base soprattutto della distribuzione dei Policheti che si prestano particolarmente per questo tipo di studi presentando i vantaggi o rispetto ad altri gruppi che vivono in questi ambienti di avere un gran nu-

TAB. 1 Parametri chimico-fisici delle acque nel porto di Livorno.
(medie delle determinazioni eseguite durante la stagione invernale 1970-1971)

Zone		Temperatura	pH	Clorinità	Salinità	O ₂	Fosfati	Nitrati	Nitriti
		° C		gr.‰	gr.‰	cc/l	µg. at/l	µg. at/l	µg. at/l
Ingresso avamposto (acque non inquinata)	superficie	13,5	8,2	19,46	35,16	5,47	0,00	0,70	0,00
	fondo	13,5	8,2	20,44	36,92	5,75	0,10	0,10	0,00
Ingresso porto (leg- gero in- quinamento)	superficie	13,0	8,1	17,62	31,83	3,78	0,60	0,87	0,10
	fondo	13,7	8,2	18,91	34,16	4,51	1,15	0,26	0,11
Interno porto (in- quinamento medio)	superficie	13,7	8,1	16,65	30,08	3,24	4,81	0,90	0,41
	fondo	13,7	8,1	20,18	36,45	3,91	3,91	1,84	0,70
Darsena nuova (forte inquinamento)	superficie	13,6	7,9	16,06	29,02	1,97	6,13	1,51	0,45
	fondo	13,7	7,8	16,03	29,04	1,95	5,70	1,60	0,50

mero di specie che abitano aree a differente substrato. Le raccolte sono state effettuate su fondi di natura diversa. I prelievi sono stati fatti in 20 stazioni fisse a partire da acque pure alla di fuori del porto fino a quelle col massimo inquinamento. Contemporaneamente ai prelievi del fondo è stata effettuata in ogni stazione l'analisi chimico-fisica delle acque: temperatura, pH, salinità, O₂, fosfati, nitriti e nitrati. Questi dati in parte pubblicati sono stati completati recentemente. Nelle tabelle sono riportati i parametri chimico-fisici delle acque delle zone più indicative. Nella Tabella 1 sono riportati i dati relativi ai mesi invernali, nella Tabella 2 quelli relativi ai mesi primaverili e nella Tabella 3

quelli relativi ai mesi estivi. Ciascun valore indicato nelle tabelle rappresenta la media di tutte le determinazioni eseguite durante le stagioni.

Da queste ricerche si è potuto avere un'idea delle graduali modificazioni della fauna con particolare riguardo alla distribuzione dei Policheti in coincidenza con la graduale alterazione delle normali condizioni ambientali, dovute a inquinamenti di varia natura.

Nella zona dell'avamposto la distribuzione è in linea di massima simile a quella che si riscontra negli stessi habitat in aree immuni da ogni tipo di in-

TAB. 2 Parametri chimico-fisici delle acque del porto di Livorno.
(media delle determinazioni eseguite durante la stagione primaverile e 1971)

Zone		Temperatura	pH	Clorinità	Salinità	O ₂	Fosfati	Nitrati	Nitriti
		° C		gr.‰	gr.‰	cc/l	µg. at/l	µg. at/l	µg. at/l
Ingresso avamposto (acque non inquinata)	superficie	17,5	8,1	20,41	36,87	6,35	0,15	0,88	0,00
	fondo	18,0	8,0	20,43	36,91	6,00	0,00	0,11	0,00
Ingresso porto (leg- gero inqui- namento)	superficie	18,5	8,1	20,61	37,23	5,91	0,65	0,96	0,15
	fondo	18,2	8,1	20,47	36,98	5,35	1,35	0,35	0,21
Interno porto (inqui- namento medio)	superficie	16,9	8,3	19,20	34,62	4,70	4,51	0,95	0,47
	fondo	16,9	8,3	19,68	35,52	5,52	4,05	1,53	0,61
Darsena nuova (forte inquinamento)	superficie	17,0	8,1	17,41	31,45	1,90	6,35	1,89	0,74
	fondo	17,0	8,2	17,39	31,48	1,93	5,15	1,91	0,53

quinamento. Sono però presenti in grande abbondanza i mitili (*Mytilus galloprovincialis*) la cui presenza è in rapporto a un aumento delle materie organiche in sospensione. La fauna sul substrato duro e sul fondo è comunque molto ricca e varia. Citerò ancora alcune specie più caratteristiche del fondo duro. Pareti in muratura e scogliere sono tappezzate da *Corallina mediterranea*, *Dictyota dichotoma* e *Ulva lactuca*. Oltre ai mitili sono presenti *Balanus perforatus*, *Zoobotrion pellucidum*, *Pachygrapsus marmoratus*, *Porcellana longicornis*, *Maja verrucosa*, *Ostrea edulis*, *Patella coerulea*, *Paracentrotus lividus*, *Lima jans*;

numerosissime le specie di Policheti. Sul fondo sabbioso misto a limo è ancora presente in certe zone la Posidonia che viene sostituita più in alto da *Caulerpa*. Si raccolgono *Murex trunculus*, *M. brandaris*, *Ophioglypha lacertosa*, *Venus verrucosa*, *Tritonella incrassata*, *Anthedon mediterranea* e le spugne *Hemimycale columella*, *Verongia acrophota*, i lorgoniari *Lophogorgia sarmentosa* e numerosissime altre specie. Tuttavia si individua subito l'esistenza di un « lieve inquinamento » rilevabile anche dai dati chimico-fisici, per l'aumento del numero di

TAB. 3 Parametri chimico-fisici delle acque del porto di Livorno.
(media delle determinazioni eseguite durante la stagione estiva 1971)

Zone		Temperatura	pH	Clorinità	Salinità	O ₂	Fosfati	Nitrati	Nitriti
		° C		gr.‰	gr.‰	cc/l	µg. at/l	µg. at/l	µg. at/l
Ingresso avamposto (acque non inquinata)	superficie	21,5	8,5	20,47	36,98	5,04	0,0	0,76	0,0
	fondo	20,5	8,5	20,80	37,57	5,51	0,1	0,2	0,0
Ingresso porto (leg- gero in- quinamento)	superficie	20,5	8,4	20,33	36,73	4,81	0,9	0,97	0,055
	fondo	20,0	8,4	20,44	36,92	4,76	1,0	0,17	0,088
Interno porto (in- quinamento medio)	superficie	23,65	7,85	20,15	36,40	2,34	5,13	1,93	0,88
	fondo	23,2	7,90	20,61	37,23	2,60	3,64	3,32	0,26
Darsena nuova (forte inquinamento)	superficie	23,0	7,75	19,69	35,57	1,29	8,13	1,77	0,62
	fondo	21,5	7,75	20,56	37,14	0,05	8,0	0,15	0,17

individui di alcune specie di Policheti (*Exogone gemmifera*, *O. labronica*) e la scomparsa di altre. Queste ultime, come ad esempio *Autolytus convolutus*, *Mirianida pinnigera*, *Autolytus pictus*, sono presenti su fondi della stessa natura nelle acque pure.

Nelle zone a « inquinamento medio » che si trovano nell'interno del porto, il numero delle specie si riduce moltissimo, mentre alcune che sono presenti anche nell'avamposto sono qui rappresentate da un grande numero di individui per la diminuzione della concorrenza intraspecifica. Insieme a i mitili, a *Zoobovion* e a *Ulva*, vive numerosissima la *Ciona intestinalis*, altre specie di Bala-

nidi (*B. amphitrite*, *B. eburneus*) e frequentissimo è *Sphaeroma serratum* e *Nebalia jaufredi*. Gli Anfipodi sono numerosi (*Corophium insidiosum*, *Microdeutopus gryllotalpa*, *Erichthonius brasiliensis*, *Elasmopus rapax*, *Melita bergensis*, *Colomastix pusilla*). Fra i Policheti, specie dominanti sono *Audouinia tentaculata*, *Nereis caudata*, *Polydora ciliata*, *Scolecopsis fuliginosa*, *Capitella capitata*, *Staurocephalus rudolphii*. Si tratta di specie caratteristiche dell'acqua portuale di diverse aree geografiche, ben note come indicatori biologici di inquinamento. Nelle aree non inquinate o a inquinamento lieve queste specie sono localizzate con un numero di individui di gran lunga inferiore rispetto a quello che si riscontra nell'acqua più inquinate.

Nelle zone dove l'ossigeno raggiunge valori minimi come nelle darsene il numero delle specie è ridottissimo. Le alghe presenti sono *Enteromorpha* e *Oscillatoria*. I Policheti sono rappresentati solo da sei specie: *Capitella capitata*, *Polydora ciliata*, *Scolecopsis fuliginosa*, *Staurocephalus rudolphii* e *Nereis caudata*. Le ultime a scomparire sono *C. capitata* e *Staurocephalus rudolphii* che appaiono avere possibilità di adattamento maggiori.

Un dato di particolare interesse rilevato da queste ricerche è che il legame delle varie specie di Policheti ai determinati substrati va gradualmente perdendosi mano a mano che si passa dall'acqua pura alle zone maggiormente inquinate. *C. capitata* ad esempio che si trova sempre su fondi fangosi, nell'arsenale è presente anche fra le *Oscillatoria* e le *Enteromorpha* su fondi duri, mentre *S. rudolphii*, che vive fra le alghe, si trova, nelle aree fortemente inquinate, anche nel fango (COGNETTI e TALIERCIO, 1971).

LA COMPONENTE SALINA NELLA DISTRIBUZIONE DEI POLICHETI

Le specie che si adattano all'acqua e ad ampie variazioni di salinità e quivì si riproducono, hanno un comportamento analogo a quello delle specie di acqua inquinate. Anche qui troviamo poche specie con grande tolleranza alle variazioni ambientali e ad alto potenziale biotico. Fra i Policheti troviamo la *Mercierella enigmatica*, la *Nereis diversicolor*, la *Nereis succinea*, la *Pigospio elegans* e la *Polydora ciliata*.

Polydora ciliata, e in misura minore anche *Pigospio elegans*, a differenza delle altre specie sopportano anche le variazioni della salinità, pur non raggiungendo quei valori minimi di salinità che solo *N. diversicolor* e *Mercierella enigmatica* riescono a sopportare. *Capitella capitata* e le altre specie dell'acqua portuale sopportano solo lievi sbalzi di salinità fra il 30 e il 35‰ e sono del tutto assenti in acqua sia pure fortemente inquinata e i cui valori di salinità scendano al di sotto di questi valori.

Appare quindi di notevole interesse stabilire come reagiscono le biocenosi delle acque e salmastriche (mi riferisco a quelle soggette anche nel giro di poche ore a forti sbalzi di salinità e di temperatura) a inquinamenti di varia natura

che modificano ulteriormente i parametri fisico-chimici già così instabili in questo tipo di ambiente. Recentemente è stato eseguito uno studio di bioecologia di acque salmastre soggette a inquinamento soprattutto di idrocarburi, (COGNETTI e TALIERCIO). Le ricerche i cui risultati saranno pubblicati successivamente, sono state effettuate nel tratto terminale del canale scolmatore dell'Arno a pochi Km a nord di Livorno, che ha ampia comunicazione col mare e mediante un canale secondario, riceve acque anche direttamente dal porto di Livorno.

TAB. 4 *Prelevi effettuati nel tratto terminale del Canale scolmatore dell'Arno il 5 settembre 1971 ore 10,30 (alta marea ore 8,25 e 20,58).*

	Superficie	Profondità m ²
Stazione a 30 metri dal canale acque salse		
Temperatura 24,	0 23,	5
pH 8,	3 8,	2
Fosfati P/P ₀₄ µg . at/11,	5 1,	4
Nitriti N/N ₀₂ µg . at/10,5	5 0,7	9
Nitrati N/N ₀₃ µg . at/10,2	8 assenti	i
Ossigeno ml/14,7	5 3,7	4
Clorinità C l‰	18,69 19,6	1
Salinità S ‰	33,77 35,4	3
Densità a 0° 1,0271	3 1,0284	7
B.O.D. ₅ 16,8	0 14,1	5
Stazione a 100 metri dal canale acque salse		
Temperatura 24,	0 23,	5
pH 7,9	0 8,2	0
Fosfati P/P ₀₄ µg . at/1	6,0 1,7	5
Nitriti N/N ₀₂ µg . at/10,3	9 assenti	i
Nitrati N/N ₀₃ µg . at/10,7	0 0,1	0
Ossigeno ml/13,9	1 4,6	1
Clorinità C l‰	11,25 18,5	0
Salinità S ‰	20,34 33,4	2
Densità a 0° 1,0163	4 1,0268	6
B.O.D. ₅ 15,2	0 12,6	0

vorno. Dai dati chimico-fisici eseguiti nei mesi di agosto, settembre e ottobre risulta l'esistenza di un inquinamento che possiamo definire s e confrontato con i dati che si hanno per le aree marine inquinate, di « media intensità ». A scopo indicativo riportiamo i dati relativi al mese di settembre e di ottobre (Tabelle 4, 5). Nonostante il notevole grado di inquinamento, rilevabile anche dai bassi valori di O_2 le acque del canale consentono l'insediamento di biocenosi tipiche di acque salmastre, con alcuni elementi che si riscontrano anche in mare.

TAB. 5 *Prelievi effettuati nel tratto terminale del canale scolmatore dell'Arno il 1 ottobre 1971 ore 11 (alta mare ore 6,67 e 18,42).*

	Superficie	Profondità m ²
Stazione a 30 metri dal canale acque salate		
Temperatura 20,	0 19,	5
pH 8,	1 8,	0
Fosfati P/P ₀₄ µg. at/13,	8 2,	5
Nitriti N/N ₀₂ µg. at/10,6	0 0,7	1
Nitrati N/N ₀₃ µg. at/10,4	3 0,1	8
Ossigeno ml/13,9	5 3,3	2
Clorinità C ‰	17,30 18,2	0
Salinità S ‰	31,26 32,8	8
Densità a 0° 1,0251	1 1,0264	2
B.O.D. ₅ 20,3	0 17,2	0
Stazione a 100 metri dal canale acque salate		
Temperatura 20,	0 19,	5
pH 8,	0 8,	1
Fosfati P/P ₀₄ µg. at/15,1	5 2,	1
Nitriti N/N ₀₂ µg. at/10,5	0 0,2	8
Nitrati N/N ₀₃ µg. at/10,6	5 0,1	5
Ossigeno ml/13,3	0 3,9	0
Clorinità C ‰	11,10 18,2	0
Salinità S ‰ 20,0	7 32,8	8
Densità a 0° 1,0161	2 1,0264	2
B.O.D. ₅ 19,5	0 16,8	0

Sono presenti infatti nelle fangose e fangose Policheti *Polydora ciliata*, *Pigospio elegans*, *N. succinea* e i Molluschi *Hydrobia ventrosa* e *Cerastoderma glaucum*, mentre sugli argini e in muratura e sui pali di legno fra i Balanidi e le *Enteromorpha* è presente fra i Policheti, *Mercierella enigmatica* e *Nereis diversicolor*; fra i Crostacei *Corophium volutator*, *Brachynotus sexidentatus*; fra i Molluschi *Haminaea hydatis*. Tutte queste specie che si riscontrano anche in acque salmastre immuni da inquinamento da idrocarburi, vivono e si riproducono senza risentire della difficile situazione ambientale. Mentre in mare, come abbiamo visto, si ha in condizioni ambientali simili (salvo naturalmente la salinità) una drastica diminuzione delle specie e della presenza di solo poche specie e caratteristiche (indicatori biologici di « inquinamento medio ») nel canale in oggetto non si rilevano drastiche differenze col tipo di biocenosi che si riscontrano in ambienti salmastrici analoghi non inquinati. Da ciò si può dedurre che la notevole valenza ecologica delle specie costituenti le biocenosi di acque salmastre permette alle popolazioni di adattarsi a nuove e più difficili situazioni ambientali. Una conferma di ciò è il caso riscontrato da BRYAN e HUMMERSTONE (1971) in una popolazione di *Nereis diversicolor* vivente nell'estuario del Cornish che è pesantemente inquinato da rame. Sperimentalmente questi AA hanno dimostrato che gli individui sopportano senza inconvenienti concentrazioni di 20 ppm di rame fino a ben 4.000 ppm, che si riscontrano nelle aree più inquinate. Come abbiamo visto in precedenza la resistenza di *Ophryotrocha labronica*, che pure vive in ambienti inquinati, è di gran lunga inferiore e ad un aumento della concentrazione di rame nelle acque.

COMPARSA DI NUOVI INDICATORI BIOLOGICI

In questa rapida rassegna ho citato solo quei Policheti a vasta distribuzione geografica ben noti in letteratura come indicatori di acque inquinate o di acque salmastre. Vi sono tuttavia specie che pur avendo un'ampia distribuzione geografica occupano l'ambiente inquinato solo di alcune zone mentre in altre, pur con caratteristiche ecologiche simili sono assenti. Questo fenomeno non viene approfondito dai vari AA che si limitano a segnalare accanto alle classiche specie indicatrici, la presenza di uno o di un'altra specie che in altre regioni non comparisce ma che nelle acque inquinate. Nel corso delle ricerche che vengono svolte presso il Centro di Biologia marina di Livorno, sono state raccolte in acque fortemente inquinate insieme a *C. capitata*, *S. rudolphii*, *S. fuliginosa* due specie di Policheti, *Syllides edentula* e *Podarke pallida*. La prima è nota solo per i fondi sabbiosi litorali, in acque pure, la seconda vive sempre nella sabbia e può occupare le aree portuali. Entrambe le specie sono caratterizzate da un enorme numero di individui. Uno studio accurato su *Syllides edentula* ha rilevato che gli individui delle aree inquinate differiscono per alcuni

minuti caratteri morfologici, dagli individui descritti nel golfo di Napoli e da quelli della sabbia adiacente al porto e delle Secche e della Meloria. Il fatto più interessante però è che, a differenza delle popolazioni delle acque pure e delle altre specie del genere *Syllides*, gli individui del porto mancano di stadi larvali pelagici. Essi vengono agevolmente allevati in laboratori dove è stato studiato il ciclo completo di sviluppo (COGNETTI VARRIALE, 1971).

Almeno da quanto si conosce dalla letteratura la presenza di questa specie appare limitata solo al porto di Livorno. BELLA NAD esempi che fa un accurato elenco dei Policheti del porto di Marsiglia non fa menzione di questa specie. Con tutta probabilità gli individui di *S. edentula* e di *P. pallida* del porto di Livorno appartengono a due sottospecie differenziate in un ambiente estremamente selettivo come è quello delle acque inquinate. A sostegno di questa ipotesi è il fatto che l'assenza di stadi larvali favorisce l'isolamento e quindi il differenziamento in habitat differenti di popolazioni con particolari caratteristiche morfologiche e fisiologiche (COGNETTI, 1972).

Per quanto riguarda *Podarke pallida* da ricerche di ZUNARELLI - VANDINI (1971) risulta che gli individui del porto appaiono più grandi di quelli viventi nelle sabbie e presentano inoltre con questi alcuni e differenze nella forma delle antenne e delle setole.

LA COLONIZZAZIONE DELLE ACQUE INQUINATE

Ricerche attualmente in corso nelle acque portuali di differenti località del Mediterraneo mi permetteranno di stabilire se e il fenomeno riscontrato a Livorno si verifica anche in altre località. Dai dati finora a mia disposizione il differenziamento della popolazione di *S. edentula* nelle aree fortemente inquinate appare localizzato al porto di Livorno. *Podarke pallida* è stata recentemente segnalata nel porto di Capodistria (STIRN, 1971) ma non si hanno dati sulle caratteristiche morfologiche della popolazione.

Come ho accennato in precedenza, dalla letteratura si possono riconoscere dei casi analoghi. In California è stata rilevata una disparità nella distribuzione di certi Policheti nelle acque inquinate e di aree adiacenti. REISCH (1959) ha osservato nella baia di Alamitos la presenza di *Polydora ligérica*, *P. nuchalis* e *P. paucibranchiata*, mentre a Los Angeles e a Long Beach nei medesimi ambienti sono rimpiazzati da *Polydora paucibranchiata* che costituisce il 75 % del totale degli organismi raccolti. A Los Angeles è presente inoltre la *P. cirrosa* assente in tutte le altre zone.

Dai dati di BELLA NAD riguardanti il porto di Marsiglia risulta assente la *Polydora ciliata* che è presente invece a Livorno e nell'interno di altri porti europei, sempre rappresentata da un gran numero di individui. Inoltre mentre a Marsiglia *Heteromastus filiformis* è presente nelle aree a maggior inquinamento, a

Livorno non è mai stato raccolto. La *Nereis succinea* viene segnalata come indicatore di inquinamento in acque portuali, mentre a Livorno e a Marsigli non risulta affatto presente nelle acque inquinate marine, mentre si localizza come abbiamo visto nelle acque salmastre.

CONCLUSIONI

Gli inquinamenti delle acque marine sono qui intesi in senso generale, cioè dove scarichi cloacali e industriali determinano come conseguenza ultima un abbassamento della concentrazione dell'ossigeno nell'acqua. Si tratta quindi di modificazioni ambientali che possono essere attribuite a una mancata dispersione e diluizione soprattutto di sostanze organiche. Gli effetti di tale situazione sulle biocenosi sono in rapporto alla risposta delle popolazioni che come abbiamo visto da questi dati, riguardanti solo i Policheti, possono essere molto diversi da regione a regione. Le varie specie reagiscono in maniera diversa agli effetti degli inquinamenti. Accanto a specie che occupano le aree inquinate di vaste regioni geografiche (*C. capitata* e *S. rudolphii* fra i Policheti, *Corophium insidiosum* e *C. acherusicum* fra gli Anfipodi) ve ne sono altre che benché a ampia distribuzione si adattano a condizioni di inquinamento solo in certe aree, mentre in altre benché presenti nella loro habitat naturale, sono incapaci di popolare tali ambienti.

Le popolazioni che riescono a penetrare e a riprodursi nelle acque inquinate sono sempre rappresentate per l'assenza di competizione da un numero molto alto di individui. La selezione è ovviamente durissima data la grande variabilità delle condizioni ambientali e ciò porta, in rapporto probabilmente alla differenza fra i vari ambienti portuali, al differenziamento di specie e affini come è il caso del gruppo di specie di *Polydora* come è quello di *Audouinia tentaculata* e *filigera*, da alcuni considerate come sottospecie che vivono in acque a inquinamento medio. Nelle acque salmastre i fenomeni di speciazione sono più conosciuti. Ben noti sono le differenze razziali nell'ambito di *Mercierella enigmatica*, di *N. diversicolor*, di *Syngnatus alabaster*, di *Corophium volutator* e di *Gammarus zaddachi*. È appunto la notevole valenza ecologica delle specie costituenti le biocenosi di acque salmastre che consente loro di sopportare condizioni di inquinamento anche pesanti senza che venga modificata la struttura della biocenosi stessa.

Ovviamente fra le varie popolazioni marine sono presenti certi genotipi con tendenza a sopravvivere in ambienti inquinati, che grazie alla selezione sono riusciti a colonizzare un ambiente così particolare come è quello delle acque intermedie di un porto. Tale colonizzazione non può pertanto avvenire se e nella popolazione di una stessa specie vivente in un'altra area a tali genotipi sono assenti.

Il caso di *Syllides edentula* appare estremamente indicativo. Si può pertanto pensare che fra i varianti fisiomorfologici delle popolazioni originali che vivono nella sabbia certi particolari genotipi abbiano avuto la possibilità di popolare grazie alla selezione il difficile ambiente delle acque inquinate dando origine a una nuova popolazione, forse a una nuova specie i cui individui differenzia quelli della sabbia non si sviluppano più attraverso stadii larvali pelagici (COGNETTI, 1972).

Quindi si può concludere che mentre certe specie hanno la tendenza a vivere in acque con scarso ossigeno e a sopportare comunque difficili condizioni ambientali, come ad esempio i Policheti indicatori di inquinamento a vasta distribuzione geografica (*Capitella capitata* e *Staurocephalus rudolphii*), altre specie che vivono normalmente in ambienti non inquinati, possono occupare l'ambiente portuale di località diverse solo se esistono nelle popolazioni di quelle regioni dei mutanti favorevoli su cui possa agire la selezione.

BIBLIOGRAFIA

- AKESSON B., 1970 : *Ophyotrocha labronica* as a test animal for the effect of marine pollution. Helgolander wiss. Heersunter s 20, 110-119.
- BELLAN G., 1964. Contributo à l'étude systematique, bionomique et écologique de s Annélides Polychètes de la Méditerranée. Rac. Tav. St. Mar. Endoume 5, 33-49.
- , 1968 : Contributo à la connaissance de s peuplement s de s substrat meubl e établi s dans les zones polluées de la région de Marseille. Rapp. Comm. int. Mer. Medit. 5, 19-91.
- BELLAN-SANTINI D., 1968: Influence de la pollution sur les peuplements benthiques. Rev. int. Ocean. med. 10, 27-53.
- BROWN B. & M. AHSANULLAH, 1971 : Effect of heavy metal s on mortality and growth. Mar. Poll. Bull. 2, 182-187.
- BURROWS E. M. & C. PYBUS, 1971 : *Laminaria saccharina* and marine pollution in North-East England. Mar. Poll. Bull. 2, 53-56.
- BRYAN G. W. & L. G. HUMMERSTONE, 1971 : Adaptation of the Polychaete *Nereis diversicolor* to estuarine sediment s containing high concentration of heavy metals. I. General observation s and adaptation to copper. J. Mar. Biol. Ass. U. K. 40, 845-863.
- COGNETTI G., 1972 : Distribution of Polychaeta in polluted waters. Rev. int. ocean. med. 25, 23-34.
- COGNETTI G. & P. TALIERCIO, 1969 : Policheti indicatori dell'inquinamento delle acque. Pubbl. Staz. Zool. Napoli 37, 2° suppl., 149-154.
- COGNETTI VARRIALE A. M., 1971 : Sur un Syllidien des eaux polluées du port de Livourne : *Syllides edentula* CLAPARÈDE. Cahiers Biol. mar. 12, 11-115.
- GHIRARDELLI E., 1967 : Microdistribuzione superficiale del plancton del Golfo di Trieste. Metodi di raccolta. Primi risultati. Boll. soc. Adr. sci. Trieste 55, 18-26.
- KETCHUM B. H., 1967 : Man's resources in the marine environment. Pollution and marine ecology, 1-11.
- MCKEE J. E., 1967 : Parameter s of marine pollution. An overall evolution. Pollution and marine ecology, 259-266.

- OGLESBY R. T. , 1971 : Biological and physiological basis of indicator organisms and communities. I. Biological basis. Pollution and marine ecology , 267-269 .
- REISH D. J. , 1959 : An ecological study of pollution in Los Angeles Long Beach harbors, California, Allan Hancock Found. Occ. **22**, 1-119 .
- REISH D. J. & H. A. WINTER , 1954 : The ecology of Alamitos Bay , California , with special reference to pollution . Calif. Fish. Game . 40 , 105-121 .
- SPECCHI M. , 1968 : Observations préliminaires sur l'hyponeuston du Golf e de Trieste . Rapp. Comm. int. Mer. Med. 19 , 491-494 .
- SPRAGUE J. B. , 1965 : Effects of sublethal concentrations of zinc and copper on migration of Atlantic salmon , in biological problems in water pollution . C. M. Tarzwell Ed. 3^o sem. U. S. pub. health. ser. 999-EP-25 , 332-333 .
- STEIN J. E. & J. G. DENISON , 1967 : Limitations of indicator organisms. Pollution and marine ecology, 323-335 .
- STIRN J. , 1971 : Ecological consequences of marine pollution . Rev. int. ocean. med. 24, 13-46 .
- WASS M. L. , 1967 : Biological and physiological basis of indicator organisms and communities. II . Indicator species of pollution . Pollution and marine ecology , 271-283 .
- ZUNARELLI VANDINI R. , 1971 : Observations on a population of *Podarke pallida* (Polychaeta Haesionidae) in heavily polluted waters . Boll. Zool. 38 , 177-180 .

Prof. G. COGNETTI , Istituto di Zoologia dell'Università , via Università , 4 . 41100 Modena, Italia .

Fouling di zone inquinate. Osservazioni nel Porto di Genova I Briozoi

di

SEBASTIANO GERACI e GIULIO RELINI

(Dal Reparto di Biologia Marina del Laboratorio per lo Studio
della Corrosione Marina dei Metalli del C.N.R. di Genova)

6 Figure

Summary. The distribution and settlement periods of Bryozoans at seven stations in Genoa harbour, different in type and degree of pollution have been studied by means of asbestos panels. Remarkable differences in the composition of populations and settlement of Bryozoans have been found in relation to hydrological and topographic characters of the seven stations. Generally, the more resistant to unfavourable conditions are the CTENOSTOMATA *Zoobotrion verticillatum* and *Bowerbankia* sp., and the two CHEILOSTOMATA ANASCA *Bugula neritina* and *Bugula stolonifera*, among these *Bugula stolonifera* has been collected at the more polluted (domestic sewage) stations where the species can settle nearly all the year round.

Riassunto. I Briozoi presenti in sette stazioni del porto di Genova a diverso grado e tipo d'inquinamento, sono stati studiati mediante immersione di pannelli contemporaneamente a rilevamenti chimico-fisici. Sostanziali differenze sono state rilevate in relazione alle caratteristiche idrologiche e topografiche delle sette stazioni, nella composizione delle popolazioni dei Briozoi e nei periodi d'insediamento. In generale i Briozoi più resistenti a condizioni ambientali sfavorevoli sono i CTENOSTOMATA *Zoobotrion verticillatum* e *Bowerbankia* sp. e i CHEILOSTOMATA ANASCA *Bugula neritina* e *Bugula stolonifera*, quest'ultima si rinviene in maggior quantità nelle stazioni più interne e inquinate da scarichi urbani, ove può insediarsi quasi tutto l'anno.

INTRODUZIONE

Seguendo le metodiche esposte nel primo lavoro di questa serie di osservazioni condotte nell'ambito del porto di Genova, in sette stazioni diverse per caratteristiche idrologiche e per grado di inquinamento (MOR, SESSI, RELINI, 1970), sono stati studiati i Briozoi per la durata di un anno, mediante l'immersione e il prelievo mensile e di più mesi di pannelli di cemento-amianto.

Non ci risulta che siano state effettuate ricerche nelle quali la distribuzione dei Briozoi sia stata messa in relazione all'inquinamento oltre ai lavori generici sul fouling già ricordati nelle note precedenti (MOR, SESSI, RELINI, 1970; MONTANARI e RELINI, 1970). Alcune osservazioni sulla diversa composizione delle popolazioni portuali e di acque aperte sono riportate da GAUTIER (1962) e NEVIANI (1937) e in nostri precedenti lavori nei quali vengono comparati i Briozoi pre-

senti nel porto di Genova (zona della zattera) con quelli presenti su pannelli immersi nella rada di Vado Ligure (GERACI e RELINI, 1970 a e b).

Nel corso dell'anno di osservazioni sono state rinvenute 8 specie: 2 CHEILOSTOMATA ANASCA, *Bugula neritina* L., *Bugula stolonifera* RYLAND; 4 CHEILOSTOMATA ASCOPHORA, *Schizoporella errata* WATERS, *Schizoporella unicornis* JOHNSTON, *Cryptosula pallasiana* MOLL, *Watersipora subovoidea* DORBIGNY; 2 CTENOSTOMATA, *Zoobotrion verticillatum* DELLE CHIAJE e *Bowerbankia* sp. In lavori precedenti vengono citate altre specie di Briozoi che non compaiono nell'elenco sopra riportato. Bisogna infatti tener presente che in questo lavoro sono stati esaminati soltanto pannelli immersi a un metro di profondità in tutte e sette le stazioni considerate, mentre normalmente alla zattera sperimentale i pannelli vengono immersi a diversa profondità e contemporaneamente vengono eseguiti campionamenti dai moli ed altri substrati vicini alla nostra stazione (vedi GERACI e RELINI, 1970 a).

SPECIE PRESENTI ED INSEDIAMENTO ALLE 7 STAZIONI

Passiamo ora ad esaminare l'insediamento mensile alle singole stazioni: la Tab. 1 riassume la situazione d'insediamento (pannelli mensili) e la presenza

	INSEDIAMENTO (pannelli mensili)							PRESENZA (pannelli di più mesi)						
	STAZIONE n.							STAZIONE n.						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
<i>Bugula neritina</i>		●	●	●	●		●		●	●	●	●		●
<i>Bugula stolonifera</i>		●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Cryptosula pallasiana</i>			●	●	●		●			●	●	●		●
<i>Watersipora cucullata</i>			●	●		●				●	●		●	●
<i>Schizoporella errata</i>			●				●			●				●
<i>Schizoporella unicornis</i>				●							●			
<i>Zoobotrion verticillatum</i>				●	●				●	●	●	●		●
<i>Bowerbankia</i> sp.	●	●			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

TAB. 1 *Insediamento e presenza delle specie rinvenute alle sette stazioni.*

(pannelli di più mesi) che verranno esaminate insieme ai periodi d'insediamento stazione per stazione.

Stazione n. 1 di Molo Spinola. È questa la stazione più sfavorevole all'insediamento dei Briozoi che sono risultati assenti in tutto il periodo di ricerche su

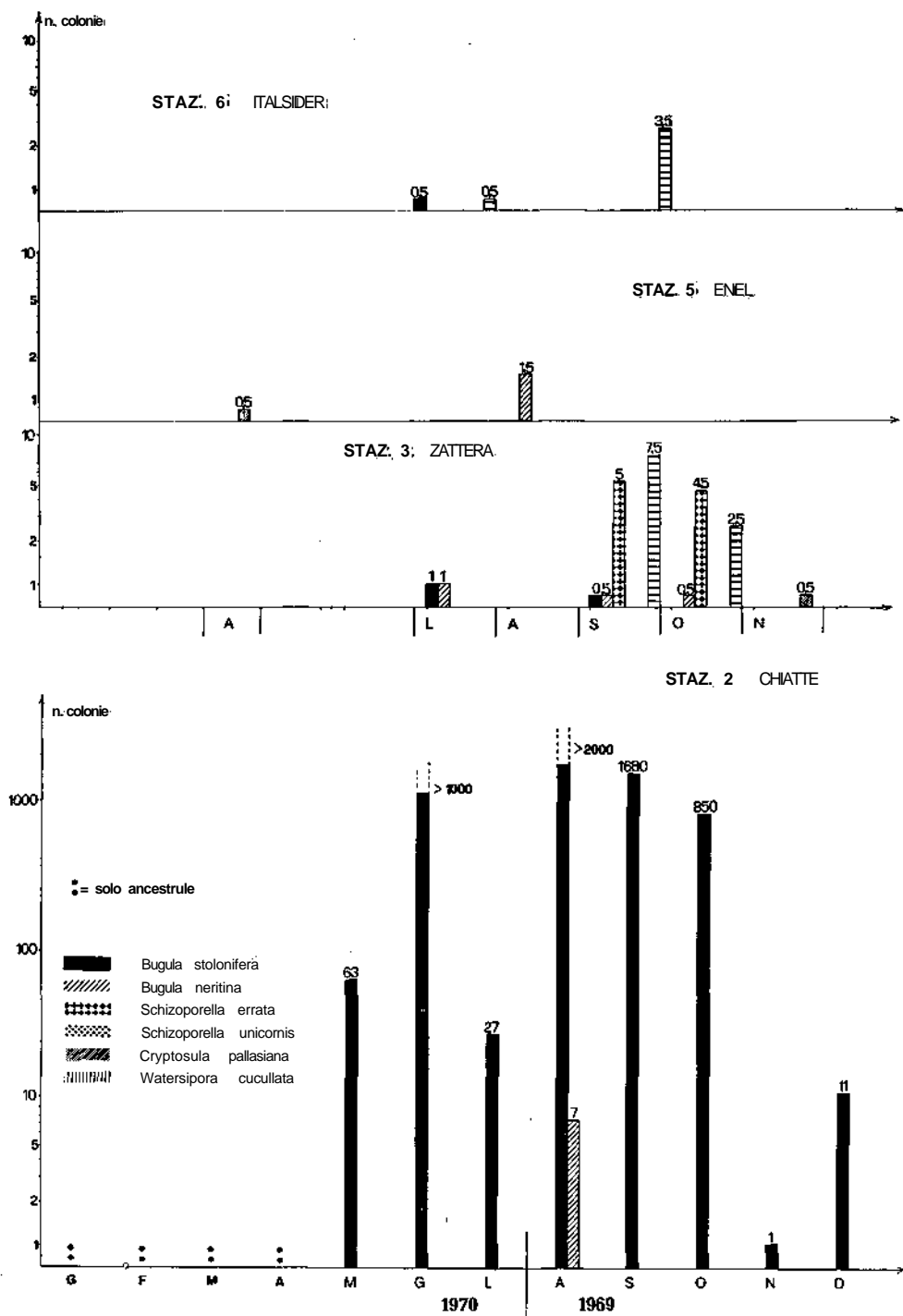


FIG. 1 Stazioni n. 2, 3, 5, 6. Insediamento dei Briozoi su pannelli mensili (i numeri esprimono la media delle colonie rinvenute sulle due facce del pannello). Per avere l'arco di un anno squalare, i mesi da agosto a dicembre del 1969 sono stati posposti ai primi sette mesi del 1970.

pannelli mensili. Occasionalmente sono state rinvenute cinque colonie di *Bugula stolonifera* in un pannello di tre mesi d'immersione.

Stazione n. 2 delle Chiatte del porto vecchio. Questa stazione è risultata la più ricca di CHEILOSTOMATA ANASCA (vedi Tab. 1 e Fig. 1) ed in particolare presenta una grandissima quantità di *Bugula stolonifera* specialmente in giugno, agosto, settembre ed ottobre, mesi nei quali questa specie raggiunge valori di copertura del pannello eccezionali (vedi anche Fig. 2 A e B): nel mese di agosto si superano le 2.000 colonie per faccia del pannello mensile. Nel mese di luglio stranamente si rinviene un valore molto basso d'insediamento di *Bugula stolonifera*, forse in relazione a fenomeni di competizione con altre forme (Policheti,

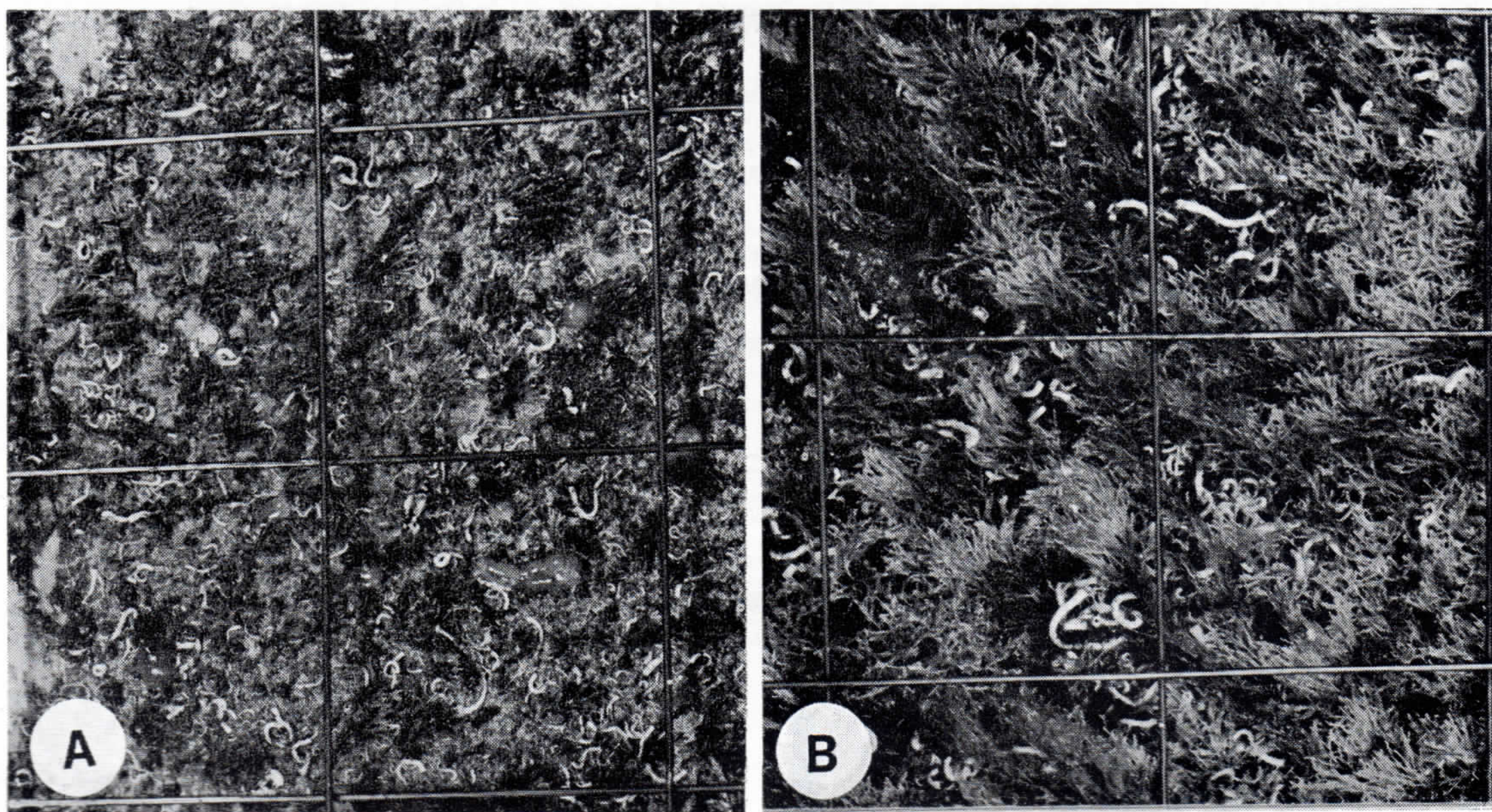


FIG. 2. Due aspetti della grande quantità di *Bugula stolonifera* insediatasi alla stazione 2 delle Chiatte. La prima immagine (A) si riferisce ad un pannello immerso per un mese, la seconda (B) ad uno immerso per sei mesi.

Tunicati) che in questo periodo s'insediano in modo massivo alla stazione 2 (Fig. 3). Un'altra caratteristica di questa zona è che *Bugula stolonifera* (vedi grafico della Fig. 1) si insedia pressoché tutto l'anno: sui pannelli mensili da gennaio ad aprile si rinvencono solo ancestrule. *Bugula neritina* è rara, solo 9 colonie considerando pannelli mensili e di più mesi (vedi Fig. 6). Oltre a queste due specie alla stazione 2 si insediavano piuttosto abbondantemente i due CTENOSTOMATA *Zoobotrion verticillatum* e *Bowerbankia* sp. per i quali non è stato possibile dare valori quantitativi a causa delle ben note difficoltà di valutazione delle intricatissime colonie.

Stazione n. 3 della Zattera (Fig. 1). È questa la nostra stazione di confronto che è posta in prossimità dell'imboccatura di levante e ove sono state rinvenute

5 specie: *Bugula neritina* e *Bugula stolonifera* in quantità minima, inoltre *Schizoporella errata*, *Watersipora subovoidea* e *Cryptosula pallasiana*. Queste ultime sono le tre principali specie incrostanti.

I mesi più favorevoli all'insediamento sono settembre ed ottobre, mentre l'assenza di qualsiasi specie nel mese di agosto risulta alquanto strana. Occorre

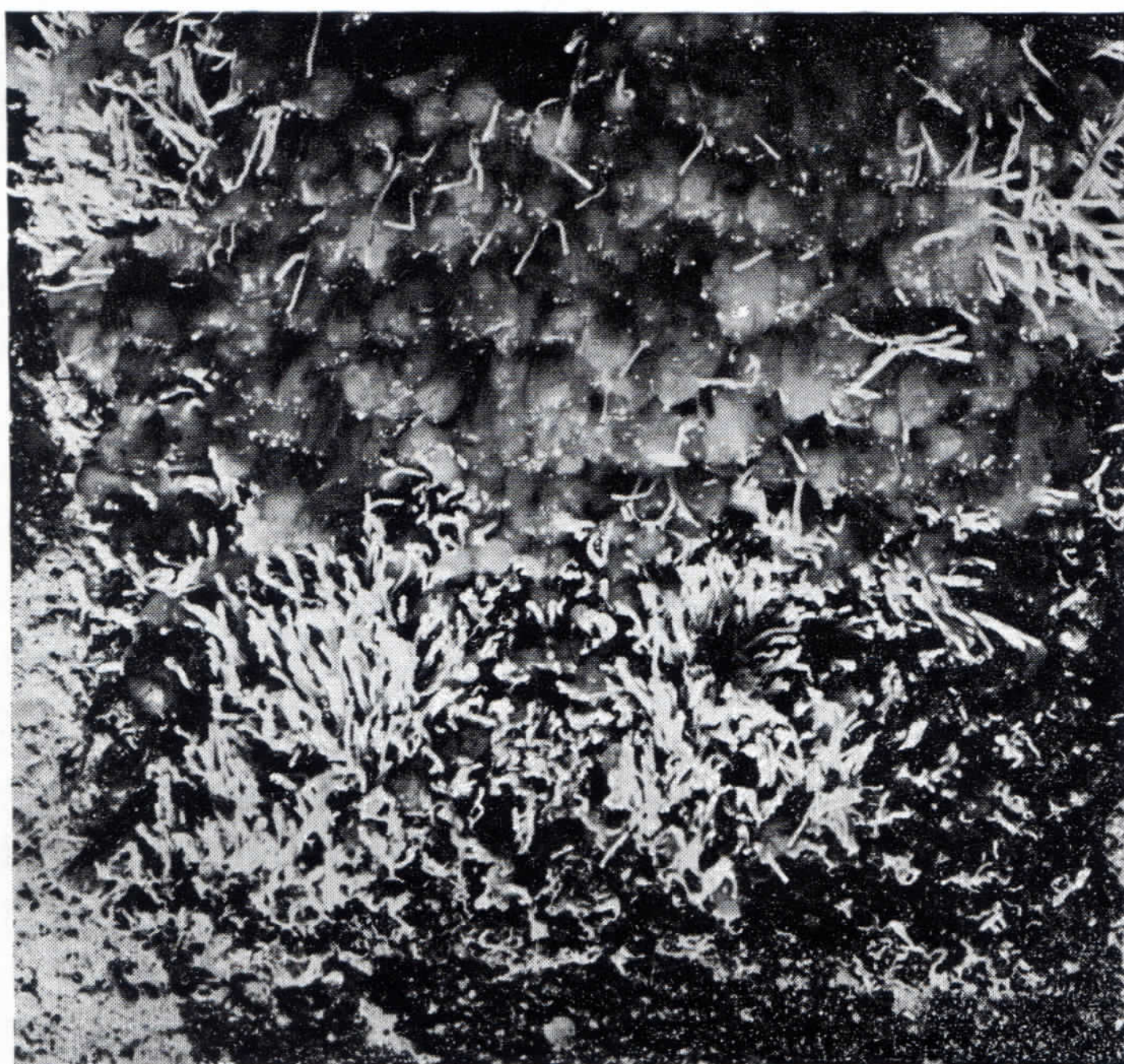


FIG. 3. *Policheti e Tunicati insediati in modo massivo alla stazione 2.*

però ricordare che gli anni 1969 e 1970 sono stati in questa stazione tra i meno favorevoli. Infatti negli anni ad essi precedenti l'insediamento è stato di gran lunga superiore soprattutto come numero di colonie (GERACI e RELINI, 1970 a). Ciononostante, considerando anche i pannelli immersi per più mesi, alla stazione Zattera sono state raccolte sette delle specie rinvenute durante questa ricerca tra tutte le stazioni. Manca *Schizoporella unicornis* trovata solo allo Y.C.I. ma che sappiamo essere presente anche alla Zattera soprattutto sui pannelli di 14 m di profondità (GERACI e RELINI, 1970 a).

Stazione n. 5 dell'ENEL (Fig. 1). La scarsità sia di specie sia di colonie riscontrata in questa stazione potrebbe essere in relazione con l'elevata turbolenza dell'acqua di scarico dei sistemi di raffreddamento della centrale termoelettrica ENEL; è noto infatti che l'idrodinamismo delle acque può essere un fattore limitante per questo gruppo sistematico (GAUTIER, 1962). Tuttavia non si può escludere l'influenza della temperatura dell'acqua che non scende mai al

di sotto dei 20°C, anche quando nelle acque limitrofe si hanno valori di 11°C. Un salto di 9-10° potrebbe essere fatale a molte larve provenienti da zone vicine sottoposte a temperature più basse, specie se in sinergismo con qualche inquinante normalmente trascurabile. Le specie presenti su pannelli mensili in questa stazione sono: *Bugula neritina*, *Watersipora subovoidea*, *Zoobotrion verticillatum* e *Bowerbankia* sp.; mentre su pannelli di più mesi è stata rinvenuta anche *Bugula stolonifera*.

Stazione n. 6 dell'Italsider (Fig. 1). Questa stazione, come si vedrà in seguito, è caratterizzata dalla grande quantità di ferro in sospensione che ha interferito sullo spostamento delle larve e sull'insediamento. Sui pannelli mensili di questa stazione abbiamo trovato: *Bugula stolonifera*, che si delinea già come la specie più resistente a condizioni più sfavorevoli, *Watersipora subovoidea* e *Bowerbankia* sp.; anche su pannelli di più mesi sono state ritrovate le medesime specie.

Stazione n. 4 dello Y.C.I. (Fig. 4). Questa stazione, per quanto più interna della precedente rispetto alla imboccatura del porto, appare più ricca di Briozoi. Sono risultate presenti infatti sette delle specie riportate nell'elenco della Tab. 1 compresa *Schizoporella unicornis* che compare solo in questa stazione. Molto abbondante è *Zoobotrion verticillatum* specialmente nel mese di luglio (Fig. 5). Interessante è l'assenza di *Schizoporella errata* anche su pannelli di più mesi, quasi che *Schizoporella unicornis* fosse vicariante di *Schizoporella errata* in questa stazione. L'insediamento inizia abbastanza precocemente a marzo e, mentre nei primi mesi prevalgono le specie *Bugula neritina*, *Bugula stolonifera* e *Cryptosula pallasiana*, nel secondo periodo (agosto-novembre), si assiste alla prevalenza di *Schizoporella unicornis* e di *Watersipora subovoidea*, cosicché le popolazioni sui pannelli mensili prima e dopo agosto sono diverse.

Stazione n. 7 di Miltedo (Fig. 4). Notevole è la somiglianza della popolazione di Briozoi di questa stazione con quella della stazione Zattera in relazione probabilmente anche alla vicinanza del mare aperto, essendo entrambe poste in vicinanza di imboccature. Pur tuttavia a Miltedo manca *Watersipora* su pannelli di un mese d'immersione e l'insediamento di tutte le altre specie è di gran lunga maggiore. Le differenze quantitative potrebbero però essere in relazione alla già ricordata situazione anormale, per quanto riguarda i Briozoi, della stazione 3 negli anni 1969-1970. Alla stazione Miltedo l'insediamento avviene da aprile a dicembre, con valori alti per *Bugula neritina* che in questa stazione predomina su *Bugula stolonifera* specialmente nel mese di agosto. Inoltre, come si è verificato alla stazione 4 dello Y.C.I., i pannelli primaverili ed estivi presentano una popolazione di Briozoi diversa da quella rinvenibile su substrati mensili estivo-autunnali: sui primi dominano le *Bugula*, sui secondi gli ASCOPHORA.

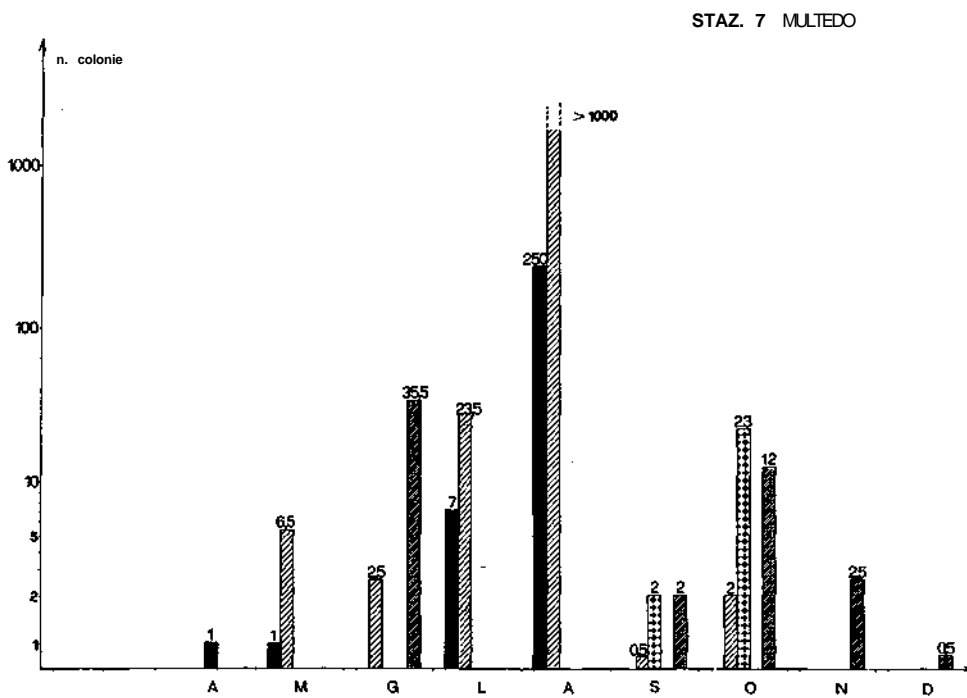
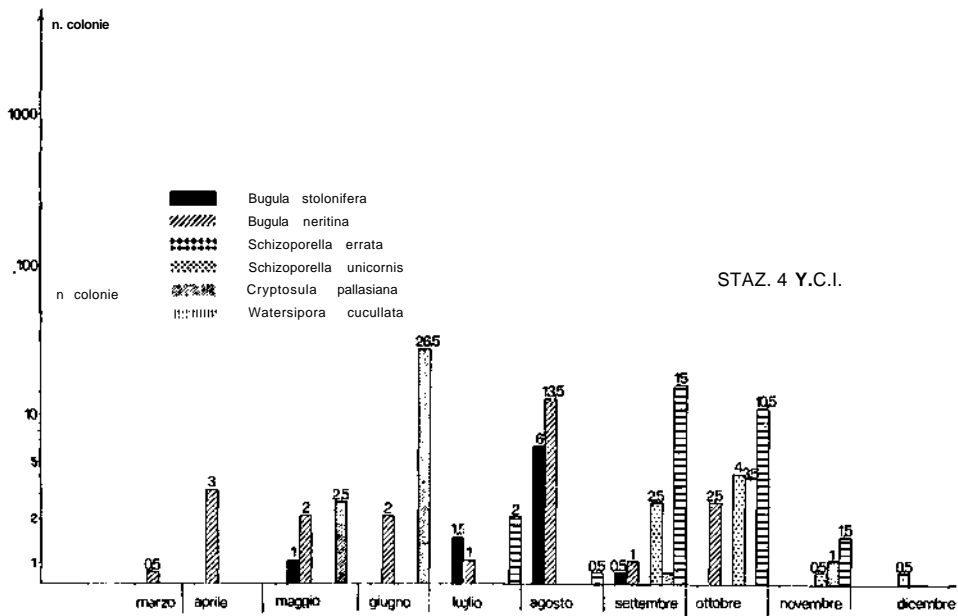


FIG. 4 Stazioni n. 4 e 7. Insediamento dei Briozoi su pannelli mensili.

Un esame comparativo dell'insediamento totale su pannelli mensili e di più mesi (Fig. 6), permette di differenziare meglio le popolazioni delle sette stazioni. Alle stazioni n. 2 e 7 le *Bugula* hanno raggiunto i loro maggiori valori: nella prima domina *Bugula stolonifera* mentre nella seconda *Bugula neritina*, inoltre, mentre alle Chiatte non troviamo alcuna specie incrostante (*ASCOPHORA*), a Multedo si rinvencono anche 27 colonie di *Schizoporella errata* e 190 di *Cryptosula pallasiana* che rappresentano i maggiori valori di frequenza riscontrati per questa specie. Alla Zattera e allo Y.C.I. che sono le stazioni in cui maggiore è il numero di specie, il numero di colonie di queste non raggiunge mai i valori delle due stazioni precedentemente esaminate. Le altre tre stazioni, Spi-

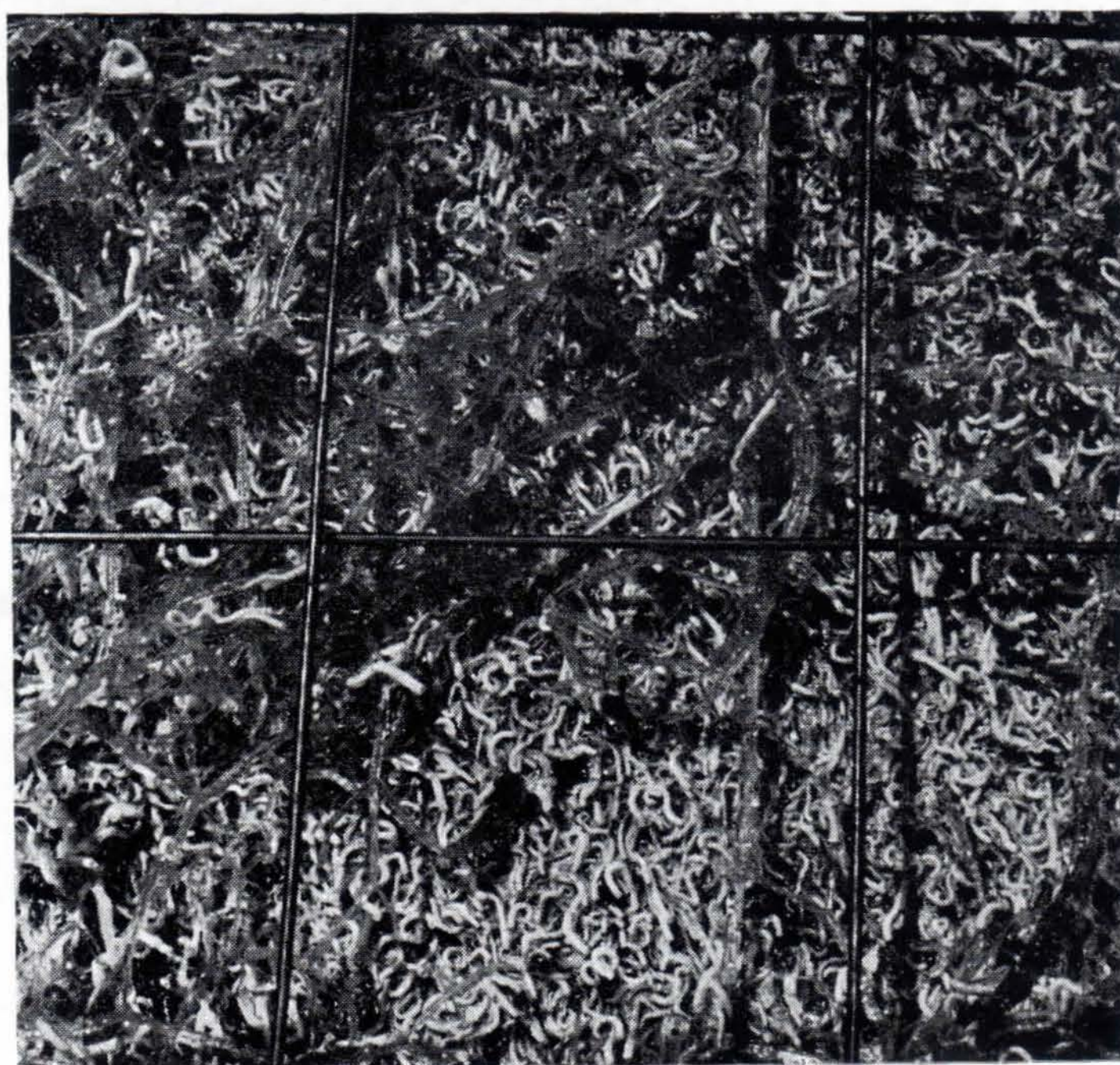


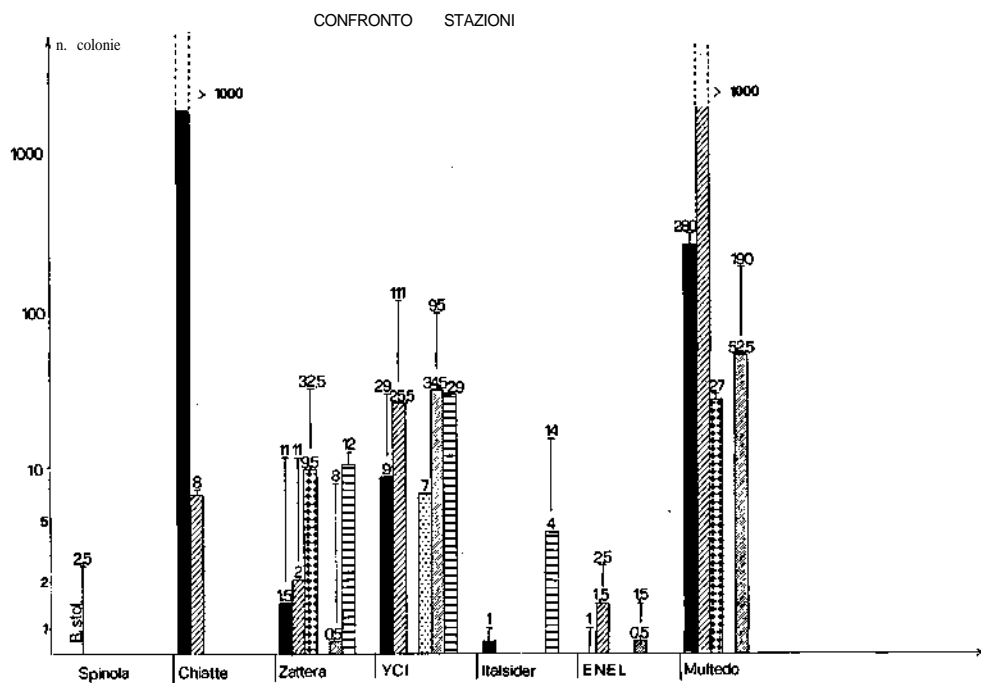
FIG. 5. *Zoobotrion verticillatum* insediato su un pannello della stazione 4, già ricoperto di *Serpulidi*. Da notare i diversi punti di attacco degli stOLONI.

nola, Italsider ed ENEL presentano un numero molto piccolo sia di specie che di colonie: si tenta qui di seguito, di trovare qualche spiegazione alla distribuzione delle specie rinvenute nelle sette stazioni, in base ai dati chimico-fisici disponibili. È un tentativo in attesa di ulteriori dati.

Comparazione tra parametri chimico-fisici e distribuzione dei Briozoi

Dall'esame della Tabella 2, in cui sono messi in relazione alcuni parametri chimico-fisici con le specie rinvenute alle singole stazioni, si rileva che certi valori dei parametri sembrano legati alla maggiore o minore presenza delle diverse specie. In particolare:

N-NO₂: Analoghe considerazioni valgono anche per questo parametro: i valori più alti si hanno a Spinola e Chiatte con medie rispettivamente di 28,78 e 25,55 µg/l, mentre nelle altre stazioni i valori si mantengono tra i 10,03 µg/l dell' ENEL e i 15,76 dell'Italsider.



O₂: La percentuale dell' O₂ disciolto è molto bassa allo Spinola, ove si arriva ad avere acque praticamente asfittiche, e alle Chiatte con valori medi rispettivamente di 2 e 2,90 cc/l. Nelle altre stazioni le condizioni sono abbastanza livellate tra i 4,44 cc/l dell'Italsider e i 4,91 di Multedo, quest'ultima è pure la stazione ove si sono avute le acque più ossigenate con 8,1 cc/l.

Temperatura: I valori minimi di questo parametro sono risultati compresi tra gli 11°C di Multedo e i 12° C di Italsider. I massimi tra i 26,9° C di Multedo

TAB. 2 Porto di Genova.

	t °		Sal. ‰		N-NH ₄ µg/l		O ₂ cc/l		N-NO ₂ µg/l		N-NO ₃ µg/l		P-PO ₄ µg/l		Fe µg/l		Deterg. ppm	Specie rinvenute Briozoi
	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.		
	med.		med.		med.		med.		med.		med.		med.		med.			
Spinola	11,5	23,5	33	37,5	95	1500	0	4,21	11,6	64,9	35,5	321	58	313	106	753	0,84	<i>B. stol.</i>
	17,24		35,98				2,00		28,78		116,29		179,88		310,5			
Chiatte	11,6	23,6	33,8	37,7	83	800	1,6	4,4	9,3	65,3	26	247	9,3	238	62	520	0,56	<i>B. ner.</i> - <i>B. stol.</i>
	17,90		36,50				2,90		25,55		97,18		122,8		206			<i>Bow.</i> - <i>Zoob.</i>
Zattera	11,9	25,9	36,4	37,7	0	400	3,8	6,3	3,2	22,4	14	149	28,5	88,6	95	615	0,28	<i>B. ner.</i> - <i>B. stol.</i> - <i>Cryp.</i> - <i>Wat.</i>
	18,15		37,18				4,75		12,53		75,62		57,44		226			<i>Bow.</i> - <i>Zoob.</i> - <i>S. err.</i>
Y.C.I.	11,7	26	35,6	37,6	0	300	3	6,4	4,6	27,5	42	345	17	144	60	432	0,28	<i>B. ner.</i> - <i>B. stol.</i> - <i>Cryp.</i> - <i>Wat.</i>
	18,06		36,73				4,45		14,32		120,04		73,68		207			<i>Bow.</i> - <i>Zoob.</i> - <i>S. unic.</i>
ENEL	20	31	36,4	38	0	325	3,7	5,6	4	18	3	446	17	75	86	624	0,28	<i>B. ner.</i> - <i>B. stol.</i> - <i>Cryp.</i>
	25,34		37,46				4,63		10,03		84,28		45,93		226			<i>Bow.</i> - <i>Zoob.</i>
Italsider	12	25	28,8	37,8	81	1500	2,8	5,9	5	38	27	353	16	134	112	7698	0,28	<i>B. stol.</i> - <i>Wat.</i> - <i>Bow.</i>
	18,56		36,36				4,44		15,76		160,82		42,17		873			
Multedo	11	26,9	35	37,8	0	370	2,9	8,1	3,7	23,8	12	293	19,2	119	99	500	0,56	<i>B. ner.</i> - <i>B. stol.</i> - <i>Cryp.</i> - <i>Wat.</i>
	18,39		36,94				4,91		14,09		76,69		46,13		270			<i>Bow.</i> - <i>Zoob.</i> - <i>S. err.</i>

(stazione in cui si osserva la maggiore escursione termica) e i 23,5° C dello Spinola. Un caso a parte è rappresentato dalla stazione dell' ENEL dove abbiamo i valori più alti tra le minime: 20° C e tra le massime: 31° C.

Fe: Particolarmente interessante è il valore di questo parametro alla stazione Italsider ove si sono registrate punte di 7.698 µg/l di Fe e dove il valore medio di questo elemento è circa quadruplo di quello registrato alle altre stazioni.

Concludendo: alla stazione n. 1 di Spinola si insedia occasionalmente su pannelli di più mesi *Bugula stolonifera* che sembra la specie più resistente e meglio adattata alle acque portuali. Questa specie s'insedia in maniera notevolissima alla stazione n. 2 delle Chiatte, ove, riuscendo a sopportare le variazioni ambientali, probabilmente trae vantaggio dalla situazione (eutrofia delle acque) e dall'assenza della maggior parte di altri Briozoi.

Inoltre va tenuto presente che la stazione n. 2 si trova nella parte centrale del porto vecchio, soltanto un poco più esterna della stazione n. 1 dello Spinola. È possibile che alcune larve di Briozoi non riescano neppure ad arrivare in contatto dei suoi substrati, ma quelle che vi riescono, non trovando competizione da parte di altre specie, possano insediarsi più facilmente e si sviluppino in modo abnorme. Delle due specie di *Bugula* la più resistente sembra essere *Bugula stolonifera* forse anche perché, a differenza di *Bugula neritina*, è provvista di « avicularie » che sono particolari autozoeci trasformati ed adattati alla cattura dell'alimento, il che potrebbe essere un vantaggio in acque torbide e ricche di materiale in sospensione.

Infine Zattera, Y.C.I. e Multedo sono le stazioni più favorevoli all'insediamento delle specie di CHEILOSTOMATA ASCOPHORA sia per la loro vicinanza alle imboccature del porto sia per le acque relativamente meno inquinate.

RINGRAZIAMENTI

Gli AA. esprimono un particolare ringraziamento al sig. VITTORIO ROMAIRONE per il valido aiuto prestato nella raccolta dei dati.

BIBLIOGRAFIA

- GAUTIER Y. V., 1962: Recherches ecologiques sur les Briozoaires Chilostomes en Méditerranée occidentale. Rec. Trav. Sta. Mar. Endoume. 38, 1-434.
- GERACI S. e G. RELINI, 1970 a : Osservazioni sistematico-ecologiche sui Briozoi del fouling portuale di Genova. Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova 38, 103-139.
- , - , 1970 b: Insediamento su pannelli atossici immersi nella rada di Vado Ligure (SV): II. Briozoi. Pubbl. Staz. Zool. Napoli, 38, suppl. 1, V.

- MONTANARI M. e G. RELINI, 1970: Fouling di zone inquinate Osservazioni nel porto di Genova: Idroidi e Ascidiacei Pubbl. Staz. Zool. Napoli, 38, suppl. 2, 34-54.
- MOR E., E. SESSI e G. RELINI, 1970: Fouling di zone inquinate: Osservazioni nel porto di Genova. Caratteristiche ambientali e metodi di studio. Pubbl. Staz. Zool. Napoli, 38, suppl. 2, V, 55-91.
- NEVIANI A., 1937: I Briozoi della laguna Veneta. Boll. Pesca Piscicult. Idrobiol., 15 (4), 382-403.
- TARAMELLI E. e C. CHIMENZ, 1965: Studi sperimentali e sistematici sul fouling nel porto di Civitavecchia. Rend. Accad. Naz. dei XL 18, serie IV, 1-19.

Dr. S. GERACI e Prof. G. RELINI, Laboratorio per lo Studio della Corrosione Marina dei Metalli del C.N.R., via Mercanzia, 4 - 16123 Genova, Italia.

Primi risultati nella stima della produttività primaria col metodo del C^{14} nel Basso Tirreno *

di

GIUSEPPE MAGAZZU'

(Dall'Istituto di Zoologia dell'Università di Messina)

Riassunto. Vengono forniti i risultati preliminari relativi alle prime 10 crociere mensili in 10 stazioni fissate lungo le coste orientali siciliane ed occidentali della Calabria per un totale di 74 profili sulla misura della produttività primaria nelle acque costiere del Basso Tirreno. Il metodo utilizzato è stato quello descritto da STEEMAN - NIELSEN alle quote fisse di 0, 5, 10, 20, 30, 50, 75 e talvolta 100 m. L'esposizione dei campioni (bottiglie chiaro-scure), addizionate di circa 6 μ c di $C^{14}O_3^{--}$ è durata 4 ore e si è estrapolato all'intera giornata con misure piranografiche. Assieme alla produzione primaria sono stati misurati t° , conducibilità e penetrazione della luce (con cellule fotoelettriche) e sono stati determinati Cl ‰, O_2 , pH e alcalinità.

Dall'esame dei risultati si può stabilire la quantità media di C fissato in 147 mgC/m²/giorno. Dalle misure di penetrazione della luce e da quelle di produzione si è potuta ricavare la quota di compensazione oscillante durante i mesi invernali fra 50 e 75 metri e la intensità di compensazione intorno a 7-8 ly/giorno corrispondenti a $5 \cdot 10^3$ ly/minuto.

Dr. G. MAGAZZU', Istituto di Zoologia, via dei Verdi, 75. 98100 Messina, Italia.

* Da *Bollettino Pesca Piscic. Idrobiol.* 26, 1 e 2 (1971)

Fouling di zone inquinate. Osservazioni nel porto di Genova: Idroidi e Ascidiacei

di

MANUELA MONTANARI e GIULIO RELINI

(Dal Reparto di Biologia Marina del Laboratorio per lo Studio della Corrosione Marina
dei Metalli del C.N.R. di Genova)

13 Figure

Summary. During a survey of Genoa harbour on the interactions between fouling organisms and pollution of the sea, Hydroids and Ascidians have been studied by use of asbestos panels immersed for one to several months. The species present, their settlement periods and growth rates have been considered. The following Hydroids have been collected and identified: *Clytia johnstoni*, *Tubularia mesembryanthemum*, *Obelia geniculata*, *Eudendrium* sp. The lowest number of species and individuals have been found at station Spinola followed by Italsider and ENEL. At Chiatte and Multedo stations *Tubularia* was rather common and abundant while at Y.C.I. only *Clytia* was numerous. The highest settlement of *Tubularia* and *Clytia* was been recorded at Zattera station. At seven stations three colonial Ascidians (*Botryllus schlosseri*, *Botrylloides leachi*, *Diplosoma gelatinosum*) and four solitary Ascidians (*Ciona intestinalis*, *Styela partita*, *Styela plicata*, *Asciidiella scabra*) have been found.

Comparing settlement at all the stations the results show that at Spinola Tunicates are almost absent, only *Ciona intestinalis* sometimes settles; at ENEL and Italsider Ascidians are rarely present, while at Y.C.I. and Multedo the Tunicate population is rich in number of species and individuals, although the largest number of individuals was found at Zattera station.

Riassunto. In ogni stazione sono stati identificati gli Ascidiacei e gli Idroidi; il loro insediamento nelle diverse stazioni è stato confrontato qualitativamente e quantitativamente nel tentativo di correlare le caratteristiche ambientali al comportamento delle singole specie e al loro ritmo di accrescimento.

Gli Idroidi identificati sono: *Clytia johnstoni* (ALDER), *Tubularia mesembryanthemum* ALLM., *Obelia geniculata* (L.), *Obelia dichotoma* (L.), *Eudendrium* sp.

La stazione più povera di Idroidi è lo Spinola, seguito da Italsider e dall' ENEL. Alle Chiatte e a Multedo è discretamente abbondante solo *Tubularia* mentre allo Y.C.I. lo è *Clytia*. Alla Zattera, l'insediamento di *Clytia*, di *Tubularia* e degli altri Idroidi risulta massimo.

Gli Ascidiacei ritrovati nelle sette stazioni sono in totale sette: tre coloniali *Botryllus schlosseri* (PALLAS), *Botrylloides leachi* (SAVIGNY), *Diplosoma gelatinosum* (MILNE EDWARDS) e quattro solitari *Ciona intestinalis* (L.), *Styela partita* (STIMPSON), *Styela plicata* LESEUR, *Asciidiella scabra* (MÜLLER). Esse si distribuiscono in modo diverso per specie e numero di individui. Tra le sette stazioni l'insediamento risulta praticamente nullo allo Spinola, e sempre molto limitato all' ENEL e allo Italsider. Allo Y.C.I. e a Multedo, le popolazioni di Ascidiacei sono abbastanza varie ed abbondanti ed ancor più alla Zattera, considerata stazione di controllo. Alle Chiatte, zona caratterizzata da un alto tenore in nitrati e fosfati domina *Ciona intestinalis*, che in questa stazione si insedia pressoché tutto l'anno. Questa specie nel porto dimostra una ampia valenza ecologica essendo presente in tutte le stazioni ad eccezione di quella dell' ENEL, probabilmente a causa della turbolenza delle acque della zona.

At Chiatte, a site characterized by high eutrophication of the waters, *Ciona intestinalis* was the dominant Ascidian and settles throughout the year. This species seems to be the most resistant in harbour waters because it occurs at all stations and was only absent at ENEL station, probably because of the water turbulence.

INTRODUZIONE

Sono state studiate sette zone del Porto di Genova, indicate brevemente come: Spinola (staz. 1), Chiatte (staz. 2), Zattera (staz. 3), Y.C.I. (staz. 4), Enel (staz. 5), Italsider (staz. 6), Multedo (staz. 7), diverse per tipo e grado di inquinamento (RELINI, 1970). Ogni stazione è stata esaminata dal punto di vista idrologico con una serie di determinazioni chimico-fisiche (MOR, SESSI e RELINI, 1970) e dal punto di vista biologico mediante lo studio del fouling formatosi su pannelli immersi per uno e più mesi.

Questa nota è dedicata agli Idroidi e agli Ascidiacei che, al pari di altri gruppi sistematici, risentono delle diverse condizioni ambientali esaminate nel corso del lavoro. Per gli altri gruppi esaminati rimandiamo ai lavori di GERACI e RELINI (1970), RELINI e RAVANO (1971), RELINI e RELINI - ORSI (1971), Rossi, BAZZICALUPO e RELINI (1971).

Per la rassegna bibliografica dei lavori inerenti relazioni tra fouling ed inquinamento rimandiamo al lavoro di RELINI, DABINI-OLIVA e FERRETTI (1969), MOR, SESSI e RELINI (1970); per maggiori notizie sugli Idroidi e sugli Ascidiacei rispettivamente a NAUMOV (1969) e MILLAR (1971).

OSSERVAZIONI SUGLI IDROIDI

Per gli Idroidi le osservazioni sono prevalentemente qualitative in quanto un conteggio non è sempre stato eseguito a causa delle difficoltà di valutazione dei dati. È stato infatti impossibile trovare un metodo di conteggio che, non richiedendo un dispendio di tempo eccessivo, desse valori comparativamente validi per diverse specie. Anche l'individuazione delle singole colonie in certi casi era problematica per il sovrapporsi e l'intersecarsi delle idrorize e degli idrocauli delle stesse. Per quanto riguarda le determinazioni ci si è limitati alle specie più frequenti e più abbondanti, tralasciando spesso l'approfondimento di quelle occasionali in quanto il tipo di lavoro non consentiva un tale studio, anche a causa dello stato di conservazione degli Idroidi. Infatti le determinazioni sono risultate, in ogni caso, particolarmente difficili per l'impossibilità di lavorare su materiale fresco poiché, i pannelli, a causa del loro grande numero, non potevano essere esaminati immediatamente, ed era necessario porli in formalina all' 8 % in acqua di mare, in modo che tutti gli organismi si conservassero fino al momento dell'esame.

Questo procedimento, naturalmente, andava a scapito degli Idroidi estremamente fragili e delicati, il cui esame era spesso effettuato su materiale alterato e mancante di parti fondamentali alla determinazione.

Gli Idroidi sicuramente presenti nelle sette stazioni sono:

Clytia johnstoni (ALDER)
Tubularia mesembryanthemum ALLMAN
Obelia geniculata LINNAEUS
Obelia dichotoma LINNAEUS
Eudendrium sp.

Queste specie ad eccezione della *Tubularia mesembryanthemum* sono state rinvenute anche nel Golfo di Rapallo (Rossi, 1949-1950) e sulle scogliere del promontorio di Portofino (Rossi, 1961). Per la zona della Zattera RELINI (1964) aveva già segnalato: *Tubularia mesembryanthemum* ALLM., *Eudendrium racemosum* (GMELIN), *Ventromma halecioides* (ALD.) esaminando anche substrati diversi da quelli posti a un metro di profondità e considerati nella presente nota.

Le specie più abbondanti e comuni durante questa ricerca, sono risultate *Clytia johnstoni* e *Tubularia mesembryanthemum* delle quali viene riferita la distribuzione nelle sette stazioni.

Clytia johnstoni non compare in alcun mese nelle stazioni Chiatte e Spinola. È invece presente, anche se in maniera variabile, nelle rimanenti stazioni: all'Italsider e a Multedo compare una sola volta; allo Y.C.I. è presente in maniera discontinua mentre alla Zattera è stata trovata tutto l'anno. L'altra specie *Tubularia mesembryanthemum* non compare su pannelli immersi allo Y.C.I. mentre è presente su altri substrati della stessa stazione. Questo Idroide è rarissimo allo Spinola: infatti è stato trovato una sola volta sul pannello di tre mesi prelevato nell'aprile 1970 e lo stesso avviene all'Italsider dove compare sul pannello di quindici giorni nel luglio 1969. All'ENEL *Tubularia* è presente in pochi mesi: nell'agosto 1969 e nel marzo ed aprile 1970 ma, tutte e tre le volte, l'insediamento è limitato a pochi « ciuffi ». Alle Chiatte questi Idroidi compaiono nel periodo estivo, ed a Multedo sono presenti oltre che nel periodo da aprile a giugno, anche a novembre. Alla Zattera sono stati trovati in quasi tutti i mesi dell'anno e, da febbraio a maggio, sono particolarmente numerosi e ben sviluppati.

Riunendo i dati in una tabella (in modo un poco arbitrario ma efficace per un facile esame comparativo) e considerando tre categorie: *Clytia johnstoni*, *Tubularia mesembryanthemum* e altri Idroidi, si osserva che (Tab. 5) *Tubularia mesembryanthemum* è la specie a maggiore distribuzione nell'ambito del porto mentre *Clytia johnstoni* e altri Idroidi sono limitati ad alcune stazioni.

Come era in parte prevedibile, data la sensibilità di molti Idroidi alle acque inquinate rispetto ad altri organismi del fouling (vedi ad es. RELINI e GERACI,

1969), la zona della Zattera è risultata la più favorevole tra quelle esaminate, probabilmente in relazione a minori oscillazioni di alcuni parametri chimico-fisici.

Per altre considerazioni e correlazioni tra l'insediamento degli Idroidi e le condizioni ambientali di ogni stazione, rimandiamo all'ultima parte di questa nota, in cui l'argomento viene esaminato unitamente agli Ascidiacei (Tab. 5).

OSSERVAZIONE SUGLI ASCIDIACEI

Per quanto riguarda gli Ascidiacei, sui pannelli esaminati sono state trovate in totale sette specie delle quali tre coloniali e quattro solitarie:

Ciona intestinalis LINNAEUS
Botryllus schlosseri (PALLAS)
Botrylloides leachi (SAVIGNY)
Diplosoma gelatinosum (MILNE EDWARDS)
Styela plicata LESUEUR
Styela partita (STIMPSON)
Ascidella scabra (MÜLLER)

Altre specie come ad esempio: *Didemnum maculosum*, *Ascidella aspersa*, *Ascidia mentula*, *Phallusia mammillata*, *Polycarpa pomaria*, *Microcosmus polymorphus*, *Pyura squamulosa*, *Molgula manhattensis* segnalate da CAPOCACCIA (1964) per il Porto di Genova, non sono state rinvenute sui pannelli di fibrocemento, ma solo occasionalmente su altri substrati.

Premettiamo che gli Ascidiacei coloniali *Botryllus schlosseri* (PALLAS) e *Botrylloides leachi* (SAVIGNY) verranno considerati unitamente con il nome di Botrillidi perché, fino ad ora, non è stato possibile trovare caratteri distintivi validi e facilmente apprezzabili, tali da consentire una rapida e sicura identificazione delle due specie, sul materiale fissato grossolanamente come avviene nel caso del fouling dei pannelli. Quanto detto è valido anche per i Didemnidi poiché non possiamo escludere che oltre alla specie *Diplosoma gelatinosum*, di gran lunga la più frequente, siano state presenti, occasionalmente, altre.

RELINI (1964) ricorda che negli anni precedenti il 1963 era piuttosto comune *Didemnum maculosum*. Per queste ragioni abbiamo preferito usare il termine Didemnidi.

Gli Ascidiacei dopo la determinazione, venivano conteggiati, misurati e riportati in grandezza naturale su un foglio in modo che risultasse una specie di pianta della loro distribuzione sul pannello.

Per gli Ascidiacei coloniali sono state conteggiate le colonie e successivamente è stata misurata, mediante un planimetro, l'area che ogni singola colonia

occupava, al fine di avere una migliore valutazione dell' insediamento e delle condizioni della colonia stessa.

Per gli Ascidiacei solitari sono stati conteggiati gli individui con rilevamento dei seguenti parametri: lunghezza per *Ciona*, lunghezza e larghezza per *Styela* e *Ascidella*.

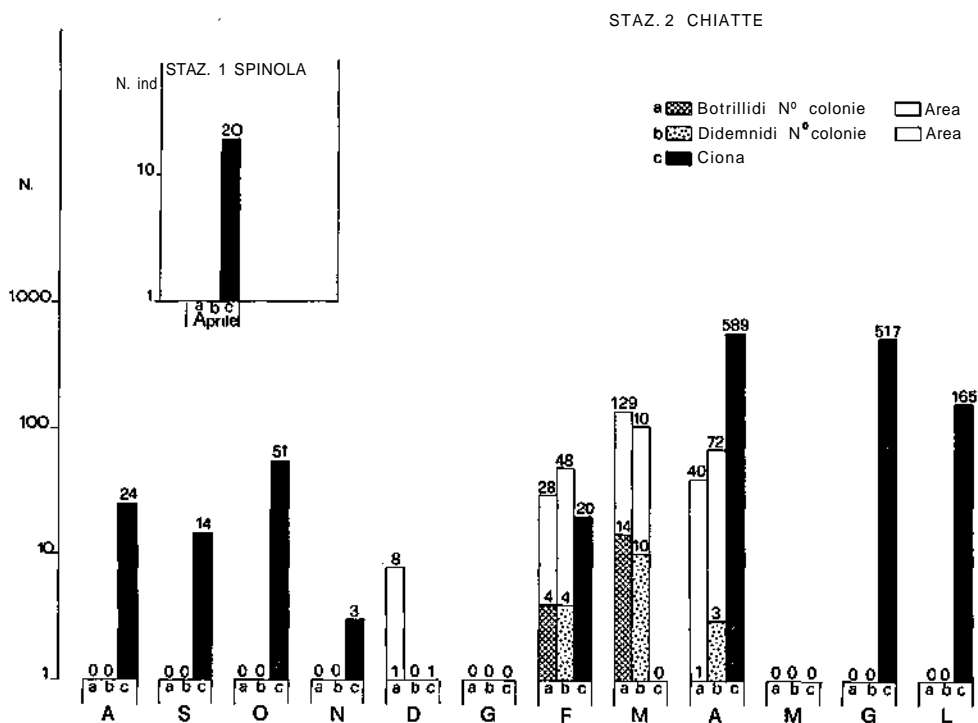


FIG. 1-2-3-4. Insediamento mensile. Nella prima colonna (a reticolo) sono rappresentati i Botrillidi, nella seconda (a cerchiati) i Didemnidi, nella terza (nera) le Ciona. Per gli Ascidiacei coloniali sono riportati due valori: il primo riguarda il numero delle colonie, il secondo (parte della colonna segnata in bianco) rappresenta il valore somma delle aree occupate dalle colonie. Tutti i numeri sono la media degli insediamenti tra le due facce del pannello. In ascisse sono riportati i mesi.

PERIODI DI INSEDIAMENTO

Sui pannelli mensili gli Ascidiacei si riducono a soli tre gruppi: Botrillidi, Didemnidi e *Ciona intestinalis*, poiché le altre specie sono state trovate solo su pannelli immersi per più mesi, preferendo esse substrati già insediati da altri organismi.

Dall'esame del grafico della Figura 1, nel quale sono riportati gli insediamenti mensili allo Spinola e alle Chiatte, si ricava che nella prima stazione è

avvenuto per una sola volta l'insediamento di *Ciona*, la quale si fissa invece pressoché tutto l'anno alle Chiatte raggiungendo valori massimi in aprile e giugno. Sempre in questa seconda stazione si rinvencono Botrillidi tra dicembre ed aprile e Didemnidi nel periodo compreso tra febbraio ed aprile.

Alla stazione 3, Zattera (Fig. 2), *Ciona* è risultata piuttosto scarsa, mentre Didemnidi e Botrillidi si sono insediati tutto l'anno. I Botrillidi sono in numero ancora maggiore sui pannelli mensili della stazione Y.C.I. (Fig. 3), ove numerosi sono anche i Didemnidi e scarse le *Ciona*, quest'ultime limitate al periodo estivo.

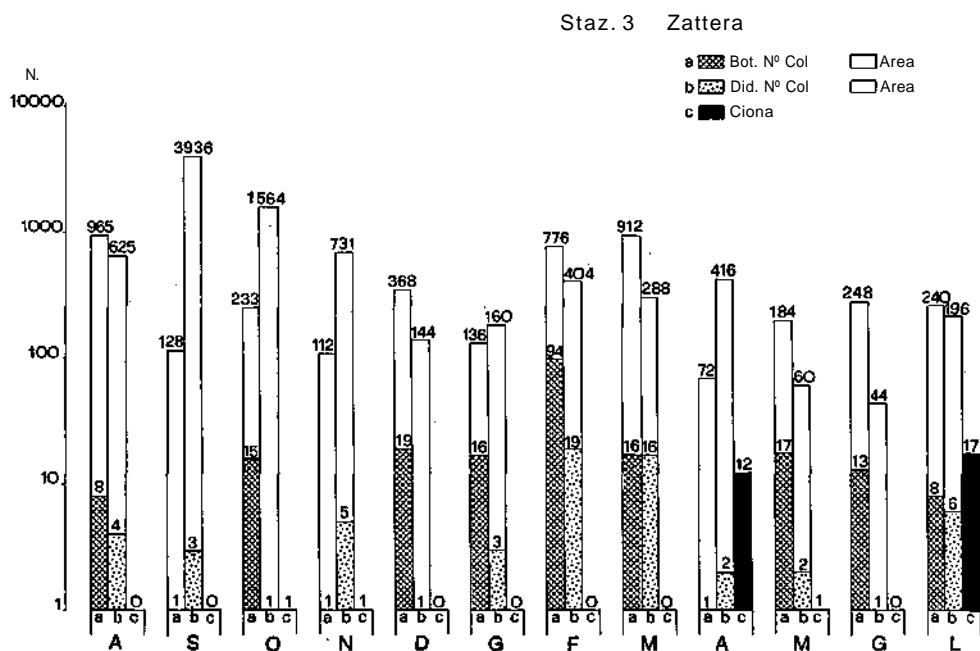


FIG. 2.

Sui pannelli mensili della stazione ENEL, non sono stati rinvenuti Ascidiacei, mentre su quelli dell'Italsider (staz. 6, Fig. 4) è avvenuto uno sporadico insediamento di Botrillidi e *Ciona* limitatamente al mese di giugno 1970.

Didemnidi e Botrillidi sono presenti in discreto numero e con colonie abbastanza ampie, sui pannelli mensili della stazione 7 (Fig. 4), posta nel Porto Petroli di Miltedo, mentre *Ciona* è piuttosto rara.

Tutte le osservazioni finora fatte sono riferite a pannelli mensili.

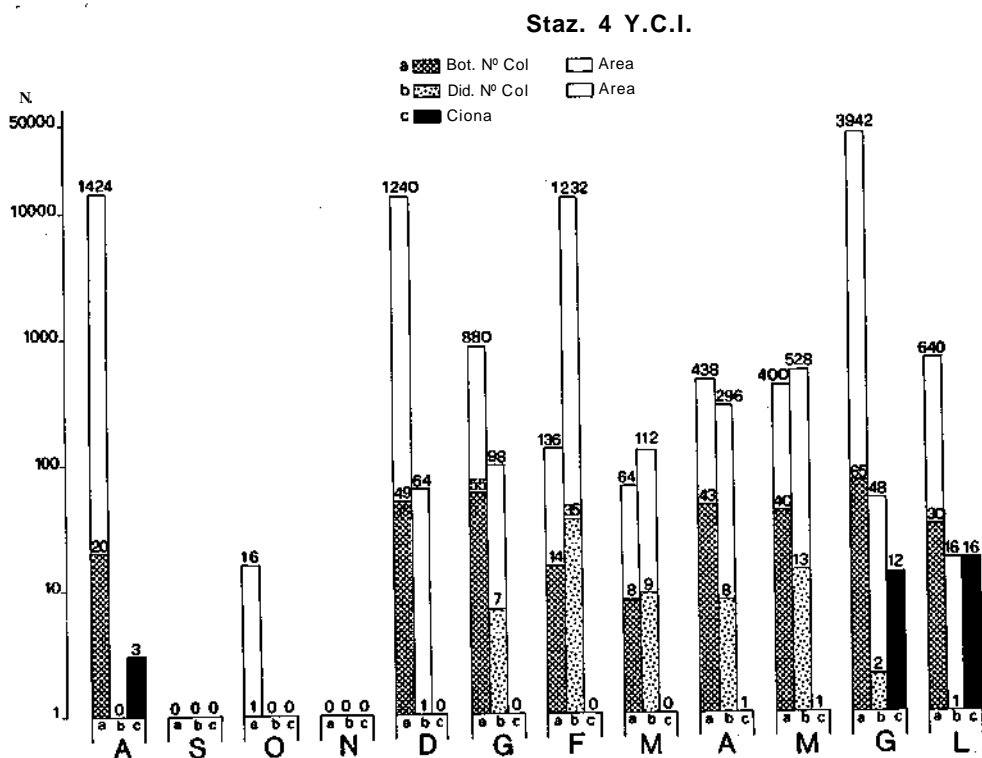


FIG. 3

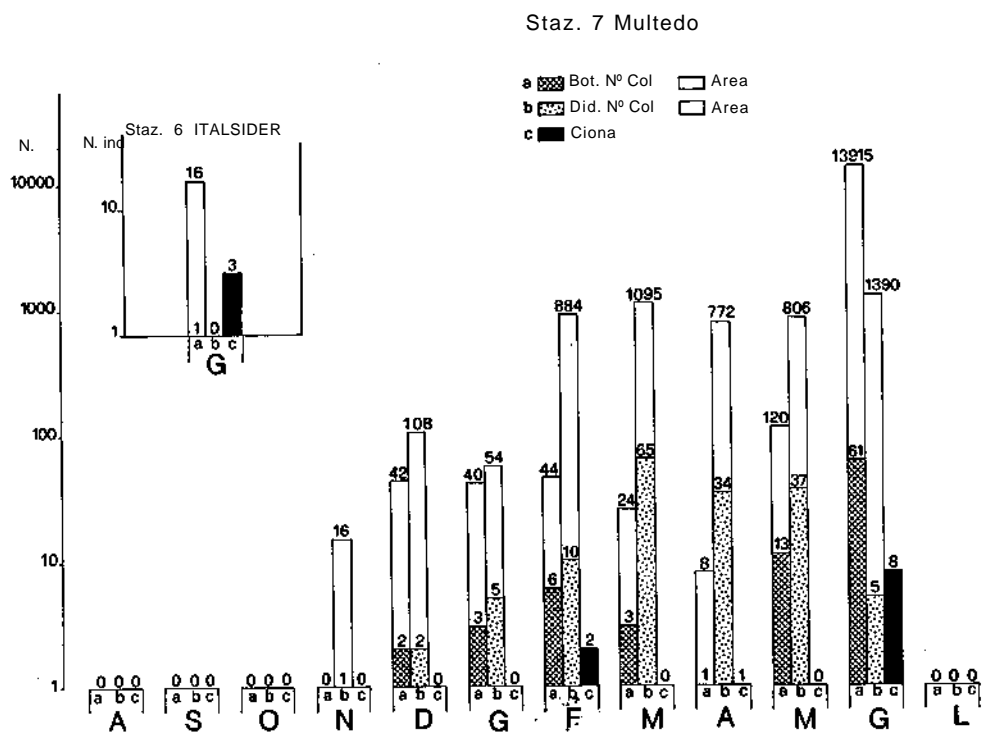


FIG. 4

ESAME COMPARATIVO DELLE STAZIONI

Nel gruppo di grafici che seguono (Figg. 5, 6, 7), viene riportato l'insediamento comparativo alle sette stazioni per ciascuna specie, considerando anche i pannelli immersi per quindici giorni e quelli per più mesi.

Nella Fig. 5, relativa ai Botrillidi, vengono riferiti per ogni stazione l'insediamento mensile e l'insediamento totale (ottenuto dalla somma dei valori trovati su tutti i pannelli di 15 gg., 1, 3, 6, 12 mesi). Dall'esame di questo primo grafico, si rileva l'assenza di Botrillidi in due stazioni: Spinola fortemente inquinata da scarichi urbani ed ENEL caratterizzata da acque turbolente e calde; nelle altre stazioni questi Tunicati sono abbondanti e raggiungono il massimo insediamento allo Y.C.I. (vedi Fig. 12). Anche i Didemnidi, particolarmente numerosi a Multedo (vedi Fig. 13) e alla Zattera, risultano assenti alle stazioni Spinola ed ENEL (Fig. 6).

BOTRILLIDI

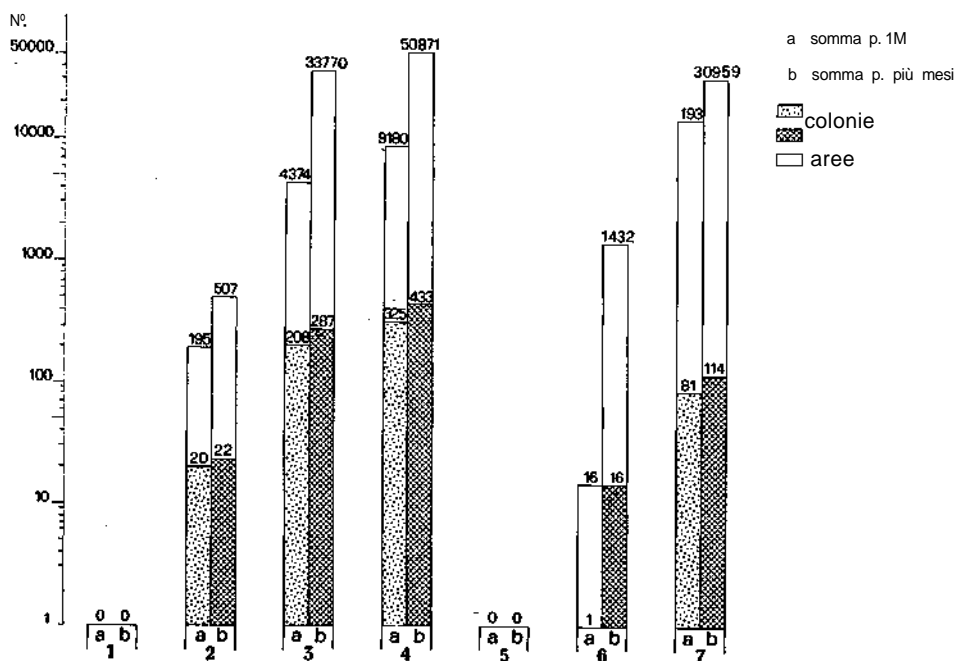


FIG. 5 Esame comparativo delle stazioni: BOTRILLIDI. La prima colonna (con cerchietti) rappresenta l'insediamento mensile, la seconda (con reticolo) l'insediamento totale cioè quello avvenuto oltre che sui pannelli mensili su quelli di 15 gg., 3, 6, 12 mesi. Ciascuna colonna è costituita, come il solito, da due parti: una riguardante il numero di colonie e l'altra l'area da esse occupata. I valori sono quelli medi. In ascisse sono riportate le stazioni rappresentate dai numeri d'ordine.

Nella Fig. 7 per ogni Ascidiaceo solitario la colonna è unica, ma divisa orizzontalmente in due zone: la parte inferiore riguarda i pannelli mensili, la parte superiore i pannelli di più mesi. I valori derivano dalla somma degli insediamenti delle due facce e non dalla media come nel caso dei Botrillidi e dei Didemnidi, in quanto la presenza di alcune specie è molto limitata. *Ciona intestinalis*, che si è rivelato l'Ascidiaceo a più ampia valenza ecologica nell'ambito

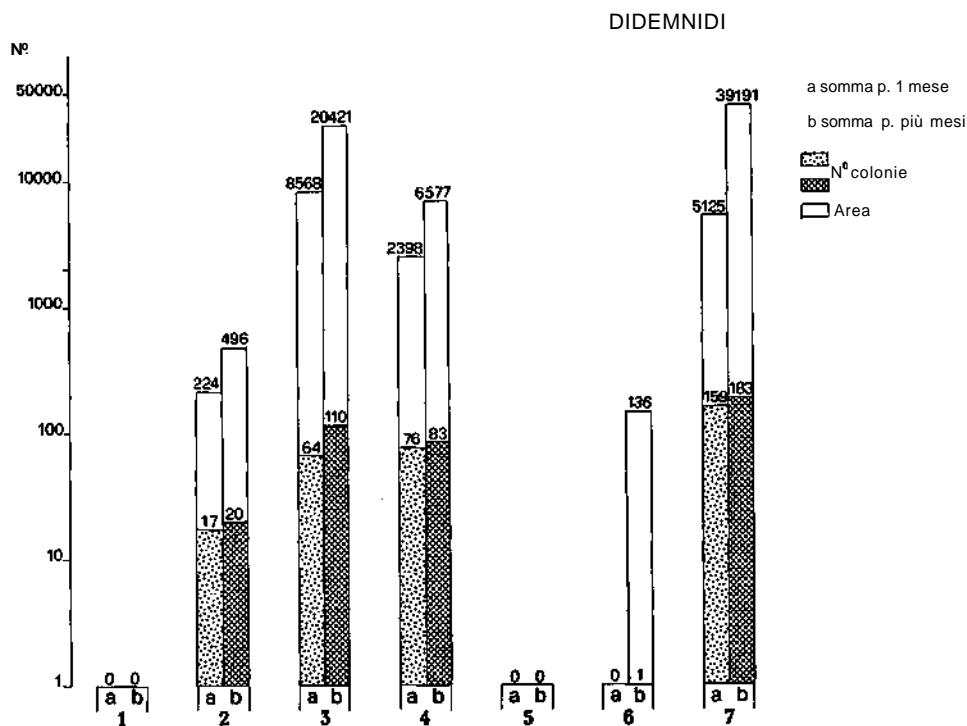


FIG. 6. Esame comparativo delle stazioni: DIDEMNIDI. Per il significato delle colonne vedi Fig. 5.

portuale, presenta il massimo di insediamento alle Chiatte (vedi Figg. 10 e 11), probabilmente a causa del particolare tipo di inquinamento della zona. In questa stazione infatti *Ciona* compare in quasi tutti i mesi dell'anno e in numero notevolmente maggiore rispetto ad ogni altra stazione.

Styela plicata è presente alle stazioni Y.C.I., alla Zattera e a Multedo, e lo stesso è stato trovato per *Styela partita* rinvenuta però anche all' ENEL.

Ascidella scabra si è insediata solo su pannelli posti alle Chiatte, Y.C.I. e a Multedo ed in quest'ultima località raggiunge il suo massimo insediamento.

DISTRIBUZIONE PERCENTUALE DELLE SPECIE

Per avere una idea più precisa della frequenza delle specie nelle varie stazioni, sono state calcolate le distribuzioni percentuali delle singole specie in ciascuna di esse, rispetto al totale degli individui appartenenti alla medesima specie e ritrovati in tutte e sette le stazioni.

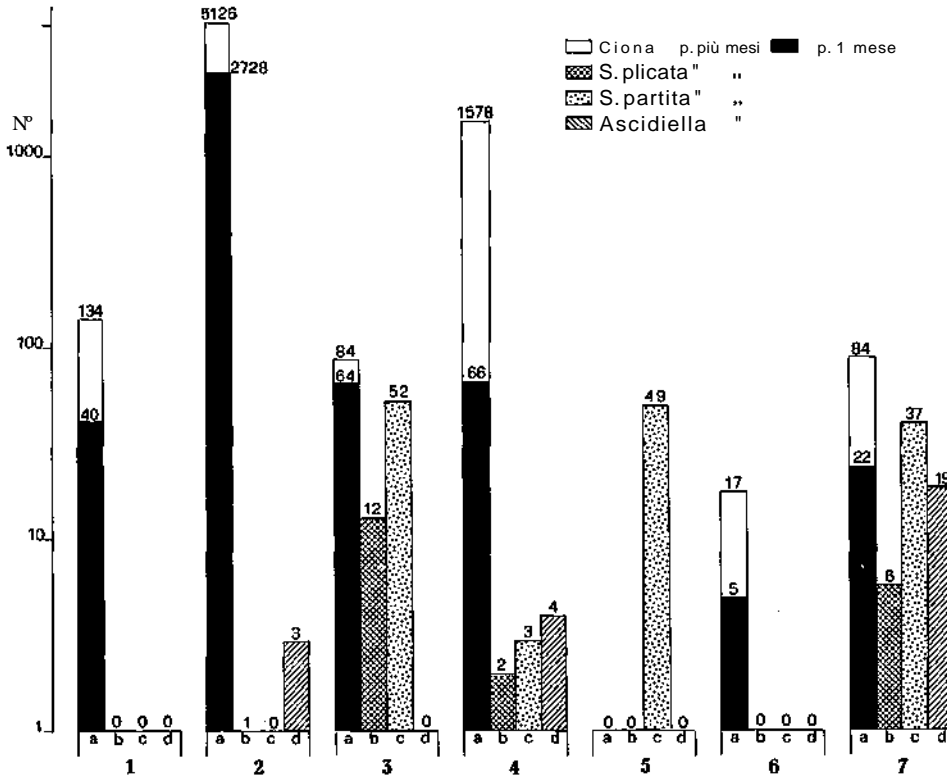


FIG. 7. Esame comparativo delle stazioni: ASCIDIACEI SOLITARI. Ogni colonna è divisa in due zone: una inferiore riguardante i pannelli mensili, una superiore relativa ai pannelli di più mesi. I valori derivano dalla somma dell'insediamento sulle due facce. Per il resto è valido quanto detto nella didascalia della Fig. 5.

La situazione che ne deriva è rappresentata nei grafici delle Figg. 8 e 9. Nel primo grafico le distribuzioni percentuali sono riferite ai valori mensili, riscontrati durante tutto l'anno di osservazione. Per *Ciona intestinalis* la percentuale massima è raggiunta alle Chiatte dove è stato raccolto il 93,27 % degli individui rinvenuti in tutte le stazioni.

Per i Botrillidi, calcolando le percentuali in relazione alle aree, si ottiene il valore massimo a Multedo, con il 50,80 %. Per i Didemnidi la percentuale massima, sempre riferita alle aree, è raggiunta alla Zattera con il 50,50 %.

Nel secondo grafico (Fig. 9), le percentuali vengono invece calcolate rispetto al valore somma dell'insediamento dei pannelli di 1, 3, 6, 12 mesi, non consi-

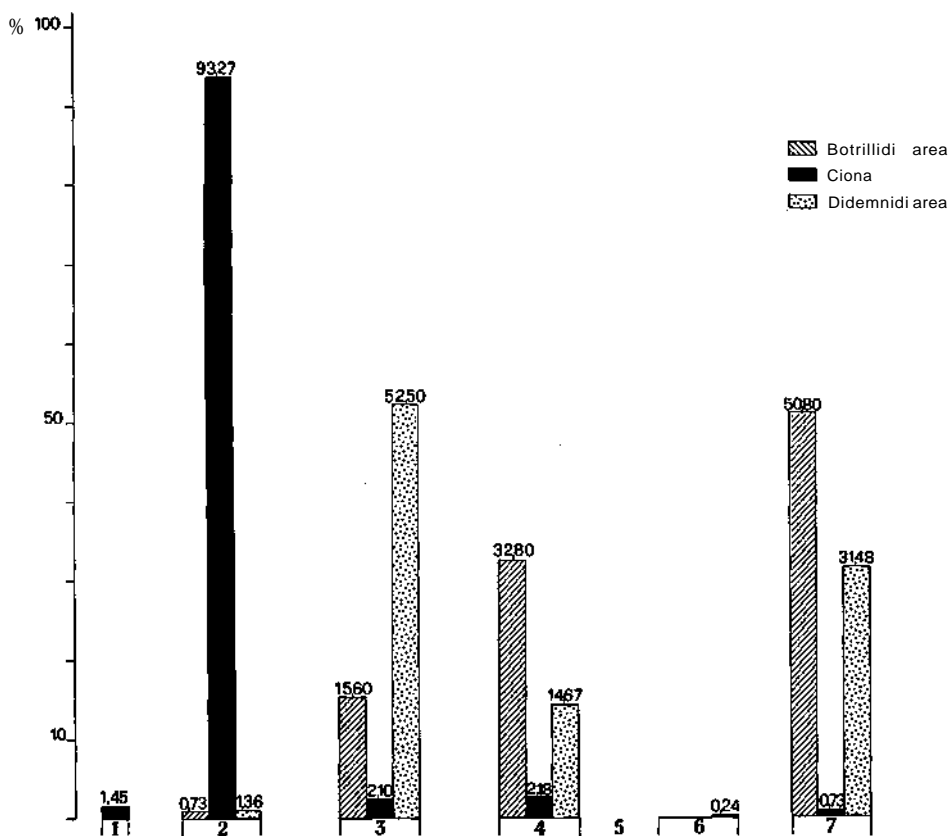


FIG. 8. Distribuzione percentuale degli Ascidieci riferite a valori mensili, nelle sette stazioni.

derando i pannelli di 15 gg. per poter più facilmente confrontare l'insediamento totale relativo ai pannelli di più mesi con quello mensile riportato nel grafico precedente al fine di valutare l'influenza del substrato già insediato sul successivo attacco degli Ascidieci.

Osserviamo che *Ciona* raggiunge la frequenza massima alle Chiatte con il 71,34 %, i Botrillidi allo Y.C.I. con 42,37 %, i Didemnidi a Multedo con 58,41 %, *Styela partita* e *Styela plicata* alla Zattera con, rispettivamente, 38,19% e 58,93 %, *Ascidella* a Multedo con 72,90 %.

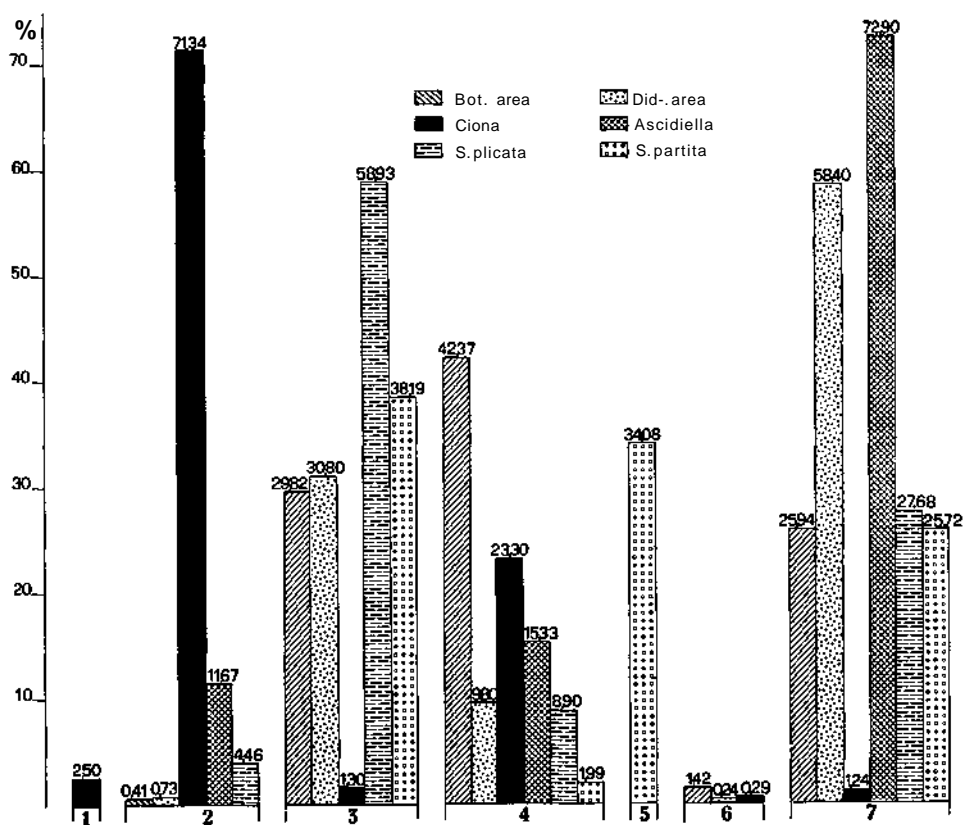


FIG. 9. Distribuzione percentuale degli Ascidiacei, riferite all'insediamento totale (vedi testo) nelle sette stazioni.

Si osserva quindi che, mentre per *Ciona* la nuova percentuale rimane massima alle Chiatte, per i Botrillidi e i Didemnidi, l'introduzione dei valori relativi all'insediamento di più mesi, provoca uno spostamento del massimo rispettivamente da Multedo allo Y.C.I. e dalla Zattera a Multedo.

Viene ulteriormente confermata l'importanza dei pannelli di più mesi, già ricoperti da organismi, per l'insediamento di *Styela plicata*, *Styela partita* e *Ascidella scabra*.

DIMENSIONI DI ALCUNE SPECIE

Per quanto riguarda le dimensioni (vedi Tab. 1) in un mese *Ciona* raggiunge il valore massimo alle Chiatte, con 8 cm di lunghezza, mentre, nelle altre stazioni, invece, le dimensioni massime restano sempre al di sotto del centimetro ad eccezione dello Y.C.I. e di Multedo dove *Ciona* raggiunge rispettivamente 4,8 e 3,2 cm di lunghezza.

TAB. 1 *Ciona intestinalis* (L.)

Lunghezza massima (in cm) di <i>Ciona intestinalis</i> su pannelli di:								
Stazione	1 mese	3 mesi				6 mesi		12 mesi
		ott.	genn.	apr.	lugl.	genn.	lugl.	genn.
Spinola	0,3 (aprile)	//	1,4	1,5	persa	//	persa	persa
Chiatte	8 (luglio)	6	4	4,2	10	6	10	11
Zattera	0,4 (luglio)	0,3	persa	4,7	//	//	//	//
Y.C.I.	4,8 (luglio)	//	0,5	4	7	1,8	18	12
Enel	//	//	//	//	//	//	//	//
Italsider	0,4 (giugno)	//	//	//	persa	//	0,9	0,4
Multedo	3,2 (giugno)	//	0,8	1	//	//	7	6

Anche su pannelli di tre mesi la dimensione massima è raggiunta in località Chiatte, a luglio con individui lunghi 10 cm. Invece sui pannelli di sei mesi la massima dimensione si ha alla stazione Y.C.I., sul cui pannello estivo *Ciona* raggiunge i 18 cm di lunghezza e lo stesso accade con il pannello di dodici mesi, dove però la lunghezza massima è di soli 12 cm.

I Didemnidi raggiungono (Tab. 2) il massimo sviluppo della colonia, nell'ambito di un mese, alla Zattera e su pannelli di tre e sei mesi a Multedo.

I Botrillidi (Tab. 3) presentano il massimo accrescimento relativo a pannelli mensili e trimestrali alla stazione di Multedo, mentre sui pannelli di sei mesi la più grande colonia è stata trovata alla Zattera.

TAB. 2 *Diplosoma gelatinosum* (MILNE EDWARDS)

Area massima (mm ²) occupata da una colonia su pannelli di:								
Stazione	1 mese	3 mesi				6 mesi		12 mesi
		ott.	genn.	apr.	lugl.	genn.	lugl.	genn.
Spinola	//	//	//	//	//	//	//	//
Chiatte	32 (marzo)	//	//	80	//	//	//	//
Zattera	3.200 (sett.)	//	persa	7.000	//	//	//	//
Y.C.I.	628 (febb.)	//	608	2.350	//	//	//	//
Enel	//	//	//	//	//	//	//	//
Italsider	//	//	//	//	//	//	272	//
Multedo	470 (giugno)	224	21.600	1.900	//	7.800	//	//

TAB. 3 *Botrillidi* [*Botryllus schlosseri* (PALLAS) + *Botrylloides leachi* (SAVIGNY)]

Area massima (mm ²) occupata da una colonia su pannelli di:								
Stazione	1 mese	3 mesi				6 mesi		12 mesi
		ott.	genn.	apr.	lugl.	genn.	lugl.	genn.
Spinola	//	//	//	//	//	//	//	//
Chiatte	40 (aprile)	//	//	176	//	//	//	//
Zattera	370 (agosto)	368	persa	4.000	320	3.400	192	48
Y.C.I.	636 (giugno)	64	2.640	2.900	64	2.000	256	//
Enel	//	//	//	//	//	//	//	//
Italsider	16 (maggio)	//	persa	//	368	persa	384	1.392
Multedo	2.050 (giugno)	64	208	6.800	//	112	112	//

CONSIDERAZIONI E CONCLUSIONI

Da quanto detto risulta che ognuna delle sette stazioni, caratterizzabile idrologicamente, ha una propria popolazione di Idroidi e di Ascidiacei, in base alle osservazioni condotte con i pannelli.

Nella Tabella 4, sono riportati, per ogni stazione, alcuni dei parametri chimico-fisici ritenuti più significativi ai nostri fini, e nella Tabella 5 la distribuzione degli Ascidiacei e degli Idroidi.

Tutte le considerazioni che seguiranno sono valide limitatamente alle osservazioni fatte sui pannelli e al periodo di studio, a meno che non venga espressamente riportato anche l'esame di materiale prelevato da altri substrati.

SPINOLA. In questa stazione *Clytia johnstoni* non compare in alcun mese mentre *Tubularia mesembryanthemum* è stata trovata una sola volta, anche se di dimensioni modestissime, su un pannello di tre mesi ad aprile; non sono stati rinvenuti altri Idroidi. I Tunicati sono assenti ad eccezione di *Ciona intestinalis* che compare per brevissimi periodi e con pochi e piccoli individui. La condizione di massimo inquinamento, alto contenuto di ammoniaca, bassa salinità, basso contenuto di ossigeno che a volte scende addirittura a zero, molti nitriti, consentono evidentemente, la presenza della sola *Ciona*, specie che si è rivelata di grande resistenza nell'ambito portuale. Pur tuttavia, nella zona, questo organismo non ha superato mai i 15 mm di lunghezza anche su pannelli di più mesi. C'è da osservare ancora che alla stazione Spinola è stata ritrovata la più alta concentrazione di tensioattivi rispetto a tutte le altre stazioni: 0,84 ppm. valore che è indice di acque molto inquinate secondo MAJORI e coll. (1968).

CHIATTE. Anche alla stazione Chiatte *Clytia johnstoni* è assente, *Tubularia mesembryanthemum* limita la sua presenza al periodo estivo mentre compaiono alcune forme del genere *Obelia*. Per quanto riguarda i Tunicati, la stazione è caratterizzata dalla presenza di una specie: *Ciona intestinalis* (vedi Figg. 10 e 11), che qui si insedia quasi tutto l'anno, è presente con un numero di individui molto più alto rispetto a quello di qualsiasi altra stazione e raggiunge la massima lunghezza riscontrata nel Porto di Genova in un solo mese: 8 cm. Le altre specie sono invece scarse e di piccole dimensioni: i Botrillidi compaiono in pochissimi mesi dell'anno con un numero di colonie molto basso e di piccola area. Anche i Didemnidi sono rari e presenti solo in brevi periodi (febbraio-marzo, aprile) rimanendo di dimensioni limitate; gli altri Ascidiacei solitari sono rarissimi: *Styela plicata* non compare, *Styela partita* è stata trovata una sola volta con un individuo e *Ascidella scabra* una sola volta con tre individui. Si assiste quindi all'« esplosione » di una specie che prevale su ogni altra forma, probabilmente in relazione con l'eutrofia di queste acque dove si riscontra un probabilmente in relazione con l'eutrofia di queste acque dove si riscontra un

TAB. 4 Valori minimi e massimi riscontrati durante l'anno 1969-1970; tra parentesi la media delle 24 misure quindicinali

Stazioni	^{1°} min. max. med.	S‰	O ₂ cc/l	N-NH ₄ ⁺ µg/l	N-NO ₂ ⁻ µg/l	N-NO ₃ ⁻ µg/l	P-PO ₄ ³⁻ µg/l	Fe µg/l	Deterg. ppm max
Spinola	11,5 23,5 (17,24)	33 37,5 (35,98)	0 4,21 (2,00)	95-1500	11,6 64,9 (28,78)	35,5 321 (116,29)	58 313 (179,88)	106 753 (310,5)	0,84
Chiatte	11,6 23,6 (17,9)	33,8 37,7 (36,5)	1,6 4,4 (2,9)	83- 800	9,3 65,3 (25,55)	26 247 (97,18)	9,3 283 (122,8)	62 520 (206)	0,56
Zattera	11,9 25,9 (18,15)	36,4 37,7 (37,18)	3,8 6,3 (4,75)	0- 400	3,2 22,4 (12,53)	14 149 (75,62)	28,5 88,6 (57,44)	95 615 (226)	0,28
Y.C.I.	11,7 26 (18,06)	35,6 37,6 (36,73)	3 6,4 (4,45)	0- 300	4,6 27,5 (14,32)	42 345 (120,04)	17 144 (73,68)	60 432 (207)	0,28
Enel	20 31 (25,34)	36,4 38 (37,46)	3,7 5,6 (4,63)	0- 325	4 18 (10,03)	3 446 (84,28)	17 75 (45,93)	86 624 (226)	0,28
Italsider	12 25 (18,56)	28,8 37,8 (36,36)	2,8 5,9 (4,44)	81-1500	5 38 (15,76)	27 353 (100,82)	16 134 (42,17)	112 7698 (873)	0,28
Multedo	11 26,9 (18,39)	35 37,8 (36,94)	2,9 8,1 (4,91)	0- 370	3,7 23,8 (14,09)	12 293 (76,69)	19,2 119 (46,13)	99 500 (270)	0,56

TAB. 5 *Distribuzione degli Idroidi e degli Ascidiacei nelle sette stazioni studiate*

— assente, + rarissimo, ++ raro, +++ mediamente abbondante, + +++ abbondante.

Stazione	<i>Clytia johnstoni</i>	<i>Tubularia mesembryan- themum</i>	Altri Idroidi	<i>Botrillidi</i>	<i>Diplosoma gelatinosum</i>	<i>Ciona intestinalis</i>	<i>Styela plicata</i>	<i>Styela partita</i>	<i>Ascidieella scabra</i>
Spinola	—	+	—	—	—	+	—	—	—
Chiatte	—	+++	+	++	++	++++	+	—	+
Zattera	++++	++++	+++	++++	++++	++	++	++	—
Y.C.I.	+++	—	++	++++	+++	+++	+	+	+
Enel	+	++	+	—	—	—	—	++	—
Italsider	+	+	—	++	+	++	—	—	—
Multedo	+	+++	+	+++	+++	++	+	++	++

basso contenuto di ossigeno e un elevato contenuto di ammoniaca, nitriti e fosfati.

La zona risente degli scarichi urbani, confluenti nel vecchio Porto, che qui risultano però più diluiti rispetto allo Spinola, come documentano i dati riportati nella Tabella 4, in particolare per i tensioattivi, il cui massimo valore, riscontrato alle Chiatte è di 0,56 ppm. contro 0,84 ppm. dello Spinola.

ZATTERA. Questa stazione in tutti i nostri lavori viene considerata come zona di controllo, sia perché oggetto di studio da diversi anni, sia perché le condi-

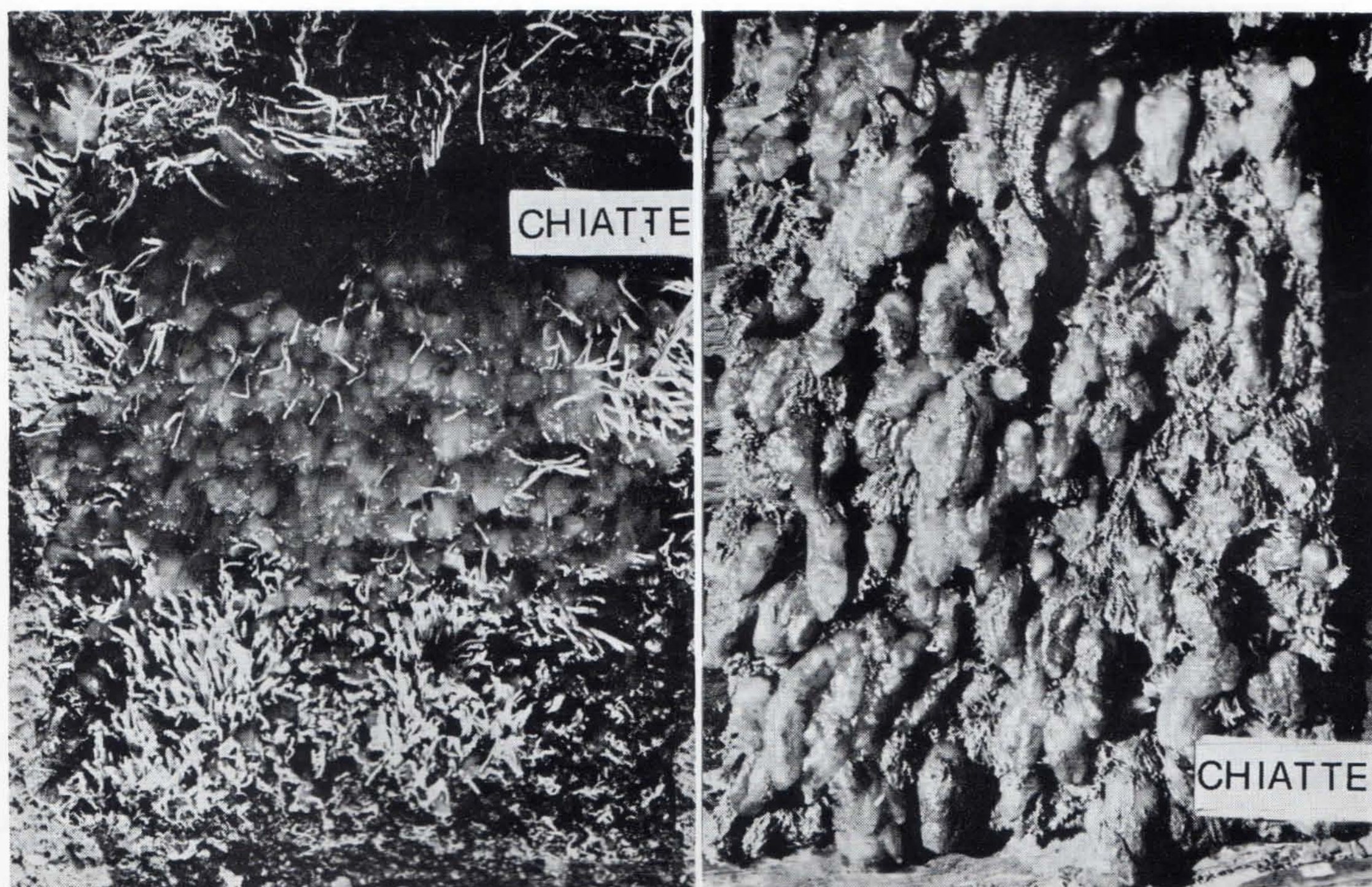


FIG. 10. Pannello immerso per un solo mese alla stazione Chiatte e ricoperto da una densa popolazione di *Ciona intestinalis* i cui individui arrivano fino a 8 cm di lunghezza.

FIG. 11. Aspetto di un pannello della stazione Chiatte dopo nove mesi di immersione. *Ciona intestinalis* risulta molto abbondante.

zioni ambientali risultano nel complesso migliori rispetto ad altri punti del porto. Vi si riscontrano infatti valori elevati di ossigeno, basso contenuto di ammoniaca, pochi nitriti, bassi valori di detergenti che risultano assenti per ben 21 determinazioni su 24 prelievi (vedi MOR, SESSI e RELINI, 1971). L'insediamento è vario ed abbondante: tra gli Idroidi sono presenti quasi tutto l'anno *Clytia* e *Tubularia* quest'ultima particolarmente abbondante da febbraio a maggio mentre altri Idroidi come *Obelia dichotoma*, *Obelia geniculata*, ed *Eudendrium* sp. compaiono solo saltuariamente. Sono presenti poi, tutti gli Ascidiacei elencati nella presente nota ad eccezione di *Ascidella* che non è mai comparsa su pannelli di questa serie di osservazioni ma è stata da noi rinvenuta

più volte su altri substrati della zona ed in particolare su pannelli immersi a maggiori profondità. I Botrillidi e i Didemnidi sono presenti quasi tutto l'anno, *Ciona* sporadicamente, forse perché più sciafila. Su pannelli di più mesi compaiono sia *Styela partita* che *Styela plicata* ed entrambe raggiungono in questa stazione la loro massima frequenza.

Y.C.I. In questa stazione *Clytia* è presente in maniera discontinua, mentre non compare *Tubularia*. Tra le altre forme sono presenti *Obelia dichotoma* ed *Eudendrium*.

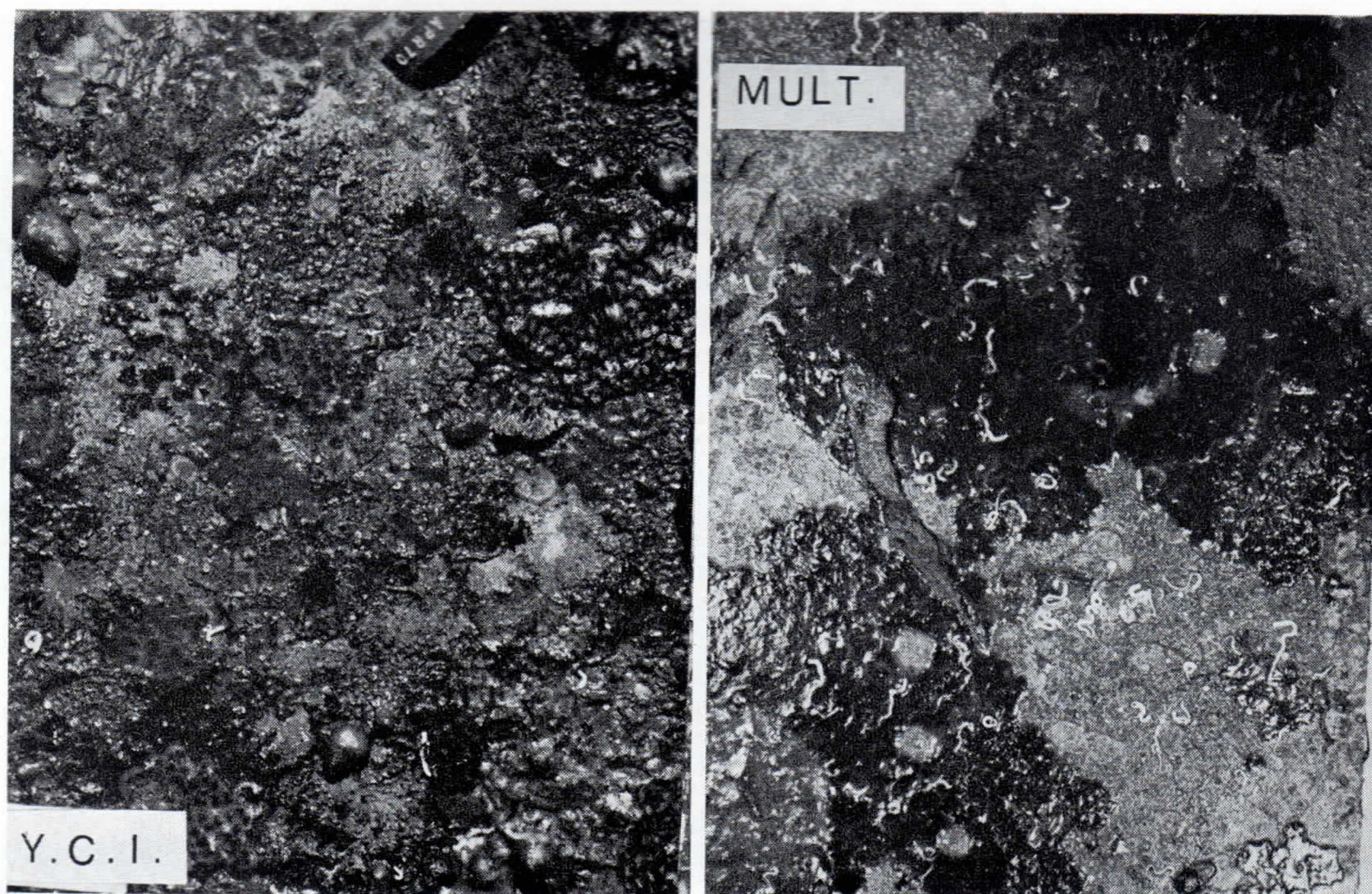


FIG. 12. Ascidiacei ed in particolare Botrillidi su un pannello prelevato ad aprile, dopo tre mesi di immersione, alla stazione Y.C.I.

FIG. 13. Pannello immerso per tre mesi alla stazione Multedo e prelevato nel gennaio 1970. Da notare le grandi colonie di Didemnidi.

Anche qui sono stati trovati tutti e sette gli Ascidiacei tra i quali i Botrillidi (vedi Fig. 12) raggiungono il loro massimo sviluppo, almeno nell'ambito dell'anno di esperienza. Le condizioni chimico-fisiche non sono molto diverse da quelle della Zattera, anche se vi è più alto contenuto di nitrati e fosfati e le acque sono più basse e generalmente più torbide.

ENEL. Per quanto riguarda gli Idroidi in questa stazione sia *Clytia* che *Tubularia* compaiono in pochi mesi e con pochi individui. L'alta temperatura e la continua turbolenza delle acque potrebbero essere responsabili della assenza di tutti gli Ascidiacei dai pannelli di questa stazione ad eccezione, inspiegabilmente, di *Styela partita*.

Tuttavia dall'esame del fouling attaccato al molo, a 5 m di profondità, è risultata presente anche qualche *Styela plicata*.

ITALSIDER. In questa stazione, in cui le acque sono quasi sempre rosse per l'alto contenuto in ferro che può arrivare fino a 7698 µg/l contro i 615 µg/l della Zattera, si riscontra un elevato tenore in ammoniaca e notevoli variazioni della salinità per vari apporti di acque dolci (infatti qui si raggiunge il minimo di salinità rispetto a tutte le stazioni e cioè 28,8 %). In questo ambiente gli Idroidi sono stati trovati solo su un pannello mensile a giugno (*Clytia*) e su uno di quindici giorni a luglio (*Tubularia*). Non sono stati osservati altri Idroidi.

La presenza di Ascidiacei è limitata: Botrillidi, Didemnidi e *Ciona* compaiono in due soli mesi con un esiguo numero di individui.

MULTEDO. Gli Idroidi di questa stazione sono *Tubularia* che è presente nel periodo da aprile a giugno e nel mese di novembre e *Clytia* che compare una sola volta. Sono presenti tutti gli Ascidiacei e tra questi i Didemnidi (vedi Fig. 13) e *Ascidella* raggiungono qui il massimo sviluppo. Non è facile dare una caratterizzazione chimico-fisica delle località, poiché in base ai rilievi effettuati, le condizioni ambientali non sono molto diverse da quelle della Zattera. Solo i tensioattivi sono stati rinvenuti in maggiore quantità. Occorre sottolineare però che nella zona sono presenti idrocarburi ed emulganti le cui determinazioni risultano spesso problematiche per la difficoltà di campionamento. Nella zona di marea tutte le strutture sono ricoperte di un ampio strato di nafta che impedisce la vita di qualsiasi forma macroscopica.

Durante l'ispezione di metà giugno, sui pannelli di sei e dodici mesi sono stati trovati alcuni individui di *Clavelina lepadiformis* (MÜLLER), scomparsi prima del prelievo finale di luglio.

Dagli esami finora condotti risulta che le sette stazioni presentano una popolazione di Idroidi e di Ascidiacei, diversa sia qualitativamente che quantitativamente e, pur essendo queste stazioni abbastanza ben caratterizzate dai parametri chimico-fisici, altre ricerche sono necessarie per analizzare e conoscere meglio il significato delle relazioni esistenti tra le popolazioni di animali sessili e le condizioni abiotiche dell'ambiente. In particolare è necessario poter discernere quelle che sono le fluttuazioni naturali o casuali delle popolazioni dalle variazioni dovute all'intervento di sostanze inquinanti. A un tale tipo di quesito non è certo possibile rispondere in base a ricerche durate un solo anno e che avevano lo scopo di fornire dati preliminari per la caratterizzazione degli ambienti esaminati.

RINGRAZIAMENTI

Gli AA. sono profondamente grati alla Professoressa LUCIA ROSSI dell'Istituto di Zoologia di Torino per gli utili consigli e per il valido aiuto nell'identificazione degli Idroidi.

Gli AA. sono particolarmente riconoscenti al Consorzio Autonomo del Porto di Genova ed in particolare al Capitano SILVESTRI per avere messo a disposizione le motobarche utilizzate durante i prelievi e le osservazioni.

BIBLIOGRAFIA

- CAPOCACCIA L., 1964: Gli Ascidiacei del Golfo di Genova. *Ann. Mus. St. Nat. Genova* 75, 1-12.
- GERACI S. e G. RELINI, 1970: Fouling di zone inquinate. Osservazioni nel Porto di Genova: I Briozoi. *Atti del III Congresso di Biologia Marina. Napoli, 1971. Pubbl. Staz. Zool. Napoli* 38, suppl. 2, 21-32.
- MAJORI L., G. RAUSA, M. L. MORELLI e L. DIANA, 1968: Inquinamento delle acque del mare nell'alto Adriatico. II. Ricerche chimiche. *Arch. Oceanogr. Limnol.* 15 (suppl.), 125-134.
- MILLAR R. H., 1971: The Biology of Ascidians. *Adv. mar. Biol.* 9, 1-100.
- MOR E., E. SESSI e G. RELINI, 1970: Fouling di zone inquinate: Osservazioni nel Porto di Genova: Caratteristiche ambientali e metodi di studio. *Atti del III Congresso di Biologia Marina. Napoli, 1971, Pubbl. Staz. Zool. Napoli* 38, suppl. 2, 55-91.
- NAUMOV D. V., 1969: Hydroides and Hydromedusae of the USSR. Keys No. 70 to the Fauna of the USSR. published by the Zoological Institute of the Academy of the USSR. Translated from Russian Israel Programm for Scientific Translation. Jerusalem 1969.
- RELINI G., 1964: Andamento stagionale degli organismi sessili del Porto di Genova. *Arch. Oceanogr. Limnol.* 13 (2), 281-296.
- , 1970: Comunità fouling ed inquinamento: osservazioni nel Porto di Genova. *Boll. Zool.* 37.
- RELINI G., G. DABINI-OLIVA e L. FERRETTI, 1970: Possibilit  d'étudier les effets de la pollution sur les organismes benthiques en employant des panneaux immergés. *Rev. Intern. Océanogr. Méd.* 17, 189-199.
- RELINI G. e S. GERACI, 1969: Comportamento di alcuni organismi del « fouling » in presenza di ABS. *Acqua e Aria* (maggio-giugno 1969) 5, 1-4.
- RELINI G. e D. RAVANO, 1971: Alcuni aspetti dell'ecologia dei Molluschi presenti nel fouling ligure. *Atti Soc. It. Sc. Nat. e Museo Civ. St. Nat. Milano* 112 (3), 301-315.
- RELINI G. e L. RELINI-ORSI, 1970: Fouling di zone inquinate: Osservazioni nel Porto di Genova: Cirripedi. *Atti del III Congresso di Biologia Marina. Napoli, 1971. Pubbl. Staz. Zool. Napoli* 38, suppl. 2, 125-144.
- Rossi G. G., G. BAZZICALUPO e G. RELINI, 1970: Fouling di zone inquinate: Osservazioni nel Porto di Genova: Alghe e Policheti sedentari. *Atti del III Congresso di Biologia Marina. Napoli, 1971. Pubbl. Staz. Zool. Napoli* 38, suppl. 2, 146-173.
- Rossi L., 1949-1950: Celenterati del Golfo di Rapallo (Riviera Ligure). *Boll. Ist. Mus. Zool. Univ. Torino* 2 (4), 149-235.
- , 1961: Idroidi viventi sulle scogliere del promontorio di Portofino (Golfo di Genova). *Ann. Mus. St. Nat. Genova* 72, 69-85.

Prof. G. RELINI, Dr.ssa M. MONTANARI, Reparto Biologia Marina del Laboratorio Corrosioni Marine dei Metalli del C.N.R., via Mercanzia, 4 - 16123 Genova, Italia.

Fouling di zone inquinate. Osservazioni nel Porto di Genova Caratteristiche ambientali e metodi di studio

di

EMANUELE MOR, ETTORE SESSI e GIULIO RELINI

(Dal Laboratorio per la Corrosione Marina dei Metalli del C.N.R. di Genova)

21 Figure

Summary. Seven stations in Genoa Harbour have been chosen for an evaluation of the correlation between hydrological parameters and distribution of fouling organisms, as a preliminary study to a programme of underwater testing of materials, paints and antifouling systems in different polluted conditions of the sea.

These seven stations, different in type and degree of the pollution, have been characterized by investigating the fouling organisms and the physical-chemical parameters (particularly: temperature, pH, dissolved Oxygen, Salinity, Nitrogen Ammonia, Nitrogen Nitrite, Nitrogen Nitrate, Phosphate, total iron, Anionic Surfactants).

At each station the following aspects of fouling were investigated: species, settlement period, growth rates and mortality.

The stations are characterised as follows: *Spinola* (st. 1) high nitrogen content (ammonia and nitrate) high turbidity, low dissolved Oxygen, fluctuation in pH and Salinity. Minimum of fouling settlement occurs: *Hydroides elegans*, *Ciona intestinalis*, *Balanus amphitrite*, are the principal animals but only Algae can resist more than one month.

Chiatte (st. 2) eutrophic waters but less than those of the first station. *Ciona intestinalis*, *Hydroides elegans*, *Bugula stolonifera* are the dominant organisms and settle throughout and differs from the other stations in this respect.

Zattera (st. 3). This is the control station with less pollution, and the richest in number of species but not as individuals.

Y.C.I. (st. 4). Similar to no. 3, but with a higher Nitrogen (Nitrate) content and shallower.

ENEL (st. 5). Zone with high turbulence and temperature of the waters (over 20°C throughout the year). Dominant organisms are *Ulva*, *Balanus amphitrite* and *Hydroides elegans*.

Italsider (st. 6). In front of the steel-works: high concentration of Iron and Nitrogen (Ammonia), but with the lowest salinity value (28,9 ‰).

Multedo (st. 7). Polluted by oil and surfactants. Absence of intertidal macro-organisms.

Riassunto. Quale premessa per lo studio delle alterazioni dei materiali e quello dei sistemi antifouling, in condizioni ambientali diverse, in sette stazioni del porto di Genova, disposte in un arco di circa sette chilometri, è stata eseguita un'indagine al fine di differenziare le varie zone per tipo e grado di inquinamento e stabilire una correlazione tra fouling e ambiente.

Le sette stazioni sono state caratterizzate sia dal punto di vista biologico mediante lo studio del fouling, sia dal punto di vista chimico-fisico mediante il rilevamento quindicinale di alcuni parametri. Particolarmente interessanti sono risultati: la temperatura, il pH, l'ossigeno disciolto, la salinità, l'azoto ammoniacale, nitroso e nitrico, i fosfati solubili, il ferro totale e i tensioattivi anionici.

Per i principali organismi del fouling sono stati determinati la distribuzione nell'ambito delle sette stazioni, i periodi di insediamento, l'accrescimento e la mortalità.

INTRODUZIONE

Sono ormai parecchi anni, invero dal 1956 (MOR, 1956), che questo Laboratorio si interessa allo studio delle alterazioni dei materiali nell'ambiente marino e più a quelle reciproche influenze tra fenomeno corrosivo ed organismi viventi che costituiscono un campo di indagine estremamente vasto ed ancora poco noto (MOR, 1963 a, b; MOR, 1964).

La corrosione dei metalli nell'acqua marina è dovuta soprattutto ad un processo elettrochimico in una soluzione salina ad alta conducibilità elettrica, influenzata, peraltro, da variazioni chimico-fisiche del mezzo, in particolare dall'ossigeno disciolto, e da altre modificazioni talora marcate, quali la temperatura, in zone soggette ad inquinamento.

A tali variazioni possono contribuire gli organismi che, a loro volta, sono condizionati dalle caratteristiche dell'ambiente e quindi anche dallo stato di inquinamento delle acque. In tale chiave ci è sembrato interessante condurre uno studio sistematico delle acque portuali di Genova, sia dal punto di vista chimico-fisico che biologico, quest'ultimo per il momento limitato agli organismi sessili, che sono quelli più condizionati dall'ambiente e come tali possono risultare validi indicatori dello stesso.

L'importanza delle strutture, la configurazione topografica rispetto alla città, la presenza di scarichi urbani, industriali in genere ed in particolare petroliferi, siderurgici e di una centrale termoelettrica raffreddata con acqua del porto, conferiscono alla zona portuale una varietà di condizioni ambientali di estremo interesse per le nostre ricerche.

Al fine di caratterizzare sia dal punto di vista chimico-fisico che biologico alcune di queste zone, quale premessa per lo studio dell'alterazione dei materiali in generale e della corrosione in particolare, e per una più approfondita ricerca sul fouling e sui metodi di prevenzione dello stesso, sono state scelte, dopo alcune indagini preliminari, sette stazioni.

La scelta è stata effettuata tenendo conto di:

- a) dati idrologici già noti, per controlli precedentemente effettuati;
- b) presunte caratteristiche di alterazione dell'ambiente;
- c) opportunità di ricercare zone caratterizzate da condizioni ambientali specifiche, nettamente differenziate dalle altre per uno o più parametri;
- d) possibilità di collocare le strutture porta provini per lo studio del fouling e della corrosione;
- e) accessibilità da parte del motoscafo durante tutto il periodo prestabilito per le operazioni, con la possibilità di completare i prelievi nelle ore anti-meridiane. Per questo motivo non venne presa in considerazione alcuna stazione di riferimento all'esterno del Porto. A tal fine venne scelta invece la nostra Stazione Idrologica in Testata Molo Cagni, denominata Zattera.

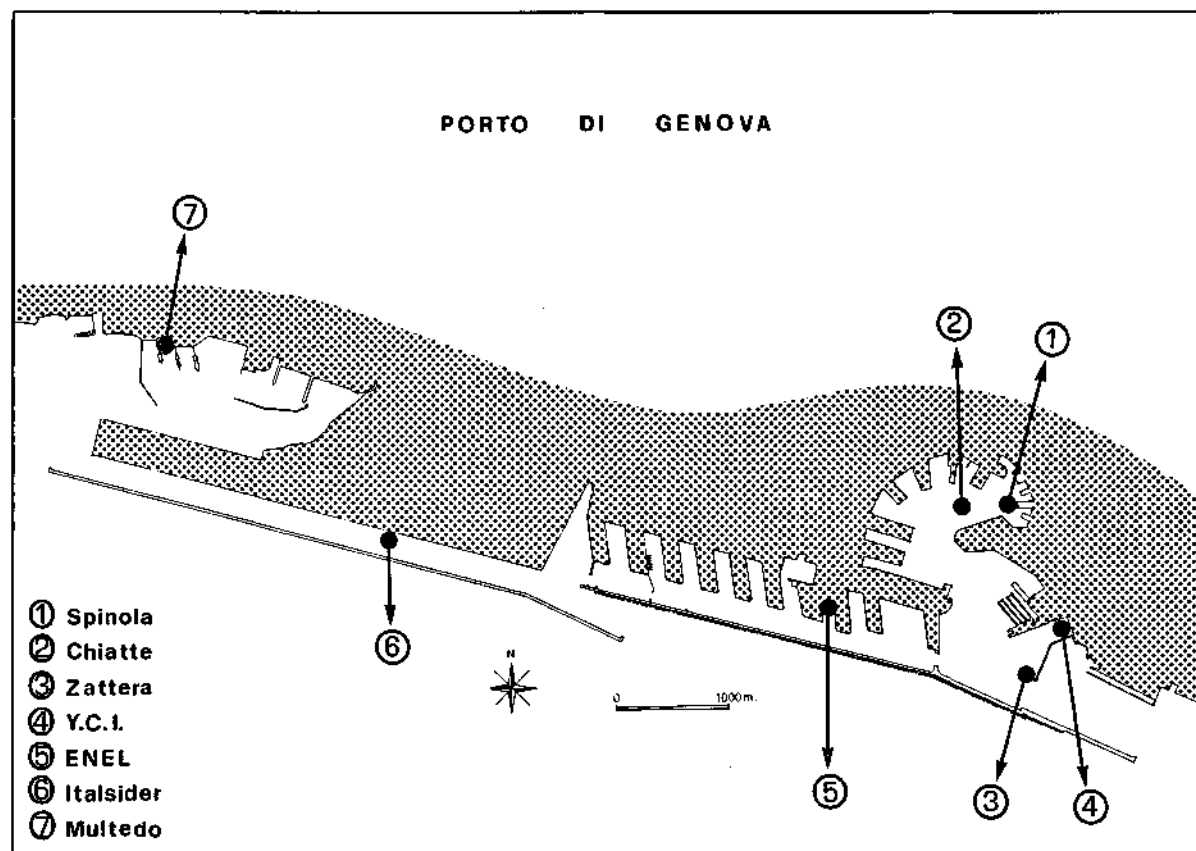


FIG. 1 Ubicazione delle sette stazioni.

STAZIONI DI STUDIO

Le stazioni di studio scelte sono indicate sulla cartina (Fig. 1) ed in particolare possono essere così descritte:

- 1) *Spinola* (Fig. 2) - trattasi di una stazione situata in uno dei punti più interni del vecchio porto, in testata Ponte Spinola lato Calata Porto Franco, e fortemente inquinata da scarichi urbani. Tale stazione era già sotto controllo da tempo (RELINI, DABINI-OLIVA, FERRETTI, 1969).

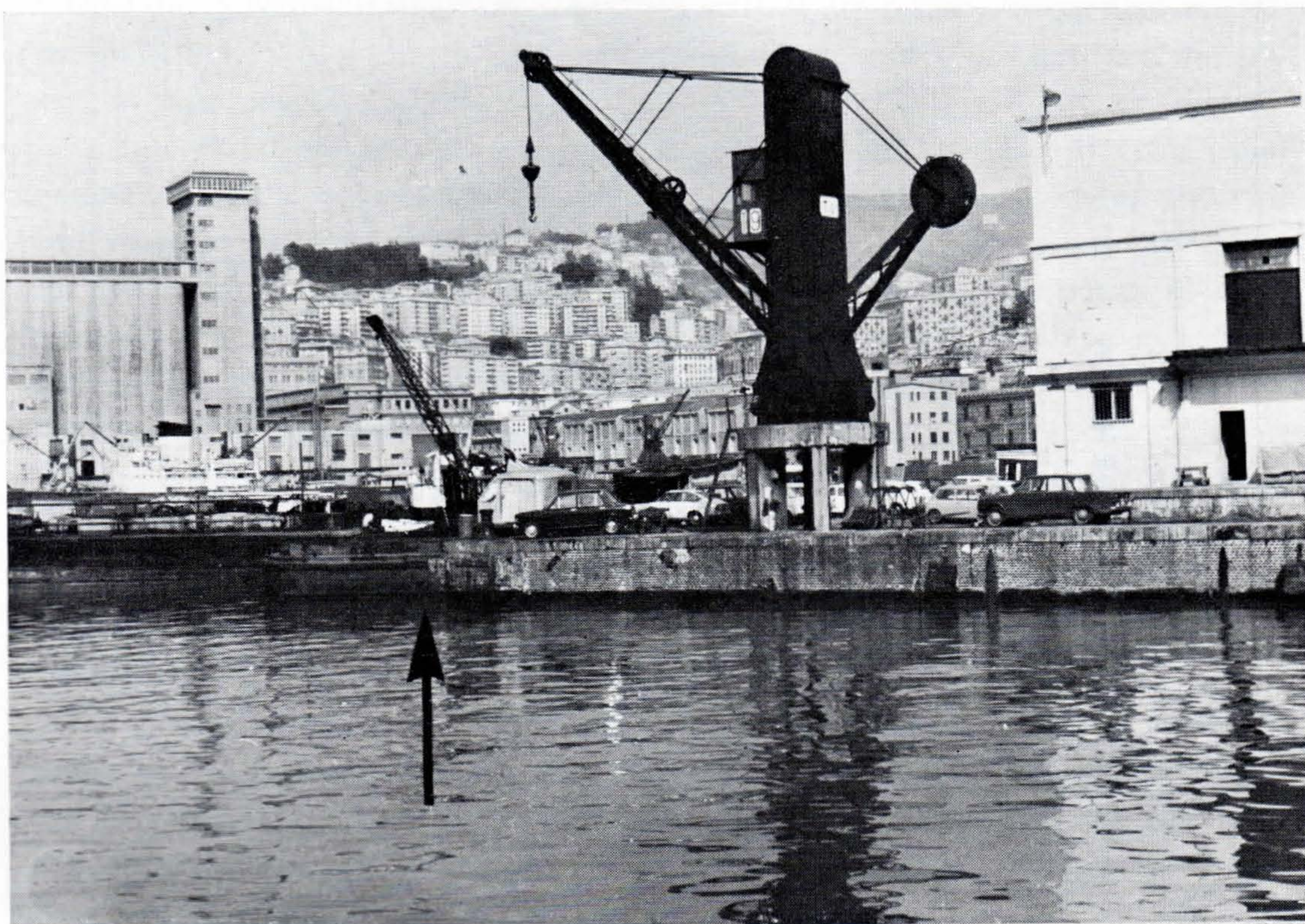


FIG. 2. Spinola: *Stazione 1* (la freccia indica il punto esatto dell'immersione dei pannelli).

- 2) *Chiatte* (Fig. 3) - tale stazione è situata presso l'ormeggio delle chiatte, ed è stata scelta per la particolare configurazione di tale specchio acqueo posto al centro del vecchio porto.
- 3) *Zattera* (Fig. 4) - la stazione, ubicata in Testata Molo Cagni, è quella scelta, come detto, di riferimento. In essa infatti sono sistemate tutte le attrezzature sperimentali, ivi comprese le zattere.

Tale stazione, sede di tutte le prove ed esperienze in mare, è sottoposta ad un controllo sistematico, sia biologico che chimico-fisico, controllo che, almeno per le variabili più significative, si protrae ormai da molti anni (MOR, 1961 a, b; 1963 a, b; O.C.D.E., 1966; DABINI-OLIVA, FERRARONE, FERRETTI, SESSI, 1972).

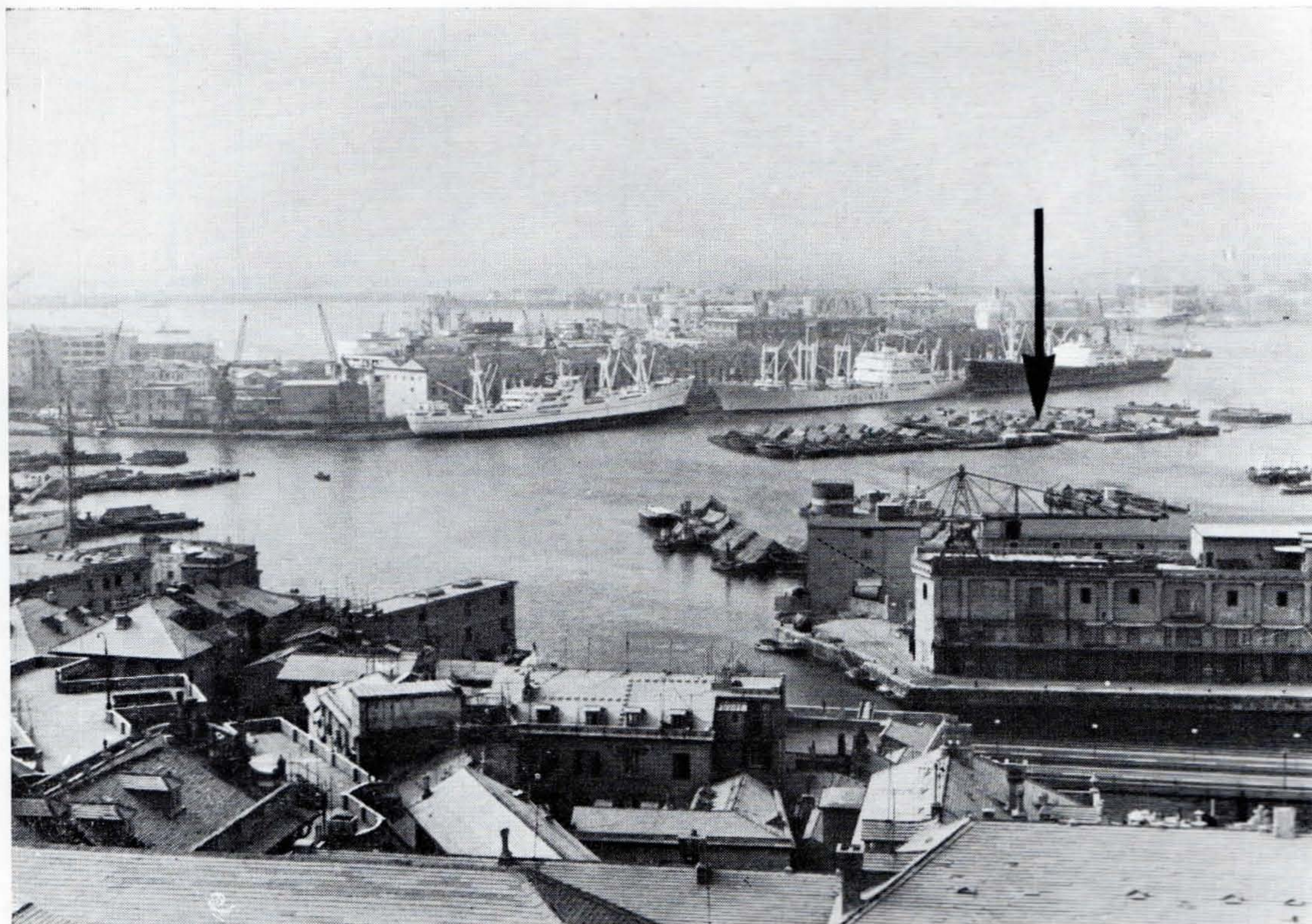


FIG. 3. Chiatte: Stazione 2.



FIG. 4. Zattera: Stazione 3.



FIG. 5. Y.C.I.: Stazione 4.

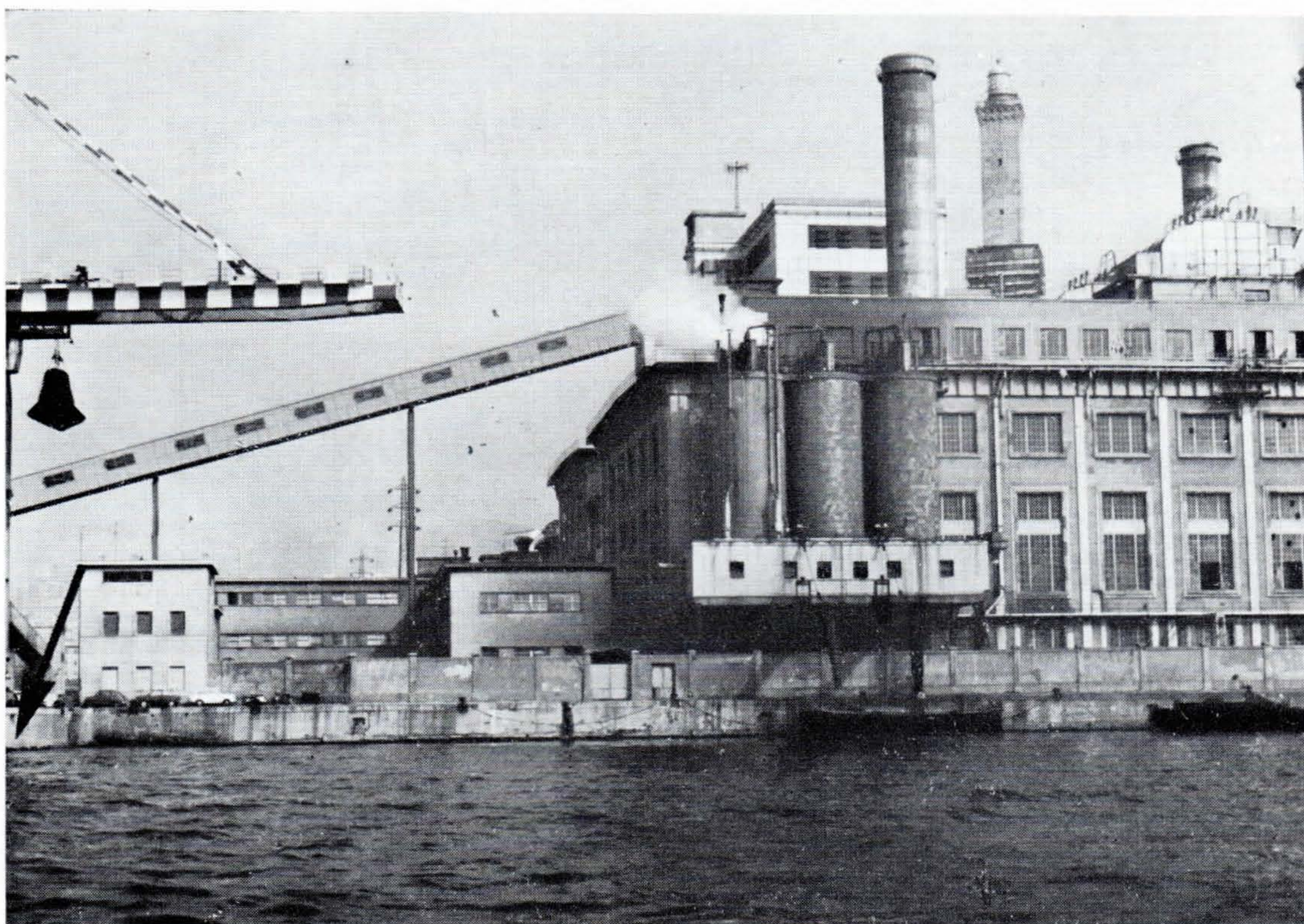


FIG. 6. ENEL: Stazione 5.



FIG. 7. Italsider: *Stazione 6.*

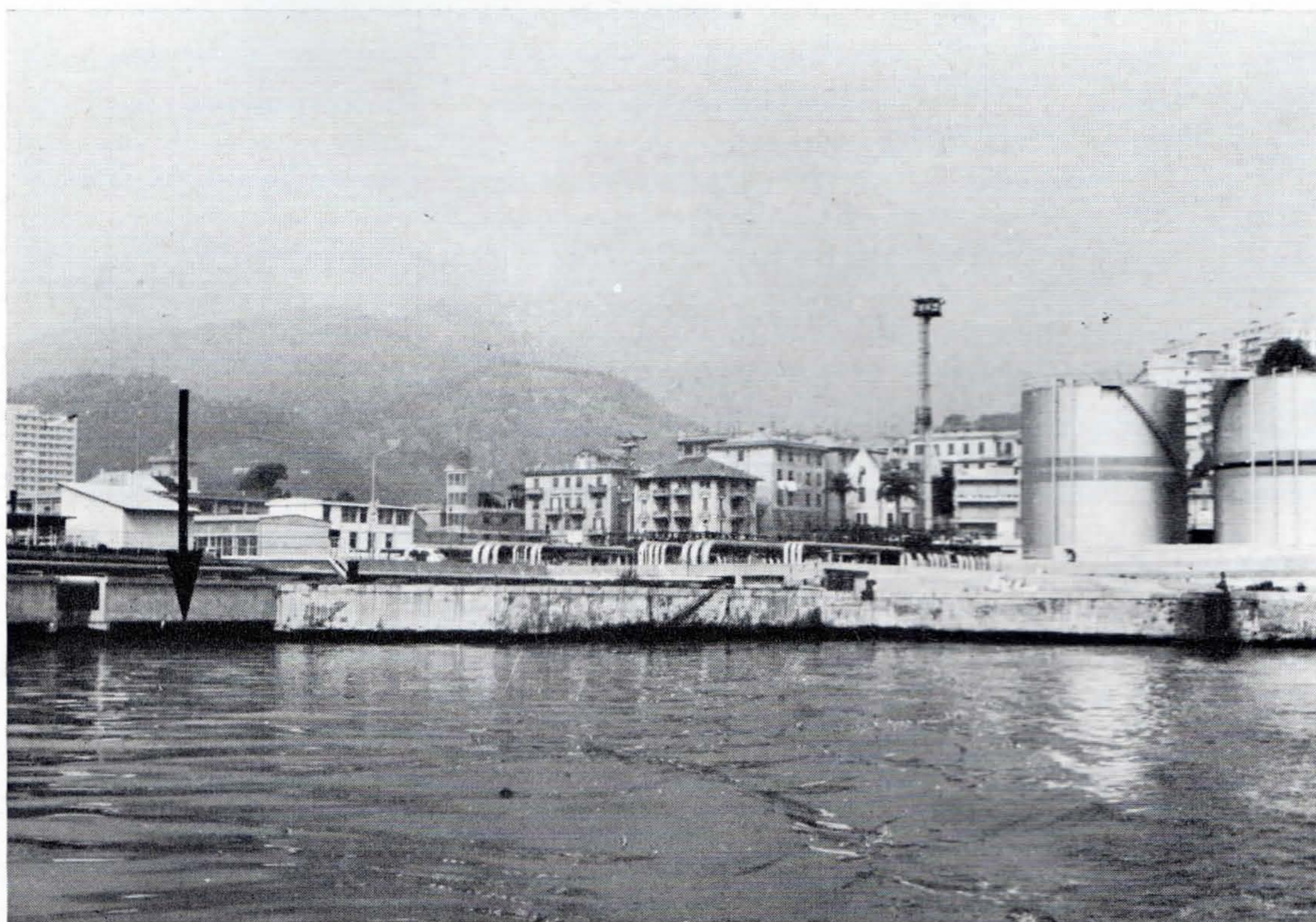


FIG. 8. Multedo: *Stazione 7.*

- 4) *Y.C.I.* (Fig. 5) - la stazione è sistemata a Calata Marconi, radice Molo Cagni. Anche questa era stata in precedenza oggetto di controlli sistematici (RELINI, 1966).
- 5) *ENEL* (Fig. 6) - tale stazione si trova alla Calata Concenter, presso lo scarico della centrale termoelettrica ENEL, ed è pertanto caratterizzata da turbolenza ed acque calde.
- 6) *Italsider* (Fig. 7) - la stazione si trova presso lo scarico dello stabilimento Italsider nel canale di calma, compreso tra lo stabilimento e la diga foranea. Essa è caratterizzata soprattutto da un elevato contenuto di scorie di materiale ferroso.
- 7) *Multedo* (Fig. 8) - la stazione è situata alla radice del Molo A del Porto Petroli di Multedo.

MATERIALI E METODI

In queste sette stazioni, oltre ai prelievi biologici, di cui diremo più avanti, sono stati rilevati quindicinalmente, dal luglio 1969 al luglio 1970, i seguenti parametri: condizioni del cielo, condizioni del mare, vento, torbidità, temperatura del mare, pH, ossigeno disciolto, ossigeno percentuale, riserva alcalina, conducibilità elettrica, Clorinità, salinità, azoto ammoniacale, azoto nitroso, azoto nitrico, fosfati solubili, calcio, magnesio, ferro, detergenti anionici.

Sia i prelievi di acqua marina mediante bottiglia a rovesciamento di NANSEN, sia le determinazioni in situ, venivano effettuate, per quanto possibile, sempre alla stessa ora, nello stesso punto e alla stessa profondità di m 1,5.

Le misure vennero eseguite con le apparecchiature e le metodiche qui di seguito illustrate.

Torbidità: veniva determinata con il disco del SECCHI bianco standard. La forte corrente causata dallo scarico della centrale termoelettrica ha impedito che tale determinazione potesse essere effettuata alla stazione 5.

Temperatura: veniva misurata con un termistore di precisione inserito nel salinometro ad induzione. Alla stazione 5 è stato necessario usare un termometro a mercurio, poiché la forte corrente impediva il funzionamento del salinometro.

pH: è stato misurato in situ con pHmetro a batteria Ludwig Seibold Type GKA.

Ossigeno disciolto: veniva determinato con il metodo di Winkler (DUSSART e FRANCIS-BOEUF, 1949).

Riserva alcalina: è stata determinata con il metodo elettrometrico (STRICKLAND e PARSONS, 1965).

Conducibilità elettrica: veniva misurata con il salinometro ad induzione sopradetto; tale grandezza insieme alla temperatura permette di ricavare direttamente il valore della salinità.

Clorinità: è stata determinata secondo STRICKLAND e PARSONS, 1965.

Salinità: veniva misurata direttamente con il salinometro sopradetto (Industrial Instruments mod. RS5-3), o ricavata dalla Clorinità mediante le tabelle di KNUDSEN.

Azoto ammoniacale: veniva ottenuto per nesslerizzazione dopo distillazione (STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 1966).

Azoto nitroso e nitrico: sono stati determinati secondo STRICKLAND e PARSONS, 1965.

Fosfati solubili: venivano determinati secondo ROBINSON e THOMPSON, 1948.

Calcio e magnesio: venivano determinati con assorbimento atomico.

Ferro totale: è stato determinato secondo SANDELL, 1965.

Detergenti anionici: venivano determinati con i metodi LONGWELL e MANIECE, 1955 e MOZHAHEV, LIN'KOV e KAPYRINA, 1969, quest'ultimo da noi messo a punto per acqua di mare.

In queste sette stazioni, dislocate in un arco di circa sette chilometri, sono stati studiati, dal luglio 1969 al luglio 1970, parallelamente ai rilievi chimico-fisici, gli organismi del fouling sia mediante immersione di pannelli sia mediante esame di materiale prelevato da substrati della zona.

I pannelli di cemento amianto autoclavato ed opportunamente lavati (di dimensioni $300 \times 200 \times 3$ mm) sono stati immersi verticalmente, a circa un metro di profondità, per uno, tre, sei e dodici mesi, (più alcuni pannelli quindicinali, limitati al periodo estivo, cioè a quello di più intenso insediamento).

In totale sono stati immersi per ogni stazione dodici pannelli mensili, quattro quindicinali, quattro trimestrali (prelevati ad ottobre, gennaio, aprile e luglio), due semestrali (prelevati a gennaio e luglio) ed uno annuale, prelevato alla fine delle esperienze.

Pertanto lo schema seguito è quello classico a quattro pannelli (Fig. 9).



FIG. 9. Gruppo di quattro pannelli che rimasero immersi rispettivamente, iniziando da sinistra, per 1, 3, 6 e 12 mesi. La foto è stata eseguita alla fine di dicembre alla stazione Chiatte. Il primo pannello quindi è rimasto immerso per tutto dicembre; il secondo, immerso durante novembre e dicembre, venne prelevato alla fine di gennaio. Il terzo ed il quarto, immersi dall'inizio dell'esperienza, cioè da luglio, vennero prelevati rispettivamente a gennaio e alla fine delle osservazioni.

ESAME DEI RISULTATI OTTENUTI

Tra i vari parametri determinati, alcuni sono stati considerati particolarmente significativi per eseguire un confronto delle condizioni nelle varie sta-

zioni e per evidenziarne alcune caratteristiche nettamente anomale. Su questi pertanto abbiamo soffermato la nostra attenzione.

Allo scopo, i valori presi in considerazione sono stati riuniti in Tabelle (dal n. 1 al n. 12) nelle quali sono riportati i dati relativi a ciascuna grandezza per ogni stazione e per tutti i prelievi.

Temperatura (Tabella n. 1)

In pratica tutte le stazioni, meno una, presentano situazioni analoghe. Le variazioni di temperatura sono abbastanza pronunciate in dipendenza della stagione, tale infatti è la caratteristica delle zone temperate.

Valori pressoché costanti intorno ai minimi si osservano nei mesi invernali; dopo marzo la temperatura sale bruscamente fino a raggiungere i massimi estivi e verso il mese di ottobre inizia una rapida discesa.

Temperature ovviamente più elevate si riscontrano nella stazione 5, con un aumento medio di 8° C circa, ad eccezione del prelievo del 12-8-69, in concomitanza della fermata dell'impianto.

Per mettere in evidenza questa particolare situazione si sono riportate in grafico le temperature della stazione 5 insieme a quelle della stazione 3 (Fig. 10).

pH (Tabella n. 2)

In un ambiente tamponato come l'acqua di mare, i valori del pH sono generalmente compresi tra 8,0 e 8,3. Causa di variazione è il fenomeno fotosintetico, intenso in primavera ed estate e negli strati superficiali, in quanto, come è noto, si determina uno spostamento dell'equilibrio del sistema carbonico con aumento del pH. Fenomeno analogo, ma in senso inverso, è provocato dal consumo di ossigeno, a causa di processi fermentativi e putrefattivi; infatti il pH, in quelle zone portuali dove si è accertata la presenza di scarichi urbani, scende a valori inferiori a 8 (Figg. 12, 13 e 14).

I dati riscontrati si mantengono nella normalità ad eccezione di sporadiche anomalie, con i prevedibili valori mediamente più bassi nella stazione 1.

Ossigeno disciolto e sua percentuale rispetto alla saturazione (Tabelle n. 3 e 4)

L'ossigeno disciolto presenta delle variazioni abbastanza pronunciate da stazione a stazione.

Stazione 1: caratterizzata sempre da valori molto bassi (in tutti i prelievi presenta sempre il valore minore) e soggetti a variazioni occasionali e disordinate. (Si è riscontrato un minimo di zero il 16-6-70 e un massimo di 4,21 cc/l il 30-6-70).

Stazione 2: i valori sono sempre relativamente bassi ma più alti e più costanti rispetto alla stazione 1. (minimo 1,62 cc/l il 16-9-69 e massimo 4,49 cc/l il 30-6-70).

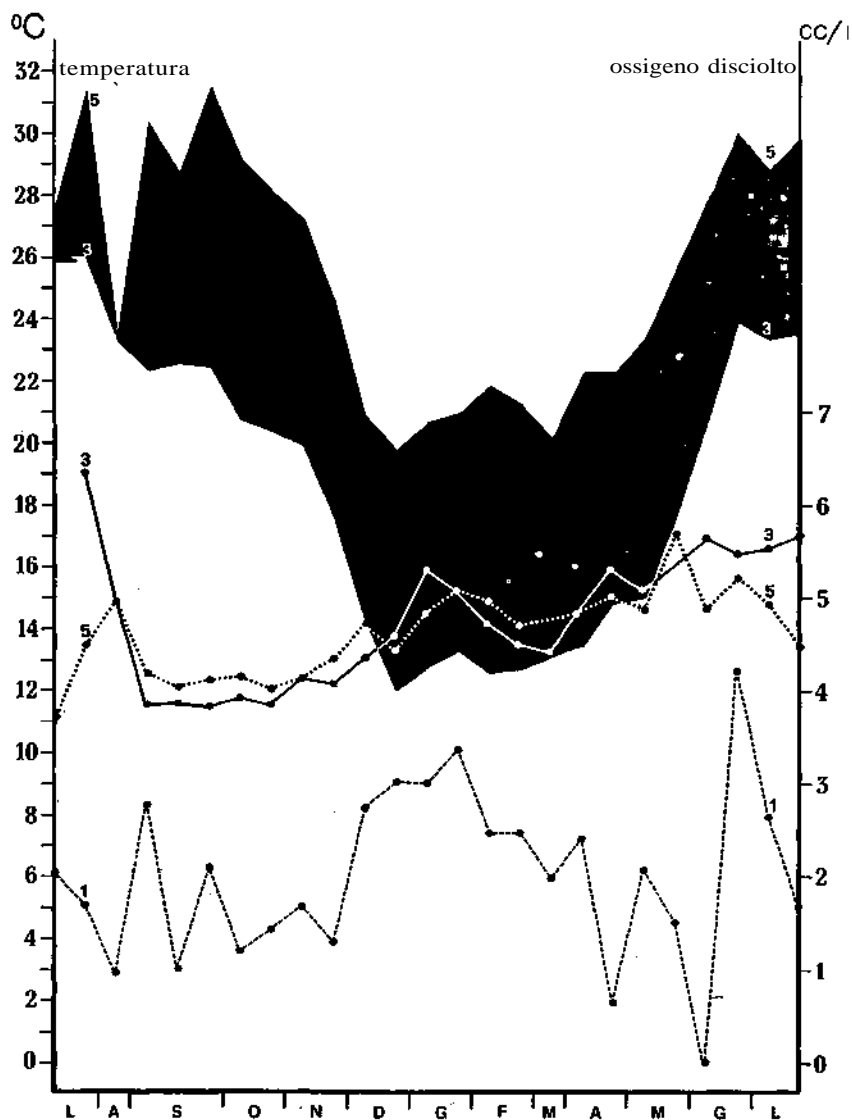


FIG. 10. Temperatura nelle stazioni 3 e 5. Ossigeno disciolto nelle stazioni 1, 3 e 5.

Stazione 3: risente dell'andamento stagionale in modo quasi normale, mantenendosi su valori abbastanza alti.

Stazione 4: si nota un andamento analogo alla 3, ma con valori leggermente inferiori.

Stazione 5: si verifica una notevole costanza su livelli piuttosto elevati. Per evidenziare tale comportamento si sono riportati in grafico (Figg. 10 e 11) i va-



FIG. 11. Ossigeno disciolto, percentuale di saturazione nelle stazioni 1, 3 e 5.

lori di entrambe le grandezze in esame, accanto a quelli della stazione 3 (stazione di riferimento) e della stazione 1, che più si differenzia dalle altre.

L'andamento indicato è particolarmente evidente nel grafico delle percentuali rispetto alla saturazione (Fig. 11), il cui valore tiene conto della temperatura anomala propria di questa stazione.

Stazioni 6 e 7: si riscontrano valori mediamente elevati, ma con notevoli e frequenti oscillazioni agli estremi.

Salinità (Tabella n. 5)

I valori riscontrati risultano sempre inferiori al 38 ‰ e le singole stazioni si differenziano nel seguente modo.

La stazione 1 (Fig. 12) presenta in media i valori più bassi con frequenti oscillazioni: un minimo di 33,10 ‰ il 16-9-69 e un massimo di 37,54 ‰ il 2-9-69.

La stazione 2 mostra sostanzialmente la stessa situazione della 1, ma molto più attenuata.

Per la stazione 3 (Fig. 13) si hanno valori praticamente costanti (risente poco delle precipitazioni atmosferiche) con una certa variazione stagionale. Si può dedurre una media di poco superiore a 37 ‰.

La stazione 4 manifesta un comportamento analogo alla 3. Per la stazione 5 si notano valori costanti con oscillazioni assai contenute intorno al 37 ‰.

Nella stazione 6 si verificano ampie oscillazioni con minimi marcati, si arriva infatti a 28,89 ‰ il 16-9-69 (Fig. 14).

Nella stazione 7 si riscontra una situazione simile a quella della 3, con qualche minimo più accentuato.

Azoto ammoniacale (Tabella n. 6)

I valori riportati in tabella fino al 12-11-69 sono stati ottenuti mediante nesslerizzazione diretta dopo depurazione con soda caustica e bicarbonato sodico. Tale metodologia, anche se sufficiente a differenziare le singole stazioni, forniva dati troppo approssimati, per cui si è ritenuto opportuno adottare quello già descritto, che ha permesso di ottenere dati più soddisfacenti.

I valori riscontrati nelle stazioni 3, 4, 5 e 7, dopo alcune punte che si sono notate all'inizio dei rilievi, si stabilizzano su livelli relativamente bassi e non molto differenziati.

Nella stazione 1 i valori risultano mediamente più elevati, con notevoli variazioni occasionali (Fig. 12).

La stazione 2 rispecchia l'andamento della 1 su valori leggermente inferiori.

La stazione 6 mostra rilevanti oscillazioni su quantità piuttosto elevate (Fig. 14).

Nella stazione 1 risulterebbe un inquinamento da scarichi urbani, mentre nella 6 l'azoto ammoniacale potrebbe provenire da scarichi industriali.

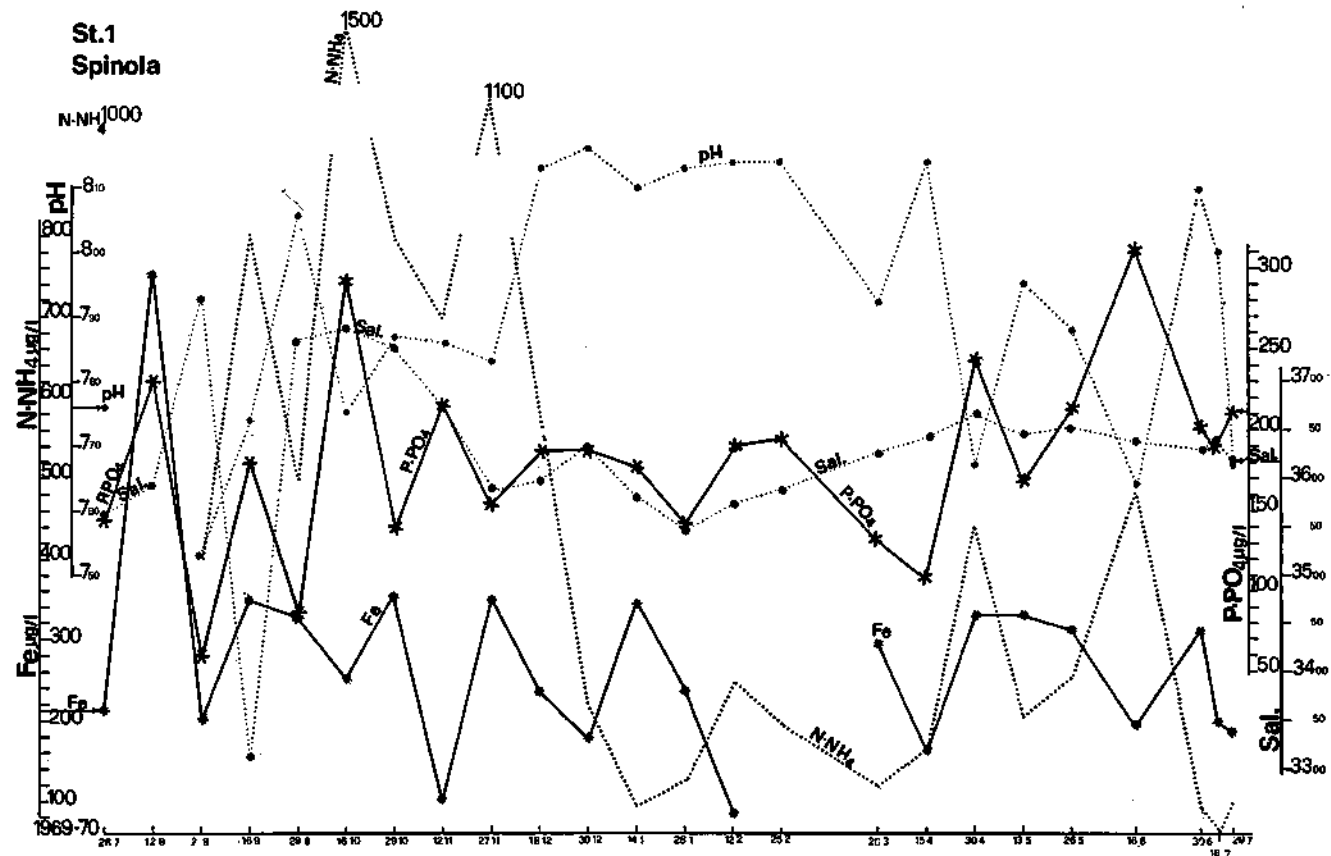


FIG. 12. Andamento di alcuni parametri per la stazione 1.

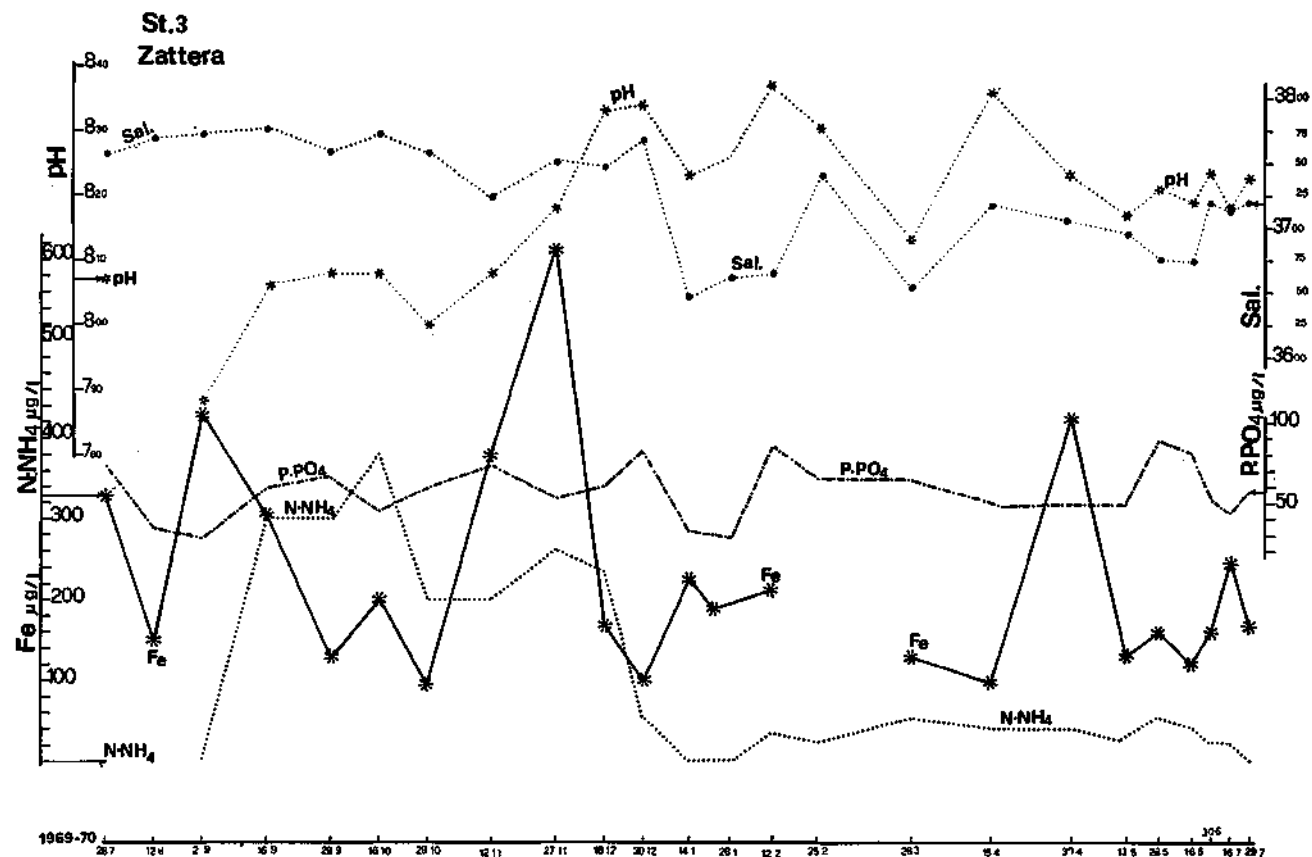


FIG. 13. Andamento di alcuni parametri per la stazione 3.

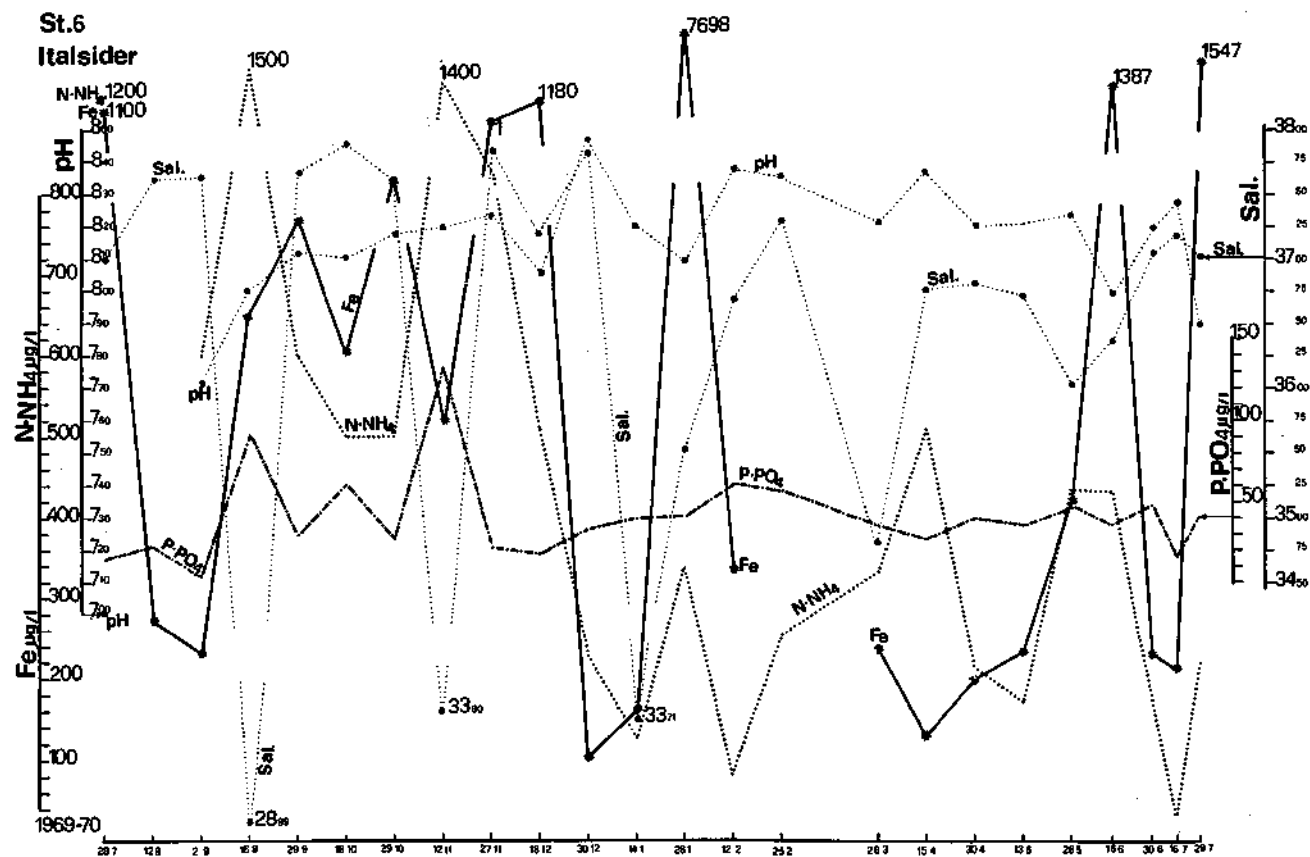


FIG. 14. Andamento di alcuni parametri per la stazione 6.

Azoto nitroso (Tabella n. 7)

La situazione è sostanzialmente analoga in tutte le stazioni, con valori un poco più alti nella 2 e soprattutto nella 1. Tali valori risultano più elevati di quelli riscontrati nel porto di Livorno (BACCI, BADINO, LODI e Rossi, 1969).

Azoto nitrico (Tabella n. 8)

Risulta una situazione pressoché analoga a quella dell'azoto nitroso, ma con una rilevante ed evidente proporzionalità inversa con la salinità, per l'apporto delle acque di scarico urbano in occasione delle precipitazioni.

Fosfati solubili (Tabella n. 9)

Il contenuto di fosfati risulta in tutte le stazioni elevato e nettamente superiore a quanto riscontrato nel porto di Livorno (massimo 22,3 microgrammi/litro BACCI e coll., 1969) e nell'Adriatico in una stazione fissa ad un miglio dalla costa (massimo 20,6 microgrammi/litro SCACCINI CICCATELLI, 1969).

Le nostre stazioni sono differenziate nel seguente modo.

Le stazioni 3 (Fig. 13), 4, 5, 6 (Fig. 14) e 7 presentano valori analoghi con una certa costanza.

La stazione 1 mostra oscillazioni intorno a valori molto più elevati (Fig. 12).

La stazione 2 presenta una situazione analoga alla 1, con oscillazioni abbastanza ampie, ma su valori inferiori.

Rapporto N/P (Tabella n. 10)

Il rapporto N/P (rapporto atomico tra l'azoto dei nitrati ed il fosforo dei fosfati) assume solitamente nel Mediterraneo occidentale valori intorno a 16:1. (HARVEY, 1949). I dati da noi riscontrati, ad eccezione di sporadici ed isolati casi, risultano sempre decisamente inferiori. Poiché l'azoto nitrico è abbastanza alto, il fatto è da attribuire al notevole eccesso di fosfati.

Come era prevedibile, i dati più bassi si riscontrano nella stazione 1, cioè in quella che denota un maggiore inquinamento da acque di scarichi urbani.

Ferro totale (Tabella n. 11)

In quasi tutte le stazioni (Figg. 12 e 13), ad eccezione di massimi puramente casuali, il contenuto medio di ferro, considerato come composti del ferro comunque in soluzione o in sospensione al momento del prelievo, non si discosta molto.

Nella stazione 6 (Fig. 14) ovviamente il contenuto risulta sempre piuttosto elevato e si riscontrano massimi assai accentuati: ben 7.698 microgrammi/litro il 28-1-70.

Detergenti anionici (Tabella n. 12)

Facendo riferimento alla seguente tabella (MAIORI, MORELLI, DIANA e RAGUSA, 1969)

<i>ppm di ABS</i>	<i>tipo di acqua</i>
0	pura
0,01 - 0,1	sufficientemente pura
0,1 - 0,2	dubbia
0,2 - 0,8	inquinata
oltre 0,8	molto inquinata

le stazioni vengono così classificate:

Stazione 1: inquinata

Stazione 2: dubbia

Stazione 3: sufficientemente pura

Stazione 4: da sufficientemente pura a dubbia

Stazione 5: sufficientemente pura

Stazione 6: dubbia

Stazione 7: da dubbia a inquinata

OSSERVAZIONI SUL FOULING

Seguendo le metodiche sopra ricordate sono stati esaminati i seguenti gruppi sistematici: Alghe, Idroidi, Anellidi Policheti, Cirripedi, Molluschi, Briozoi, Ascidiacei, per i quali sono stati rilevati in ciascuna stazione la composizione delle popolazioni e i periodi di insediamento. Per le specie più comuni sono stati considerati anche l'accrescimento e la mortalità.

Per ciascun pannello è stato misurato il peso umido e secco del fouling, onde avere una valutazione ponderale della presenza degli organismi in relazione a un determinato periodo di immersione del substrato. Questi dati verranno pubblicati a parte mentre per un più dettagliato esame dei diversi gruppi sistematici rimandiamo alle note pubblicate in questa stessa rivista da MONTANARI e RELINI (1970); GERACI e RELINI (1970); Rossi, BAZZICALUPO e RELINI (1970); RELINI e RELINI - ORSI (1970) e per quanto riguarda le osservazioni sui Molluschi al lavoro di RELINI e RAVANO (1971).

Quasi tutti i lavori rinvenibili in letteratura sul fouling di acque portuali sono stati eseguiti in acque più o meno inquinate, tuttavia solo in pochi di questi sono forniti dati chimico-fisici atti a valutare il grado di inquinamento. Pressoché inesistenti sono i lavori nei quali sia stato effettuato un esame comparativo delle caratteristiche chimico-fisiche e del fouling di zone diverse appartenenti ad una medesima regione o a un porto. Tra i lavori più recenti nei quali si possono ricavare alcuni dati sulle interazioni tra caratteristiche ambientali ed organismi del fouling ricordiamo STUBBINGS e HOUGHTON (1964), IGNATIADES e BECACOS - KONTOS (1970), O.C.D.E. (1966), MCNULTY (1970) RELINI, DABINI - OLIVA e FERRETTI (1969).

Interessanti dati sulle interazioni tra organismi bentonici, soprattutto di substrato incoerente, ed inquinamento si rinvencono nei lavori di REISH (1957-1959), REISH e WINTER (1954), BELLAN (1967 a, b), PIGNATTI e DE CRISTINI (1968), BELLAN-SANTINI (1964-1966-1968-1969), GHIRARDELLI e PIGNATTI (1968), SPECCHI e OREL (1968).

Per l'influenza dell'inquinamento termico e da idrocarburi rimandiamo rispettivamente ai lavori di NAYLOR (1965 a, b) e NELSON - SMITH (1968-1970).

CONCLUSIONI

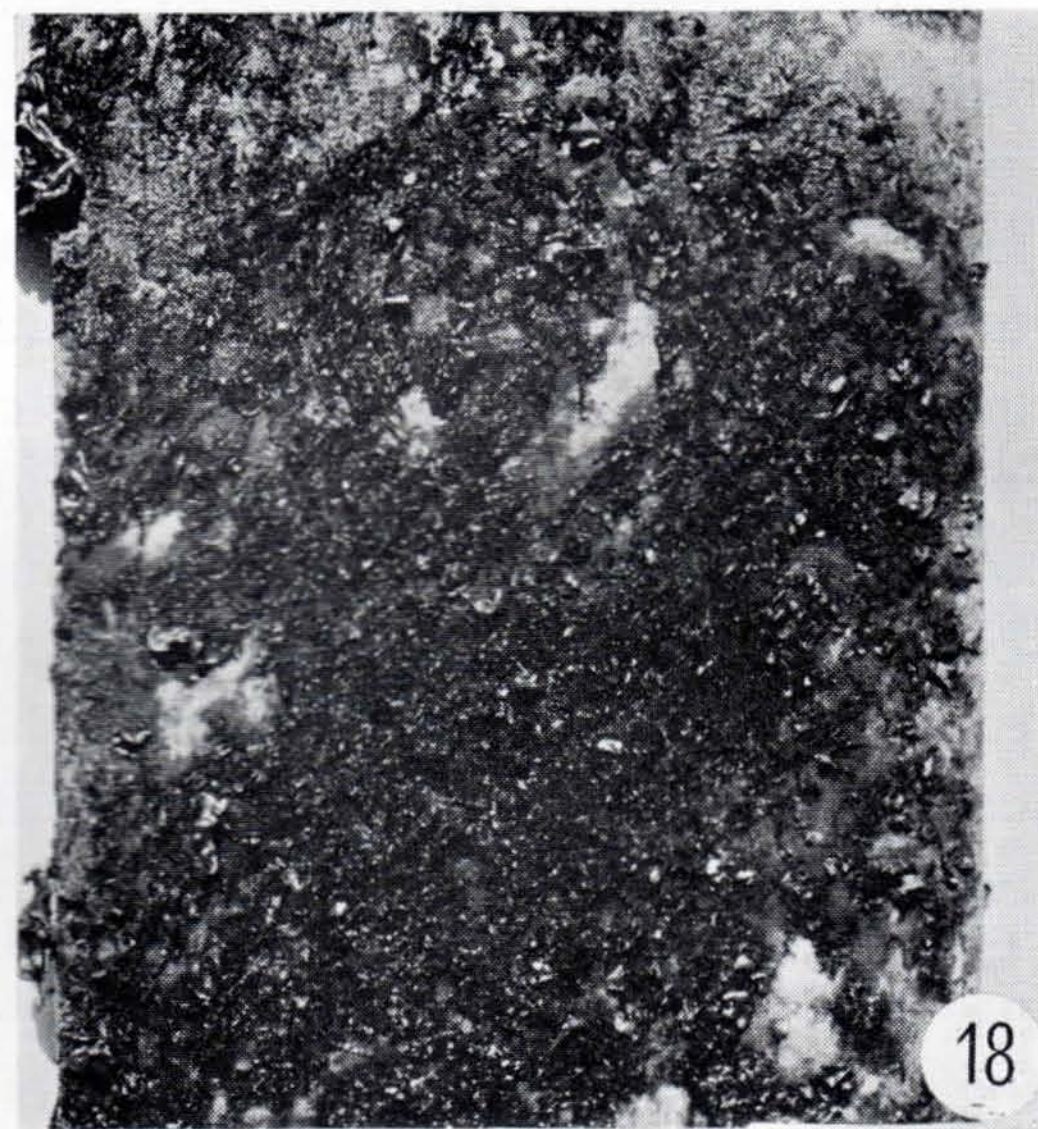
Dai rilevamenti effettuati durante l'anno di osservazioni, le sette stazioni risultano così caratterizzate:

Stazione 1 (Figg. 2 e 15), posta in corrispondenza di Ponte Spinola, caratterizzata da intenso inquinamento da scarichi di acque nere, bassi valori di pH, ossigeno e salinità, alto contenuto di azoto ammoniacale, nitroso, nitrico e di fosfati, torbidità elevata (il disco del SECCHI scompare già a quindici centimetri di profondità). Anche il contenuto dei detergenti è risultato il più alto di tutte le stazioni con 0,84 ppm. Dal punto di vista biologico questa è la stazione più povera, caratterizzata dalla presenza sui pannelli di fanghiglia putrida in mezzo alla quale vivono molti individui di *Staurocephalus rudolfii* e di *Capitella capitata* (indicatori di acque inquinate) (REISH e WINTER, 1954) e (BELLAN, 1967 a, b) ed in alcuni momenti dell'anno il crostaceo Leptostraco *Nebalia bipes*, caratteristico di acque molto ricche di sostanze organiche. Solo alcune Cloroficee riescono ad insediarsi e a rimanere presenti per più mesi; gli altri organismi, anche se si insediano, si accrescono molto lentamente e non durano più di un paio di mesi.

Stazione 2 (Figg. 3 e 16), Chiatte, zona centrale del vecchio porto, risente ancora degli scarichi urbani, che sono però più diluiti rispetto alla stazione precedente, come documentano i dati idrologici. La zona è caratterizzata dalla presenza di un ristretto numero di specie di organismi del fouling, le quali però hanno uno sviluppo enorme e si riproducono quasi tutto l'anno, come *Hydroides*

elegans, *Ciona intestinalis*, *Bugula stolonifera*, *Balanus amphitrite* ecc. Altra caratteristica della zona è la massiva presenza del crostaceo *Sferoma serratum* che tappezza completamente la zona di marea di ogni tipo di substrato.

Stazione 3 (Figg. 4 e 17), Zattera, in testata Molo Cagni, zona scelta come controllo perché la meno inquinata e perché oggetto di studio da un decennio.



FIGG. 15-16-17-18. Fouling di pannelli trimestrali prelevati ad aprile rispettivamente a Spinola, Chiatte, Zattera e ENEL. Nella Fig. 15 sono presenti solo Alghe e una colonia di Briozoi in mezzo alla fanghiglia putrida. Sul pannello della Fig. 16 dominano *Bugula stolonifera* e *Ciona intestinalis* con rari *Serpulidi*. Sul pannello della Zattera (Fig. 17) sono presenti oltre alla *Tubularia mesembryanthemum* *Ascidie* coloniali e solitari, qualche *Balano* e rari *Serpulidi*. Sul pannello dell'ENEL dominano le *Ulvacee*, sono presenti anche rari *Balani* e *Serpulidi*.

Qui si rinviene il maggior numero di specie animali e vegetali, anche se alcune di queste non sono così numerose come in altre stazioni.

Stazione 4 (Figg. 5 e 19), Y.C.I., zona in acque relativamente basse, torbide e in parte inquinate da scarichi urbani, con valori abbastanza alti di nitrati. Le condizioni non sono pertanto molto diverse da quelle della Zattera.



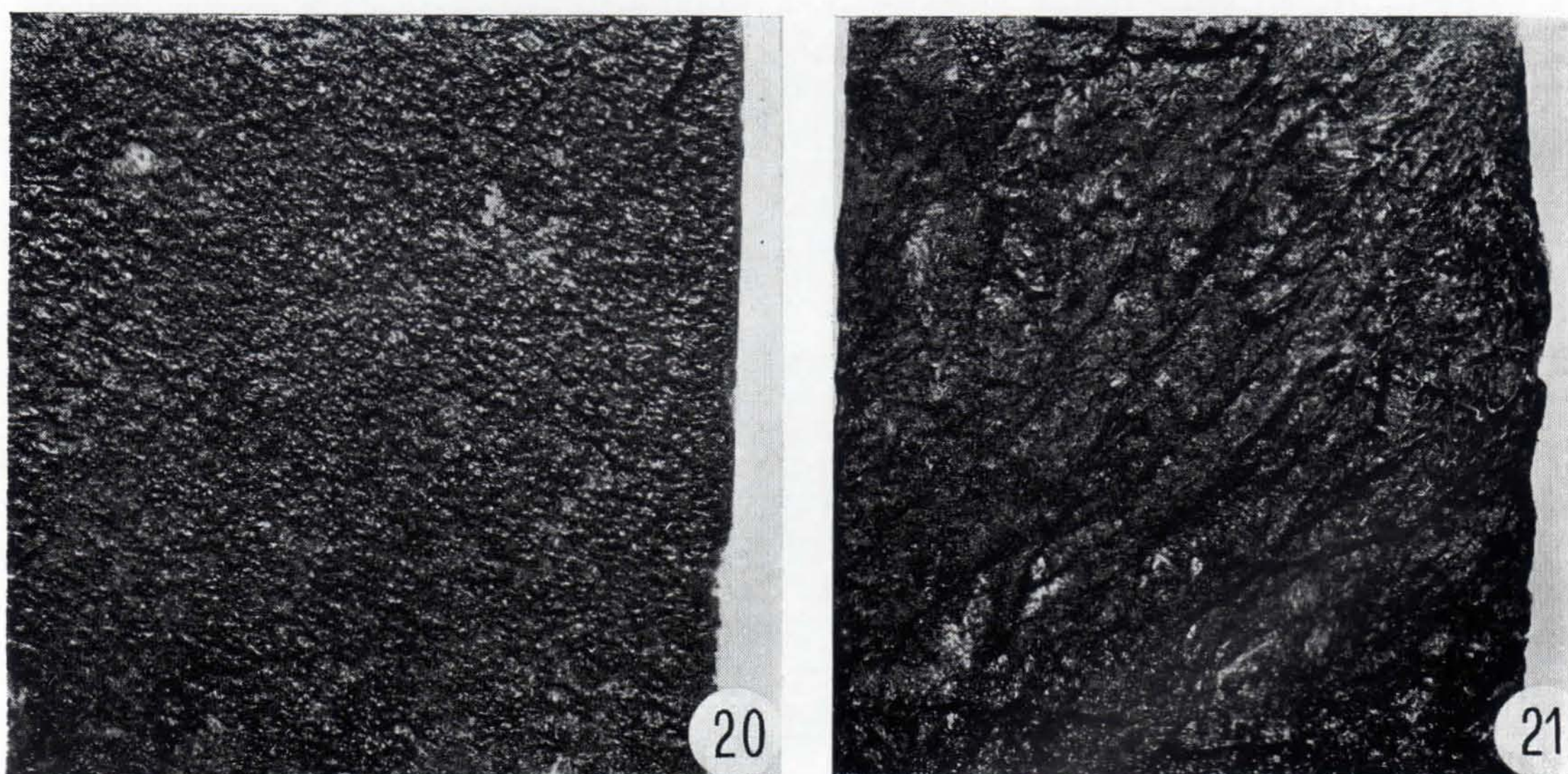
FIG. 19. Pannello immerso allo Y.C.I. per tre mesi e prelevato ad aprile: dominano gli Ascidiacei coloniali e solitari e le Alghe del gen. *Enteromorpha*.

Stazione 5 (Figg. 6 e 18), posta in corrispondenza dello scarico della centrale termoelettrica ENEL, acque soggette ad un intenso movimento e riscaldamento, la temperatura tutto l'anno rimane sopra i 20° C. Dominano le Ulvacee, *Balanus amphitrite* e *Hydroides elegans* ed una piccola attinia (*Diadumene luciae*), particolarmente numerosa lungo il molo.

Stazione 6 (Figg. 7 e 20), zona soggetta agli scarichi della acciaieria dell'Ital-sider, particolarmente evidente l'alto tenore di ferro, alti valori di azoto ammo-

niacale e abbastanza alti di azoto nitrico, bassa salinità che raggiunge anche 28,9 ‰. Dopo la 1 è la stazione nella quale il fouling è più scarso.

Stazione 7 (Figg. 8 e 21), porto petroli di Multedo, zona ad intenso inquinamento da idrocarburi ed emulsionanti per gli stessi. Le condizioni idrologiche e biologiche tuttavia non sono molto diverse da quelle della stazione 3. I moli



FIGG. 20-21. Pannelli immersi nelle stesse condizioni delle figure precedenti all'Italsider e Multedo. Sul pannello della foto di sinistra sono presenti solo piccole Alghe verdi frammiste a fanghiglia rossastra. Sul pannello di Multedo sono presenti Alghe, Idroidi e alcuni Ascidiacei coloniali non visibili nelle foto perché ricoperti da altri organismi.

però sono nella zona di marea privi di qualsiasi forma di vita macroscopica essendo ricoperti da uno spesso strato di idrocarburi pesanti.

Alcune di queste stazioni sono molto diverse tra di loro sia dal punto di vista biologico (vedi Figg. 15-21 in cui sono riportati pannelli immersi per lo stesso periodo) che chimico-fisico e sarà pertanto estremamente interessante studiare in esse l'alterazione dei più comuni materiali immersi in mare, nonché il comportamento dei consueti sistemi antifouling, approfondendo l'influenza delle diverse variabili sulla distribuzione del fouling stesso.

RINGRAZIAMENTI

Gli AA. sono riconoscenti al Consorzio Autonomo del Porto di Genova per avere messo a disposizione, per tutto il periodo dei rilevamenti, motobarche e personale.

TAB. 1. *Temperatura (°C)*

Stazione Data							
	1	2	3	4	5	6	7
10- 7-69	21,4	21,6			27,6		22,0
28- 7	23,1	23,6	25,9	26,1	31,3	25,5	26,9
12- 8	21,4	22,1	23,3	23,5	23,4	24,5	23,6
2- 9	22,1	22,2	22,3	21,4	30,2	22,5	23,2
16- 9	20,6	21,6	22,5	20,7	28,7	20,0	21,7
29- 9	22,3	22,3	22,4	21,9	31,5	23,5	22,7
16-10	18,9	20,8	20,7	20,7	29,1	21,2	21,6
29-10	20,1	20,3	20,3	20,6	28,1	20,6	20,2
12-11	18,8	18,7	19,8	18,6	27,2	18,1	18,6
27-11	16,0	16,7	16,5	16,5	24,6	16,6	16,9
18-12	13,0	13,2	14,1	13,8	20,8	14,6	13,1
30-12	<i>11,5</i>	<i>11,6</i>	<i>11,9</i>	<i>11,7</i>	<i>19,7</i>	<i>12,2</i>	<i>11,1</i>
14- 1-70	12,6	12,7	12,7	12,8	20,6	12,6	12,6
28- 1	13,2	13,2	13,2	13,2	20,9	14,4	13,5
12- 2	12,6	12,6	12,5	12,7	21,8	13,1	12,7
25- 2	12,0	12,0	12,6	12,5	21,2	13,2	12,0
26- 3	17,1	12,9	13,0	13,1	20,1	13,6	12,5
15- 4	13,9	13,4	13,4	13,7	22,2	13,9	13,8
30- 4	15,2	14,8	14,8	15,2	22,2	15,8	14,7
13- 5	15,0	15,0	14,9	14,9	23,3	15,3	15,3
26- 5	17,5	17,3	17,5	18,0	25,6	18,5	18,9
16- 6	19,9	19,8	20,6	20,8	25,0	21,9	20,8
30- 6	23,5	23,5	23,9	23,2	30,0	24,4	23,2
16- 7	23,2	22,8	23,3	23,8	28,8	24,0	23,6
29- 7	23,3	23,1	23,5	24,2	29,8	25,5	24,8

Valore massimo (in grassetto).

Valore minimo (in corsivo).

TAB. 2. *pH*

Stazione Data	1	2	3	4	5	6	7
10- 7-69	8,12	8,01			8,26		8,39
28- 7	7,76	7,92	8,07	8,06	8,13	7,00	8,43
12- 8							
2- 9	7,53	8,07	7,82	8,13	8,10	7,71	8,10
16- 9	7,74	7,89	8,06	7,97	8,02	8,04	8,11
29- 9	8,06	8,10	8,08	8,16	8,06	8,12	8,17
16-10	7,75	7,98	8,08	7,97	7,98	8,10	8,02
29-10	7,87	7,97	8,00	8,03	7,98	8,18	7,91
12-11	7,86	7,93	8,08	8,08	7,57	8,20	8,10
27-11	7,83	8,08	8,18	8,14	8,01	8,24	8,20
18-12	8,13	8,15	8,33	8,33	8,23	8,05	8,35
30-12	8,16	8,26	8,34	8,34	8,22	8,47	8,36
14- 1-70	8,10	8,10	8,23	8,23	8,03	8,20	8,12
28- 1	8,13	8,16	8,26	8,26	8,05	8,09	8,09
12- 2	8,14	8,25	8,37	8,34	8,26	8,38	8,38
25- 2	8,14	8,21	8,31	8,29	8,22	8,35	8,39
26- 3	7,92	8,13	8,13	8,21	8,19	8,21	8,27
15- 4	8,14	8,23	8,36	8,33	8,28	8,37	8,40
30- 4	7,67	8,04	8,23	8,19	8,09	8,20	8,28
13- 5	7,95	8,04	8,17	8,16	8,09	8,21	8,22
26- 5	7,88	8,05	8,21	8,26	8,15	8,24	8,38
16- 6	7,64	7,94	8,19	8,18	8,01	7,99	8,22
30- 6	8,10	8,13	8,24	8,24	8,16	8,19	8,23
16- 7	8,02	8,20	8,18	8,15	8,19	8,27	8,32
29- 7	7,67	7,93	8,23	8,22	8,01	7,90	8,36

Valore massimo (in grassetto)

Valore minimo (in corsivo)

TAB. 3. Ossigeno disciolto (cc/l)

Stazione Data	1	2	3	4	5	6	7
10- 7-69	2,04	2,82			3,71		4,41
28- 7	1,71	2,46	6,36	6,10	4,47	3,34	8,76
12- 8	0,95	2,60	4,99	4,88	4,97	4,08	6,10
2- 9	2,76	2,86	3,84	3,71	4,18	4,00	3,95
16- 9	1,02	1,62	3,86	3,09	4,05	2,81	3,53
29- 9	2,10	2,91	3,83	3,32	4,10	3,56	4,21
16-10	1,21	2,72	3,93	3,53	4,14	4,71	4,35
29-10	1,46	2,47	3,85	3,81	4,34	4,09	2,91
12-11	1,37	1,73	4,13	3,69	4,18	4,36	3,36
27-11	1,32	2,99	4,07	3,70	4,36	4,61	4,03
18-12	2,74	2,46	4,36	3,62	4,70	4,44	4,09
30-12	2,99	3,57	4,60	4,45	4,44	4,84	4,03
14- 1-70	3,03	3,77	5,28	4,52	4,85	5,27	4,61
28- 1	3,39	3,80	5,07	4,79	5,08	4,45	4,82
12- 2	2,49	3,47	4,74	3,79	4,96	4,95	4,33
25- 2	2,47	3,01	4,51	4,11	4,70	4,86	4,83
26- 3	1,99	3,07	4,44	4,06	4,78	4,46	4,51
15- 4	2,41	3,16	4,87	4,42	4,86	4,75	5,39
30- 4	0,64	3,67	5,26	4,68	4,99	4,84	5,66
13- 5	2,09	3,02	5,07	4,61	4,88	5,22	4,85
26- 5	1,50	2,57		4,79	5,65	5,96	6,61
16- 6	0,00	2,06	5,64	5,21	4,89	4,31	5,14
30- 6	4,21	4,49	<u>5,46</u>	5,24	5,22	4,31	5,03
16- 7	2,65	3,79	5,54	5,32	4,94	4,62	5,26
29- 7	1,67	2,46	5,68	6,48	4,46	3,77	8,13

Valore massimo (in grassetto)

Valore minimo (in corsivo)

TAB. 4. *Percentuali dell'ossigeno disciolto rispetto alla saturazione (attraverso le tavole di Fox)*

Stazione Data	1	2	3	4	5	6	7
10- 7-69	39,31	54,97			81,00		86,98
28- 7	34,27	49,30	134,46	128,96	102,52	67,73	187,98
12- 8	18,27	50,98	100,81	98,78	100,61	84,12	123,73
2- 9	54,54	56,63	76,19	71,90	95,43	79,68	79,64
16- 9	18,99	30,85	76,28	58,74	89,60	50,54	67,24
29- 9	41,50	57,62	75,99	65,10	95,79	72,21	105,25
16-10	22,53	52,41	77,06	69,08	92,41	91,81	85,29
29-10	27,60	47,05	73,61	73,57	95,17	78,65	55,53
12-11	25,09	31,57	78,22	67,33	88,94	79,27	61,31
27-11	23,13	53,49	72,94	65,60	90,08	82,91	72,61
18-12	44,19	41,34	74,78	61,67	90,73	76,55	68,97
30-12	49,18	58,43	76,03	72,71	84,09	80,67	65,32
14- 1-70	50,67	62,52	87,71	75,21	92,56	85,69	76,32
28- 1	56,31	64,08	85,21	79,67	97,50	75,81	81,69
12- 2	40,95	57,54	78,61	63,06	97,06	83,05	72,16
25- 2	40,23	49,59	75,42	68,05	91,26	81,96	79,83
26- 3	35,66	51,08	74,25	67,89	91,05	74,33	75,04
15- 4	41,05	53,47	82,54	75,17	96,05	80,92	91,66
30- 4	11,07	63,49	91,32	81,67	98,62	85,36	98,26
13- 5	36,09	52,25	88,02	81,63	98,19	90,94	84,20
26- 5	27,12	46,38		87,89	118,70	109,36	122,86
16- 6	0,00	38,72	108,04	100,00	101,45	84,18	98,85
30- 6	84,37	90,16	111,20	105,22	118,37	88,50	101,41
16- 7	52,47	76,56	111,47	108,31	109,53	94,48	106,91
29- 7	33,40	49,00	114,75	132,78	101,36	78,87	168,31

Valore massimo (in grassetto)

Valore minimo (in corsivo)

TAB. 5 Salinità

Stazione							
	1	2	3	4	5	6	7
Data							
10- 7-69	35,86	37,12			37,88		37,70
28- 7	35,35	35,99	37,37	37,21	37,61	36,98	37,12
12- 8	35,62	36,71	37,70	37,61	37,70	37,61	37,52
2- 9	37,54	37,72	37,72	36,82	37,81	37,63	37,77
16- 9	33,10	33,82	36,76	35,68	37,10	28,89	34,14
29- 9	37,09	37,45	37,57	37,21	37,99	37,68	37,75
16-10	37,23	37,32	37,70	37,41	37,92	37,88	37,84
29-10	37,00	37,24	37,56	37,59	37,59	37,62	37,52
12-11	36,37	36,54	37,23	34,96	37,65	33,80	35,10
27-11	35,55	36,87	37,52	36,26	37,43	37,86	37,52
18-12	35,66	36,76	37,47	37,27	37,56	37,18	37,56
30-12	36,00	37,00	37,66	36,62	37,66	37,84	37,18
14- 1-70	35,52	36,18	36,47	36,38	36,42	33,71	36,29
28- 1	35,14	35,79	36,62	35,97	36,82	35,52	37,18
12- 2	35,37	36,38	36,64	36,58	36,94	36,67	36,91
25- 2	35,55	36,94	37,41	36,67	37,41	37,32	37,41
26- 3	35,91	36,11	36,53	36,02	37,34	34,70	34,70
15- 4	36,83	37,23	37,45	37,03	37,65	36,78	37,09
30- 4	36,34	36,82	37,23	37,12	37,34	37,18	37,63
13- 5	36,20	36,35	36,96	36,83	37,21	36,74	36,87
26- 5	36,35	36,64	36,92	37,09	37,47	36,04	36,92
16- 6	36,04	36,36	37,05	36,73	37,18	36,73	37,00
30- 6	36,32	36,55	37,50	37,27	37,63	37,41	37,68
16- 7	36,40	36,51	37,32	37,29	37,47	37,56	37,65
29- 7	36,36	36,71	37,26	37,41	37,94	37,27	37,45

Valore massimo (in grassetto)

Valore minimo (in corsivo)

TAB. 6 Azoto ammoniacale ($N - NH_4^+$ - $\mu g/l$)

Stazione Data	1	2	3	4	5	6	7
10- 7-69	600	200			tracce		tracce
28- 7	1.000	500	tracce	tracce	<100	1.200	<100
12- 8							
2- 9	400	300	minime tracce	300	tracce	600	200
16- 9	800	600	300	200	tracce	1.500	tracce
29- 9	500	400	300	200	<100	600	100
16-10	1.500	600	400	300	<100	500	<100
29-10	800	400	200	100	<100	500	tracce
12-11	700	800	200	300	100	1.400	150
27-11	1.100	616	263	328	335	852	358
18-12	585	677	237	221	243	515	370
30-12	223	123	59	50	112	231	242
14- 1-70	95	94	tracce	22	tracce	129	58
28- 1	126	111	tracce	56	tracce	340	34
12- 2	247	83	39	31	tracce	81	36
25- 2	195	86	26	98	62	255	50
26- 3	120	103	55	64	37	334	44
15- 4	164	117	42	67	36	510	47
30- 4	445	187	42	78	59	218	143
13- 5	211	179	36	51	58	172	140
26- 5	254	184	58	42	47	434	53
16- 6	484	257	44	41	64	432	84
30- 6	98	44	36	34	34	167	19
16- 7	62	34	37	39	47	36	47
29- 7	96	44	tracce	33	28	421	39

Valore massimo (in grassetto)

Valore minimo (in corsivo)

TAB. 7. Azoto nitroso ($N-NO_2$ - $\mu g/l$)

Stazione Data	1	2	3	4	5	6	7
10- 7-69	19	17			8		6
28- 7	37	24	20	10	7	31	11
12- 8	27	16	11	10	11	6	8
2- 9	12	9	10	10	5	12	6
16- 9	65	47	13	22	8	38	25
29- 9	14	19	11	11	7	11	9
16-10	22	23	10	11	7	13	6
29-10	24	3	11	10	8	13	19
12-11	47	65	22	28	16	39	29
27-11	47	25	14	16	12	11	17
18-12	31	25	11	19	10	19	18
30-12	29	28	18	24	18	11	22
14- 1-70	28	33	13	18	13	15	21
28- 1	29	31	12	19	15	18	15
12- 2	33	23	16	17	13	12	20
25- 2	32	23	16	18	17	15	14
26- 3	32	33	14	22	6	13	24
15- 4	26	18	15	13	11	11	15
30- 4	25	3	10	14	12	9	4
13- 5	26	27	9	10	9	8	16
26- 5	22	23	13	10	6	17	10
16- 6	27	22	16	17	13	20	16
30- 6	23	23	3	6	3	4	5
16- 7	23	21	6	7	7	8	8
29- 7	20	21	6	5	7	24	9

Valore massimo (in grassetto)

Valore minimo (in corsivo)

TAB. 8 Azoto nitrico ($N-NO_3^-$ - $\mu g/l$)

Stazione Data	1	2	3	4	5	6	7
10- 7-69	44	31			3		18
28- 7	36	27	84	46	35	48	25
12- 8	60	55	40	43	31	61	37
2- 9	71	60	47	145	49	60	52
16- 9	322	248	95	182	55	353	223
29- 9	55	48	34	78	45	36	36
16-10	90	61	37	72	56	27	30
29-10	94	<i>21</i>	53	70	81	54	67
12-11	227	212	94	346	96	261	70
27-11	139	91	77	108	82	38	68
18-12	146	124	95	158	108	74	107
30-12	155	113	106	171	142	49	104
14- 1-70	265	231	149	205	135	293	217
28- 1	158	128	80	125	68	156	59
12- 2	134	91	79	91	77	67	91
25- 2	149	103	88	165	88	61	73
26- 3	194	180	150	229	85	226	293
15- 4	95	119	73	109	447	100	71
30- 4	58	19	52	70	65	59	22
13- 5	98	110	72	107	56	61	52
26- 5	62	56	93	87	24	82	22
16- 6	64	67	82	103	73	85	74
30- 6	41	43	<i>14</i>	50	29	37	24
16- 7	90	40	21	55	29	28	<i>12</i>
29- 7	64	40	101	70	151	102	69

Valore massimo (in grassetto)

Valore minimo (in corsivo)

TAB. 9 Fosfati ($P-PO_4'''$ - $\mu\text{g/l}$)

Stazione Data	1	2	3	4	5	6	7
10- 7-69	136	112			36		119
28- 7	145	87	72	46	17	16	24
12- 8	231	183	35	17	20	23	22
2- 9	59	9	29	79	29	4	21
16- 9	180	145	60	87	39	92	32
29- 9	84	77	66	75	32	29	35
16-10	284	86	45	62	32	62	23
29-10	139	124	51	50	64	57	35
12-11	218	239	73	143	56	135	54
27-11	155	99	54	70	45	22	47
18-12	187	117	61	85	57	19	62
30-12	189	121	83	143	75	33	100
14- 1-70	178	75	34	54	26	40	35
28- 1	143	100	29	64	25	42	19
12- 2	191	118	86	86	56	60	67
25- 2	194	133	65	116	59	48	62
26- 3	132	98	65	89	43	36	50
15- 4	108	82	48	56	39	28	51
30- 4	245	126	49	82	50	40	19
13- 5	169	141	49	59	57	37	69
26- 5	215	169	89	55	39	48	57
16- 6	313	179	82	82	82	37	51
30- 6	200	173	51	64	47	48	21
16- 7	189	109	45	48	46	16	32
29- 7	211	170	58	55	41	42	47

Valore massimo (in grassetto)

Valore minimo (in corsivo)

TAB. 10 *Rapporto N/P*

Stazione Data							
	1	2	3	4	5	6	7
10- 7-69	1	1			inf. 1		inf. 1
28- 7	inf. 1	1	3	2	5	7	2
12- 8	1	1	3	6	3	6	4
2- 9	3	15	3	4	4	33	6
16- 9	4	4	3	5	3	9	15
29- 9	3	1	1	2	3	3	2
16-10	1	2	2	3	4	1	3
29-10	2	inf. 1	2	3	3	2	4
12-11	2	2	3	5	4	4	3
27-11	2	2	3	3	4	4	3
18-12	2	2	3	4	4	9	4
30-12	2	2	3	3	4	3	2
14- 1-70	3	7	10	8	12	16	14
28- 1	2	3	6	4	6	8	7
12- 2	2	2	2	2	3	3	3
25- 2	2	2	3	3	3	3	3
26- 3	3	4	5	6	4	14	13
15- 4	2	3	3	4	25	8	3
30- 4	inf. 1	inf. 1	2	2	3	3	3
13- 5	1	2	3	4	2	4	2
26- 5	1	1	2	4	1	4	1
16- 6	inf. 1	1	2	3	2	5	3
30- 6	inf. 1	1	1	2	1	2	3
16- 7	1	1	1	3	1	4	1
29- 7	1	inf. 1	4	3	8	5	3

TAB. 11 *Ferro totale* ($\mu\text{g/l}$)

Stazione Data	1	2	3	4	5	6	7
10- 7-69							
28- 7	216	190	329	432	156	1.100	440
12- 8	753	193	152	173	199	173	152
2- 9	199	520	433	199	139	234	199
16- 9	347	199	308	121	121	648	164
29- 9	327	216	130	76	117	769	282
16-10	234	108	203	61	139	606	105
29-10	355	121	95	494	430	840	355
12-11	106	62	381	104	347	498	99
27-11	351	147	615	386	624	1.044	758
18-12	238	255	173	184	147	1.180	309
30-12	158	140	104	99	108	112	125
14- 1-70	346	123	229	91	86	160	500
28- 1	238	272	190	168	206	7.698	276
12- 2	87	258	216	412	174	334	199
25- 2	563	433	373	451	728	979	347
26- 3	295	225	130	113	217	238	199
15- 4	160	208	100	139	299	130	147
30- 4	329	277	425	230	225	199	282
13- 5	329	269	130	186	247	230	212
26- 5	316	282	160	295	338	420	464
16- 6	191	182	121	234	247	1.387	165
30- 6	316	199	165	212	160	230	195
16- 7	199	160	247	242	234	217	364
29- 7	186	134	165	130	256	1.547	234

Valore massimo (in grassetto)

Valore minimo (in corsivo)

TAB. 12 *Detergenti anionici in ABS (ppm)*

Stazione Data	1	2	3	4	5	6	7
10- 7-69	0,84	0,56			0,28		0,28
28- 7	0,84	0,56	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
12- 8							
2- 9	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
16- 9	0,21	0,14	ass.	0,07	ass.	0,14	0,14
29- 9	0,14	0,14	ass.	0,14	ass.	0,14	0,14
16-10	tracce	ass.	tracce	ass.	ass.	ass.	ass.
29-10	tracce	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	0,56
12-11	0,14	ass.	ass.	0,07	ass.	tracce	0,07
27-11	0,21	0,07	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
18-12	0,21	0,14	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
30-12	0,14	0,14	ass.	0,07	ass.	0,07	0,07
14- 1-70	0,14	0,14	ass.	ass.	ass.	ass.	0,10
28- 1	0,07	0,07	ass.	tracce	ass.	tracce minime	ass.
12- 2	0,14	0,07	ass.	ass.	ass.	0,07	0,07
25- 2	0,14	0,07	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
26- 3	0,07	0,14	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
15- 4	0,20	0,20	ass.	0,21	0,10	0,07	0,14
30- 4	0,21	0,14	ass.	0,10	0,10	0,25	ass.
13- 5	0,21	0,14	ass.	tracce	0,07	ass.	0,14
26- 5	0,28	0,14	ass.	ass.	ass.	tracce	0,07
16- 6	0,14	0,07	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
30- 6	(non do- sabili)	(non do- sabili)	ass.	tracce	tracce	ass.	ass.
16- 7	0,14	0,09	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
29- 7	0,18	0,13	0,06	ass.	tracce	0,05	ass.

BIBLIOGRAFIA

- BACCI G., G. BADINO, E. LODI, e L. Rossi, 1969: Biologia delle Secche della Meloria: I. Prime ricerche e problemi di conservazione e di ripopolamento. Boll. Pesca, Piscicoltura e Idrobiologia. 24 (n. s.) (1), 5-31.
- BELLAN D., 1967 a: Pollution et peuplement benthiques sur substrat meuble dans la région de Marseille. Rev. Int. Océanogr. Méd. 6-7, 53-87.
- , 1967 b: Pollution et peuplement benthiques sur substrat meuble dans la région de Marseille. Rev. Int. Océanogr. Méd. 8, 51-95.
- BELLAN - SANTINI D., 1964: Influence de la pollution sur quelques peuplements superficiels de substrat rocheux. Com. Int. Explor. Sci. Mer Médit., Symp. Pollut. mar. par Microorgan. Prod. petrol., Monaco, 1964, 127-131.
- , 1966: Influence des eaux polluées sur la flore et la faune marines benthiques dans la région marseillaise. Techniques et Sciences Municipales 285-292.
- , 1968: Influence de la pollution sur les peuplements benthiques. Rev. Inter. Océanogr. Méd. 10, 27-53.
- , 1969: Contribution à l'étude des peuplements infralittoraux sur substrat rocheux. Etude qualitative et quantitative. Thèse de Doctorat des Sciences, 20 Décembre 1967, Marseille. Rev. Trav. St. mar. Endoume 63, (47), 1-294.
- DABINI - OLIVA G., F. FERRARONE, L. FERRETTI e E. SESSI, 1972: Cinque anni di osservazioni idrologiche nella Stazione Sperimentale del Laboratorio per la Corrosione Marina dei Metalli (CNR) all'imboccatura di Levante del Porto di Genova. Comunicazione presentata al II Congresso Assemblea dei Soci della Associazione Geofisica Italiana. Roma, 1972.
- DUSSART B. e C. FRANCIS - BOEUF, 1949: Technique du dosage de l'oxygène dissous dans l'eau basée sur la méthode de Winkler. Circulaires du C.R.E.O. novembre 1949, 1-8.
- GERACI S. e G. RELINI, 1970: Fouling di zone inquinate. Osservazioni nel porto di Genova: I Briozoi. Comunicazione al III Congr. Biol. Marina Napoli 1971. Pubbl. Staz. Zool. Napoli 38, suppl. 2, 21-32.
- GHIRARDELLI E. e S. PIGNATTI, 1968: Conséquences de la pollution sur les peuplements du « Vallone de Muggia » près de Trieste. Rev. Intern. Océanogr. Méd. 10, 111-122.
- HARVEY H. W., 1949: Chimie et Biologie de l'eau de mer. Presses Universitaires de France, Paris, 1949 1-177.
- IGNATIADES L. e TH. BECACOS - KONTOS, 1970: Ecology of fouling organisms in a polluted area. Nature, London 225 (5229), 293-294.
- Mc NULTY J. K., 1970: Effects of abatement of domestic sewage pollution on the benthos, volumes of zooplankton, and the fouling organisms of Biscayne Bay Florida. Studies in Tropical Oceanography, Miami 9, 1-107.
- MAJORI L., M. L. MORELLI, L. DIANA e G. RAUSA, 1968: L'inquinamento delle acque del mare nell'alto Adriatico. II. Ricerche chimiche. Arch. Oceanogr. Limnol. 15 (Suppl.), 125-133.
- MONTANARI M. e G. RELINI, 1970, Fouling di zone inquinate. Osservazioni nel porto di Genova: Idroidi e Ascidiacei. Comunicazione al III Congr. Biol. Marina Napoli, 1971. Pubbl. Staz. Zool. Napoli 38, suppl. 2, 34-54.
- MOR E., 1956: Attività del Centro di Studio delle Corrosioni Marine dei Metalli negli anni 1955-56. L'Economia genovese e la Camera di Commercio negli anni 1955-56.
- , 1961 a: Hydrological and Biological condition in testing Stations in Europe. Italy: Testing Station at Genoa. Document O.C.D.E. Paris, 1-8.

- MOR E., 1961 b: Studio sul comportamento di vari tipi di alluminio e sue leghe all'attacco corrosivo in presenza della vegetazione marina. *Alluminio e nuova Metallurgia* 30, 299-310.
- , 1963 a: Interazione tra corrosione marina e organismi del fouling. *Acqua Industriale* 5, 27-30.
 - , 1963 b: Fouling et Corrosion dans l'eau de mer. *Navires, Ports, Chantiers: Numero Spécial sur la Corrosion Marine* 156.
 - , 1964: Proposal for the standardisation of a new method for studying corrosion in the marine environment in the absence of fouling, O.C.D.E. Committee for Scientific Research DAS/RS/64, 236.
- MOZHAEV E. A., Yu. V. LIN'KOV e L. M. KAPYRINA, 1969: Field method for determining anion-active surface-active agents in water. *Gig. Sanit.* 34 (10), 75-77.
- NAYLOR E., 1965 a: Effects of heated effluents upon Marine and Estuarine Organisms. *Advances in Marine Biology* 3, 63-103.
- , 1965 b: Biological effects of a heated effluent in docks at Swansea, S. Wales. *Proc. Zool. Soc. London* 144 (2), 253-268.
- NELSON - SMITH A., 1968: The effects of oil pollution and emulsifier cleansing on shore life in South West Britain. *J. Appl. Ecol.* 5, 97-107.
- , 1970: The problem of Oil pollution of the sea. *Advances in Marine Biology* 8, 215-306.
- O.C.D.E., 1966: *Salissures Marine, Recherches cooperatives hydrologiques et biologiques*. O.C.D.E. Parigi 1-84.
- PIGNATTI S. e P. DE CRISTINI, 1968: Associazioni di alghe marine indicatori di inquinamenti delle acque nel Vallone di Muggia presso Trieste. *Arch. Oceanogr. Limnol.* 15 (Suppl.), 185-191.
- REISH D. J., 1957: Effect of pollution on Marine Life. *Indus. Wastes* 2, 114-118.
- , 1959: An ecological study of pollution in Los Angeles. Long Beach Harbours California. Allan Hancock Found. Publ., occ. paper n. 22, 117.
 - , 1964: Studies on the *Mytilus edulis* Community in Alamitos Bay, California: I. Development and Destruction of the Community. *The Veliger*, 6 (3), 124-131.
- REISH D. J. and H. A. WINTER, 1954: The ecology of Alamitos Bay, California, with special reference to pollution. *Calif. Fish Game* 40 (2), 105-119.
- RELINI G., 1964: Andamento stagionale degli organismi sessili del porto di Genova. *Arch. Oceanogr. Limnol.* 13 (2), 281-296, pl. I - V.
- , 1966: Le comunità dominanti del « fouling » portuale di Genova. *Natura* 57, 136-156.
 - , 1968: Variazioni quantitative stagionali del fouling nel porto di Genova in relazione alla durata di immersione e alla profondità. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova* 36 (236), 23-40.
- RELINI G., G. DABINI - OLIVA e L. FERRETTI, 1969: Possibilité d'étudier les effets de la pollution sur les organismes benthiques en employant des panneaux immergés. (Comunicazione al IV Colloquio Int. Oceanogr. Medica - Problemi di Igiene legati alla Biologia Marina). *Rev. Inter. Oceanogr. Med.* 17, 189-199.
- RELINI G. e D. RAVANO, 1971: Alcuni aspetti dell'ecologia dei Molluschi presenti nel fouling ligure. *Atti Soc. It. Sc. Nat. e Museo Civ. St. Nat. Milano* 112 (3), 301-315.
- RELINI G. e L. RELINI - ORSI, 1970: Fouling di zone inquinate. Osservazioni nel porto di Genova. I Cirripedi. Comunicazione al III Congr. Biol. Marina, Napoli. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli* 38, suppl. 2, 125-144.
- ROBINSON R. J. and T. G. THOMPSON, 1948: The determination of phosphates in sea water. *J. Mar. Res.*, 7 (1), 33-41.

- Rossi G., G. BAZZICALUPO e G. RELINI, 1970: Fouling di zone inquinate. Osservazioni nel porto di Genova: Alghe e Policheti sedentari. Comunicazione al III Congr. Biol. Marina, Napoli, 1971. Pubbl. Staz. Zool. Napoli 38, suppl. 2, 146-173.
- ROUCH J., 1946: *Traité d'Océanographie Physique. L'eau de mer.* Payot Paris 2, 1-349.
- SANDELL E. B., 1965: *Colorimetric Determination of Traces of Metals.* Interscience Publishers Inc. N. Y., 547.
- SCACCINI CICCATELLI M., 1968: Un anno di osservazioni idrologiche in una stazione fissa nelle acque dell'Adriatico occidentale presso Fano. *Note del Lab. di Biol. Mar. e Pesca di Fano* 2 (9), 181-228.
- SPECCHI M. e G. OREL, 1968: I popolamenti dei fondi e delle rive del Vallone di Muggia presso Trieste. *Boll. Soc. Adriatica Scienze Trieste* 56 (1), 137-161.
- STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 1966: American Public Health Ass. Inc., 296-303, 389-392.
- STRICKLAND J. D. H. and T. R. PARSONS, 1965: *A manual of sea water analysis.* Fish. Res. Can. Bull. 125, 1-203.
- STUBBINGS H. G. and D. R. HOUGHTON, 1964: *The Ecology of Chichester Harbour, S. England, with special reference to some fouling species.* *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 49 (2), 233-279.

Prof. E. MOR, Dr. E. SESSI, Prof. G. RELINI, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Laboratorio per la Corrosione Marina dei Metalli via Mercanzia 4 - 16123 Genova, Italia.

Localizzazione istochimica e citochimica del rame nell'epatopancreas di *Octopus vulgaris* LAMARCK

di

ERMINIO O. MUZII e CLARA DE MARCO

(Dal Laboratorio di Biologia Ultrastrutturale della Stazione Zoologica di Napoli)

5 Figure

Summary. The histology of the « hepatic » portion of the hepatopancreas of *Octopus vulgaris* LAM. is described. The glandular tubules are separated by venous sinuses. Arterial vessels run within the venous lumen. The tubular epithelium is a monolayer of at least two different types of cells. The localization of copper deposits has been obtained by histochemical staining with rubeanic acid or with p-amino-dimethyl-benzilidenrodanine. Copper-containing cells show a triangular shape, the base and the nucleus being at the periphery of the tubule, nearby the venous sinuses, and the apical tip being at the edge of the tubular lumen. The cytoplasm stains with basic dyes and contains droplets, 0,5-7,0 microns in diameter, which stain for copper. Hemocyanin, present within the venous sinuses, does not show a reaction for copper.

High individual variability of the copper content, probably related to physiological rhythms, has been noticed.

Another type of cells has been observed. They are cylindrical in shape, loaded with lipidic droplets, and constantly show a large round apical body, about 10 microns in diameter, containing yellow-red pigments and iron.

The relationship between hepatopancreas copper deposits and the biosynthesis or the turnover of hemocyanin is briefly discussed.

Riassunto. Si descrive l'istologia della porzione « epatica » dell'epatopancreas di *Octopus vulgaris* LAM. I tubuli ghiandolari sono separati tra loro da seni venosi nel lume dei quali decorrono i vasi arteriosi.

L'epitelio tubulare è monostratificato e consiste di almeno due tipi di cellule.

La reazione istochimica per il rame con l'acido rubeanico e con la p-dimetilamino-benzilidenrodanina, ha permesso la localizzazione dei depositi di rame. Le cellule che contengono rame hanno forma triangolare, la base ed il nucleo alla periferia del tubulo, l'apice sul bordo del lume tubulare. Il citoplasma si colora con i coloranti basici e contiene granuli, 0,5-7,0 micron di diametro, che si colorano per il rame. L'emocianina, presente nel lume dei seni venosi, non mostra reazione per il rame.

È stata notata una grande variabilità individuale della quantità di materiale reattivo per il rame. Ciò è probabilmente in relazione con i ritmi fisiologici.

È stato osservato un altro tipo di cellule. Queste sono di forma cilindrica, cariche di goccioline lipidiche e possiedono costantemente un corpo apicale rotondo, di grandi dimensioni, circa 10 micron di diametro, che contiene pigmenti giallo-rossi e ferro.

Si discute brevemente la relazione tra depositi di rame e biosintesi o ricambio dell'emocianina.

INTRODUZIONE

In molti Molluschi ed Artropodi la funzione di trasporto dell'ossigeno è svolta dall'emocianina, una proteina di elevato peso molecolare contenente

rame, disciolta nell'emolinfa. La presenza del rame è essenziale alla funzione respiratoria dell'emocianina.

Oltre che nell'emolinfa il rame è presente nel cosiddetto « epatopancreas » la ghiandola principale del sistema digerente. In *Octopus vulgaris* l'epatopancreas contiene circa l'80 % e l'emolinfa contiene l'11 % di tutto il rame dell'organismo. È stato anche accertato che il rame, in *Octopus*, è assunto dall'ambiente solo per via alimentare (GHIRETTI e VIOLANTE, 1964). Esistono scarsissime e frammentarie informazioni sulla sede della biosintesi dell'emocianina (SCHIPP e SCHAEFER, 1969), (FAHRENBACH, 1970), (DECLEIR, LEMAIRE e RICHARD, 1971).

Tuttavia qualche relazione deve esistere tra la presenza di rame nell'epatopancreas e i processi di biosintesi della emocianina: il rame dell'epatopancreas potrebbe essere trasportato altrove e utilizzato per la sintesi della proteina oppure la sintesi stessa potrebbe aver luogo nell'epatopancreas, come è stato postulato da GHIRETTI e VIOLANTE (1964).

Sulla struttura istologica e citologica dell'epatopancreas di *Octopus vulgaris* LAM. ben poco è noto; le osservazioni degli antichi Autori (FRENZEL, 1885) (ENRIQUES, 1902), (FALLOISE, 1906), (CUÉNOT, 1907) per la porzione epatica sono prevalentemente indirizzate allo studio del ruolo digestivo dell'epatopancreas.

Le osservazioni più recenti hanno dimostrato che in *Octopus* (in una specie giapponese) la ghiandola si compone di tubuli semplici, raramente ramificati, separati tra loro da spazi sanguigni (NAKAZIMA, 1956). Il lavoro di BIDDER (1957), fondamentale per le conclusioni relative alla fisiologia della digestione, contiene dettagliate osservazioni citologiche purtroppo non corredate da illustrazioni.

Sulla localizzazione istochimica del rame nell'epatopancreas esistono numerose osservazioni su Crostacei (OGURA, 1959), (MIYAWAKI et al., 1961), (WIESER, 1961 e 1967), (DJANGMAH e GROVE, 1970), (LOIZZU, 1971) mentre per i Molluschi esistono solo le osservazioni della HRYNIEWIECKA - SZYFTER (1967) che ha studiato l'epatopancreas di *Helix*.

La localizzazione istochimica del rame nell'epatopancreas di *Octopus* può essere utile sia per comprendere meglio la funzione digestiva di quest'organo, sia per affrontare il problema dei rapporti tra epatopancreas e biosintesi della emocianina.

Si presentano alcune osservazioni istochimiche e citologiche sulla distribuzione del rame nell'epatopancreas di *Octopus vulgaris*.

MATERIALI E METODI

Octopus vulgaris di peso variabile tra 0,5 e 5,0 kg, maschi e femmine, catturati da non più di 24 ore nel Golfo di Napoli, sono stati sacrificati per decapitazione. Alcuni erano stati parzialmente dissanguati subito prima della decapitazione. Dalla porzione « epatica » sul lato ventrale dell'epatopancreas sono stati prelevati frammenti di 1-2 gr. di peso, avendo cura che la campionatura comprendesse, in ogni individuo, sia la

zona subcapsulare, situata immediatamente all'interno della capsula, sia la zona centrale della ghiandola.

Alcuni frammenti sono stati fissati in formolo 4 % in acqua di mare, disidratati ed inclusi in paraffina. Alcuni frammenti fissati in formolo 4 % in alcool etilico 99 % o in glutaraldeide 3 % in acqua di mare e poi postfissati in O_8O_4 1 % in acqua di mare sono stati disidratati ed inclusi in Epon.

Le sezioni in paraffina, di 8-10 micron di spessore, montate su portaoggetti, spiaraffinate e portate in acqua e le sezioni semifini in Epon, montate a caldo su coprioggetti, sono state colorate per 2-12 ore a temperatura ambiente, o a 37° C, in soluzioni di acido rubeanico o di p-dimetilaminobenzilidenrodanina (pDMABR) secondo HOWELL (1959) e osservate in luce trasmessa, a contrasto di fase o in campo oscuro. In alcuni casi nelle sezioni in paraffina i nuclei sono stati colorati leggermente in carminio acetico.

Sezioni di controllo, senza colorazione per il rame, sono state sempre osservate in parallelo. Altri controlli sulla specificità della colorazione per il rame sono stati effettuati trattando le sezioni in paraffina prima o dopo la colorazione per il rame con KCN 0,1 M a pH 8 in TRIS 0,05 M a temperatura ambiente per 2-12 ore. Da ogni campione di tessuto incluso in paraffina sono state anche preparate sezioni colorate in ematossilina-eosina, e con il metodo di PEARL per il ferro.

Da ogni campione di tessuto incluso in Epon sono state anche preparate sezioni colorate con blu di Toluidina a caldo.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Il quadro istologico generale dell'organo nelle zone centrali e fino a circa 1 mm dalla capsula limitante connettivale è un disegno a mosaico irregolarmente poligonale, definito dai tubuli ghiandolari tagliati più o meno trasversalmente (Fig. 1 e 4). I tubuli infatti risultano separati tra di loro da uno spazio stretto, il seno venoso intertubulare, praticamente virtuale, continuo, di circa 1-2 micron di ampiezza (Fig. 2).

I seni venosi intertubulari confluiscono tra di loro e si ampliano nei punti di contatto. In queste confluenze dei seni venosi si notano spesso arteriole riconoscibili per la loro parete a margine interno sinuoso e per la presenza costante di cellule ematiche nucleate situate nel lume arterioso (Fig. 3).

Il tubulo ghiandolare è costituito da cellule epiteliali cilindriche molto allungate, apparentemente monostratificate; lo spessore dell'epitelio varia tra 50 e 100 micron.

L'ampiezza del lume tubulare varia notevolmente; talora il lume è chiuso e virtuale, riconoscibile solo per la presenza degli orletti a spazzola accollati, talora è aperto e digitato, talora è dilatato, a margini lisci e di forma circolare. Così il diametro totale del tubulo varia tra 100 e oltre 500 micron.

Non è stato possibile definire se trattasi di tubuli semplici o ramificati; tuttavia nella zona subcapsulare i lumi tubulari decorrono in linea retta almeno per qualche centinaio di micron senza ramificarsi. Si notano tubuli a



FIG. 1. Tubuli ghiandolari epatici in sezione trasversale. A = arteriola nel seno venoso peritubulare; GCU = cellula triangolare basofila, a rame, con apice sul lume tubulare. Le frecce alettate indicano i « corpi apicali » delle cellule a ferro. Il rettangolo rappresenta l'area della fig. 2. Ematossilina + eosina + acido rubeanico. ($\times 280$ ca.).

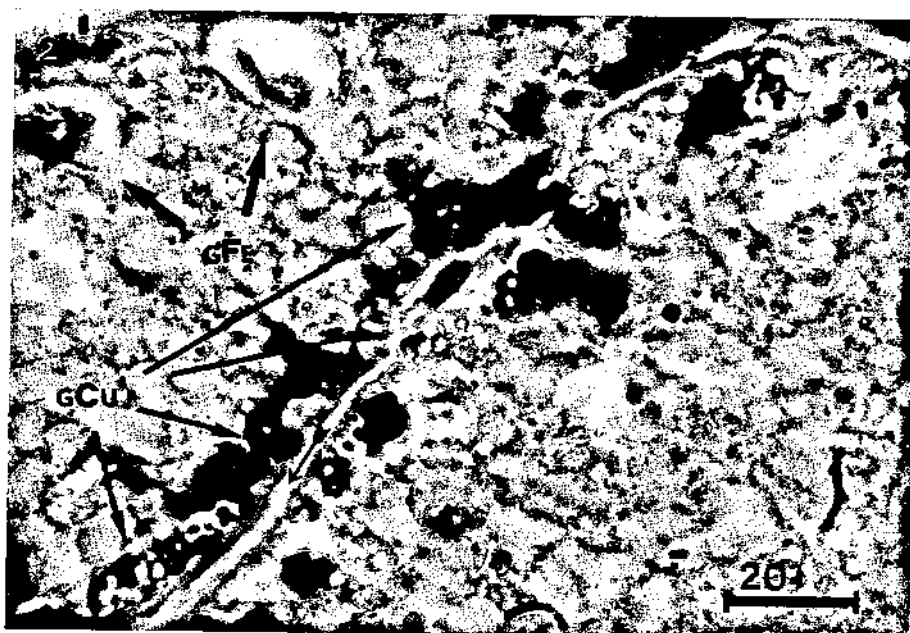


FIG. 2. Zona basale del tubulo ghiandolare epatico. Si notano le granulazioni positive per il rame (GCU). Il lume del seno venoso peritubulare è indicato da frecce alettate. Si notano due « corpi apicali » (GFE) fortemente retratti. Ematossilina + eosina + acido rubeanico. ($\times 750$ ca.).

lume più ampio, quasi sempre contenenti materiale senza struttura particolare e talora corpi pigmentati che saranno descritti appresso. Si notano arteriole di calibro più importante sempre situate all'interno dei seni venosi.

L'analisi della disposizione reciproca delle cellule tubulari è resa difficile dalla direzione obliqua che esse hanno rispetto alla direzione del lume tubulare. È evidente che le cellule tubulari si estendono dal seno venoso peritubulare al lume ghiandolare. I nuclei, grandi, rotondi o ovali, con grande nu-

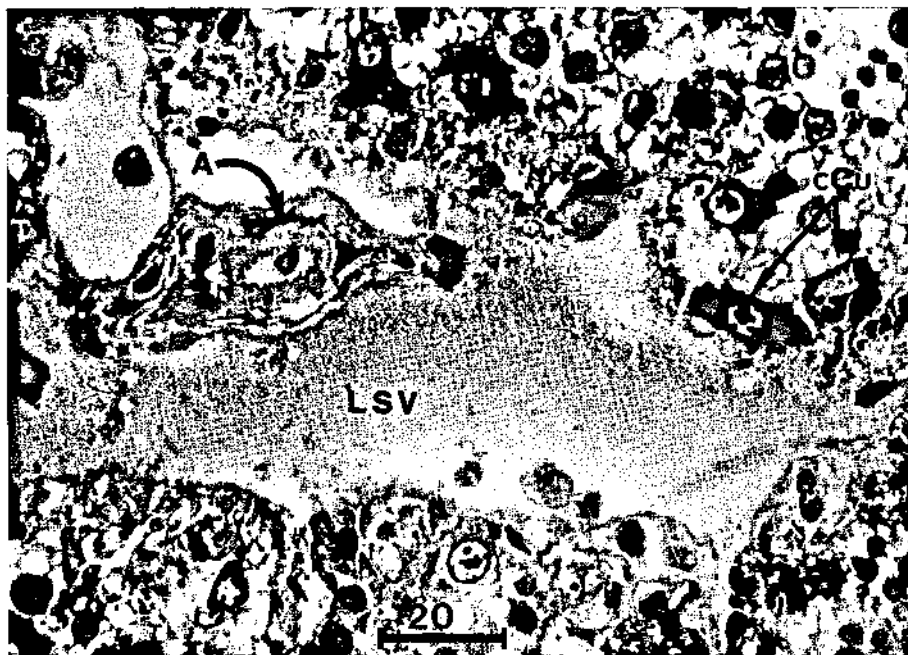


FIG. 3. Nel lume del seno venoso peritubulare (LSV) è contenuta un'arteriola (A). Si notano granulazioni basofile nelle cellule a rame (CCU) situate sulla parete del lume venoso. Blu di Toluidina ($\times 750$ ca.).

cleo, sono di regola situati nella zona basale della cellula e, evidenziati dalle colorazioni, contribuiscono a definire il profilo poligonale dei tubuli.

Si distinguono almeno due tipi cellulari.

Un tipo è caratterizzato dalla basofilia di tutto il citoplasma. Queste cellule hanno un apice così sottile ed una forma così allungata e spesso curvilinea che raramente si osservano in tutta la loro lunghezza (Fig. 1). Si nota invece quasi sempre una porzione basale così ampia da dare l'impressione di cellule non affacciate al lume ghiandolare (Fig. 1). Se alla ematossilina-eosina si associa la colorazione con l'acido rubeanico, si notano nel citoplasma di queste cellule goccioline o granulazioni positive per il rame 0.5 - 7.0 micron di diametro colorati in

nero-verde (Fig. 2). Anche la colorazione con il blu di Toluidina evidenzia la basofilia del citoplasma e la presenza di granulazioni più intensamente basofile (Fig. 3).

La colorazione con acido rubeanico associata con una colorazione nucleare con carminio acetico dimostra molto bene la presenza del rame nella zona basale del tubulo, anzi in alcuni casi i granuli positivi per il rame sono così numerosi da tratteggiare il profilo del tubulo (Fig. 4).

Non mancano però cellule a rame sezionate a distanza intermedia tra apice e base, così piene di granuli a rame da disegnare vere e proprie macchie rotonde isolate nell'epitelio tubulare (Fig. 4).

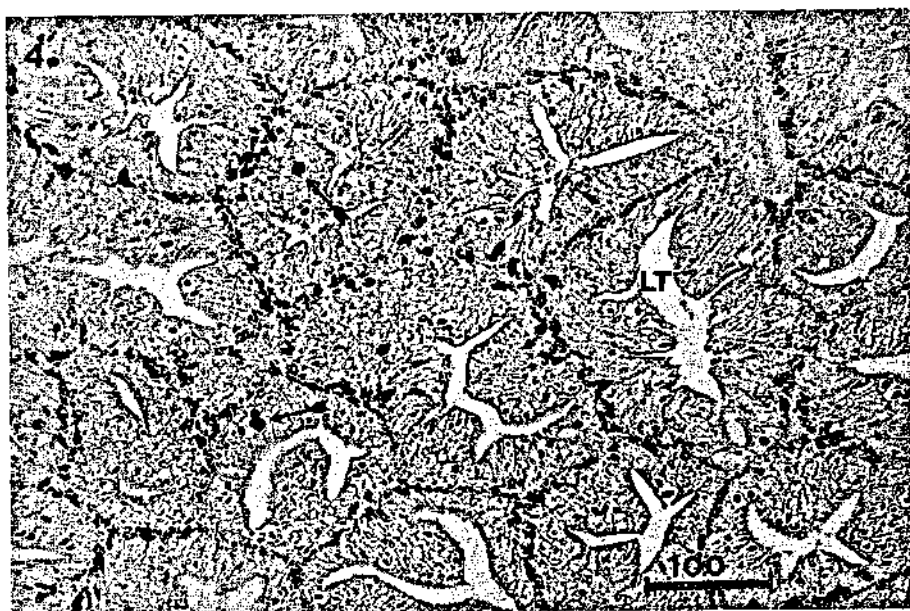


FIG. 4. Localizzazione del rame prevalentemente alla base delle cellule del tubulo ghiandolare epatico. Le frecce alettate indicano rare cellule cariche di rame anche nella zona subapicale. LT = lume tubulare. Acido rubeanico + carminio acetico. ($\times 160$ ca.).

La colorazione con p-DMABR è esattamente corrispondente a quella con l'acido rubeanico, ma in questo caso i granuli appaiono rosso-rubino mentre si colorano in arancio i nuclei ed il citoplasma rendendo superflua ogni colorazione di contrasto. Queste colorazioni riescono bene, tenuto conto delle diversità di spessore, sia su sezioni in paraffina che su sezioni semifini in Epon, anche dopo fissazione in glutaraldeide-osmio. In questo caso è preferibile usare la p-DMABR essendo talora difficile distinguere il colore verde-nero del complesso del rame dalle goccioline lipidiche colorate dall'osmio.

Nelle sezioni semifini, quando la intensità del colore risulta troppo debole nei granuli a rame, questi possono essere chiaramente riconosciuti in contrasto di fase o in campo scuro. Nelle prove di controllo il KCN, capace di spo-

stare il rame legato all'acido rubeanico ed alla p-MABR, ha impedito la colorazione dei granuli o ne ha abolito la colorazione già ottenuta. Nei preparati non colorati sono state osservate rarissime cellule con pigmentazione propria, rosa o verde, molto chiara.

Chiameremo d'ora in poi le cellule con citoplasma basofilo e con granuli a rame « cellule a rame ». Queste cellule forse corrispondono alle « Kalkzellen » descritte da FRENZEL (1885) ed a quelle definite « cellule sferulose » da ENRIQUES (1902). La quantità di cellule a rame e la quantità di granuli a rame in ciascuna cellula appare enormemente variabile da individuo ad individuo, ma è abbastanza uniforme nelle diverse zone dell'organo in ogni individuo.

In alcuni individui i granuli di rame mancano del tutto.

Almeno un altro tipo di cellule è presente nel tubulo ghiandolare della porzione « epatica » dell'epatopancreas. Infatti al limite del lume tubulare, immediatamente al di sotto dell'orletto a spazzola, si notano numerosi corpi a struttura granulosa, di colore giallo chiaro nelle sezioni in paraffina, apparentemente incolori nelle sezioni semifini, di dimensioni variabili di circa 10 micron e talora più grandi.

Questi corpi apicali pigmentati fanno parte delle cellule che contengono goccioline lipidiche, bene evidenti nei preparati all'osmio, di circa 5 micron di diametro (Fig. 5).

Nelle sezioni fissate in formolo ed incluse in paraffina questi corpi apicali appaiono retratti e distaccati dal citoplasma circostante (Fig. 1 e 2).

Dunque possiamo definire un secondo tipo cellulare caratterizzato dalla presenza di corpi apicali contenenti pigmento giallo-rosso ed abbondanti goccioline lipidiche con forte affinità per l'osmio diffuse, queste goccioline, per tutta la lunghezza delle cellule dalla base all'apice. Il nucleo è anche in questo tipo cellulare sempre basale (Fig. 5). Queste cellule corrispondono a quelle chiamate da FRENZEL (1885) « Keulenzellen » o « Fermentzellen » per la loro supposta caratteristica di secernere diastasi che sono poi anche le « cellules à boules » di CUÉNOT (1907).

I corpi apicali contenenti pigmento giallo-rosso corrispondono anche ai corpi pigmentati descritti da ENRIQUES (1902) e probabilmente corrispondono anche ai « brown bodies » descritti dalla BIDDER (1957).

Per osservazioni che saranno riferite in dettaglio altrove è stato accertato che questi corpi apicali contengono, tra l'altro, ferritina. Perciò le cellule che contengono corpi apicali pigmentati e goccioline lipidiche sono state chiamate « cellule a ferro ». Questa terminologia viene da noi adottata in analogia con quella in uso per l'epatopancreas dei Crostacei (OGURA, 1959), (LOIZZU, 1971), ed in considerazione del ruolo che certamente l'epatopancreas di *Octopus* svolge nel metabolismo del rame e del ferro (ROCCA, 1969), (NARDI et al., 1971), (NARDI, MUZZI et al., 1971).

La presenza di cellule a rame nell'epatopancreas di *Octopus* corrisponde alle osservazioni biochimiche di GHIRETTI e VIOLANTE (1964), ROCCA (1969) e NARDI et al. (1971).

Essendo riuscita la HRYNIEWIECKA - SZEIFTER (1967) a dimostrare la presenza di granuli a rame nell'epatopancreas di *Helix* con l'acido rubeanico, era ragionevole attendersi la positività della reazione in *Octopus* dove il contenuto in rame è tanto più elevato che in *Helix* (ROCCA, 1969).

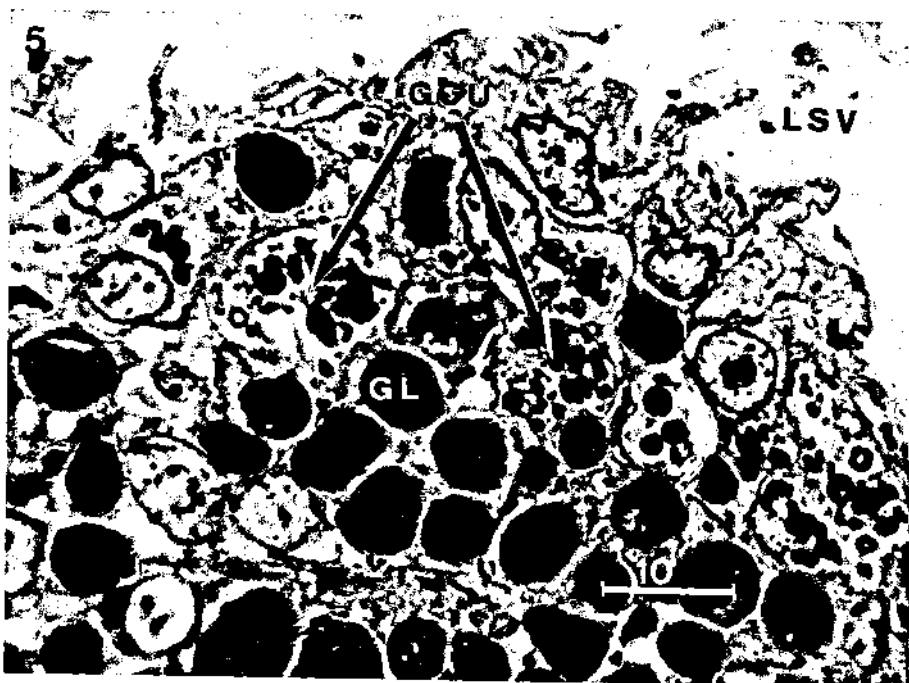


FIG. 5. Cellule con goccioline lipidiche (GL) ed altre con granulazioni a rame (GCU) nella zona basale del tubulo in adiacenza al lume del seno venoso (LSV). Blu di Toluidina dopo fissazione in Osmio ($\times 1500$ ca.).

Se l'acido rubeanico non colora il rame proteico (HOWELL, 1957) - infatti noi non abbiamo osservato alcuna reazione per il rame nel lume dei vasi dove pure è certamente presente emocianina - bisogna dedurre che il rame presente nei granuli è legato a sostanze non proteiche; ciò sembra confermato dalle osservazioni di NARDI et al. (1971), secondo cui il 70 - 80% del rame contenuto nell'epatopancreas di *Octopus* è legato a composti di peso molecolare inferiore a 5.000. D'altra parte però questi composti sarebbero di natura peptidica, e perciò bisognerebbe ammettere che l'acido rubeanico colora il rame legato a composti di natura peptidica.

La mancata colorazione, apparente, del rame legato alla emocianina dei vasi, tenuto conto che il rame è lo 0,25% nell'emocianina e lo 0,2 - 0,4% nel-

l'epatopancreas, potrebbe essere conciliata con il dato concreto della colorazione dei granuli a rame, ammettendo che nei granuli dell'epatopancreas il rame raggiunga concentrazioni molto più elevate che quelle misurate rispetto all'organo totale. Ciò che del resto è la ovvia conseguenza delle nostre osservazioni.

Non si può escludere che nell'epatopancreas esistano altri composti a rame, oltre a quelli concentrati nei granuli, troppo diluiti per essere rilevati o non colorabili con i metodi da noi usati.

Non siamo in grado, sulla base di queste osservazioni, di discutere il ruolo fisiologico delle cellule a rame. Tuttavia la estrema variabilità individuale della quantità di rame rivelato istochimicamente fa ritenere che queste strutture siano soggette a variazioni fisiologiche forse in rapporto con le fasi della digestione, con il tipo di alimentazione al momento dell'uccisione degli animali, e con altre condizioni (sesso, riproduzione, stagioni, etc).

La posizione delle cellule a rame, situate tra il lume ghiandolare ed il seno venoso peritubulare, può suggerire sia una funzione di trasporto cellulare del rame dal sistema digerente a quello circolatorio forse in rapporto con la biosintesi della emocianina, sia, viceversa, una funzione di trasporto in senso inverso dal sistema circolatorio a quello digerente, forse in rapporto con la demolizione della emocianina fisiologicamente denaturata.

BIBLIOGRAFIA

- GHIRETTI F. e U. VIOLANTE, 1964: Ricerche sul metabolismo del Rame, in *Octopus vulgaris*. Boll. Zool. 31, 1081-1092.
- SCHIPP P. und A. SCHAEFER, 1969: Vergleichende elektronenmikroskopische Untersuchungen an dem zentralen Herzorganen von Cephalopode. Z. Zellforschung 101, 367-379.
- FAHRENBACH W. H., 1970: The cyanoblast: Hemocyanin formation in *Limulus polyphemus*, J. Cell Biol. 44, 445-453.
- DECLER W., J. LEMAIRE and A. RICHARD, 1971: The differentiation of blood proteins during ontogeny in *Sepia officinalis* L. Comp. Biochem. Physiol. 40 B, 923-930.
- FRENZEL J., 1885: Ueber die Mitteldarmdruese (Leber) der Mollusken. Archiv Mikroskop. Anat. 25, 48-84.
- ENRIQUES P., 1902. Il fegato dei Molluschi e la sua funzione. Mittheilungen aus den Zool. Stat. Neapel. 15, 281-406.
- FALLOISE A., 1906: Contribution à la physiologie comparée de la digestion. La digestion chez les Cephalopodes. Arch. Intern. Physiol. 3, 282-305.
- CUÉNOT L., 1907. Fonctions absorbantes et excrétrices du foie des Céphalopodes. Arch. Zool. Exp. Gén. 7, 227-245.
- NAKAZIMA M., 1956: On the structure and function of the mid gut gland of Mollusca. Japan. J. Zool. 11, 469-566.
- BIDDER A. M., 1957: Evidence for an absorptive function in the « liver » of *Octopus vulgaris* LAM., Pubblic. Staz. Zool. Napoli 29, 139-150.

- OGURA K., 1959: Midgut gland cells accumulating iron and copper in the crayfish *Procambarus clarkii*. *Annotationes Zool. Jap.* 32, 133-142.
- MIYAWAKI M., M. MATSUZAK and N. SASAKI, 1961: Histochemical studies on the hepatopancreas of the crayfish *Procambarus clarkii*. *Kumamoto J. Sc., Ser. B, Sect. 2*, 5, 161-169.
- WIESER W., 1961. Copper in Isopodes. *Nature* 191, 1020.
- , 1967: Conquering terra firma; the copper problem from the isopod's point of view. *Helgoländer Wiss. Meeresunter.* 15, 282-293.
- DIANGMAH J. S. and. D. J. GROVE, 1969: Blood and hepatopancreas copper in *Crangon vulgaris* FABRICIUS. *Comp. Bioch. Physiol.* 32, 733-745.
- LOIZZI R. F., 1971: Interpretation of crayfish hepatopancreatic function based on fine structural analysis of epithelial cell lines and muscle network. *Z. Zellforschung* 113, 420-444.
- HRYNIEWIECKA - SZEJTER Z., 1967: Copper in hepatopancreas of the snail *Helix pomatia* L. *Bull. Soc. Amis Sc. Lettr. Poznan* 8, 119-123.
- HOWELL J. S., 1959. Histochemical demonstration of copper in copper-fed rats and in hepatolenticular degeneration. *J. Pathol. Bacteriol.* 77, 473-484.
- ROCCA E., 1969: Copper distribution in *Octopus vulgaris* LAM. hepatopancreas. *Comp. Bioch. Physiol.* 28, 67-82.
- NARDI G., E. O. MUZZI e M. PUCA, 1971: Ferritin in the hepatopancreas of *Octopus vulgaris* LAM. *Comp. Bioch. Physiol.* 40, B, 199-205.
- NARDI G., M. PUCA e G. JAMUNNO, 1971: Ricostituzione in vitro dell'emocianina da composti a rame dell'epatopancreas di *Octopus vulgaris* LAM. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, 38, I Supplemento.
- Prof. E. O. MUZZI e C. DE MARCO, Stazione Zoologica, Villa Comunale. 80121 Napoli, Italia.

Ricostituzione in vitro dell'emocianina da composti a rame dell'epatopancreas di *Octopus vulgaris* LAMARK

di

GIOVANNA NARDI, MARIA PUCA e GENNARO JAMUNNO

(Dal Reparto di Fisiologia e Biochimica della Stazione Zoologica di Napoli)

1 Figura

Summary. The copper containing compounds from the hepatopancreas of *Octopus vulgaris* LAM. have been obtained in soluble form by homogenization in paraffin oil and subsequent centrifugation against discontinuous saccharose gradient. The copper compounds have been separated by gel filtration on Sephadex G 25 in three fractions. The lower molecular weight copper fraction has been used as « copper donor » for hemocyanin reconstitution from apohemocyanin. Reconstitution between 16 % and 35 % have been obtained.

Riassunto. I composti contenenti rame dell'epatopancreas di *Octopus vulgaris* LAM. sono stati ottenuti in forma solubile mediante omogeneizzazione in olio di vaselina e successiva centrifugazione contro gradiente discontinuo di saccarosio. I composti a rame sono stati separati su Sephadex G 25 in tre frazioni. La frazione a rame a peso molecolare più basso è stata usata come « donatore di rame » per la ricostituzione dell'emocianina da apoemocianina. Si sono ottenute ricostituzioni comprese tra 16 % e 35 %.

INTRODUZIONE

Nei Cefalopodi, che contengono emocianina come pigmento respiratorio nel sangue, l'epatopancreas è l'organo più ricco di rame. Infatti GHIRETTI (1964) studiando il metabolismo del rame nell' *Octopus vulgaris* trovò che l'epatopancreas contiene l' 80 % del rame totale contenuto nell'animale. Notò inoltre che animali tenuti a dieta carente di rame, esauriscono le riserve di rame dell'epatopancreas, rallentano molto l'accrescimento e infine muoiono. Postulò quindi che l'epatopancreas fosse l'organo di riserva del rame ed eventualmente il sito della sintesi dell'emocianina.

L'emocianina è una metalloproteina a rame essenziale per la fissazione ed il trasporto dell'ossigeno; non è noto il legame proteina-rame ma, con opportuni trattamenti, la proteina può essere privata del rame per formare la apo-proteina, ed essere ricostituita in presenza di rame.

Già nel 1938 KUBOWITZ aveva deramato l'emocianina dializzandola contro cianuro di potassio e l'aveva poi parzialmente ricostituita con sali rameosi o con sali rameici in presenza di un riducente. Tutti i metodi di ricostituzione che hanno seguito il primo esperimento di KUBOWITZ si sono sempre basati sull'aggiunta di rame monovalente alla apoemocianina (LONTIE et al., 1965; GHI-RETTI-MAGALDI et al., 1963).

Il primo lavoro che conforta l'ipotesi che l'epatopancreas degli animali con emocianina svolga una funzione nella sintesi del pigmento respiratorio è quello di JOHNSTON et al. (1969) sull'epatopancreas di *Palinurus interruptus*. Questi autori hanno ottenuto la ricostituzione della emocianina dalla apoemocianina per incubazione con estratti di epatopancreas.

ROCCA (1969) studiando la distribuzione del rame nell'epatopancreas di *Octopus vulgaris* aveva notato che nell'omogenato il rame era allo stato monovalente. Se però aggiungeva al mezzo di estrazione il sale sodico dell'acido p-clorofenilsolfonico solo il 43 % del rame era allo stato monovalente. Ciò, secondo ROCCA, potrebbe indicare che il rame viene ridotto, dopo la rottura delle cellule in seguito all'omogeneizzazione, da un riducente con gruppi sulfidrilici presente nel tessuto.

In questa comunicazione si presentano alcuni dati sul frazionamento dei composti a rame dell'epatopancreas di *Octopus vulgaris* ed alcune osservazioni preliminari sulla funzione di « donatori di rame » che tali composti possono svolgere nel processo di ricostituzione dell'emocianina deramata.

Partendo dalle osservazioni istologiche di MUZII (1971) da un lato, secondo cui il rame dell'epatopancreas è concentrato nei granuli di alcune cellule dell'epatopancreas, e dalle osservazioni di ROCCA (1969) dall'altro lato, secondo cui dopo omogeneizzazione e centrifugazione si recupera nel supernatante solo il 40 % del rame totale, abbiamo cercato un metodo per ottenere una resa quantitativa del metallo.

MATERIALI E METODI

Gli epatopancreas di *Octopus vulgaris*, catturati nel periodo aprile-giugno, sono stati omogenizzati con *Potter* o con *Waring Blendor* in circa tre volumi di un liquido inerte (olio di vaselina). L'uso di un mezzo inerte durante l'omogenizzazione è stato preferito ai tamponi al fine di evitare la rottura delle membrane degli organelli a rame e quindi la diffusione e la diluizione del loro contenuto (BEHRENS, 1954). L'omogenato in olio di vaselina è stato immediatamente stratificato su un gradiente di saccarosio 10 %, 30 %, 50 %, in tampone Tris 0.05 M pH 8.3.

Dopo centrifugazione per 15 min. a $10.000 \times g$, si sono raccolte le zone ottenute e si è determinato il rame in ciascuna con il metodo di FELSENFELD (1960). La zona contenente rame è stata diluita con acqua per 1/3 del suo volume e centrifugata per eliminare la frazione particolata, e quindi cromatografata su colonna di Sephadex G 25 (limite di esclusione 5,000). La colonna è stata caricata con 20 o 30 ml di soluzione

ed è stata eluita con tampone Tris 0.05 M pH 8.3 oppure con acqua distillata. Sia l'omogenizzazione che la cromatografia sono state eseguite a temperatura inferiore a 10° C. Di ogni frazione è stato determinato il rame monovalente, il rame totale e l'assorbimento UV a 280 mμ.

Per gli esperimenti di ricostituzione è stata usata emocianina di *Octopus* alla quale era stato tolto il rame per dialisi contro cianuro di potassio secondo il metodo di KUBOWITZ (1938). La proteina deramata è stata incubata con la terza frazione ottenuta dalla colonna Sephadex G 25, la più ricca di rame.

Le incubazioni sono state eseguite a 4° C per circa 12-18 ore ed a valori di pH varianti tra 5 e 8. Le miscele di incubazione contenevano emocianina deramata in concentrazioni comprese tra 2 e 10 mg per ml. La frazione a rame è stata aggiunta in quantità tale che il rame fosse uguale o doppio di quello necessario per la ricostituzione totale della emocianina presente (2.5-5.0 gamma di Cu per mg di emocianina).

Per ottenere il pH desiderato si è usato tampone acetato o Tris.

Dopo l'incubazione l'emocianina è stata separata dagli altri composti su una piccola colonna di Sephadex G 25 (1 × 40 cm). Il rame è stato determinato in tutte le frazioni eluite.

Sono stati eseguiti in parallelo esperimenti di rigenerazione dell'emocianina nelle stesse condizioni descritte con aggiunta, nel mezzo di incubazione, di idrossilamina come riducente.

L'elettroforesi della terza frazione, utilizzata per le incubazioni, è stata eseguita su strisce di carta Whatman 3 MM, in tampone Veronal, pH 8.6, forza ionica 0.1, per due ore a 10 V/cm. Dopo l'elettroforesi i peptidi a rame sono stati eluiti con acqua distillata e cromatografati su carta Whatman 1 con propanolo - acqua nel rapporto 7:3.

Le carte sono state spruzzate con ninidrina (0.2 % in acetone) per rivelare i gruppi aminici e con dietilditiocarbammato (0.1 % in H₂O) per rivelare il rame.

RISULTATI E DISCUSSIONE

1. — Preparazione dei composti a Rame

ROCCA (1969) aveva usato soluzioni acquose per l'omogenizzazione ed estrazione dei composti a rame dell'epatopancreas di *Octopus*. Dopo centrifugazione a 128.000 × g per eliminare il particolato, soltanto il 40 % del rame rimaneva nel supernatante e quindi era utilizzabile per ulteriori studi. La sostituzione delle soluzioni acquose con un mezzo inerte quale l'olio di vaselina e la successiva centrifugazione dell'omogenato contro gradiente di saccarosio ci hanno permesso invece di raccogliere tutti i composti a rame dell'epatopancreas in uno strato del gradiente e precisamente quello al 10 % di saccarosio. Infatti le analisi del rame nei diversi strati del gradiente hanno dimostrato che in quello meno denso (al 10 %) il contenuto in rame varia tra 100 e 200 gamma/ml mentre negli altri strati si rileva solo la presenza di rame in tracce. Il rame così estratto è monovalente per circa il 40 %.

Lo studio della distribuzione del rame così ottenuto in varie classi di composti a peso molecolare diverso ha sostanzialmente confermato i dati di ROCCA

(1969) anche se con alcune variazioni dovute forse al diverso metodo di preparazione.

Come si vede in Fig. 1 la colonna Sephadex G 25 separa i composti a rame in tre frazioni. Il primo picco rappresenta la prima frazione contenente rame. Questa, essendo la frazione esclusa, è costituita da proteine o altre molecole con peso molecolare superiore a 5000 e contiene il 14 % del rame totale. Il

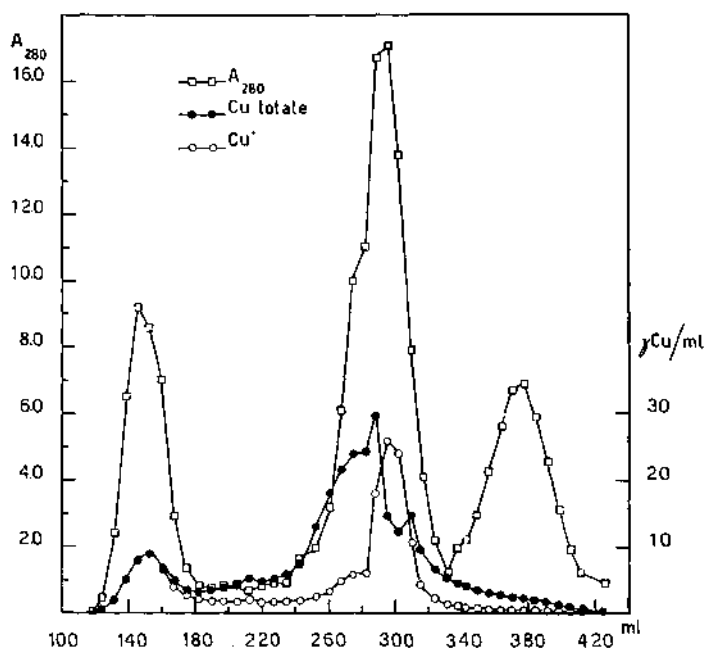


FIG. 1. Separazione dei composti contenenti rame dell'epatopankreas di *Octopus vulgaris* LAM. SU colonna di Sephadex G 25.

rame di questa frazione è totalmente monovalente. Segue una seconda frazione rappresentata da un « plateau » dove il rame contenuto è circa il 20 % del totale. Il secondo picco rappresenta la terza frazione contenente rame. Questa frazione è la più ricca di rame (60 - 70%), di cui un terzo circa monovalente, ha un colore verde-blu ed è costituita, tra l'altro da diversi composti a rame che non sono stati finora identificati. Si tratta di una miscela di peptidi di cui è stata tentata la separazione con elettroforesi ad alto voltaggio e per cromatografia. Infatti si è visto che sono presenti circa 5 sostanze che reagiscono con la ninidrina e con il dietilditiocarbammato (reattivi per i gruppi aminici e per il rame rispettivamente). L'ultima frazione, rappresentata dal terzo picco, è una sostanza gialla che non contiene rame.

2. — *Ricostituzione dell'emocianina*

L'emocianina nativa presenta uno spettro UV caratterizzato oltre che dalla banda a 280 millimicron delle proteine in genere, anche da una banda a 348 millimicron, la cosiddetta « banda del rame ». La banda a 348 millimicron scompare quando l'emocianina viene desossigenata o quando le viene tolto il rame.

I criteri adottati per stabilire il grado di ricostituzione ottenuto sono la ricomparsa della banda del rame a 348 millimicron e la quantità di rame legato alla proteina.

TAB. 11. *Ricostituzione dell'emocianina di Octopus vulgaris LAM.*

	$\frac{A_{348}}{A_{280}}$	Ricostituzione (%)	Cu (%)
Hc nativa	0.20	—	0.25
Hc deramata	0.01	—	0.04
Esperimenti senza NH_4OH			
N. 1 (pH 6.5)	0.04	20	0.097
N. 2 (pH 6.5)	0.033	16	0.098
N. 3 (pH 5.5)	0.070	35	0.098
N. 4 (pH 5.5)	0.059	29	0.106
Esperimenti con NH_4OH			
N. 5 (pH 6.5)	0.16	80	0.21
N. 6 (pH 6.5)	0.20	100	0.25
N. 7 (pH 5.5)	0.18	90	—
N. 8 (pH 5.5)	0.19	95	—

Nella tabella sono riportati i risultati di alcuni esperimenti di ricostituzione. Nella prima colonna sono riportati i rapporti tra assorbimento a 348 millimicron ed a 280 millimicron e, come riferimento, i valori per l'emocianina nativa e per quella deramata. Nella seconda colonna è riportato il grado di ricostituzione espresso in percentuali di ricostituzione calcolate in base ai valori

della prima colonna. Nella terza colonna sono riportati i valori delle percentuali di rame legato all'emocianina ricostituita e come riferimento quelli dell'emocianina nativa e della deramata.

Sono stati riportati solo i dati riguardanti gli esperimenti fatti a pH 5,5 e 6,5 (Esp. nn. 1, 2, 3, 4). Gli esperimenti eseguiti a pH 7 e 8 non hanno dato risultati positivi. Ciò in accordo con le osservazioni di JOHNSTON et al. (1969) che con l'omogenato di epatopancreas di *Palinurus interruptus* ottengono il massimo di rigenerazione a pH 5.

Nella tabella sono riportati anche i risultati di esperimenti analoghi (Esp. nn. 5, 6, 7, 8) compiuti in presenza di un riducente (idrossilamina). In questo caso la ricostituzione appare quasi totale.

Bisogna tenere presente che i tentativi di ricostituzione sono stati compiuti con una frazione contenente rame oramai altamente purificata rispetto all'omogenato totale. Si può quindi facilmente immaginare che, anche se il ruolo fisiologico di questi composti a rame fosse quello di « donatori di rame » per la ramazione della emocianina, essi abbiano bisogno di altre componenti per svolgere la loro funzione.

D'altra parte si deve notare che:

1) per le ricostituzioni in vitro dell'emocianina finora da altri compiute è sempre stato usato rame totalmente monovalente o bivalente ma in presenza di riducenti (KUBOWITZ, 1939) (GHIRETTI - MAGALDI et al., 1963) (LONTIE et al., 1965);

2) negli esperimenti descritti nella presente comunicazione l'uso della idrossilamina aumenta notevolmente la percentuale di emocianina rigenerata;

3) la presenza di un riducente nell'epatopancreas di *Octopus* capace di mantenere tutto il rame allo stato ridotto è stata dimostrata da ROCCA (1969).

Si può concludere quindi che se i composti a rame dell'epatopancreas, o alcuni tra loro, fossero responsabili della ramazione dell'emocianina in vivo, essi probabilmente agirebbero con l'intervento di altre sostanze ed in primo luogo di un riducente presente nell'epatopancreas che con il nostro metodo di preparazione è stato allontanato dai composti a rame.

BIBLIOGRAFIA

- BEHRENS M., 1954: Ein neuer Weg zur Gewinnung von Zellen- und Gewebebestandteilen. *Experientia* 10, 508.
- FELSENFELD G., 1960: The determination of cuprous ion in copper proteins. *Arch. Biochem. Biophys.* 87, 247-251.
- GHIRETTI F. e U. VIOLANTE, 1964: Ricerche sul metabolismo del rame in *Octopus vulgaris*. *Boll. Zool.* 31, 1081-1092.
- GHIRETTI - MAGALDI A. and G. NARDI, 1963: Preparation of copper free hemocyanin and its reconstitution in *Octopus vulgaris*. In *Protides of Biological Fluids* (Vol. 11, H. Peeters Ed.), 507-509. Elsevier, Amsterdam.

- JOHNSTON W. and A. A. BARBER, 1969: Reconstitution of functional hemocyanin from apohemocyanin: the hepatopancreas as copper donor. *Comp. Biochem. and Physiol.* 28, 1259-1273.
- KUBOWITZ F., 1938: Spaltung und Resynthese der Polyphenoloxydase und des Haemocyanins. *Biochem. Z.* 299, 32-57.
- LONTIE R., V. BLATON, M. ALBERT and B. PEETERS, 1965: Reconstitution of *Helix pomatia* haemocyanin with the copper (I) acetonitrile complex. *Arch. Int. Physiol. Biochem.* 73 (I), 150-152.
- MUZII E. O. e C. DE MARCO, 1971: Localizzazione istochimica e citochimica del Rame nell'epatopancreas di *Octopus vulgaris* LAM. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, 38, 1° supplemento (in stampa).
- ROCCA E., 1969: Copper distribution in *Octopus vulgaris* LAM. Hepatopancreas. *Comp. Bioch. Physiol.* 28, 67-82.

Dr. G. NARDI, Dr. M. PUCA, G. JAMUNNO, Stazione Zoologica, Villa Comunale, 80121, Napoli, Italia.

Osservazioni periodiche sulla pesca a strascico con i rapidi nelle acque costiere del Medio Adriatico

di

CORRADO PICCINETTI

(Dal Laboratorio di Biologia Marina e Pesca, Fano)

Summary. After having ascertained the scarcity of quantitative data on the effects of trawl fishing in the coastal zone in the various months of the year, the Fano Laboratory of Marine Biology and Fishing has carried out with the authorization of the Ministry of the Merchant Marine numerous experimental catches at various distances from the coast, with the trawling gears more widely used in the area.

Month by month results obtained in 64 catches with the « rapido » net are reported, taking into account the damage that such fishing method can cause in the various months of the year.

The sexual maturity, the youth forms and the benthonic eggs susceptible of being damaged are considered.

The author arrives at the conclusion that while during some months fishing with the rapido net in the coastal zone, can bring about considerable damage, in other months such damage is negligible and in any case, does not justify the adoption of measures against fishing.

Riassunto. Avendo constatato la scarsità di dati quantitativi sugli effetti della pesca a strascico nella zona costiera nei vari mesi dell'anno, il Laboratorio di Biologia Marina e Pesca di Fano ha eseguito con l'autorizzazione del Ministero della Marina Mercantile numerose pesche sperimentali a varie distanze dalla costa con i rapidi e con la tartana, le reti a strascico più diffuse nella zona.

Si espongono mese per mese i risultati ottenuti in 64 pesche con i rapidi tenendo conto dei danni che tale pesca può provocare nei vari mesi dell'anno.

Si considerano le specie in maturità sessuale, le forme giovanili e le uova bentoniche suscettibili di essere danneggiate.

Si conclude constatando che mentre in alcuni mesi la pesca con i rapidi nella zona costiera può causare notevoli danni, in altri mesi tale danno è trascurabile e comunque non di entità tale da giustificare un divieto di pesca.

INTRODUZIONE

Le reti da traino più utilizzate in Italia sono la tartana, il rapido, la sfogliara e la rete semipelagica. Ogni tipo di rete ha una sua forma caratteristica, un modo di operare proprio e, entro certi limiti, viene utilizzato per catturare alcune specie invece di altre.

In alcune zone d'Italia, come nell'alto e medio Adriatico, vi sono motopescherecci che alternano i vari tipi di reti da traino secondo la stagione, le aree di pesca e le specie che vi sono presenti.

Proprio sulla base della diversità degli attrezzi e delle specie catturate, a nostro modo di vedere, non è possibile accomunare con un'unica regolamentazione tali tipi di reti senza incorrere in inesatte generalizzazioni. Questo è il caso dell'art. 111 del regolamento per l'esecuzione della legge 14 luglio 1965, n. 963, concernente la disciplina della pesca marittima che vieta l'uso di reti da traino entro le tre miglia marine o fino all'isobata dei 50 metri. Questo articolo è stato molto criticato dai pescatori e discusso spesso vivacemente nelle commissioni consultive compartimentali. Tra l'altro i pescatori sostengono che la pesca con reti da traino può risultare dannosa solo in certi mesi, mentre per altri mesi non vi sarebbe alcun motivo di proibirla; inoltre vi sarebbero differenze notevoli tra il probabile danno dei diversi tipi di reti da traino.

Poiché non ci risulta che siano mai state effettuate in Italia prove sperimentali che determinassero nella zona costiera per ogni tipo di rete da traino nei diversi mesi dell'anno le specie catturate, le loro dimensioni e la loro qualità, il Laboratorio di Biologia Marina e Pesca di Fano ha programmato ed eseguito, con l'autorizzazione del Ministero della Marina Mercantile, tale tipo di ricerca nelle acque costiere tra Fano e Pesaro.

MATERIALI E METODI

Con i rapidi e con la tartana sono state eseguite mensilmente pescate sperimentali in quattro zone parallele alla costa a diverse distanze. Sono state utilizzate le reti usate normalmente dai pescatori e già descritte in una precedente nota (PICCINETTI, 1968).

Le caratteristiche delle varie zone sono le seguenti:

1) zona con fondo di sabbia di spiaggia; profondità media 6 m; distanza media dalla costa 0,5 miglia; zoocenosi « *Venus gallina* » (SCACCINI, 1967);

2) zona con fondo di sabbia con poco fango; profondità media 10 m; distanza media dalla costa 1 miglio; zoocenosi « *Venus gallina* » con elementi della zoocenosi « *Turritella communis* »;

3) zona con fondo di fango e sabbia; profondità media 13 m; distanza media dalla costa 2 miglia; zona di transizione fra la zoocenosi « *Venus gallina* » e « *Turritella communis* »;

4) zona con fondo di fango e pochissima sabbia; profondità media 16 m; distanza media dalla costa 4 miglia; zoocenosi « *Turritella communis* » con abbondanza di *Aporrhais pes-pelecani*.

Abbiamo eseguito complessivamente tra il febbraio 1969 ed il settembre 1970, 56 pescate di 90 minuti con la tartana e 64 pescate di 75 minuti con i rapidi.

Tutti i pesci catturati di qualunque specie e dimensione sono stati classificati, pesati individualmente e misurati; ne è stata calcolata l'età, determinato il sesso ed il grado di maturità sessuale. Misure analoghe sono state rilevate anche sui Crostacei e sui Molluschi di interesse economico.

Occorrerà ancora del tempo per elaborare tutti i dati raccolti in particolare per la migliore conoscenza della biologia di alcune specie; per ora ci limitiamo ad esporre i risultati ottenuti nella pesca con i rapidi al fine di una esatta valutazione del danno che tale pesca può arrecare al patrimonio faunistico in generale ed ittico in particolare.

OSSERVAZIONI

I rapidi, come è noto, arando il fondo con i loro coltelli modificano le biocenosi su di esso impiantate, e non è il caso di elencare qui gli argomenti invocati contro o a favore di tale attrezzo per i quali rimando all'ottimo lavoro di BINI, ma tale alterazione si ha sia entro che fuori le tre miglia; per cui, facendo una valutazione del danno della pesca entro le tre miglia confrontata con il danno della pesca oltre le tre miglia, ci sembra ragionevole escludere ogni elemento connesso con l'attrezzo stesso e non dipendente dal suo uso nella zona costiera, quale la lunghezza dei coltelli, la dimensione delle maglie ecc.

La pesca effettuata con qualunque attrezzo provoca sempre un'alterazione dell'equilibrio biologico naturale, se non altro per la morte delle specie pescate, e pertanto costituisce quasi sempre un impoverimento della fauna, ma la cattura di adulti prossimi alla riproduzione, la distruzione di uova e soprattutto la cattura di forme giovanili costituiscono anche sotto l'aspetto economico, un danno di gran lunga maggiore.

Avendo presente queste considerazioni abbiamo riportato nelle tabelle che seguono il numero di esemplari allo stato adulto e allo stato giovanile per tutte le specie pescate, mese per mese, riferendo i valori ad una pescata con due rapidi per 75 minuti effettivi di pesca, in modo che siano comparabili fra loro. Inoltre abbiamo contrassegnato con un asterisco la presenza di esemplari in maturità sessuale e con due asterischi la presenza di esemplari in maturità sessuale che depongono uova bentoniche suscettibili di essere danneggiate dai rapidi.

Occorre precisare che un limite ben netto fra specie adulte e giovani non si può stabilire facilmente; sarebbe biologicamente esatto considerare adulte le specie dal momento del raggiungimento della prima maturità o, come si usa più comunemente, considerare adulti gli esemplari che hanno una taglia alla quale una data specie raggiunge in media la prima maturità sessuale; ma per alcune specie non si hanno notizie sufficienti in merito, per alcune vi è discordanza fra vari Autori, dovuta alla variabilità individuale della specie, alla metodica usata e alle differenti aree studiate. Inoltre la taglia alla prima maturità sessuale può essere diversa nei maschi e nelle femmine ed un limite basato esclusivamente su tali misure a volte è in contrasto con le consuetudini alimentari e commerciali vigenti attualmente fra la popolazione. Tenendo presente diversi aspetti per ogni specie, e senza voler dare delle regole generali,

TAB. 1. Numero di esemplari pescati, per mese e per zona.

Mese	Gennaio				Febbraio				Marzo			
	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
Adulti												
<i>Squilla mantis</i> L.	—	—	—	—	—	2	3	21	—	—	4*	3*
<i>Sepiola rondeletii</i> LEACH	7**	7**	10**	1**	6**	11**	26**	5**	—	3	31	4
<i>Engraulis encrasicolus</i> (L.)	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
<i>Syngnathus acus</i> L.	—	—	2	—	2	1	1	—	—	—	—	—
<i>Hippocampus hippocampus</i> (L.)	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	1	—
<i>Lithognathus mormyrus</i> (L.)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Crenilabrus quinque-maculatus</i> (BL, SCHN.)	—	1	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—
<i>Trachinus vipera</i> CUV.	—	2	2	—	4*	6*	—	—	2*	5*	1*	—
<i>Callionymus belenus</i> RISSO	—	3	41	—	2	19	6	—	9	—	4	—
<i>Ophidion barbatum</i> L.	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
<i>Gobius niger</i> jozo L.	—	—	18	—	1	1	—	—	—	—	—	—
<i>Pomatoschistus minutus</i> (PALLAS)	7	2	4	—	9**	12**	8**	—	—	5**	20**	75**
<i>Psetta maxima</i> (L.)	—	—	—	—	—	—	—	—	1**	—	1**	—
<i>Arnoglossus conspersus</i> GTHR.	10	65	134	33	20	75	185	45	3	132	103	24
<i>Arnoglossus kessleri</i> (SCHMIDT)	—	1	1	—	—	4	—	—	88	1	—	—
<i>Platichthys flesus italicus</i> (PALL.)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
<i>Solea vulgaris</i> QUENS.	—	—	4	1	—	—	—	6	1	—	6	3
<i>Solea lutea</i> RISSO	—	3	101	24	2	120	152	30	16	34	37	18
<i>Pegusa impar</i> BENN.	—	—	1	—	—	—	1	—	1	—	—	—
Giovani												
<i>Squilla mantis</i> L.	—	—	—	1	—	—	—	4	—	—	—	—
<i>Raja asterias</i> DE LA R.	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Raja miraletus</i> L.	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Lithognathus mormyrus</i> (L.)	—	—	1	—	1	5	3	1	10	1	1	—
<i>Gobius niger</i> jozo L.	—	—	2	—	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>Solea vulgaris</i> QUENS.	—	—	2	—	—	—	1	1	2	—	1	—
<i>Solea lutea</i> RISSO	—	—	23	—	—	33	30	—	1	—	1	—

* Presenza di esemplari in maturità sessuale. — ** Presenza di esemplari in maturità sessuale, con uova bentoniche.

abbiamo indicato nelle tabelle a fianco delle forme giovanili fino a che dimensioni o peso le abbiamo ritenute tali.

Osservando la Tabella 1 vediamo che in gennaio solo *Sepiola rondeletii* è in maturità sessuale e scarse sono le forme giovanili; a mezzo miglio ed a un miglio dalla costa vi è un'estrema povertà di fauna. Abbiamo il dovere di precisare che la classificazione dei Cefalopodi, effettuata sulla base dell'ampia Monografia dello JATTA sui Cefalopodi del golfo di Napoli, può non corrispondere con le moderne vedute sistematiche; in particolare *Sepiola rondeletii* descritta dallo JATTA è stata successivamente suddivisa in diversi generi e specie.

In febbraio oltre a *Sepiola rondeletii* troviamo maturi sessualmente *Pomatoschistus minutus* e *Trachinus vipera*, le forme giovanili presenti sono prevalentemente *Lithognathus mormyrus* e *Solea lutea*.

In marzo si riscontra la maturità sessuale di *Squilla mantis*, *Gobius niger jozo*, *Pomatoschistus minutus* e *Trachinus vipera*; i quantitativi catturati di tali specie nelle zone più costiere sono limitati; le forme giovanili sono *Lithognathus mormyrus* e *Solea vulgaris* e sono più numerose nella zona a mezzo miglio di distanza dalla costa.

Solea vulgaris, specie di notevole valore commerciale, ha in questo mese una taglia che oscilla intorno a 150 mm, misura considerata come limite tra gli esemplari giovani e gli adulti, per cui alcune sogliole, che sono di pochi millimetri più grandi, sono classificate come adulte e altre di poco inferiori a 150 mm sono classificate come giovani.

Passando alla Tabella 2 vediamo che in aprile quasi tutte le specie catturate sono in riproduzione, sia entro la fascia costiera delle tre miglia sia nella zona più al largo. Le forme giovanili in tale mese sono scarse.

Anche in maggio quasi tutte le specie catturate sono in attiva riproduzione in tutte e quattro le zone; le forme giovanili più abbondanti nelle due zone più prossime alla costa appartengono prevalentemente alle specie *Lithognathus mormyrus* e *Solea lutea*.

Nel mese di giugno alcune specie hanno terminato o stanno per terminare la deposizione. Continua invece il periodo riproduttivo di *Callionymus belenus* e *Gobius niger jozo* e prosegue su scala ridotta quello di *Sepia officinalis*; le forme giovanili sono quasi assenti.

Nella Tabella 3 si può osservare che in luglio continua il periodo riproduttivo di *Callionymus belenus*, *Gobius niger jozo*, *Pegusa impar* e *Sepia officinalis*, anche se per queste due ultime specie sta volgendo al termine. Si iniziano a pescare le piccole seppie, anche se ancora in numero limitato.

In agosto sta per terminare il periodo riproduttivo di *Lithognathus mormyrus*, *Callionymus belenus* e *Gobius niger jozo*. L'ippocampo invece è in riproduzione, ma non avendo alcun interesse economico, viene rigettato in mare dai pescatori e numerosi esemplari sopravvivono, come si è visto mettendoli

TAB. 2. Numero di esemplari pescati, per mese e per zona.

Mese	Aprile				Maggio				Giugno			
	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
Adulti												
<i>Squilla mantis</i> L.	26*	62*	12*	6*	2*	15*	3*	2*	—	—	4	3
<i>Sepia officinalis</i> L.	1**	4**	9**	4**	3**	7**	11**	3**	4**	5**	9**	5**
<i>Sepiola rondetii</i> LEACH	1	—	4	1	—	—	1	1	—	—	—	3
<i>Lithognathus mormyrus</i> (L.)	—	—	—	—	—	1*	—	1*	2*	—	—	—
<i>Diplodus annularis</i> (L.)	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Trachinus vipera</i> Cuv.	3*	1*	—	—	2*	1*	1*	—	1	—	—	—
<i>Callionymus belenus</i> RISSO	9	1	—	2	2*	1*	1*	1*	9*	1*	—	—
<i>Gobius niger</i> jozo L.	10**	29**	45**	64**	21**	42**	92**	55**	1**	6**	66**	40**
<i>Deltentosteus quadrimaculatus</i> VAL.	—	—	—	2**	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Pomatoschistus minutus</i> (PALLAS)	—	—	—	—	—	1**	1**	—	—	—	—	—
<i>Psetta maxima</i> (L.)	1	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—
<i>Arnoglossus conspersus</i> GTHR.	122*	260*	22*	30*	42*	52*	29*	16*	81	103	16	32
<i>Solea vulgaris</i> QUENS.	—	2	3	—	2	1	1	1	5	2	—	—
<i>Solea lutea</i> RISSO	12*	81*	34*	35*	23*	52*	27*	13*	45	19	26	24
<i>Pegusa impar</i> BENN.	1*	—	—	—	2*	—	1*	—	—	—	—	—
Giovani												
<i>Squilla mantis</i> L.	(inf. a 120 mm)	—	4	1	—	1	1	1	—	—	—	—
<i>Sepia officinalis</i> L.	(inf. a 20 g)	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
<i>Raja asterias</i> DE LA R.	(inf. a 20 g)	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
<i>Lithognathus mormyrus</i> (L.)	(inf. a 100 mm)	1	—	—	—	11	—	—	—	—	—	—
<i>Gobius niger</i> jozo L.	(inf. a 50 mm)	—	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Eutrigla gurnardus</i> (L.)	(inf. a 100 mm)	4	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
<i>Solea vulgaris</i> QUENS.	(inf. a 150 mm)	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
<i>Solea lutea</i> Risso	(inf. a 50 mm)	1	—	—	—	8	13	1	—	—	—	—

* Presenza di esemplari in maturità sessuale. — ** Presenza di esemplari in maturità sessuale, con uova bentoniche.

TAB. 3. Numero di esemplari pescati, per mese e per zona.

Mese		Luglio				Agosto				Settembre			
Zona		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
Adulti													
<i>Squilla mantis</i> L.		—	4	5	14	—	50	27	49	2	32	41	44
<i>Sepia officinalis</i> L.		2**	3**	7**	1**	4	4	2	8	—	2	28	38
<i>Sepiola rondeletii</i> LEACH		—	—	—	2	—	—	2	—	—	—	2	—
<i>Hippocampus hippocampus</i> (L.)		—	—	—	—	—	—	7*	49*	—	—	—	1*
<i>Hippocampus guttulatus</i> (Cuv.)		—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
<i>Lithognathus mormyrus</i> (L.)		—	—	—	—	8*	1*	—	—	1	—	—	—
<i>Diplodus annularis</i> (L.)		—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Trachinus vipera</i> (CUV.)		1	—	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—
<i>Callionymus belenus</i> RISSO		1*	13*	1*	1*	1*	1*	—	—	7	1	—	—
<i>Gobius niger</i> jozo (L.)		1**	20**	105**	165**	3**	4**	22**	47**	5	11	45	32
<i>Pomatoschistus minutus</i> (PALLAS)		—	1	—	—	—	—	—	—	—	5	1	—
<i>Psetta maxima</i> (L.)		1	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Arnoglossus conspersus</i> IGTHR.)		26	139	51	41	24	82	12	20	65	54	17	21
<i>Solea vulgaris</i> (QUENS.)		—	3	1	1	2	—	1	2	—	—	4	2
<i>Solea lutea</i> (RISSO)		20	128	147	48	15	24	8	2	37	20	16	4
<i>Pegusa impar</i> BENN.		1*	1*	1*	—	2	—	1	—	—	2	—	—
Giovani													
<i>Squilla mantis</i> L.	(inf. a 120 mm)	—	3	4	4	—	12	27	32	1	16	27	14
<i>Sepia officinalis</i> L.	(inf. a 20 g)	—	7	2	2	43	14	101	78	6	47	123	91
<i>Lithognathus mormyrus</i> (L.)	(inf. a 100 mm)	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—
<i>Solea vulgaris</i> QUENS.	(inf. a 150 mm)	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	1	—
<i>Solea lutea</i> RISSO	(inf. a 50 mm)	3	2	—	—	1	1	9	—	9	—	1	1

* Presenza di esemplari in maturità sessuale. — ** Presenza di esemplari in maturità sessuale, con uova bentoniche.

in acquario. Le forme giovanili in questo mese sono numerose in tutte e quattro le zone, in particolare si tratta di *Squilla mantis*, *Sepia officinalis* e *Solea lutea*.

Nel mese di settembre non sono state catturate specie in riproduzione ad eccezione dell'ippocampo; per le forme giovanili abbiamo una situazione circa identica a quella di agosto.

Come è riportato nella Tabella 4 in ottobre non abbiamo pescato nella zona costiera adulti in maturità sessuale, gli stadi giovanili sono limitati alla sola *Sepia officinalis*, presente in tutte e quattro le zone.

In novembre non si rinvenivano specie in riproduzione, mentre troviamo diverse forme giovanili più abbondanti nella zona costiera, in particolare *Solea lutea*, *Lithognathus mormyrus* e *Mullus barbatus*. La cattura di quest'ultima specie con i rapidi è accidentale.

In dicembre si trova in maturità sessuale solo *Sepiolo rondeletii*, mentre le forme giovanili che si rinvenivano in maggiore quantità sono *Squilla mantis*, più abbondante nella quarta zona e *Solea vulgaris* che risulta appena inferiore a 150 mm.

A proposito di *Solea vulgaris* è interessante notare che in tutte le pescate eseguite nella zona costiera non si sono mai catturati esemplari al di sotto di 130 mm o esemplari in maturità sessuale: ciò potrebbe far supporre che l'area di riproduzione della specie si trovi in altre zone.

CONCLUSIONI

Le uova presenti sul fondo suscettibili di essere danneggiate dal passaggio dei rapidi nella zona costiera appartengono ai Gobidi ed ai Cefalopodi. I Gobidi depongono le uova su oggetti solidi sommersi, come relitti, scogli costieri, gusci vuoti di ostriche e recipienti vari; solo una parte di tali uova, quella deposta sugli oggetti più piccoli, può finire nella rete del rapido ed essere danneggiata, in quanto l'apertura verticale del rapido è in genere intorno ai 10 cm. Dai nostri dati risulta che i Gobidi depongono le uova su tutta l'area esaminata, e che vi è una maggiore densità di riproduttori nelle zone più al largo. Ci mancano dei dati comparabili sull'intensità della deposizione per tutta la zona più al largo.

Sulla base di ricerche effettuate a Fano, GHIRARDELLI (1947) precisa che le seppie che si avvicinano alla riva per riprodursi rappresentano una percentuale assai bassa di quelle che vivono e si riproducono al largo sui fondi sporchi, fornendo con ciò un importante contributo per un'esatta valutazione del danno biologico causato dalla pesca dei riproduttori, dei giovani e dell'eventuale distruzione di uova nella zona costiera.

Per quanto concerne i riproduttori riteniamo che nei mesi di aprile e maggio, durante i quali quasi tutte le specie presenti sui fondi costieri sono

TAB. 4. Numero di esemplari pescati, per mese e per zona.

	Mese	Ottobre				Novembre				Dicembre			
	Zona	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
Adulti													
<i>Squilla mantis</i> L.		—	2	33	23	1	41	87	15	1	1	6	15
<i>Penaeus kerathurus</i> (FORSKAL)		—	—	1	—	—	1	1	—	—	—	—	—
<i>Sepia officinalis</i> L.		8	22	8	20	—	1	—	1	—	—	—	—
<i>Sepiolo rondeletii</i> LEACH		—	—	—	—	7	4	1	—	8**	11**	5**	—
<i>Alloteuthis media</i> L.		—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Syngnathus acus</i> L.		—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
<i>Atherina mochon</i> Cuv.		—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
<i>Lithognathus mormyrus</i> (L.)		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
<i>Diplodus annularis</i> (L.)		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
<i>Trachinus vipera</i> Cuv.		—	—	—	—	1	—	—	—	1	1	—	—
<i>Callionymus belenus</i> RISSO		7	—	1	—	133	1	—	—	7	6	—	—
<i>Blennius tentacularis</i> BRÜNN.		—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Gobius niger</i> jozo L.		1	5	8	4	2	8	15	4	—	1	27	74
<i>Pomatoschistus minutus</i> (PALLAS)		2	—	—	1	3	—	—	—	5	9	1	—
<i>Psetta maxima</i> (L.)		1	—	—	—	2	—	—	—	—	2	1	—
<i>Arnoglossus conspersus</i> GTHR.		78	37	24	13	135	75	17	17	41	79	82	28
<i>Arnoglossus kessleri</i> (SCHMIDT)		—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—
<i>Solea vulgaris</i> QUENS.		—	1	1	1	—	3	2	2	—	—	7	3
<i>Solea lutea</i> RISSO		57	8	4	—	170	13	2	—	—	9	49	9
<i>Pegusa impar</i> BENN.		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
Giovani													
<i>Squilla mantis</i> L.	(inf. a 120 mm)	—	—	2	2	—	2	19	—	—	—	3	19
<i>Sepia officinalis</i> L.	(inf. a 20 g)	11	48	10	10	—	—	—	2	—	—	—	—
<i>Loligo vulgaris</i> LAMARCK	(inf. a 10 g)	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>Pagellus erythrinus</i> (L.)	(inf. a 100 mm)	—	—	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Lithognathus mormyrus</i> (L.)	(inf. a 100 mm)	—	—	—	—	14	1	—	—	2	2	—	—
<i>Diplodus annularis</i> (L.)	(inf. a 60 mm)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
<i>Mullus barbatus</i> L.	(inf. a 70 mm)	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—
<i>Gobius niger</i> jozo L.	(inf. a 50 mm)	—	—	1	—	1	—	—	—	—	1	—	—
<i>Arnoglossus conspersus</i> GTHR.	(inf. a 50 mm)	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Solea vulgaris</i> QUENS.	(inf. a 150 mm)	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	8	—
<i>Solea lutea</i> RISSO	(inf. a 50 mm)	1	—	—	—	77	—	—	—	—	—	1	—

** Presenza di esemplari in maturità sessuale, con uova bentoniche.

in riproduzione, sia opportuno regolamentare la pesca con i rapidi, mentre negli altri mesi la scarsità di specie in riproduzione nelle zone studiate non renderebbe indispensabile tale regolamentazione per quanto riguarda la protezione dei riproduttori.

Le forme giovanili che si catturano in tutta la fascia costiera, sia pure in numero non elevato, appartengono prevalentemente alle specie *Squilla mantis*, *Sepia officinalis*, *Lithognathus mormyrus* e *Solea lutea*. Mentre per alcune specie, come *Sepia officinalis* e *Squilla mantis*, vi è un periodo ben definito in cui sono presenti le forme giovanili, per le altre specie la cattura è accidentale e non è strettamente correlata con la stagione. Inoltre occorre considerare che alcune forme giovanili sono presenti sia entro le tre miglia che nella zona al largo di esse. Comunque non si ha in alcun mese una vera e propria concentrazione costiera di novellame delle specie suscettibili di essere catturate con i rapidi.

Considerando complessivamente la pesca con i rapidi nella zona costiera studiata ci sembra di poter confermare quanto asseriscono i pescatori quando dicono che tale pesca può essere dannosa solo in alcuni mesi, mentre in altri il danno è trascurabile e comunque non superiore a quello che si può provocare pescando con gli stessi attrezzi al di fuori della zona delle tre miglia.

Sarebbe auspicabile a nostro parere poter giungere ad una regolamentazione per specie; infatti ve ne possono essere alcune che, favorite dalla pesca dei predatori e dei competitori biologici, hanno un incremento superiore a quello che è il prelievo della pesca, mentre vi sono altre specie le cui popolazioni risentono fortemente dell'azione della pesca e necessitano di protezione che diviene allora una esigenza biologica, ma anche e soprattutto una esigenza sociale.

BIBLIOGRAFIA

- BINI G.: Ricerche sul comportamento in mare delle reti a strascico per sogliole. Memoria 2, Ministero Marina Mercantile.
- GHIRARDELLI E., 1947: Considerazioni sull'influenza della pesca con le nasse sulla biologia delle specie costiere. Boll. pesca piscicolt. e idrobiol. 2, 129-134.
- JATTA G., 1896: I Cefalopodi viventi nel golfo di Napoli (Sistematica). Fauna u. Flora Golf. Neapel, Monographie 23.
- PICCINETTI C., 1968: Osservazioni sulla pesca costiera nel litorale occidentale dell'alto e medio Adriatico. Note Lab. Biol. Mar. e Pesca di Fano 2, 229-256.
- SCACCINI A., 1967: Dati preliminari sulle zoocenosi bentoniche e sulla biomassa in una zona dell'alto e medio Adriatico. Note Lab. Biol. Mar. e Pesca di Fano 2, 25-56.

Dr. C. PICCINETTI, Laboratorio di Biologia Marina e Pesca, 61032 Fano (Pesaro), Italia.

Osservazioni su alcuni aspetti della biologia di *Squilla mantis* L.

di

CORRADO PICCINETTI e GABRIELLA PICCINETTI MANFRIN

(Dal Laboratorio di Biologia Marina e Pesca - Fano)

Summary. Within the framework of a program of study currently under way at the Fano Laboratory of Marine Biology and Fishing on the biology of the squill fish (*Squilla mantis* L.) the data gathered on the reproductive period and the reproduction areas are reported comparing them with the data available in bibliography.

A drawing nearer to the coast during the reproductive period and a subsequent gradual return to deep waters was noted. These shifts are studied jointly with the thermal and salinity conditions of the water at the bottom, and after having noted that the squill fish can withstand sizeable variations of temperature and salinity, the authors have arrived at the conclusion that hydrological conditions can influence the shifts only in particular periods.

Riassunto. Nell'ambito di un programma di studio in corso di svolgimento nel Laboratorio di Biologia Marina e Pesca di Fano sulla biologia della canocchia (*Squilla mantis* L.) vengono riportati i dati rilevati sul periodo riproduttivo e sulle aree di riproduzione comparandoli con quanto conosciuto in bibliografia.

Si mette in evidenza un avvicinamento alla costa nel periodo riproduttivo ed il successivo graduale ritorno al largo. Si considerano tali spostamenti congiuntamente alle condizioni termiche e saline delle acque sul fondo e, dopo aver messo in evidenza che le canocchie sopportano ampie variazioni dei valori di temperatura e di salinità, si giunge alla conclusione che le condizioni idrologiche possono influenzare gli spostamenti solo in particolari periodi.

INTRODUZIONE

Per i pescatori dell'alto e medio Adriatico il Crostaceo che ha la maggiore importanza economica è senza dubbio *Squilla mantis*, comunemente nota con il nome di pannocchia o canocchia. Tale importanza deriva dai notevoli quantitativi catturati più che dai prezzi non elevati che raggiunge sui mercati.

La pesca di questo Crostaceo presenta fluttuazioni stagionali e giornaliere, come abbiamo già indicato in un precedente lavoro (MANFRIN e PICCINETTI, 1970); per cercare di chiarire le fluttuazioni della produzione abbiamo intrapreso nel Laboratorio di Biologia Marina e Pesca di Fano da qualche anno una ricerca sistematica sui principali aspetti della biologia della canocchia. Queste ricerche si sono svolte sia mediante l'allevamento e l'osservazione del comportamento in acquario di alcuni giovani esemplari sia mediante l'analisi di tutti gli individui catturati in 128 pesche sperimentali effettuate nei diversi mesi dell'anno sempre nelle stesse aree.

In questa nota prendiamo in esame i dati sul periodo riproduttivo e sulle aree di riproduzione in relazione anche alle caratteristiche idrologiche.

Le più complete notizie sulla morfologia e sulla biologia della canocchia sono riportate da GIESBRECHT (1910) in una vasta monografia sugli Stomatopodi.

A proposito della riproduzione tale Autore, riportando quanto riscontrato da GROBBEN (1876), dice che in questi Crostacei si ha un vero e proprio accoppiamento: il maschio introduce i suoi organi copulatori, situati alla base del terzo paio di arti ambulacrali, nelle aperture poste nel primo segmento toracico della femmina e riempie di sperma la tasca spermatica della stessa. Dopo un periodo variabile di circa due mesi e mezzo la femmina depone le uova in un ammasso discoidale del diametro massimo di 10-14 cm ed alleva tali uova per circa 10 settimane.

Per quanto riguarda l'epoca di riproduzione in Adriatico SYRSKI (1876) dice che il tempo della frega per *Squilla mantis* cade nell'inverno e nella primavera.

GROBBEN (1878) riferisce che a Trieste *Squilla mantis* inizia il periodo degli amori negli ultimi mesi dell'estate ed in autunno; egli dice inoltre che in questo periodo nel receptaculum seminis della femmina ha sempre trovato sperma.

Secondo GRAEFFE (1900) la canocchia depone nel golfo di Trieste in giugno e luglio, ma lo stesso Autore riporta che già a giugno le larve di *Squilla mantis* si trovano in abbondanza nel plancton.

Le differenze di stagione tra quanto riportato dai suddetti Autori possono forse essere spiegate considerando i diversi metodi da essi usati per stabilire il periodo della riproduzione. La presenza degli spermatozoi nelle tasche spermatiche della femmina precede senza dubbio di alcuni mesi lo svuotamento delle gonadi femminili che a loro volta precedono di diverse settimane la presenza di larve nel plancton.

OSSERVAZIONI

Nel corso delle nostre ricerche abbiamo ritenuto di considerare quale elemento per la determinazione dell'epoca di riproduzione l'effettiva deposizione delle uova e non il periodo precedente dell'accoppiamento e della maturazione delle gonadi femminili che è molto lungo. In effetti abbiamo notato che la prima manifestazione dell'inizio del periodo di maturazione, ossia la colorazione bianca che assumono gli sterniti toracici delle femmine, dovuta allo sviluppo delle ghiandole del cemento, inizia in alcuni esemplari già nel mese di ottobre. Successivamente gli ovari posti longitudinalmente lungo la regione dorsale dell'animale e visibili attraverso l'esoscheletro incominciano a riempirsi raggiungendo le massime dimensioni in marzo e aprile e solo qualche esemplare raggiunge tale stadio in febbraio. Il segno dell'avvenuta deposizione è dato dalla scomparsa delle uova, seguita dopo poco dalla scomparsa del colore bianco sugli sterniti toracici.

Nel mese di maggio la maggior parte degli esemplari da noi esaminati ha già deposto. Nei mesi di giugno e luglio la percentuale di femmine con gli ovari ancora pieni è inferiore al 5 %.

Dobbiamo anche precisare che tali osservazioni rispecchiano l'andamento della stagione 1969, mentre nel 1970 la deposizione per diversi esemplari è avvenuta verso la fine di maggio-primi di giugno.

Queste nostre indicazioni sull'epoca di maturità sessuale delle femmine di *Squilla mantis* sono state ricavate dall'esame di 2839 esemplari catturati nelle acque costiere prospicienti Fano.

La taglia minima, alla quale la canocchia femmina inizia i processi maturativi che porteranno alla deposizione, risulta essere leggermente superiore a 120 mm; infatti nessun esemplare, inferiore a 120 mm, ha mai presentato segni dell'avvenuta deposizione o semplicemente della maturazione delle ghiandole del cemento. Occorre precisare che abbiamo considerato come taglia dell'animale la lunghezza compresa tra l'estremità del telson e la base dei peduncoli oculari.

Nella Tabella 1 abbiamo riportato per i mesi di ottobre, novembre e dicembre 1969, separatamente per ogni classe di lunghezza, la percentuale di femmine che hanno iniziato i processi di maturazione, rispetto al numero totale di femmine di quella taglia catturate nel mese.

TAB. 1. Percentuali di femmine che hanno iniziato i processi di maturazione delle gonadi, divise per classi di lunghezza. Le percentuali sono calcolate sul numero di femmine catturate in ogni mese per ogni singola classe di lunghezza.

	120-129 mm	130-139 mm	140-149 mm	150-159 mm	160-169 mm	170-179 mm	180-189 mm	190-199 mm
Ottobre 1969	—	—	—	5,9	13,3	12,5	28,6	—
Novembre 1969	—	8,1	19,6	34,3	43,4	56,9	42,9	100
Dicembre 1969	6,5	18,3	48,9	74,2	92,1	97,4	95,8	100

In questa tabella si può osservare sia l'incremento della percentuale di femmine in maturazione nell'ambito delle stesse taglie con il passare del tempo, sia l'inizio più precoce dei processi di maturazione negli esemplari di taglia maggiore. Questo sfasamento dell'inizio dei processi riproduttivi nell'ambito della stessa taglia ed in maniera più accentuata fra taglie diverse contribuisce a spiegarci le differenti epoche di riproduzione notate dagli Autori precedenti.

Avendo ripetuto con frequenza mensile pescate sperimentali in aree situate alle profondità di 6, 10, 13 e 16 metri, e rispettivamente alle distanze di 0,5 miglia, 1, 2 e 4 miglia dalla costa, utilizzando per un tempo costante la stessa rete, siamo in grado di valutare le variazioni della densità di canocchie per ogni area in relazione alla stagione. Risulta (Tab. 2) che nei mesi di aprile,

maggio e giugno si ha una maggiore densità nella seconda zona alla profondità di 10 m, dove il fondo è costituito di sabbia con pochissimo fango, mentre nella zona più al largo, alla profondità di 16 m dove il fondo è fangoso, le canocchie sono più scarse. Questa distribuzione nei mesi primaverili, collegata forse con la deposizione, potrebbe confermare quanto supposto da GIESBRECHT (1910), ossia che le canocchie durante il periodo della deposizione abbandonano i fondi fangosi sui quali vivono abitualmente in cerca di fondi più solidi e ciò, secondo tale Autore, per evitare che la sostanza cementante, che fuoriesce

TAB. 2. *Relazione fra il numero di esemplari catturati, la temperatura e la salinità nelle quattro zone durante la primavera 1970.*

Zona (prof.)	Aprile 1970				Maggio 1970				Giugno 1970			
	n. tot.	t °C	sal.	‰	n. tot.	t °C	sal.	‰	n. tot.	t °C	sal.	‰
1ª (6 m)	32	11,1	35,91		1	15,4	35,77		—	17,6	37,36	
2ª (10 m)	40	11,2	35,77		188	13,4	36,36		47	16,2	37,68	
3ª (13 m)	8	10,8	35,97		42	12,9	37,09		2	15,5	37,74	
4ª (16 m)	5	10,1	36,27		2	11,7	37,34		5	14,3	37,81	

per tenere unite le uova in un unico ammasso, si impregni di fango. Ci riproponiamo di verificare mediante un'analisi della distribuzione territoriale dei due sessi fino a che punto tale ipotesi possa essere accettata.

Nei mesi invernali (Tab. 3) le canocchie sono quasi assenti dai fondi sabbiosi costieri e si rinvencono solo sui fondi fangosi più al largo.

TAB. 3. *Relazione fra il numero di esemplari catturati, la temperatura e la salinità nelle quattro zone dall'ottobre 1969 al gennaio 1970.*

Zona (prof.)	Ottobre 1969				Novembre 1969			
	n. tot.	t °C	sal.	‰	n. tot.	t °C	sal.	‰
1ª (6 m)	—	20,8	33,71		2	16,2	35,73	
2ª (10 m)	27	21,6	34,78		41	16,2	35,48	
3ª (13 m)	23	22,2	35,25		244	16,8	33,28	
4ª (16 m)	111	21,6	35,44		119	16,6	36,18	

Zona (prof.)	Dicembre 1969				Gennaio 1970			
	n. tot.	t °C	sal.	‰	n. tot.	t °C	sal.	‰
1ª (6 m)	—	10,0	34,88		—	6,2	34,38	
2ª (10 m)	1	10,8	35,59		—	6,9	35,10	
3ª (13 m)	148	10,6	34,49		3	8,1	36,60	
4ª (16 m)	1216	13,0	37,36		23	8,9	36,98	

Abbiamo posto in relazione lo spostamento primaverile con le condizioni termiche e aline delle acque in prossimità del fondo nelle diverse zone esaminate.

Considerando i valori assoluti di temperatura e salinità non si può affermare che *Squilla mantis* abbia delle strette esigenze termiche e aline in quanto abbiamo catturato esemplari in acque con temperature variabili da 7,0° C a 25,8° C e con salinità comprese fra 32,59 ‰ e 38,60 ‰, dimostrando così la specie un'ampia euritermia ed eurialità, tuttavia per quanto concerne lo spostamento primaverile osserviamo che le acque in prossimità del fondo nella zona a un miglio di distanza dalla costa dove le canocchie raggiungono la massima densità, presentano temperature superiori e salinità inferiori rispetto a quelle delle aree situate più al largo, come risulta dalla Tabella 2.

Nei mesi da ottobre a gennaio si ha una maggiore densità di canocchie nelle due zone più distanti dalla costa e non ci sembra che vi sia una relazione molto evidente tra questa distribuzione e i valori della temperatura e della salinità. Dalla Tabella 3 possiamo osservare che nell'ottobre 1969 la maggiore densità di canocchie si ha a 16 m di profondità, in una zona cioè che presenta temperature e salinità con valori simili a quelli delle altre zone. Nel novembre 1969 le variazioni di temperatura nelle quattro aree considerate sono minime, tali da non poter influenzare una diversa distribuzione delle canocchie; la salinità raggiunge uno dei valori più bassi registrati nel corso dell'anno proprio nell'area di maggiore densità a 13 m di profondità. Infine nel dicembre 1969 e nel gennaio 1970 si rinviene il maggior numero di canocchie sui fondi che hanno le temperature e le salinità più elevate.

CONCLUSIONI

Dall'insieme delle osservazioni compiute per quanto riguarda la riproduzione di *Squilla mantis* risulta che i processi di maturazione degli ovari iniziano tra ottobre e dicembre e che gli esemplari di dimensioni maggiori sono i primi a manifestarne i segni, mentre solo una parte di quelli di dimensioni inferiori hanno iniziato tali processi nel mese di dicembre. Abbiamo potuto anche notare che nessun esemplare di lunghezza totale inferiore a 120 mm ha mai presentato segni di maturazione degli ovari.

Pur non avendo determinato l'intera area di riproduzione risulta evidente che le zone da noi considerate rientrano in tale area, poiché vi abbiamo rinvenuto numerosi individui a tutti gli stadi del processo riproduttivo.

Non siamo in grado di formulare delle valide conclusioni sulle cause che determinano la diversa distribuzione stagionale delle canocchie. Infatti, mentre nel periodo primaverile lo spostamento di questi Crostacei verso la costa può essere interpretata o come una ricerca di un substrato più consistente che

non impregni di fango l'ammasso delle uova, e ciò sarebbe valido per le sole femmine, o come una ricerca di acque più calde e meno salate, la distribuzione di *Squilla mantis* nei mesi estivi e invernali non trova riscontro nella distribuzione dei valori di temperatura e salinità. Si potrebbe forse fare l'ipotesi che le canocchie abbiano una maggiore sensibilità agli stimoli chimici e fisici solo in particolari fasi del loro ciclo biologico, come potrebbe essere il periodo riproduttivo.

Il prolungamento delle nostre osservazioni per un periodo di alcuni anni potrà confermare o meno queste nostre ipotesi, come pure indicarci se ed in quale misura vi sia un comportamento diverso fra i due sessi.

BIBLIOGRAFIA

- GIESBRECHT W., 1910: Stomatopoda. Fauna u. Flora Golf. Neapel, Monographie 33.
- GRAEFFE E., 1900: Übersicht der Fauna des Golfes von Triest nebst Notizen über Vorkommen, Lebensweise, Erscheinungs- und Laichzeit der einzelnen Arten. 5. Crustacea. Arb. Z. Inst. Wien 13, 33-80.
- GROBBEN C., 1876: Die Geschlechtsorgane von *Squilla mantis* ROND. Sitzungsber. Akad. Wien 74, 389-406.
- , 1878: Beiträge zur Kenntnis der männlichen Geschlechtsorgane der Decapoden nebst vergleichenden Bemerkungen über die der übrigen Thoracostraken. Arb. Z. Inst. Wien 1, 57-150.
- MANFRIN G. e C. PICCINETTI, 1970: Osservazioni etologiche su *Squilla mantis* L. Note Lab. Biol. Mar. e Pesca di Fano 3, 93-104.
- SYRSKI (DE) S., 1876: Relazione riguardo al tempo della frega degli animali esistenti nel mare Adriatico. Trieste.

Dr. C. PICCINETTI e Dr. G. PICCINETTI MANFRIN Laboratorio di Biologia Marina e Pesca, 61032 Fano (Pesaro), Italia.

Fouling di zone inquinate. Osservazioni nel Porto di Genova I Cirripedi

di

GIULIO RELINI e LIDIA RELINI ORSI

(Dal Reparto di Biologia Marina del Laboratorio per lo Studio
della Corrosione Marina dei Metalli del C.N.R. - Genova.
Dall'Istituto di Anatomia Comparata dell'Università di Genova)

19 Figure

Summary. The distribution, settlement period, growth and mortality of Barnacles in the harbour of Genoa was investigated using asbestos panels immersed at seven stations, differing in kind and degree of pollution: particularly sewage, oil, steel works effluents and thermic wastes have been considered. Four species were found: *B. Amphitrite*, *B. eburneus*, *B. trigonus* and *B. perforatus* (the least resistant). *B. amphitrite* occurred at all the stations although it could not survive for more than one month when pollution was severe. Oil has not damaged barnacle settlement at one depth. The steel-work pollution, owing to high N-NH_4^+ and Fe, reduces qualitatively the barnacle population and slows their growth. Thermic pollution does not modify the settlement period and the growth rate of Barnacles.

Riassunto. Col metodo dell'immersione di substrati artificiali atossici sono stati studiati la distribuzione, i periodi di insediamento, l'accrescimento e la mortalità di quattro specie di Balani in sette stazioni del porto di Genova, a diverso grado e tipo di inquinamento: questo era provocato da scarichi urbani, petroliferi, di acciaierie e di una centrale termoelettrica. Delle quattro specie presenti (*B. amphitrite*, *B. eburneus*, *B. trigonus* e *B. perforatus*) *B. perforatus* si è dimostrato il meno adatto a vivere nelle acque portuali; *B. amphitrite* rappresenta la specie più resistente, l'unica presente in tutte le stazioni, compresa quella a più grave inquinamento di tipo urbano, ove riesce ad insediarsi, ma non sopravvive più di un mese. Gli idrocarburi, distribuiti solo in superficie, non riducono sensibilmente il popolamento a Balani. Lo scarico delle acciaierie, per gli alti valori di ammoniaca e di materiali ferrosi sospesi, rappresenta una delle situazioni più deleterie. L'inquinamento termico non sembra influire sui tempi di insediamento e sul ritmo di accrescimento dei Balani.

INTRODUZIONE

I Cirripedi Toracici sono presenti nel porto di Genova con sei specie di Opercolati (RELINI, 1964 b) e due di Peduncolati: *Chthamalus stellatus* (POLI), *Chthamalus depressus* (POLI), *Balanus amphitrite* DARWIN (Fig. 1), *Balanus perforatus* BRUG, *Balanus eburneus* GOULD, *Balanus trigonus* DARWIN, *Lepas pectinata* SPENGLER, *Lepas hilli* LEACH.

Le due specie di *Chthamalus* si rinvencono solo nell'avamporto ed in alcuni punti della parte interna della diga foranea.

Lepas hilli è stata rinvenuta una sola volta, in dieci anni di osservazioni, su un galleggiante della Zattera sperimentale del C.N.R., mentre *Lepas pectinata*, attaccata ad oggetti galleggianti, può essere trascinata anche nelle zone interne del porto quando le correnti sono favorevoli.

Per lo studio comparativo del popolamento a Cirripedi di sette stazioni diversamente pollute, assumono quindi rilievo, soltanto i rappresentanti del genere *Balanus*. Sulle quattro specie di quest'ultimo genere presenti nel porto di

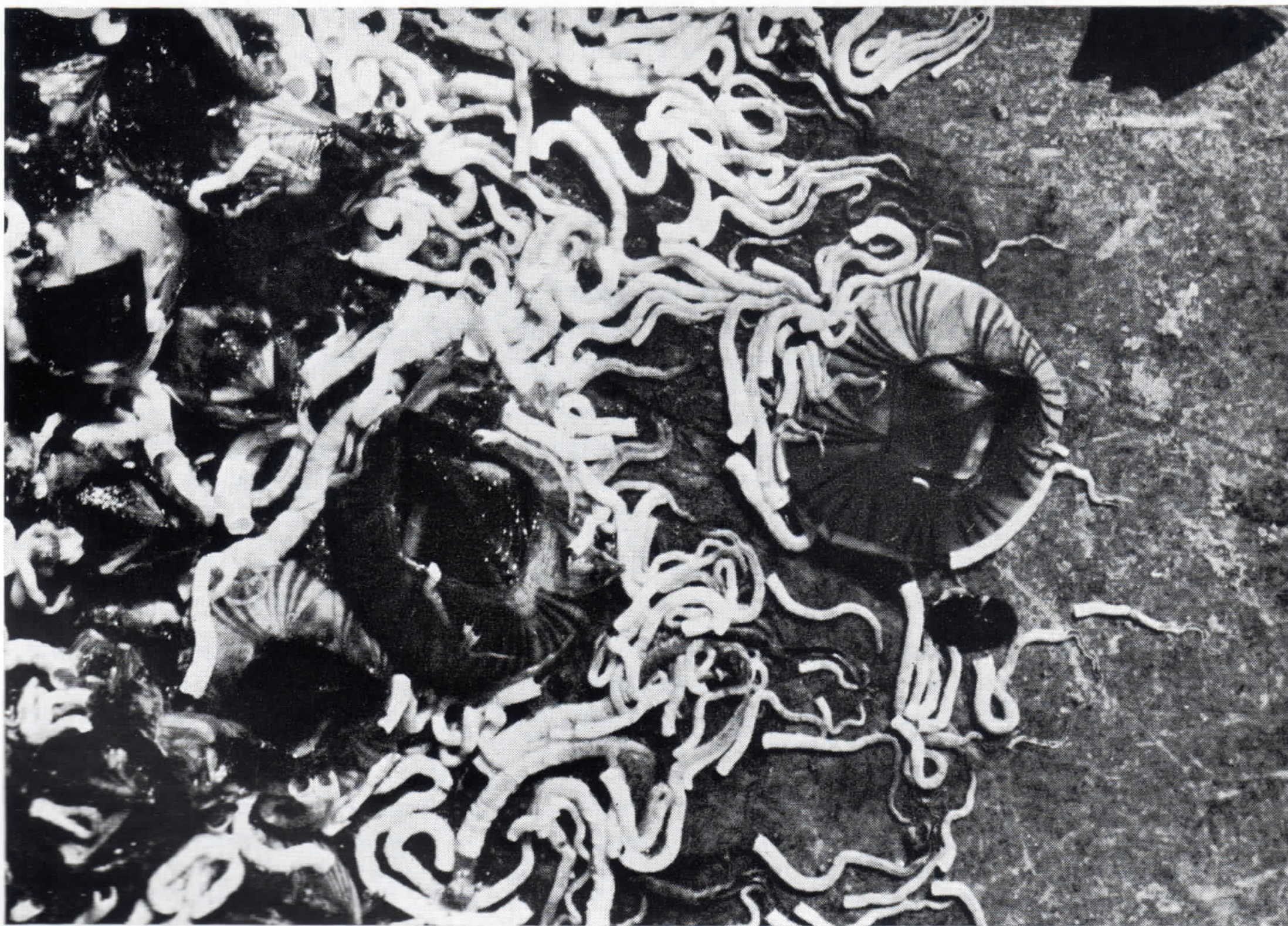


FIG. 1. Il *Balanide* più comune nelle acque del porto di Genova è *Balanus amphitrite*. È stato rinvenuto sui pannelli di tutte e sette le stazioni esaminate.

Genova sono stati forniti diversi dati riguardanti l'ecologia e la biologia ed in particolare i periodi di insediamento, le profondità preferenziali, l'accrescimento, sulla base di osservazioni condotte soprattutto nella zona dell'avamposto orientale dove sono ormeggiate le zattere sperimentali (RELINI, 1962; 1964 a, b; 1966 a, b; 1968 a, b, c; 1969; 1970; RELINI e GIORDANO, 1969; RELINI e RELINI-ORSI, 1969).

In questa nota sono prese in esame zone portuali, molto differenti per inquinamento, rispetto alle quali l'avamposto rappresenta un ambiente di confronto e di controllo, al fine di correlare la distribuzione delle specie ed alcuni aspetti fondamentali della loro biologia alle caratteristiche ambientali. Per la

descrizione delle sette stazioni e per notizie bibliografiche inerenti il fouling di zone inquinate rimandiamo al lavoro di MOR, SESSI e RELINI (1970), mentre per quelle riguardanti i periodi di insediamento e l'accrescimento rimandiamo ai lavori di RELINI e GIORDANO (1969), RELINI e RELINI - ORSI (1969).

MATERIALI E METODI

Sui pannelli immersi per periodi di 1, 3, 6, 12 mesi (in pochi casi anche 15 giorni), a circa 1 m di profondità, nelle sette stazioni descritte in precedenza (MOR, SESSI e RELINI, 1970), è stata delimitata un'area centrale di 1 dm² su ciascuna delle due facce del pannello. I Balani insediati su questa superficie sono stati classificati, conteggiati per specie e misurati secondo il diametro basale rostro carenale. Di ciascuno è stato inoltre dato un giudizio approssimativo di vitalità e maturità, basato sui seguenti criteri: i Balani presenti soltanto con i gusci calcarei sono stati indicati come morti e tutti gli altri sono stati considerati vitali; gli individui che a un esame al binoculare da dissezione mostravano la gonade femminile ampia e di colore giallo, sono stati considerati maturi. I dati forniti dai pannelli sulla presenza delle singole specie sono stati confrontati con quelli avuti dall'esame degli organismi raschiati da moli e altri substrati portuali posti in vicinanza delle stazioni.

OSSERVAZIONI

I. *Insediamento e distribuzione*

La Tab. I riassume le caratteristiche fisico-chimiche più importanti delle stazioni studiate e la distribuzione qualitativa dei Cirripedi. Le Figg. 2-8 indicano più dettagliatamente la composizione del popolamento a Balani raccolto con pannelli mensili nelle stazioni considerate in ogni mese di immersione, e, limitatamente alla stazione Spinola (Fig. 2) anche in periodi di differente durata. Per ogni specie, due colonne adiacenti rappresentano le densità n. individui per dm², in scala logaritmica, riscontrate sulle due facce del pannello: i valori dei singoli conteggi sono ripetuti sopra ogni colonna: in questa simboli differenti separano gli individui vitali da quelli morti. Gli individui non classificabili, perché di dimensioni inferiori ad 1 mm, sono indicati a parte.

Da questa serie di rilevamenti si possono osservare anche i periodi di insediamento delle quattro specie nelle diverse stazioni.

Alla stazione Spinola sono stati rinvenuti, oltre agli individui non determinabili, *Balanus amphitrite* limitatamente ai pannelli di 1 mese e 15 giorni di immersione, nei mesi di giugno, luglio ed agosto (Figg. 2A e 2B).

I Balani mancano sia su pannelli immersi per più di un mese, come si può osservare nella Tab. I, sia su substrati portuali in situ di questa stazione.

TABELLA I. Caratteristiche fisico-chimiche

	t° min. max. med.		S ‰		N -NH ₄ µg/l		O ₂ cc/l		N-NO ₂ µg/l		N - NO ₃ µg/l		P - PO ₄ µg/l	
Spinola	11,5	23,5	33	37,5	95 - 1500		0	4,21	11,6	64,9	35,5	321	58	313
	17,24		35,98				2,00		28,78		116,29		179,88	
Chiatte	11,6	23,6	33,8	37,7	83 - 800		1,6	4,4	9,3	65,3	26	247	9,3	238
	17,9		36,5				2,9		25,55		97,18		122,8	
Zattera	11,9	25,9	36,4	37,7	0 - 400		3,8	6,3	3,2	22,4	14	149	28,5	88,6
	18,15		37,18				4,75		12,53		75,62		57,44	
Y.C.I.	11,7	26	35,6	37,6	0 - 300		3	6,4	4,6	27,5	42	345	17	144
	18,06		36,73				4,45		14,32		120,04		73,68	
E.N.E.L.	20	31	36,4	38	0 - 325		3,7	5,6	4	18	3	446	17	75
	25,34		37,46				4,63		10,03		84,28		45,93	
Italsider	12	25	28,8	37,8	81 - 1500		2,8	5,9	5	38	27	353	16	134
	18,56		36,36				4,44		15,76		100,82		42,17	
Multedo	11	26,9	35	37,8	0 - 370		2,9	8,1	3,7	23,8	12	293	19,2	119
	18,39		36,94				4,91		14,09		76,69		46,13	

e Balani presenti nelle sette stazioni.

Fe µg/l		Deterg. ppm max	B. amph.		B. ebur.		B. trig.		B. perf.	
			A	B	A	B	A	B	A	B
106	753	0,84	+	—	—	—	—	—	—	—
310,5										
62	520	0,56	+++	+++	+	+	—	—	—	—
206										
95	615	0,28	++	+++	—	++	—	++	+	+++
226										
60	432	0,28	++	++	—	++	+	+	—	++
207										
86	624	0,28	++	+++	++	+++	++	++	+	++
226										
112	7698	0,28	++	+++	+	—	—	+	—	+
873										
99	500	0,56	+++	+++	—	—	+	++	+	++
270										

A: pannelli mensili; B: pannelli di più mesi e altri substrati.
 —: assente; +: raro; ++: comune; +++: abbondante.

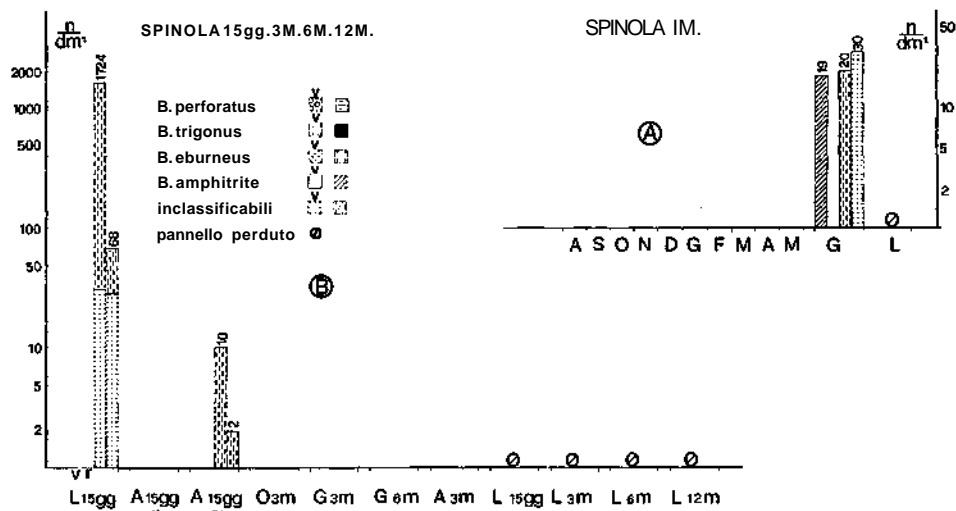


FIG. 2. Densità dei Balani su pannelli mensili (A) e su pannelli immersi per 15 giorni, 3, 6, 12 mesi (B) alla stazione Spinola. In ordinata è riportato il numero per dm². La prima colonna si riferisce al conteggio eseguito sul davanti del pannello, la seconda sul retro. In ogni colonna sono separati gli individui morti da quelli vivi con un diverso simbolo, come indicato nella didascalia del grafico (in cui v sovrasta il simbolo degli individui vivi). I grafici delle Figg. 3-8 sono stati eseguiti con il medesimo criterio, ma si riferiscono solo a pannelli mensili.

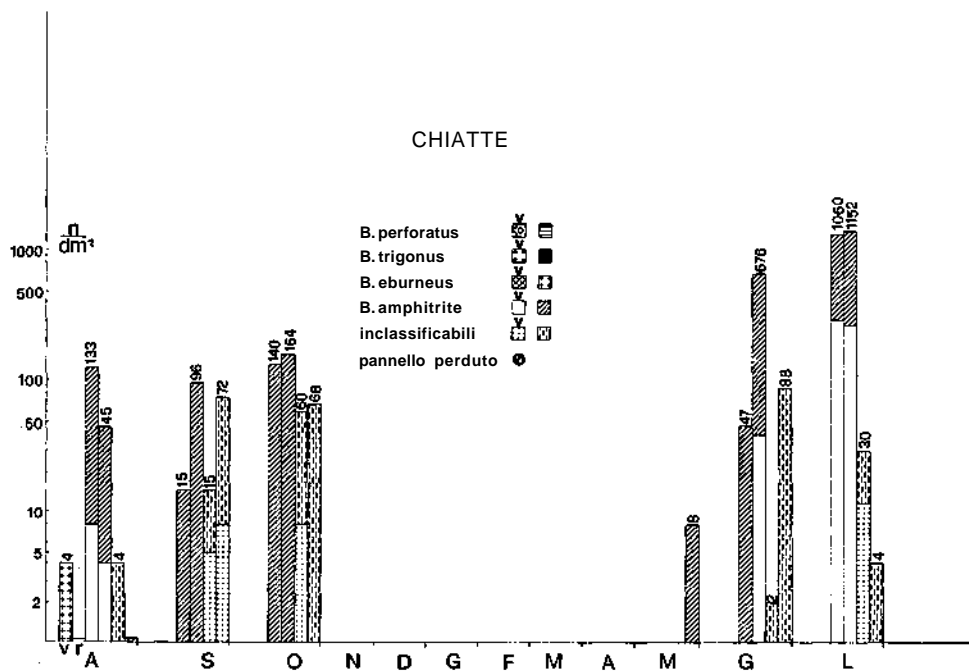


FIG. 3. Pannelli mensili della stazione Chiatte. (Vedi didascalia Fig. 2).

Nella stazione Chiatte, *Balanus amphitrite* si insedia da maggio ad ottobre con un massimo in luglio di ben 1152 individui per dm². *Balanus eburneus* è stato rinvenuto su pannelli mensili solo in agosto ed in numero molto limitato (Fig. 3), mentre è risultato molto più numeroso sugli altri pannelli.

Sui pannelli mensili della stazione Zattera non sono stati trovati individui appartenenti alle specie *Balanus eburneus* e *Balanus trigonus* (Fig. 4), presenti invece su altri substrati.

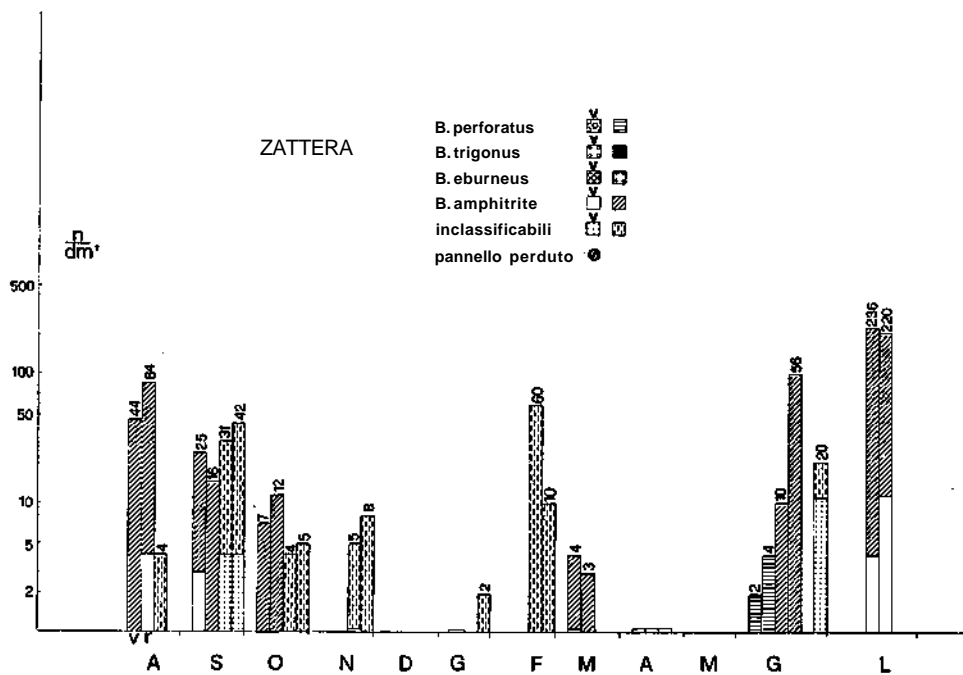


FIG. 4. Pannelli mensili della stazione Zattera. (Vedi didascalia Fig. 2).

B. amphitrite si insedia tra giugno ed ottobre e saltuariamente in marzo e forse anche in novembre, gennaio e febbraio, poiché in questi mesi sono stati osservati individui piccoli e non determinabili, che avrebbero potuto appartenere a questa specie.

Alla stazione Y.C.I. (Fig. 5) sono state raccolte sui pannelli mensili tutte le specie ad eccezione di *B. eburneus*, che tuttavia risulta presente sui pannelli immersi per periodi superiori a un mese (vedi Tab. I e Fig. 9).

In questa stazione *B. amphitrite* si insedia da marzo a settembre con una interruzione a maggio e un massimo, peraltro non molto alto, in giugno. In ottobre, novembre e febbraio sono presenti alcuni piccoli Balani non identifica-

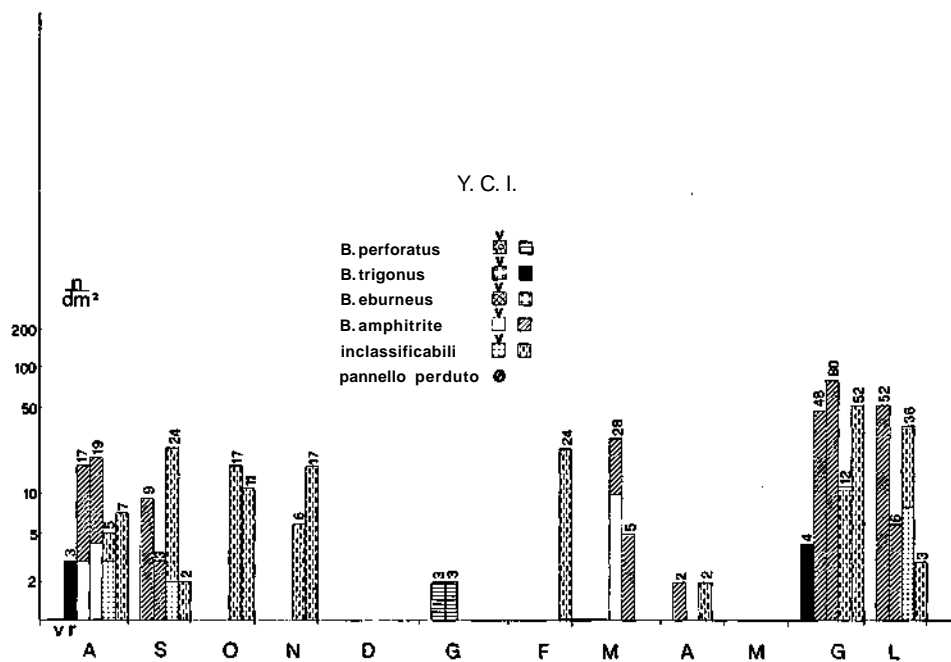


FIG. 5. Pannelli mensili della stazione Y.C.I. (Vedi didascalia Fig. 2).

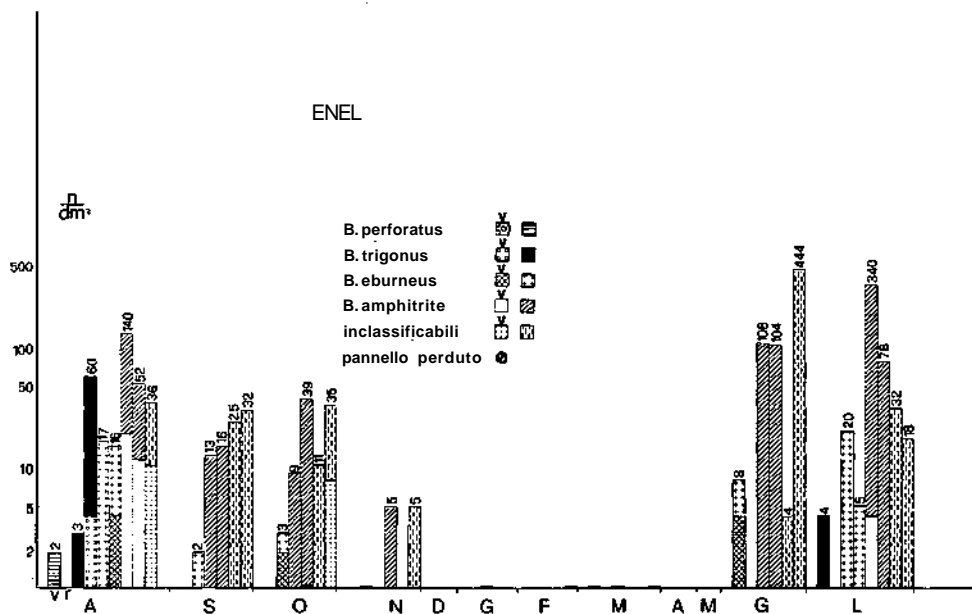


FIG. 6 Pannelli mensili della stazione ENEL. (Vedi didascalia Fig. 2).

bili e pertanto si potrebbe ripetere quanto già detto per la stazione precedente. *B. trigonus* si è insediato in giugno e in agosto, *B. perforatus* solo a gennaio; ambedue le specie erano rappresentate da pochi individui.

Tutte e quattro le specie si sono insediate alla stazione ENEL (Fig. 6) sia su pannelli mensili che su quelli rimasti in mare per periodi diversi. *B. amphitrite* si insedia da giugno ad ottobre, *B. trigonus* da luglio ad agosto, *B. perforatus* è stato trovato solo ad agosto con due soli individui per dm².

Sui pannelli mensili della stazione Italsider (Fig. 7) non si rinvenivano *B. perforatus* e *B. trigonus* presenti tuttavia in piccolo numero su quelli di più mesi di immersione. *B. amphitrite* si insedia probabilmente da giugno ad ot-

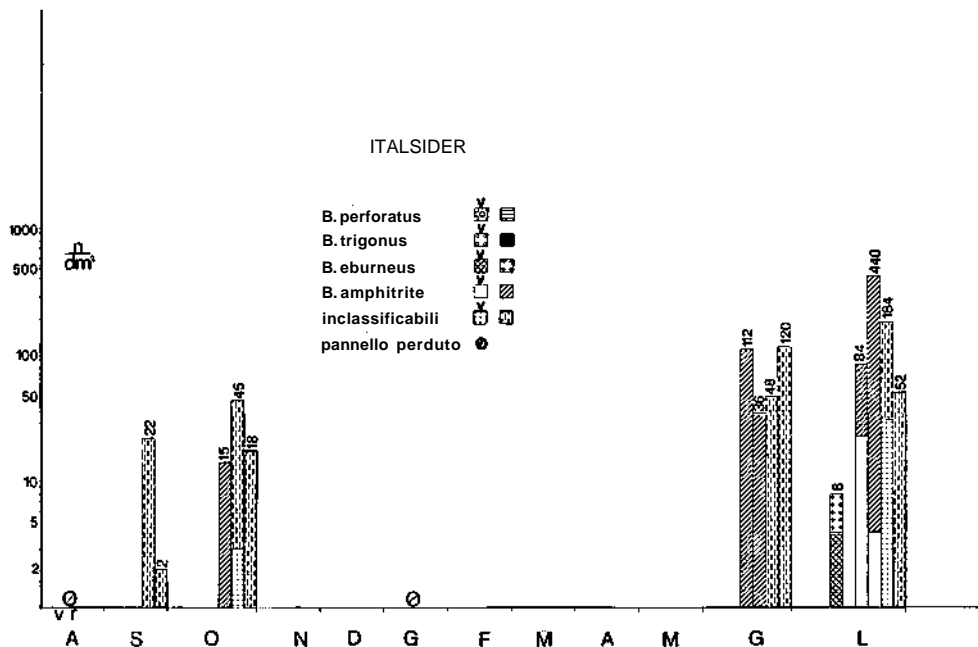


FIG. 7. Pannelli mensili della stazione Italsider. (Vedi didascalia Fig. 2).

tobre. *B. eburneus* è stato trovato solo a luglio, mentre alla stazione di Mul-tedo è assente sia su pannelli mensili (Fig. 8) che su quelli di più mesi. Sui pannelli mensili di questa stazione sono presenti le altre tre specie. *B. amphitrite* si insedia da giugno ad ottobre, forse anche a maggio e novembre, con un massimo in luglio (1.252 individui per dm²).

B. trigonus e *B. perforatus* sono stati trovati solo nel mese di giugno.

Nella Fig. 9 i valori di insediamento mensile sono riuniti e messi a confronto con il numero di Balani presenti sui pannelli plurimensili: questi ultimi, come si è accennato, permettono talora di riscontrare la presenza di specie,

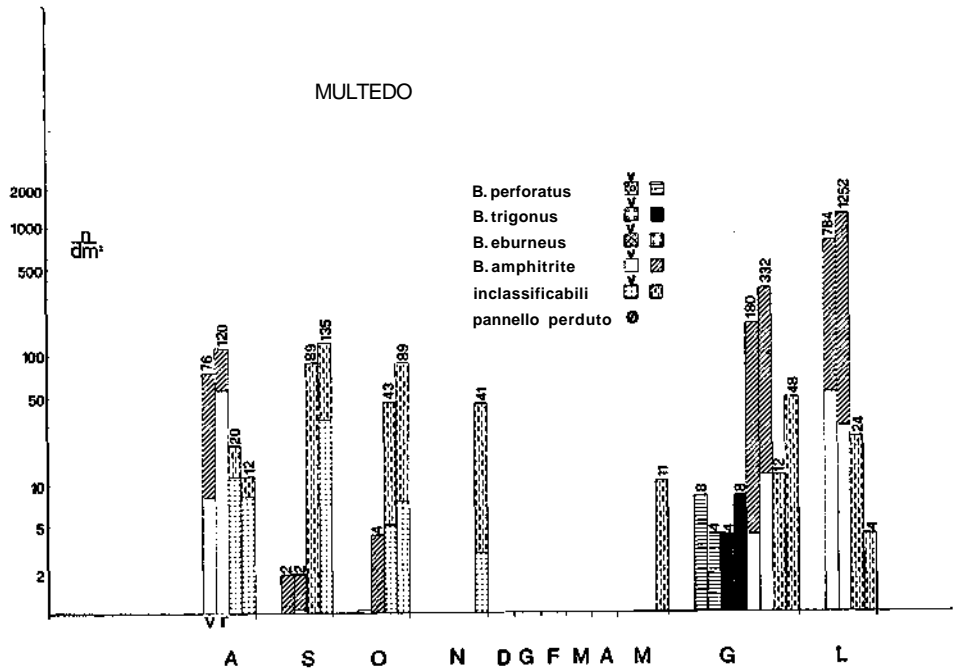


FIG. 8. Pannelli mensili della stazione Multedo. (Vedi didascalia Fig. 2).

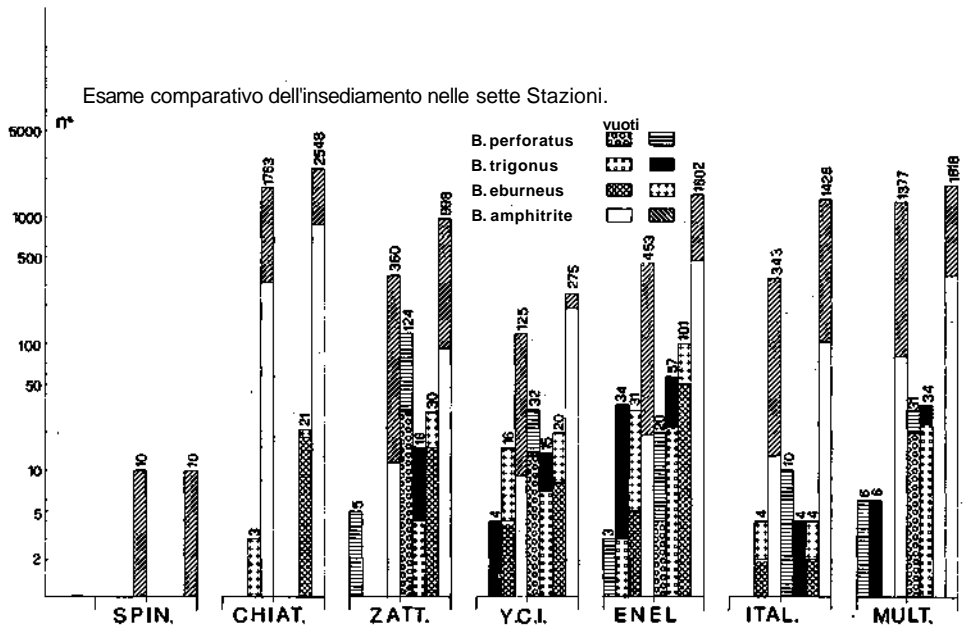


FIG. 9. Balani raccolti complessivamente in un anno di esperienze. In ogni stazione vengono riportati l'insediamento su tutti i pannelli mensili (prime quattro colonne, una per specie) e quello totale cioè comprendente oltre ai valori mensili, quelli di 3, 6, 12 mesi (secondo gruppo di colonne). Solo la stazione ENEL presenta le quattro specie in tutti i tempi di immersione considerati.

come *B. trigonus* alla Zattera e all'Italsider, che era sfuggita al precedente rilevamento, raggiungendo la situazione dei substrati portuali in situ. Tre stazioni — Spinola, Chiatte e Italsider mancano di una o più specie.

In ogni stazione, la specie di gran lunga più frequente è *B. amphitrite* (Fig. 10), che in tutte le stazioni costituisce più dell'80 % dei Balani. Nel caso

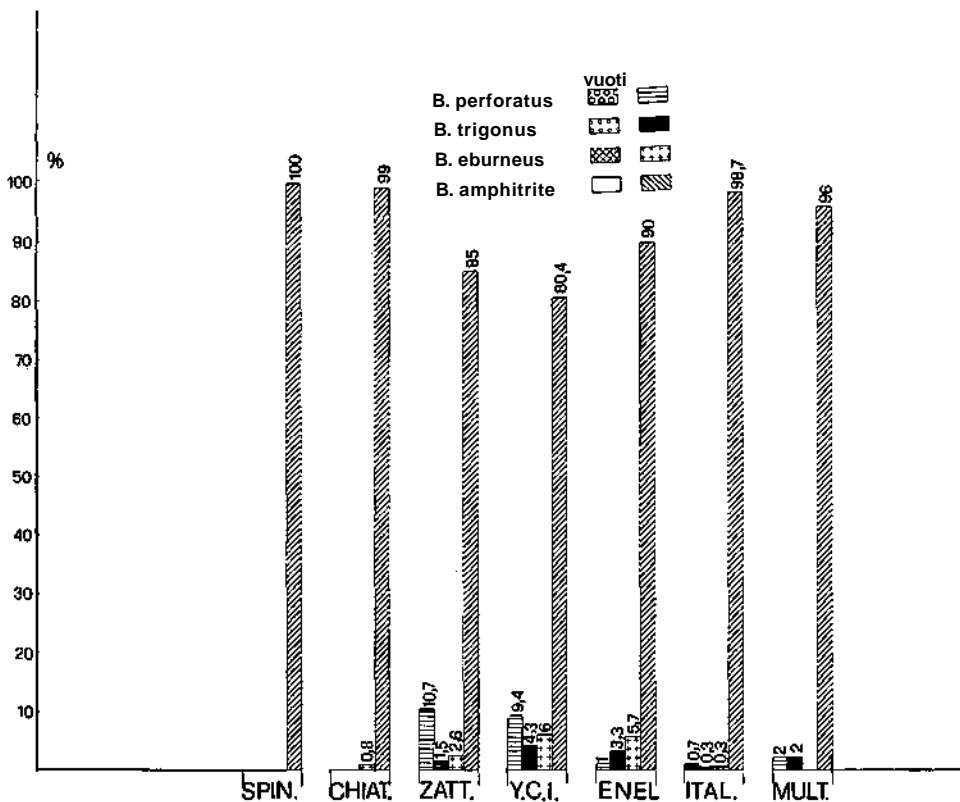


FIG. 10. Composizione percentuale della popolazione a Balani: in tutte le stazioni *B. amphitrite* rappresenta più dell'80 % dei Balani presenti.

della riduzione più severa dell'insediamento (Fig. 9) è l'unica specie presente: 10 individui su un totale di 19 pannelli (stazione Spinola). Anche nella Laguna Veneta *B. amphitrite* è stato rinvenuto in zone inquinate (RIGO, 1942; NÜMANN e BETH, 1955; RELINI, FRANCESCON e BARBARO, ricerche in corso).

Se si considera la percentuale di ogni specie nelle singole stazioni rispetto al totale degli individui della medesima specie rinvenuti in tutte e sette le stazioni, cioè sommando i pannelli mensili e plurimensili (Fig. 11) risulta che *B. amphitrite* è distribuito abbastanza omogeneamente in cinque delle stazioni con-

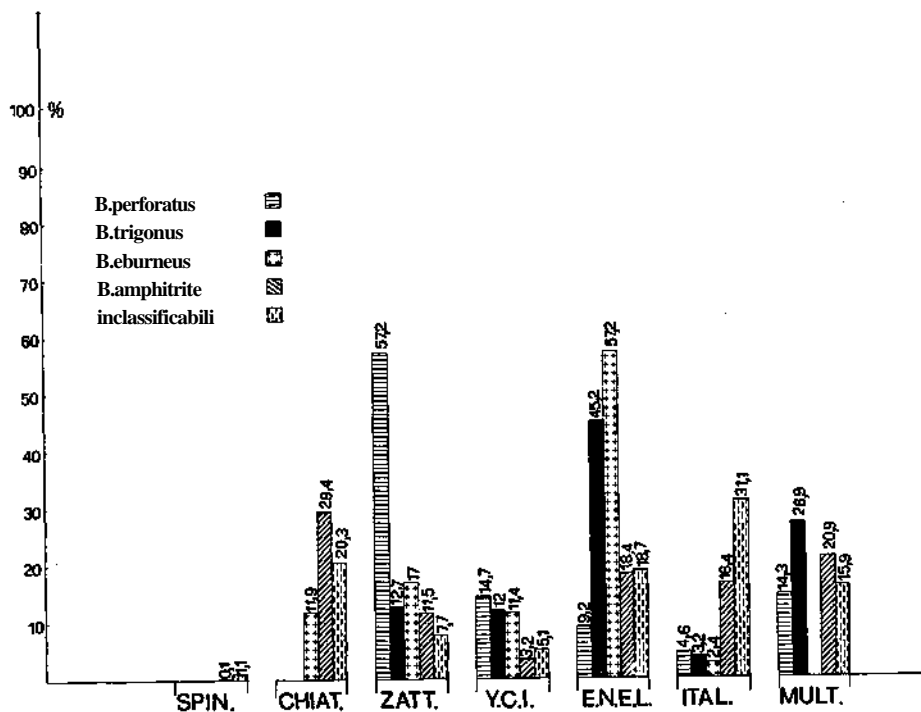


FIG. 11. Percentuale di ogni specie in ciascuna stazione rispetto al numero totale degli individui della medesima specie rinvenuti nelle sette stazioni. Oltre alle quattro specie viene considerato anche il gruppo degli inclassificabili.

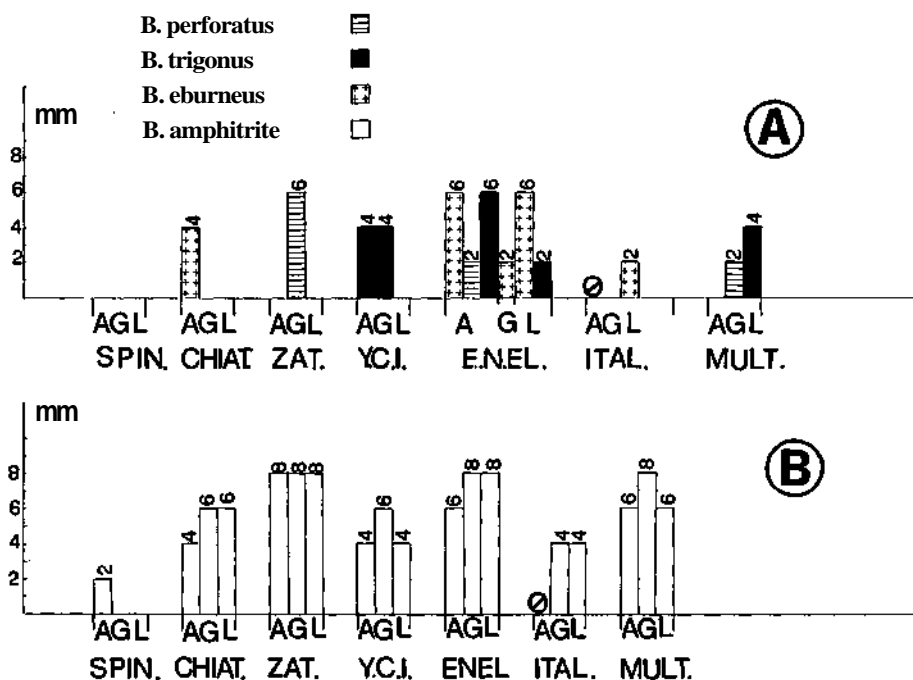


FIG. 12. Per ogni stazione sono indicati i diametri massimi (in mm) raggiunti nelle diverse specie nei mesi di giugno, luglio ed agosto, che rappresentano il periodo di più intenso accrescimento. In A: B. perforatus, B. trigonus e B. eburneus; in B: B. amphitrite.

siderate, mentre *B. perforatus* è localizzato di preferenza alla Zattera e *B. trigonus* con *B. eburneus* all' ENEL.

II. Accrescimento, maturità e mortalità

Per valutare l'effetto di acque diversamente inquinate sulla popolazione a Balani, si è ritenuto utile non solo rilevare la presenza delle specie, ma esaminarne l'accrescimento. Nella Fig. 12 sono riportati i diametri massimi raggiunti in un mese dalle quattro specie. Si osserva che il più scarso accresci-

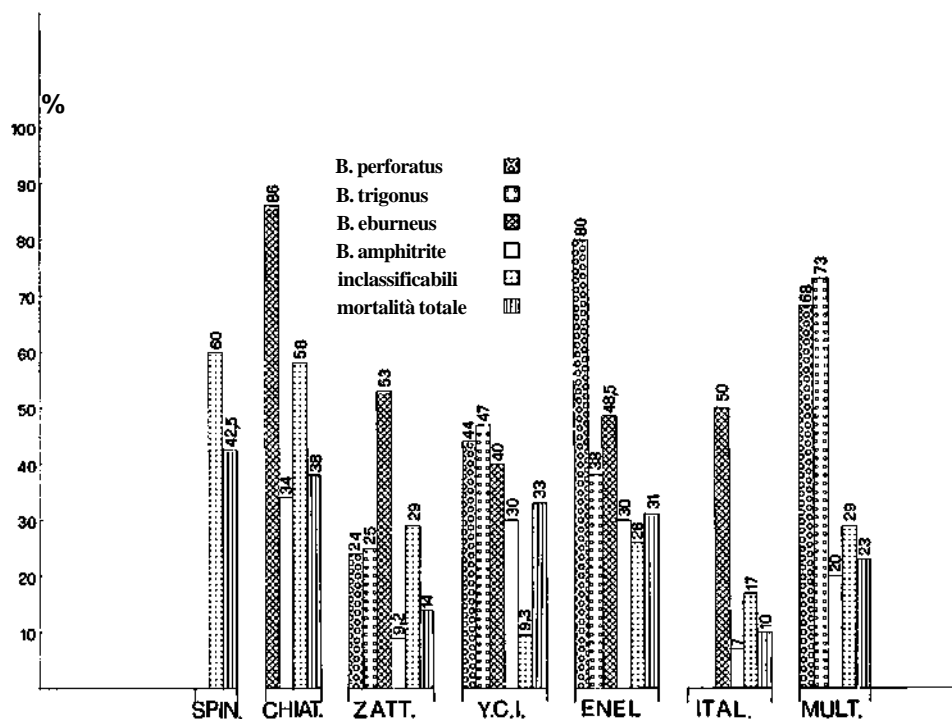


FIG. 13. Mortalità, espressa in per cento, delle singole specie in ciascuna stazione; mortalità totale (tratteggio verticale), mortalità di Balani appena insediati (inclassificabili) per ogni stazione.

mento è avvenuto proprio nelle stazioni meno favorevoli per l'insediamento come alla stazione Spinola e all'Italsider. Infatti *B. amphitrite*, raggiunge allo Spinola al massimo 2 mm di diametro e all'Italsider 4 mm, mentre alla Zattera, all' ENEL e a Multedo arriva fino a 8 mm di diametro. La stazione Zattera è senz'altro quella più favorevole per un rapido accrescimento perché è l'unica ad avere Balani con 8 mm di diametro in tutti e tre i mesi considerati. Anche per *B. perforatus* vi si riscontra l'accrescimento maggiore. I più grossi individui di *B. trigonus* sono stati invece osservati all' ENEL.

Soltanto *B. amphitrite* ha raggiunto la maturità entro un mese e ciò è avvenuto alla Zattera, all' ENEL, a Multedo e, in misura minore, allo Y.C.I. e alle Chiatte.

Nella Fig. 13 è rappresentata la mortalità dei Balani in ciascuna stazione, cioè la percentuale di individui ritrovati come gusci vuoti, rispetto al totale degli individui della medesima specie conteggiati in tutta l'esperienza. Allo Spinola il 60 % degli inclassificabili sono stati rinvenuti morti; non compare *B. amphitrite* in quanto i pochi individui rinvenuti sui pannelli mensili erano vivi; però questa specie non è stata più trovata su pannelli di più mesi evidentemente perché non riusciva a sopravvivere più di un mese. Alle Chiatte l' 86 % di *B. eburneus* era morto; all' ENEL è stata molto alta la mortalità di *B. perforatus*, mentre a Multedo è stata riscontrata la più alta mortalità di *B. trigonus*.

La più alta percentuale di mortalità totale ottenuta sommando le specie (rappresentata nelle colonne a righe verticali) è stata rinvenuta alla stazione Spinola, seguita dalle Chiatte, dallo Y.C.I. e dall' ENEL. Interessante notare la bassa mortalità totale all'Italsider, la qual cosa suggerirebbe che in questa stazione la selezione venga operata prima dell'insediamento.

Le Figg. 14-19 illustrano il popolamento a Balani formatosi sui pannelli di alcune stazioni.

CONSIDERAZIONI

Gli ambienti portuali in cui sono state poste le stazioni per l'immersione dei substrati artificiali, rappresentano in qualche caso situazioni tra le più severe che possano essere affrontate da organismi marini, in particolare per quelli del benthos sessile. Mentre infatti gli organismi del necton possono attivamente sottrarsi ad acque troppo sfavorevoli e quelli del plancton possono essere presenti per fattori idrodinamici occasionali, il ritrovamento di organismi insediati garantisce che vi è stata sopravvivenza sia dello stadio planctonico colonizzatore, sia dell'adulto.

Rispetto ad acque costiere aperte la stazione Zattera, situata presso l'ingresso di levante del porto, rappresenta la zona portuale meno sfavorevole; le acque sono riparate ed inquinate, ma nessuno dei fattori in gioco diventa troppo severo: infatti sui substrati artificiali si raccolgono comunità a prevalenza animale (PÉRÈS, 1961), tuttavia abbastanza ricche in specie.

Il popolamento a Balani rispecchia fedelmente questa situazione: il numero non elevato di individui è in rapporto con la competizione che si instaura con altri gruppi (Policheti, Briozoi, Tunicati, Lamellibranchi, Idroidi, ecc.) ma tutte le specie sono rappresentate. I singoli individui presentano il migliore accrescimento, indice di un buon rifornimento alimentare e di mancanza, o limitazione di fattori sfavorevoli. In armonia con questi fatti la mortalità nei Balani che hanno raggiunto dimensioni tali da permetterne la classificazione è una

delle più piccole riscontrate sia per la singola specie *B. amphitrite*, sia come mortalità totale.

Probabilmente il complesso di fattori più variato rispetto alle acque aperte è quello genericamente indicato come eutrofizzazione e riduzione dell'idrodinamismo: la ripercussione sui Balani sembra essere lo spostamento delle specie dominanti. Infatti in acque aperte *B. trigonus* e *B. perforatus* sono più abbondanti di *B. eburneus* e *B. amphitrite* (RELINI, 1968 c), mentre alla Zattera prevale nettamente quest'ultimo.

Per osservare una dominanza di *B. trigonus* nella medesima zona, occorre immergere i pannelli ad una profondità di una quindicina di metri dove la competizione con *B. amphitrite* è molto ridotta (RELINI e GIORDANO, 1969).

Le stazioni Spinola, Chiatte e Y.C.I. rappresentano tre gradi differenti di un inquinamento di tipo urbano, cioè soprattutto dovuto ad un apporto di acqua dolce, sostanze organiche e detersivi; le stazioni Multedo, Italsider e ENEL rappresentano scarichi industriali che riversano in mare rispettivamente olii minerali ed emulganti, ferro ed ammoniaca ed acque calde.

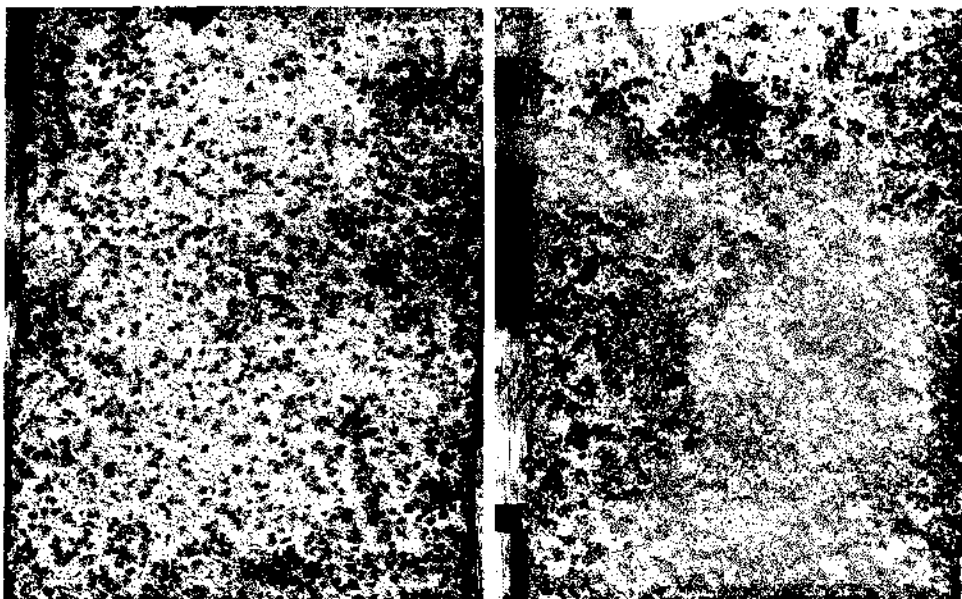
Quanto più le condizioni ambientali diventano severe, tutto il complesso del fouling si riduce qualitativamente e poche specie resistono e si affermano con un grande numero di individui.

Una di queste specie, definite genericamente come « nitrofile » (PÉRÈS, 1961), è appunto *B. amphitrite*, ma ci sembra, dai dati raccolti, che per la valutazione degli effetti dell'inquinamento, sia utile non solo soffermare l'attenzione sulla presenza di queste specie, ma vederne la distribuzione in rapporto all'insieme del popolamento a Balani.

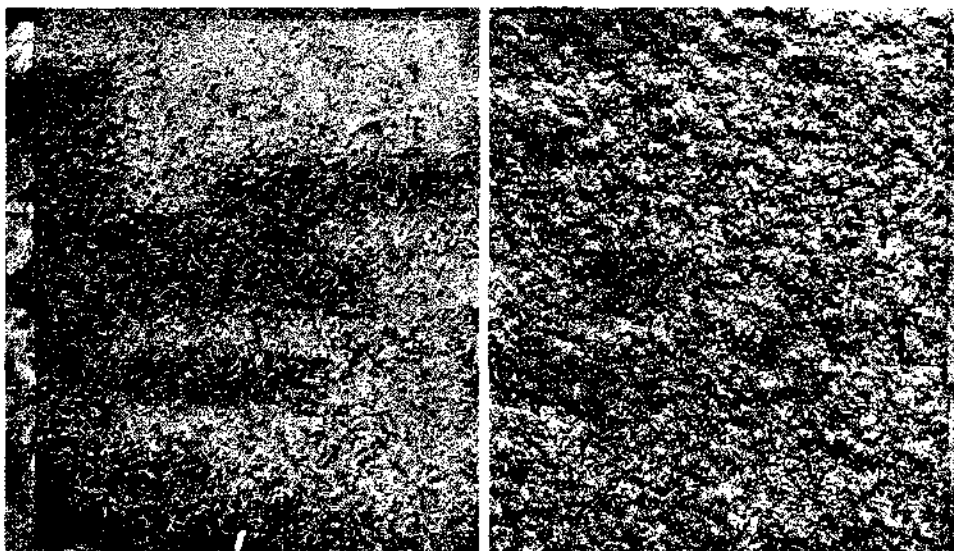
Nella stazione Y.C.I., ancora relativamente vicina all'ingresso portuale di levante, i valori dei nitriti, nitrati e fosfati sono alquanto più alti che alla Zattera. Dal punto di vista qualitativo la popolazione a Balani è ancora formata dalle quattro specie, tuttavia è quantitativamente ridotta, in quanto gli individui raccolti nell'arco di un anno sono circa un terzo di quelli insediati nella stessa area alla Zattera. Anche l'accrescimento un po' inferiore a quello della Zattera, documenta una situazione di disagio dei Balani di questa stazione. La mortalità presenta valori intermedi.

La stazione di Multedo è situata nel porto petroli: i valori di temperatura, salinità, ossigeno, ammoniaca, nitrati e fosfati sono paragonabili a quelli della Zattera; gli olii presenti, data la loro localizzazione superficiale non risultano nei campioni raccolti alla profondità dell'esperienza, cioè ad un metro circa, mentre sono abbondanti i detersivi.

Sono presenti solo tre specie di Balani, mancando *B. eburneus*; l'insediamento di *B. amphitrite* è uno dei più alti, l'accrescimento abbastanza vicino al normale. La mortalità è molto elevata per *B. trigonus* e *B. perforatus*. Nell'insieme per un buon ricambio delle acque (buoni valori medi di ossigeno) l'inqui-



FIGG. 14 - 15. *Insedimento di Balani su un pannello mensile di luglio (a sinistra) e uno di tre mesi prelevato a luglio (a destra) alla stazione Zattera.*



FIGG. 16 - 17. *Insedimento di Balani, più o meno ricoperti da una fanghiglia rossastra, alla stazione Italsider. A sinistra (Fig. 16), pannello mensile di luglio, a destra pannello trimestrale prelevato allo stesso mese.*

namento da idrocarburi non risulta troppo severo per la popolazione dei Balani, forse perché questi organismi, come in genere quelli intertidali, sono adattati dal punto di vista fisiologico a temporanee sospensioni di attività (NELSON-SMITH, 1970). L'assenza di *B. eburneus* è difficile da spiegare: si potrebbe ipotizzare una particolare sensibilità di questa specie ai detergenti (si veda la sua altissima mortalità alle Chiatte e l'assenza allo Spinola e a Multedo).

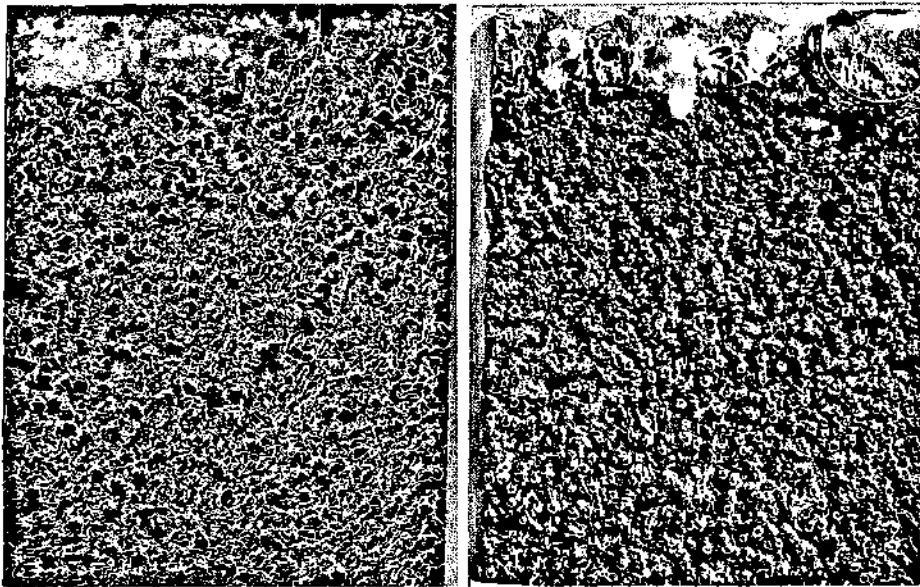


FIG. 18. Pannello mensile di giugno alla stazione ENEL: in mezzo ai Serpulidi si scorgono diversi Balani soprattutto della specie, *B. amphitrite*.
 FIG. 19. Denso insediamento di Balani su un pannello immerso per un mese (giugno) alla stazione Multedo (foto a destra).

La stazione ENEL è caratterizzata da acque calde e turbolente; esse conservano un tenore di ossigeno disciolto simile a quello della Zattera, nonostante che la temperatura sia da 5 a 10° superiore a quest'ultima stazione.

Sono ancora presenti le quattro specie, con un insediamento globale molto intenso. È verosimile che il movimento dell'acqua faciliti il trasporto di larve, anche di quelle che abitualmente si insediano ad altre profondità preferenziali: infatti *B. trigonus*, che in porto come si è detto è situato più profondamente (osservazioni condotte nella zona Zattera), qui raggiunge il valore più alto di presenza.

Anche l'accrescimento procede normalmente, e ciò sembra ancora correlabile al movimento dell'acqua utile per il rifornimento di particelle alimentari come avviene per *B. balanoides* in situazione di estuario (MOORE, 1966). Nel

primo mese *B. trigonus* ne sembra addirittura favorito, presentando le dimensioni assolute maggiori. L'alta temperatura dell'acqua tuttavia non influisce come ci si attenderebbe, nel ritmo di accrescimento, perché si osserva ugualmente un rallentamento in corrispondenza dei mesi invernali, come alla Zattera, per cui le dimensioni finali raggiunte sono le stesse. La mortalità appare nell'insieme abbastanza elevata, in particolare per *B. perforatus* (la più elevata riscontrata nel porto) e per *B. eburneus*.

La stazione Italsider ha acque a temperatura leggermente superiore e salinità alquanto minore che alla Zattera (impianti di raffreddamento che utilizzano acqua dolce), elevato contenuto di ammoniaca, che deriva dai processi siderurgici, e quindi di nitrati e nitriti. Del tutto eccezionale il contenuto di ferro che arriva a quasi 7.700 µg/l. Sono presenti le quattro specie per quanto tre rappresentate da pochissimi individui, e una sola, *B. amphitrite*, nettamente dominante (Figg. 16-17). Grazie a questi ultimi, il valore globale di insediamento è leggermente più elevato della stazione di controllo; l'accrescimento tuttavia è scarso. La mortalità è molto elevata per *B. eburneus*, mentre è la più bassa riscontrata in porto per *B. amphitrite*.

Nel complesso questa stazione sembra operare una selezione sulla popolazione, favorendo la specie nitrofila, che si afferma con un grande numero di individui sopravvivenuti; ma l'accrescimento è alquanto limitato.

La stazione Chiatte situata lungo il corso di diluizione degli scarichi di tipo urbano, presenta alti tenori di ammoniaca, nitrati e fosfati, valori di ossigeno disciolto inferiore in media a 3 cc/l. Le specie di Balani presenti sono due soltanto: *B. amphitrite* col valore massimo di insediamento in senso assoluto (1.328 individui per dm² su un pannello di 15 gg., immerso a luglio) e *B. eburneus* di gran lunga meno numeroso (meno di 10 individui sui pannelli mensili). Quest'ultima specie inoltre ha una mortalità elevatissima. Nel complesso le condizioni idrologiche, ancora più severe che all'Italsider, tendono a determinare un popolamento monospecifico di Balani. In questo la mortalità elevata (circa il 50 %) tuttavia non sorprende dato l'enorme numero di individui insediati. Anche l'accrescimento viene alquanto ridotto.

La stazione Spinola rappresenta una situazione limite anche per i Balani più resistenti; essendo posta nelle immediate vicinanze degli scarichi urbani, oltre a presentare elevatissimi valori di ammoniaca, nitrati, fosfati e detergenti, ha i valori di ossigeno più bassi, spesso addirittura nei singoli campionamenti uguali a zero. È risultato presente solo *B. amphitrite*, ma si tratta di una comparsa sporadica di individui per i quali non esistono possibilità di sopravvivenza.

Le altre specie non arrivano neppure ad insediarsi, probabilmente perché le proibitive condizioni del mezzo agiscono già sulle larve.

RINGRAZIAMENTI

Gli Autori ringraziano vivamente la Sig.na LAURA SCOTTI ed il Sig. VITTORIO ROMAI-
RONE per l'aiuto prestato durante la sistemazione dei dati.

BIBLIOGRAFIA

- GERACI S. e G. RELINI, 1970: Fouling di zone inquinate: Osservazioni nel Porto di Genova. I Briozoi. Comunicazione III Congresso Biologia Marina. Pubbl. Staz. Zool. Napoli 38, suppl. 2, 21-32.
- MARINE FOULING AND ITS PREVENTION, 1952: Woods Hole Oceanographic Institution. Annapolis, Maryland.
- MONTANARI M. e G. RELINI, 1970: Fouling di zone inquinate: Osservazioni nel Porto di Genova. Idroidi e Ascidiacei. Comunicazione III Congresso Biologia Marina. Pubbl. Staz. Zool. Napoli 38, suppl. 2, 34-54.
- MOORE H. B., 1966: Marine Ecology. J. Wiley e Sons.
- MOR E., E. SESSI e G. RELINI, 1970: Fouling di zone inquinate: Osservazioni nel Porto di Genova. Caratteristiche ambientali e metodi di studio. Comunicazione III Congresso Biologia Marina. Pubbl. Staz. Zool. Napoli 38, suppl. 2, 59-91.
- NELSON - SMITH A., 1970: The problem of oil pollution of the sea. *Advances in Marine Biology* 8, 215-306.
- NÜMANN W. e K. BETH, 1955: Die Ansiedlungszeiten der wichtigsten Bewuchsorganismen in der nördlichen Adria. *Istanbul Hidrobiologi Serie B* 3 (1), 1-33.
- PÉRÈS J. M., 1961: *Océanographie biologique et biologie marine*. I, La vie benthique Presses Univ. de France, Paris.
- RELINI G., 1962: Nota preliminare sul bentos vivente nel Porto di Genova. *Doriana* 3 (123).
- , 1964 a: Andamento stagionale degli organismi sessili nel Porto di Genova. *Arch. Oceanogr. Limnol.* 13, 281-296.
- , 1964 b: I cirripedi Opercolati del Porto di Genova. *Ann. Mus. St. Nat. Genova*, 74, 397-411.
- , 1966 a: Le comunità dominanti nel fouling portuale di Genova. *Natura* 57, 136-156.
- , 1966 b: Ricerche sul fouling del Porto di Genova. *Boll. Zool.* 33 (1), 179.
- , 1968 a: Variazioni quantitative stagionali del fouling nel Porto di Genova in relazione alla durata di immersione e alla profondità. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova* 36, 23-40.
- , 1968 b: Fouling e natura del substrato: alcune osservazioni sperimentali nel Porto di Genova. *Boll. Zool.* 35, 349.
- , 1968 c: Osservazioni preliminari sui Balani della rada di Vado Ligure (Savona). *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova* 36, 185-190.
- , 1969: La distribuzione dei Cirripedi toracici nei mari italiani. *Arch. Bot. Biogeogr. Ital.* 14 (4), 168-186.
- , 1970: Aspects of Barnacles ecology in Ligurian sea. Comunicazione al XXII Congresso CIESM. Roma, 1970.
- RELINI G., A. FRANCESCON e A. BARBARO: Revisione sistematico-ecologica della distribuzione dei Cirripedi nella Laguna Veneta. Nota Preliminare. In stampa.

- RELINI G. e E. GIORDANO, 1969: Distribuzione verticale ed insediamento delle quattro specie di Balani presenti nel Porto di Genova. *Natura. Soc. It. Sc. Museo Civ. St. Nat. e Acquario Civ. Milano* 60 (4), 251-281.
- RELINI G. e L. RELINI ORSI, 1969: Alcuni aspetti dell'accrescimento dei Balani nel Porto di Genova. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli* 37, suppl. 2, 327-337.
- RIGO L., 1942: Ricerche sistematico-ecologiche sui Cirripedi della Laguna Veneta. *Arch. Oceanogr. Limnol.* 2 (1), 15-46.
- ROSSI G., G. BAZZICALUPO e G. RELINI, 1970: Fouling di zone inquinate: Osservazioni nel Porto di Genova. Alghe e Policheti Sedentari. Comunicazione III Congresso Biologia Marina. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli* 38, suppl. 2, 146-173.
- SOUTHWARD A. J. e CRISP, D. J., 1963: Les Cirripedes des Mers Européennes. Catalogue des principales salissures Marines. 1: Balanes, O.C.D.E.

Prof. G. RELINI, Reparto Biologia Marina, Laboratorio per la Corrosione Marina dei Metalli, C.N.R. - Via Mercanzia 4 - 16123 Genova, Italia.

Prof. L. RELINI - ORSI, Istituto di Anatomia Comparata, Università - Via Balbi 5 - 16126 Genova, Italia.

Recenti reperti ittologici su fondi fangosi batiali del Mar Ligure

di

LIDIA RELINI - ORSI e GIULIO RELINI

(Dall'Istituto di Anatomia Comparata dell'Università di Genova)

Riassunto. * Gli Autori hanno seguito la pesca a strascico che viene condotta nel Golfo di Genova su batimetriche di 300-400 m e di 650-750 m comprese tra Portofino e Capo Vado. Rilevano la situazione di esagerato sfruttamento e sottolineano le allarmanti condizioni dei fondi batiali, dovute all'inquinamento da rifiuti solidi di varia natura, tra cui contenitori pieni di sostanze dannose (oli minerali, vernici, acidi, ecc.).

Nelle pesche sono state osservate complessivamente una cinquantina di specie di pesci: alcune di esse presentano interesse faunistico perché di nuovo, o recente o raro reperimento nel Mar Ligure. Alcune osservazioni più dettagliate vengono perciò fornite per *Alepocephalus rostratus* Risso, 1820; *Facciolella physonema* (FACC., 1914); *Gaidropsarus biscayensis* (COLLETT, 1890); *Coelorhynchus vaillanti* ROULE, 1916; *Epigonus denticulatus* DIEUZEIDE, 1950; *Oculospinus brevis* KOEFOED, 1927; *Lesuerigobius friesii* MALM, 1874; *Paraliparis leptochirus* (TORTONESE, 1959); *Symphurus ligulatus* (Cocco, 1844).

Prof. L. RELINI - ORSI, Prof. G. RELINI, Istituto di Anatomia Comparata dell'Università, via Balbi, 5 - 16126 Genova, Italia.

* Da *Quaderni della Civica Stazione Idrobiologica di Milano*, 3-4, 5-18, 1971-72.

Fouling di zone inquinate. Osservazioni nel Porto di Genova : Alghe e Policheti sedentari

di

GIUSEPPE G. ROSSI, GIOVANNA BAZZICALUPO e GIULIO RELINI

(Dal Reparto di Biologia Marina del Laboratorio per lo Studio
della Corrosione Marina dei Metalli del C.N.R. di Genova)

24 Figure

Summary. During a survey of the fouling organisms and hydrological characteristics at seven stations in Genoa harbour, different in type and degree of pollution, Algae and sedentary Polychaetes settled on asbestos panels submersed from July 1969 to July 1970 have been studied.

At station n. 3 (Zattera) all three classes of Algae (**CHLOROPHYCEAE**, **PHAEOPHYCEAE**, **RHODOPHYCEAE**) have been found while in more polluted stations only **CHLOROPHYCEAE** occurred.

The main Polychaetes were: *Hydroides elegans*, *Serpula concharum*, *Polydora ciliata*, *Spirorbis pseudomilitaris*, *S. pagenstecheri* and *S. corrugatus*. The first two species have been collected at all stations and were very common and numerous at Chiatte station.

On the panels immersed at Spinola the most resistant species of Serpulids (*Hydroides elegans* and *Serpula concharum*) succeeded in settling but they could not withstand the conditions for more than one or two months. At the same station *Staurocephalus rudolphii*, *Podarke pallida* (less *Capitella capitata*) were very common especially during the summer period.

Riassunto. Sono state esaminate le Alghe ed i Policheti sedentari insediati su pannelli: tale esame si colloca nell'ambito di una più ampia ricerca tendente a caratterizzare sia dal punto di vista biologico che chimico-fisico sette stazioni del porto di Genova scelte in base ad un differente tipo e grado di inquinamento. Per quanto riguarda le Alghe è stato rilevato che tutte e tre le classi (**CHLOROPHYCEAE**, **PHAEOPHYCEAE** e **RHODOPHYCEAE**) sono state rinvenute solo alla stazione di controllo (staz. n. 3, Zattera), mentre in quelle più inquinate sono state osservate solo le **CHLOROPHYCEAE**.

Le specie più importanti dei Policheti sono: *Hydroides elegans*, *Serpula concharum*, *Polydora ciliata*, *Spirorbis pseudomilitaris*, *S. pagenstecheri* e *S. corrugatus*: solo le prime due specie si rinvencono in tutte le stazioni e risultano particolarmente abbondanti alla stazione Chiatte, caratterizzata da acque eutrofizzate senza condizioni così estreme come quelle della stazione Spinola, ove questi Serpulidi riescono ad insediarsi, ma non resistono più di un mese.

Nella medesima stazione sono risultati comuni, specialmente durante i mesi estivi, *Staurocephalus rudolphii*, *Podarke pallida* e un po' meno *Capitella capitata*.

INTRODUZIONE

Nelle sette stazioni del porto di Genova, già descritte nelle note precedenti (MOR, SESSI e RELINI, 1970; MONTANARI e RELINI, 1970; GERACI e RELINI, 1970), sono state esaminate le Alghe ed i Policheti sedentari. Per notizie più esaurienti sui rapporti esistenti tra inquinamento ed organismi del fouling rimandiamo

alla bibliografia riportata in REISH e WINTER (1954), REISH (1955, 1957), BELLAN (1967), BELLAN-SANTINI (1968), RELINI, DABINI-OLIVA e FERRETTI (1969), MOR, SESSI e RELINI (1970).

Per quanto ci risulta dalla letteratura, piuttosto rari sono gli studi circa l'influenza delle acque inquinate sulla colonizzazione da parte delle Alghe di substrati vergini. In generale i lavori che affrontano il problema della relazione tra inquinamento e popolazione algale sono stati effettuati mediante prelievi da substrati naturali o artificiali; possiamo citare a titolo di esempio gli studi effettuati nel porto e nella regione di Marsiglia: BERNER (1931), GOUDARD (1949), LEPETIT et BIANCHI (1964), BELLAN-SANTINI (1964, 1966, 1968, 1969). Rimandiamo a questi lavori per una più estesa rassegna bibliografica e per ulteriori notizie.

Ricordiamo che, per quanto riguarda la sistematica dei Policheti, sono stati seguiti i testi di FAUVEL (1923, 1927), BELLAN G. (1964), ZIBROWIUS (1968, 1970), nonché il catalogo degli organismi del fouling, NELSON-SMITH (1967).

Notizie inerenti l'ecologia ed in particolare il periodo di insediamento ed il ritmo di accrescimento dei Policheti nel Mediterraneo si rinvencono in alcuni lavori dedicati soprattutto allo studio del fouling portuale: BERNER (1944), ARIAS et MORALES (1963, 1969), MORALES et ARIAS (1965), FRANCO (1964), RELINI (1964, 1966, 1968), RELINI e BAZZICALUPO (1969), TARAMELLI e CHIMENZ (1965, 1966, 1968 a, 1968 b), SENTZ - BRACONNOT (1966, 1968), SIMON - PAPYN (1965). Solo i lavori di questi due ultimi Autori si riferiscono ad ambienti non portuali.

ALGHE

Sui pannelli delle sette stazioni sono state rinvenute 24 specie di Alghe: 12 CHLOROPHYCEAE, 3 PHAEOPHYCEAE e 9 RHODOPHYCEAE. (La determinazione delle specie non sempre è risultata agevole in quanto gran parte delle Alghe era presente allo stadio di plantula).

CHLOROPHYCEAE

Ulotrichales

Ulotrichaceae: *Ulothrix subflaccida* WILLE

Ulvaceae: *Enteromorpha clathrata* (ROTH.) GREV.

Enteromorpha compressa (L.) GREV.

Enteromorpha flexuosa (WULF. ex ROTH.) J. AG.

Enteromorpha intestinalis (L.) LINK.

Enteromorpha linza (L.) J. AG.

Enteromorpha torta (MERT.) REINBOLD

Ulva rigida C. AG.

Cladophorales

- Cladophoraceae:* *Cladophora feredayi* HARV.
 Cladophora liniformis KUETZ.
 Lola implexa (HARV.) HAMEL

Codiales

- Bryopsidaceae:* *Bryopsis plumosa* (HUDS.) C. AG.

PHAEOPHYCEAE

Ectocarpales

- Ectocarpaceae:* *Giffordia mitchellae* (HARV.) HAMEL

Punctariales

- Scytosiphonaceae:* *Petalonia fascia* (MUELL.) O. KUNTZE

Dictyotales

- Dictyotaceae:* *Dictyota dichotoma* (HUDS.) LAMOUR.

RHODOPHYCEAE

Bangiales

- Bangiaceae:* *Bangia fuscopurpurea* (DILLW.) LYNGBYE
 Porphyra umbilicalis (L.) J. AG.

Rhodymeniales

- Lomentariaceae:* *Lomentaria clavellosa* (TURN.) GAILL.

Ceramiales

- Ceramiaceae:* *Aglaothamnion neglectum* G. FELDM.
 Antithamnion plumula (ELLIS) THURET
 Antithamnion tenuissimum (HAUCK) SCHIFFNER
 Ceramium rubrum (HUDS.) C. AG. V. *barbatum* (KUETZ.) G. FELDM.
 Ceramium tenuissimum (LYNGBYE) J. AG.
Rhodomelaceae: *Polysiphonia tenerrima* KUETZ.

Le tre classi non sono rappresentate omogeneamente nelle sette stazioni: le PHAEOPHYCEAE sono presenti solo alla stazione n. 3, ossia quella relativamente meno inquinata anche perché più vicina al mare aperto. In particolare (Fig. 1) le PHAEOPHYCEAE si sono insediate nei mesi di ottobre, novembre e dicembre

1969 e poi dal marzo al giugno 1970. Tale classe è rappresentata soltanto da tre specie: due di queste (*Dictyota dichotoma* e *Giffordia mitchellae*) sono in genere presenti con rari e poco sviluppati individui, mentre la terza specie,

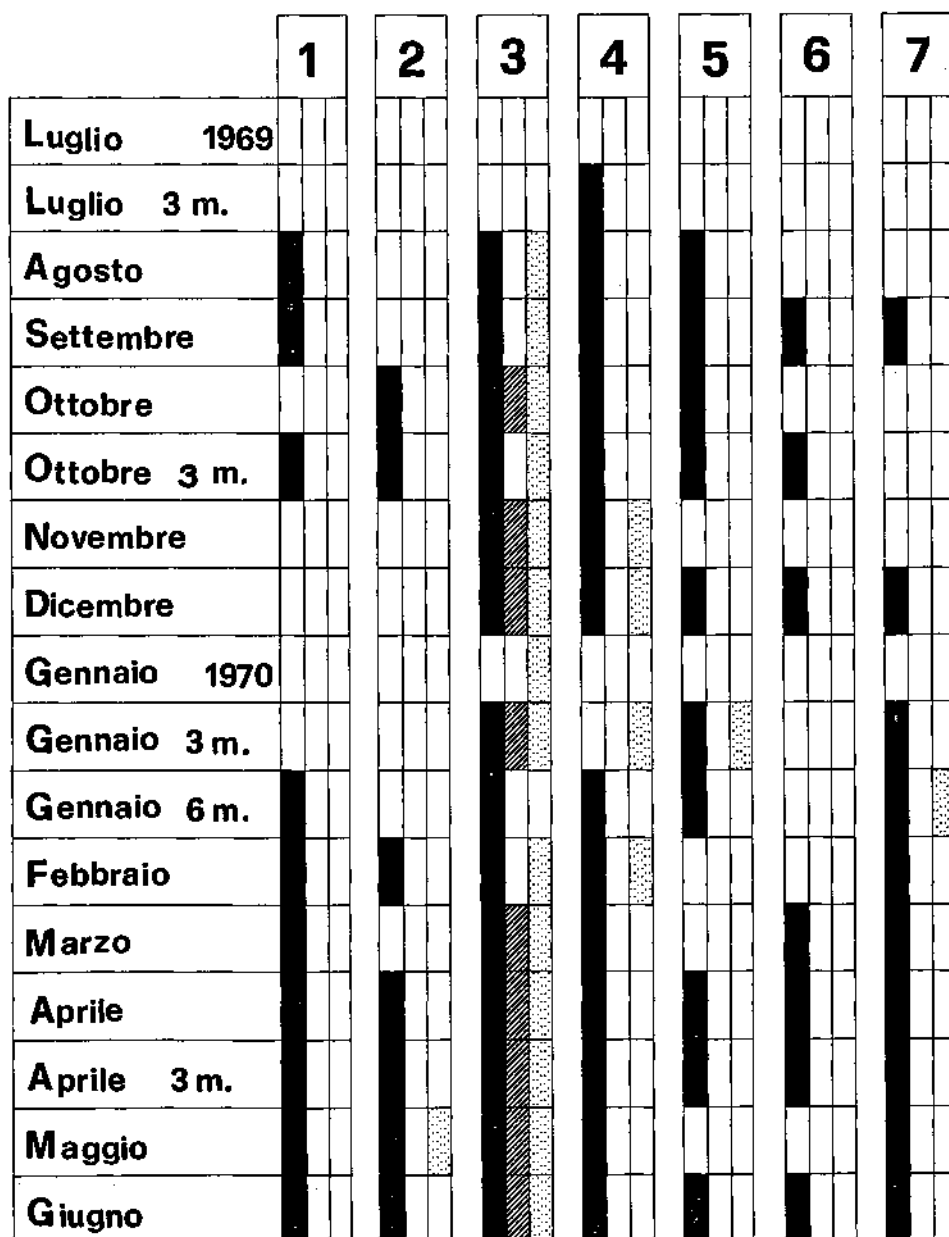


FIG. 1. Presenza delle Alghe sui vari pannelli delle sette stazioni: Chlorophyceae = colonne nere; Phaeophyceae = colonne con tratteggio obliquo; Rhodophyceae = colonne punteggiate.

Enteromorpha	1	2	3	4	5	6	7
Luglio 1969							
Luglio 3 m.				+			
Agosto	++++		+	++	++		
Settembre	++++		+	+	++	++	++
Ottobre		+	++	+	+		
Ottobre 3 m.	+++	+	+	+	+	+++	
Novembre				+			
Dicembre				++	+	+	
Gennaio 1970							
Gennaio 3 m.			+		++		++
Gennaio 6 m.	++		+	+++	+		++
Febbraio	+	+	+	+++			++
Marzo	+		+	+		+	+
Aprile	++++	+	+++	++++	++	+	+++
Aprile 3 m.	+++	+	++	+++	+++	+	+++
Maggio	++++	++++	++++	++			+++
Giugno	++++	+++	+++	+++		+++	++++

FIG. 2. Distribuzione di *Enteromorpha* sui pannelli delle sette stazioni: + = individui molto rari; ++ = presenza non molto abbondante e con un basso grado di ricoprimento; +++ = presenza piuttosto abbondante e con un discreto grado di ricoprimento (fino al 20 % della superficie del pannello); ++++ = presenza abbondante di individui ricoprenti oltre il 40 % della superficie del pannello.

Petalonia fascia, raggiunge nel mese di marzo una copertura del 100 % con talli lunghi anche 20 centimetri.

Per quanto riguarda le RHODOPHYCEAE è da segnalare che in due stazioni (n. 1 e n. 6), ossia quelle che raggiungono indici più elevati di inquinamento, non sono presenti. Nella stazione n. 2 si ha una presenza mensile (maggio 1970);

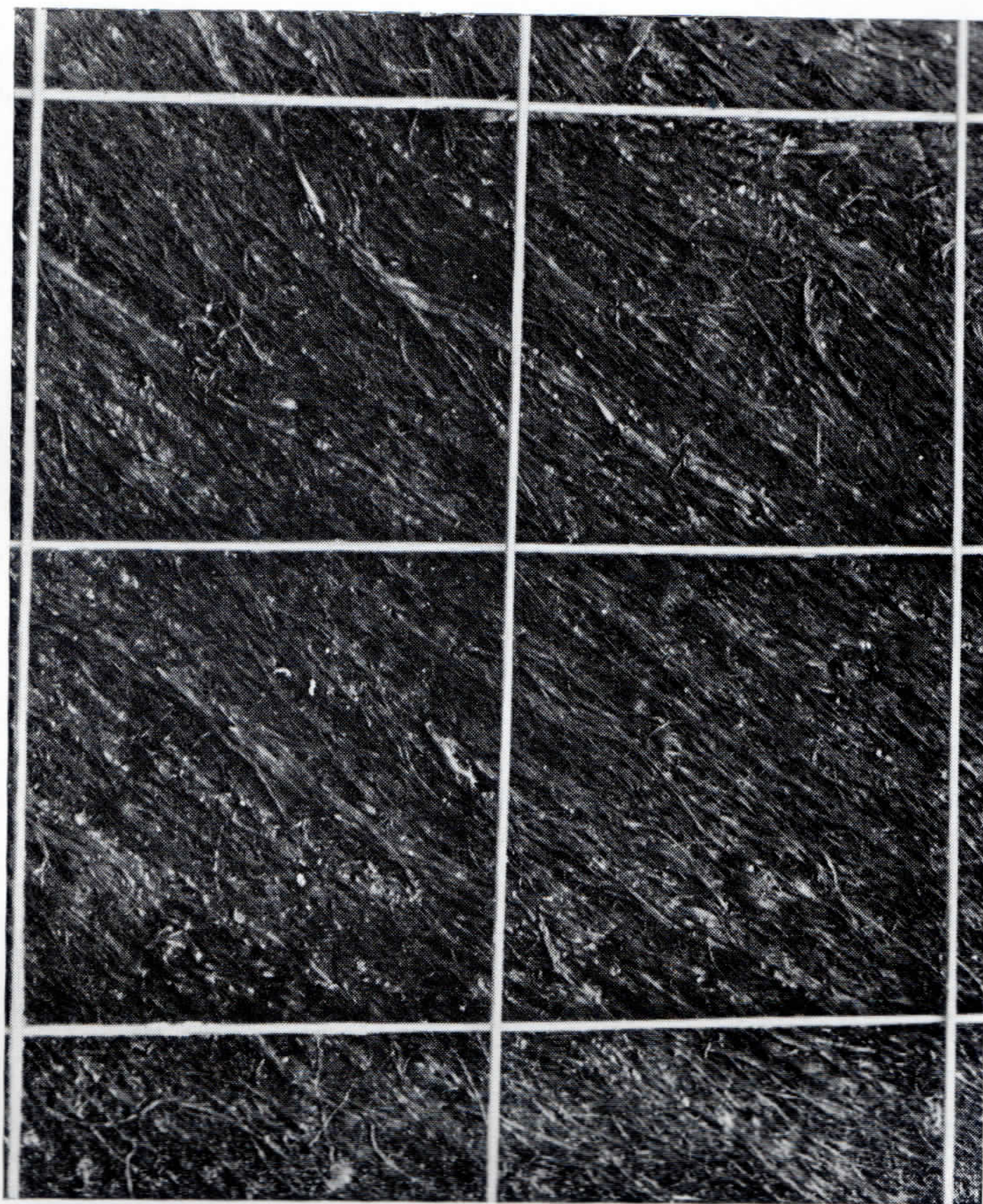


FIG. 3. Pannello mensile prelevato nel mese di giugno 1970 alla stazione Spinola: denso insediamento di *Enteromorpha*.

nella n. 5 e nella n. 7 le RHODOPHYCEAE sono state osservate solo nel mese di gennaio, però su piastre, rispettivamente, di 3 e 6 mesi. In queste tre stazioni (n. 2, n. 5 e n. 7) le RHODOPHYCEAE erano presenti con pochi individui localizzati unicamente ai bordi del pannello. Non molto dissimile è la situazione alla stazione n. 4 nella quale si rilevano quattro presenze mensili. Alla stazione n. 3 le RHODOPHYCEAE sono presenti durante tutto l'anno, anche se con un numero di talli assai modesto. Nove sono le specie ritrovate in questa stazione; le più comuni risultano: *Antithamnion plumula*, *Antithamnion tenuissimum*, *Aglaothamnion neglectum*. Comuni risultano inoltre *Bangia fuscopurpurea* e *Porphyra umbilicalis*. Più raramente si insediano: *Ceramium rubrum* v. *barbatum* e *Cera-*

mium tenuissimum. Si segnala infine la presenza di *Polysiphonia tenerrima* e *Lomentaria clavellosa*.

Ulva	1	2	3	4	5	6	7
Luglio 1969							
Luglio 3 m.							
Agosto			+	+	++		+
Settembre			+				
Ottobre			++	+			
Ottobre 3 m.				+	++	+	
Novembre				+			
Dicembre					++		
Gennaio 1970							
Gennaio 3 m.					+		
Gennaio 6 m.					+		
Febbraio							
Marzo							
Aprile					+++		
Aprile 3 m.					++++		
Maggio		+					
Giugno			++		+		

FIG. 4. Distribuzione di *Ulva rigida* sui pannelli delle sette stazioni. I criteri di rappresentazione dei dati sono gli stessi già descritti in Fig. 2.

Le CHLOROPHYCEAE, a differenza delle altre due classi, sono presenti in tutte le stazioni: particolarmente abbondanti risultano *Enteromorpha* (Fig. 2) soprattutto alla stazione n. 1. Le altre stazioni sono più o meno simili anche se

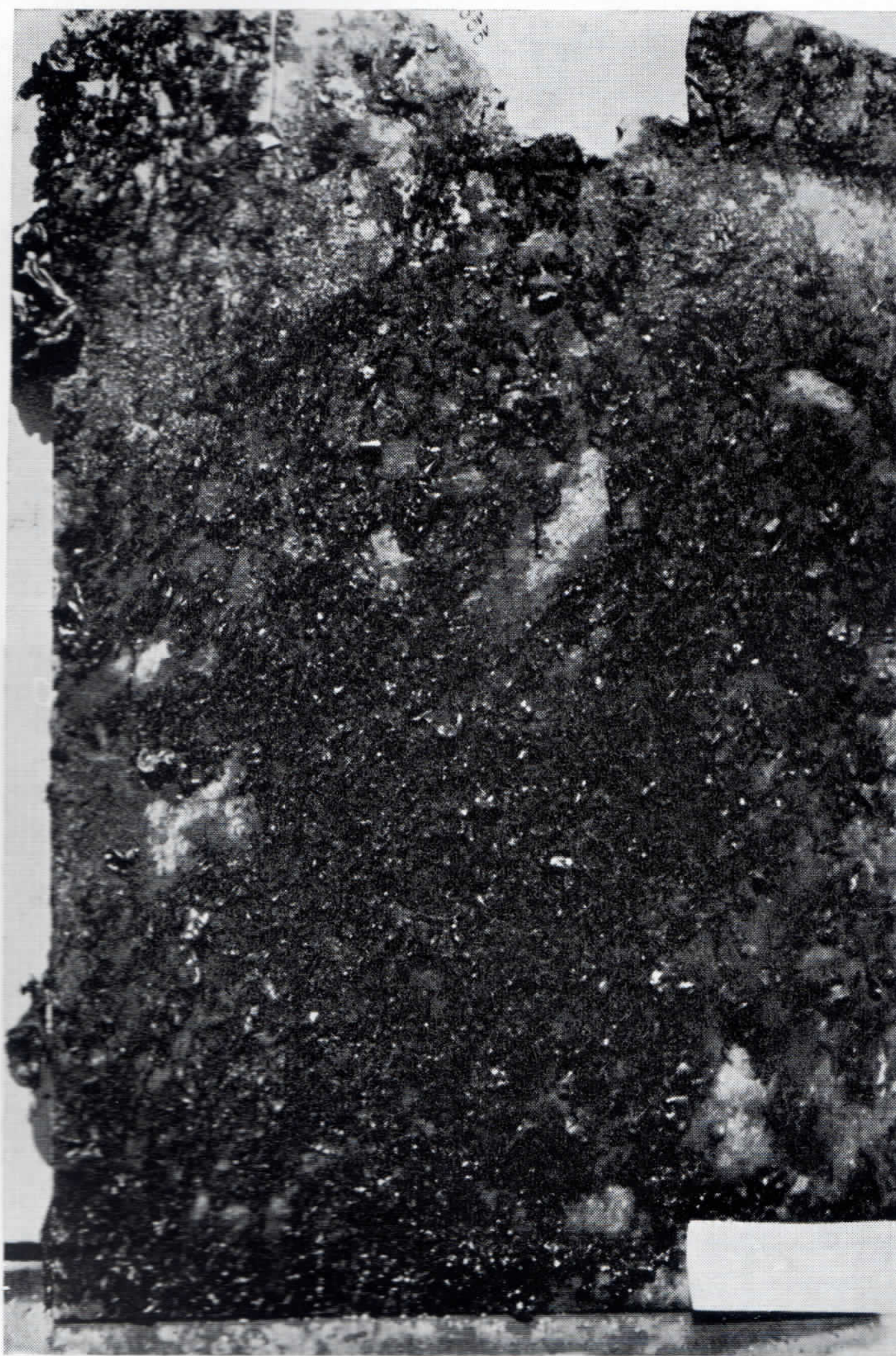


FIG. 5. Pannello della stazione n. 5 (ENEL) immerso tre mesi e prelevato ad aprile: abbondante insediamento di *Ulva rigida*, presente soprattutto allo stadio di plantula.

alla n. 5 e alla n. 6 non si raggiungono elevati valori di insediamento. Il massimo insediamento si è avuto in primavera-estate (Fig. 3): *Enteromorpha intestinalis*, *E. compressa* ed *E. flexuosa* sono le più diffuse e comuni; *E. linza*, *E. clathrata* ed *E. torta* sono state osservate più raramente.

Meno diffusa risulta l'*Ulva rigida* (Fig. 4): assente alla stazione n. 1, con una sola presenza mensile alle stazioni n. 2, n. 6, n. 7. Nelle altre stazioni si sono osservati pochi individui per pannello, fatta eccezione per la stazione n. 5 (Fig. 5) dove si raggiungono valori di insediamento abbastanza elevati. In questa

ultima stazione l'acqua di mare mantiene per tutto l'anno una temperatura elevata ed una fortissima turbolenza.

	1	2	3	4	5	6	7
Luglio 1969				0			
Luglio 3 m.				+			
Agosto	+++	0	+	+	++		+
Settembre	+++	0	+	+	+	+	+
Ottobre	+	+	++	+	+	+	+
Ottobre 3 m.	++	+	+	+	+	++	++
Novembre	0	0	0	+	0	0	0
Dicembre	0	0	0	+	+	+	+
Gennaio 1970	0	0	0	0	0		0
Gennaio 3 m.	0	0		+	+		+++
Gennaio 6 m.	+	0	+	++	+		++
Febbraio	+	+	+	++	+	0	+++
Marzo	+	0	+	+	+	+	+
Aprile	+++	+	++	+++	++	+	++
Aprile 3 m.	++++	+	+	+	++	+	++
Maggio	+	++++	++	+	+		++
Giugno	+++	++	++	++	+	+	++++

FIG. 6. Distribuzione delle Alghe (senza distinzione in gruppi sistematici) nei vari mesi e nelle sette stazioni. (Vedere spiegazioni nel testo).

Tra le CHLOROPHYCEAE rinvenute sui pannelli vanno ancora ricordate: *Cladophora liniformis*, *Cladophora feredayi* (presenti soltanto alla stazione n. 3), *Ulothrix subflaccida* e *Lola implexa* (esclusive della stazione n. 4), infine *Bryopsis plumosa* presente alle stazioni n. 1, n. 2 e n. 7, quelle cioè interessate da un inquinamento più grave. La stazione n. 7 si differenzia dalle altre due (n. 1 e n. 2) perché in questa il massimo insediamento di *Bryopsis plumosa* si verifica, oltre che nel mese di aprile, anche in gennaio e in estate.

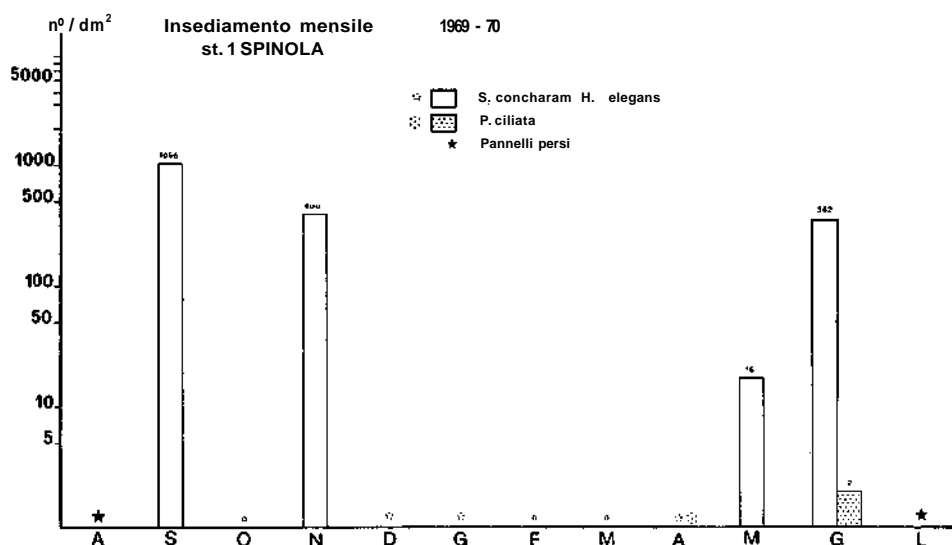


FIG. 7. Insedimento mensile dei Policheti alla stazione n. 1 (Spinola). Nel grafico, in scala semilogaritmica, si rappresenta il valore medio del numero di individui conteggiati in un decimetro quadrato preso sulle due facce del pannello (ordinata) ed i mesi durante i quali si è svolta l'esperienza (ascissa).

Nella Fig. 6 viene rappresentata la distribuzione delle Alghe (senza distinzione in gruppi sistematici) nei vari mesi e nelle diverse stazioni. Con « O » si indica l'assenza di Alghe, con una crocetta soltanto la presenza di alcuni talli, mentre quattro crocette indicano la predominanza delle Alghe sugli altri organismi del fouling (2 e 3 crocette indicano valori intermedi). Solo in tre stazioni, n. 1 (piastra prelevata ad aprile dopo tre mesi di immersione), n. 2 (piastra 1 mese prelevata a maggio), n. 7 (piastra 1 mese prelevata a giugno), le Alghe prevalgono sugli altri organismi. Da segnalare inoltre che durante i mesi invernali l'insediamento risulta nullo in quasi tutte le stazioni.

Concludendo la parte riguardante le Alghe si rileva che solo in una stazione (n. 3) tutte e tre le classi sono rappresentate. Man mano che ci si inoltra nel porto solo le CHLOROPHYCEAE resistono o addirittura trovano condizioni che favoriscono il loro sviluppo, come nel caso di *Bryopsis* alle stazioni n. 1 e n. 7 e di *Ulva* alla stazione n. 5. Il rapporto quindi tra le tre classi potrebbe

essere considerato quale indice delle condizioni ambientali nei riguardi degli inquinamenti, come segnalato da PIGNATTI e DE CRISTINI (1966) per il Vallone di Muggia.

POLICHETI

Nelle sette stazioni sono stati esaminati anche i Policheti con particolare riguardo a quelli sessili: in totale sono state riconosciute 25 specie.

<i>Eunicidae:</i>	<i>Staurocephalus</i>	<i>rudolphii</i>	(DELLE CHIAJE)
<i>Hesionidae:</i>	<i>Podarke</i>	<i>pallida</i>	CLAPAREDE
<i>Spionidae:</i>	<i>Polydora</i>	<i>ciliata</i>	(JOHNSTON)
<i>Cirratulidae:</i>	<i>Cirratulus</i>	<i>cirratus</i>	(O. F. MÜLLER)
<i>Capitellidae:</i>	<i>Capitella</i>	<i>capitata</i>	(FABRICIUS)
<i>Terebellidae:</i>	<i>Amphitrite</i>	<i>rubra</i>	(RISSO)
	<i>Polymnia</i>	<i>nebulosa</i>	(MONTAGU)
<i>Sabellidae:</i>	<i>Sabella</i>	<i>pavonina</i>	SAVIGNY
	<i>Spirographis</i>	<i>spallanzanii</i>	VIVIANI
	<i>Dasychone</i>	<i>bombyx</i>	(DALYELL)
	<i>Dasychone</i>	<i>lucullana</i>	(DELLE CHIAJE)
<i>Serpulidae:</i>	<i>Serpula</i>	<i>concharum</i>	LANGERHANS
	<i>Serpula</i>	<i>lo-biancoi</i>	RIOJA
	<i>Serpula</i>	<i>vermicularis</i>	L.
	<i>Hydroides</i>	<i>elegans</i>	HASWELL
	<i>Hydroides</i>	<i>dianthus</i>	VERRILL
	<i>Mercierella</i>	<i>enigmatica</i>	FAUVEL
	<i>Spirobranchus</i>	<i>polytrema</i>	(PHILIPPI)
	<i>Pomatoceros</i>	<i>triqueter</i>	(L.)
	<i>Protula</i>	<i>tubularia</i>	(MONTAGU)
	<i>Salmacina</i>	<i>dysteri</i>	(HUXLEY)
	<i>Salmacina</i>	<i>incrustans</i>	(CLAPARÈDE)
	<i>Spirorbis</i>	(<i>Dexiospira</i>)	<i>corrugatus</i> MONTAGU
	<i>Spirorbis</i>	(<i>Dexiospira</i>)	<i>pagenstecheri</i> QUATREFAGES
	<i>Spirorbis</i>	(<i>Laeospira</i>)	<i>pseudomilitaris</i> THIRIOT-QUIÉVREUX

La maggior parte delle specie sopra ricordate sono rare o poco comuni. Le più frequenti sono risultate *Hydroides elegans*, *Serpula concharum*, *Polydora ciliata*, *Spirorbis corrugatus*, *Spirorbis pseudomilitaris*.

Hydroides elegans e *Serpula concharum* sono stati conteggiati insieme per la difficoltà di separare le due specie senza esaminarne l'opercolo e le setole, e

inoltre perché negli individui giovani alcune parti, sistematicamente importanti, sono indifferenziate.

Gli *Spirorbis* sono stati riuniti in due gruppi: *Laeospira* (*Sp. pseudomilitaris*, indicato nei grafici con *Spirorbis* dest.), *Dexiospira* (*Sp. pagenstecheri* e *Sp. corrugatus*, indicati nei grafici con *Spirorbis* sin.).

I conteggi sono stati eseguiti nelle zone centrali (10×10 cm) delle due facce di ciascun pannello. I valori riportati nei grafici rappresentano la media degli insediamenti dei quadrati centrali delle due facce.

INSEDIAMENTO

Stazione n. 1 (Spinola), Fig. 7.

In questa stazione l'insediamento dei Serpulidi appare limitato sia come numero di specie (*Hydroides elegans* e *Serpula concharum*) sia come numero di presenze mensili. Il massimo insediamento si è verificato nel settembre 1969 (1056 presenze per dmq). Nel mese successivo nessun Serpulide è stato osser-



FIG. 8. Pannello immerso per 21 giorni dal 12 agosto al 2 settembre 1969 alla stazione n. 1 (Spinola): si nota un discreto insediamento di *Hydroides elegans* e *Serpula concharum* nella metà superiore del pannello. Le dimensioni degli individui sono modeste per questo periodo.



FIG. 9. Pannello immerso per 6 mesi, dal 28 luglio 1969 al 30 gennaio 1970, alla stazione n. 1 (Spinola). Si osserva uno strato di fanghiglia e Alghe; sul margine sinistro del pannello è visibile l'unico Serpulide insediato.

vato, mentre in novembre sono stati conteggiati 400 individui per dmq. Le due specie ricompaiono poi nella tarda primavera dell'anno successivo con una densità assai modesta (16 presenze per dmq in maggio). Nel mese di giugno la densità di questi Serpulidi sale a 362 individui per dmq.

Quindi soltanto in quattro mesi sono state osservate le due specie *Hydroides elegans* e *Serpula concharum*. Nel dicembre 1969 e nel gennaio e aprile 1970 alcuni Serpulidi erano insediati al di fuori della zona di conteggio.

Sui pannelli di questa stazione è stata inoltre rinvenuta, una sola volta, *Polydora ciliata*. Da segnalare la presenza, non riportata in grafico, sui pannelli di aprile e giugno 1970, di *Capitella capitata*, specie notoriamente legata ad ambienti particolarmente inquinati (REISH e BARNARD, 1960).

Sono presenti anche altre specie caratteristiche di acque inquinate, quali *Staurocephalus rudolphii* e *Podarke pallida* (REISH e WINTER, 1954; BELLAN, 1968; ZUNARELLI -VANDINI, 1971), particolarmente numerosi nei mesi di giugno e luglio.

La caratteristica più saliente di questa zona è data dalla presenza di una grande quantità di fanghiglia putrescente sui substrati e quindi anche sui pannelli (Fig. 9); ed inoltre i parametri idrologici (basso contenuto di ossigeno, alto contenuto di azoto ammoniacale e azoto nitroso, salinità assai variabile) indicano che in questa stazione si è prossimi ai limiti di tollerabilità per la vita animale. Considerando anche pannelli immersi per periodi diversi da un mese risulta inoltre che *Hydroides elegans* e *Serpula concharum* sono saltuariamente presenti su pannelli mensili e quindicinali (Fig. 8), ma generalmente non permangono su quelli di più mesi (Fig. 9). L'esame del materiale raschiato da strutture circostanti il supporto porta-pannelli ha confermato l'assenza di Serpulidi adulti.

Stazione n. 2 (*Chiatte*), Fig. 10.

In questa stazione i pannelli mensili risultano ricoperti da una fanghiglia anche se in quantità non così imponente come nella stazione precedente. I parametri idrologici indicano notevoli quantità di nitriti, nitrati e fosfati, ma, a differenza dello Spinola, anche discreti valori di ossigeno disciolto. In altre parole, come si può osservare dalla cartina del porto di Genova (vedi MOR, SESSI e RELINI, 1970) la distanza tra le due stazioni è relativamente breve, ma tale da permettere una sufficiente diluizione delle sostanze organiche e inorganiche di origine urbana disciolte o sospese, e di conseguenza la vita animale trova un ambiente non così ostile come allo Spinola. Infatti pur restando quasi identico il numero delle specie presenti (*Serpula concharum*, *Hydroides elegans* e *Polydora ciliata*), il numero delle presenze, soprattutto delle prime due specie, è aumentato all'incirca di 10 volte (Figg. 11 e 12).

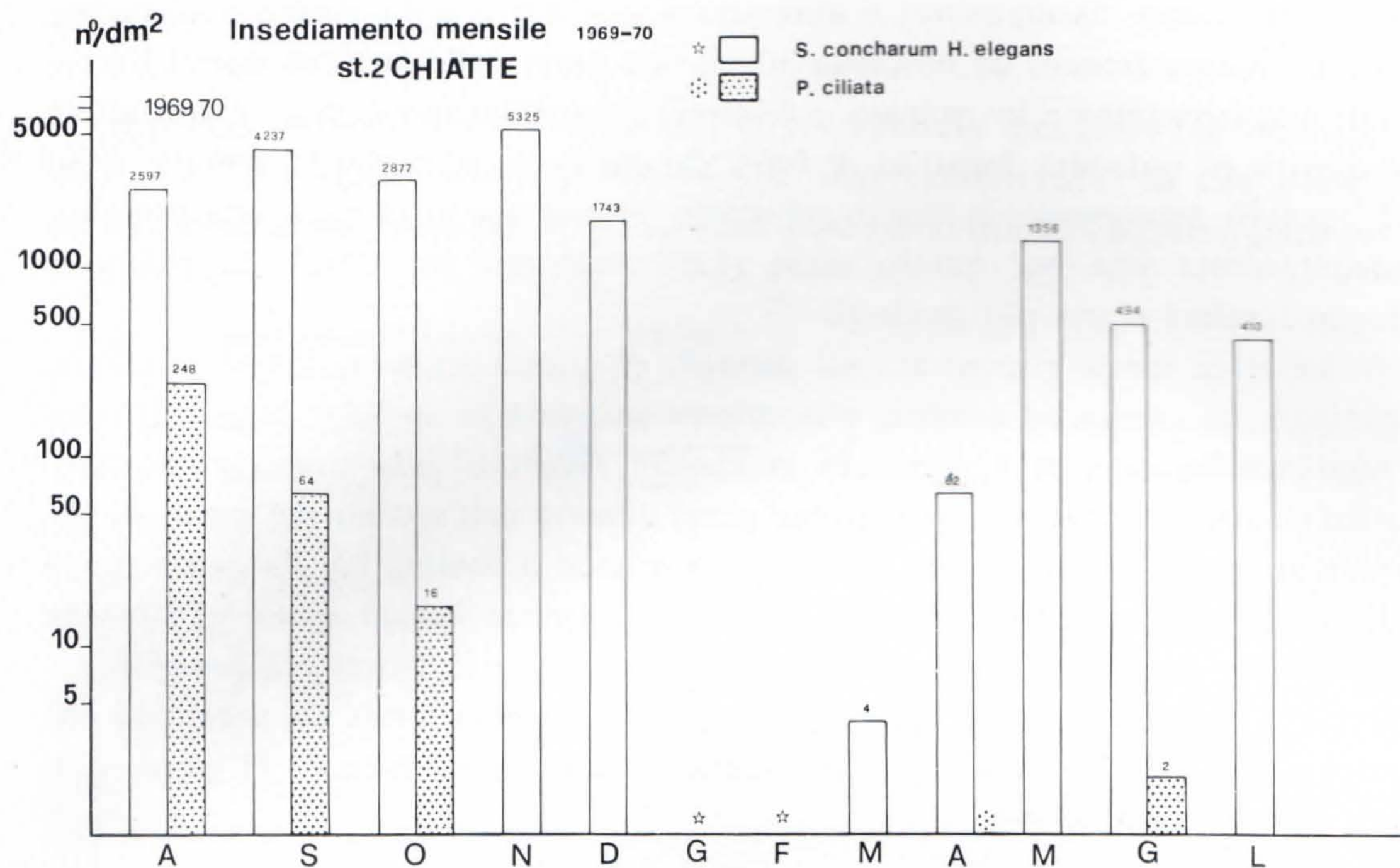


FIG. 10. Insediamento mensile dei Policheti alla stazione n. 2 (Chiatte): vedere spiegazioni nel testo.



FIG. 11. Pannello immerso per 28 giorni, dall'1 al 29 luglio 1970 alla stazione n. 2 (Chiatte). Si nota un voluminoso insediamento di Serpulidi con individui molto sviluppati che si sollevano dalla piastra.

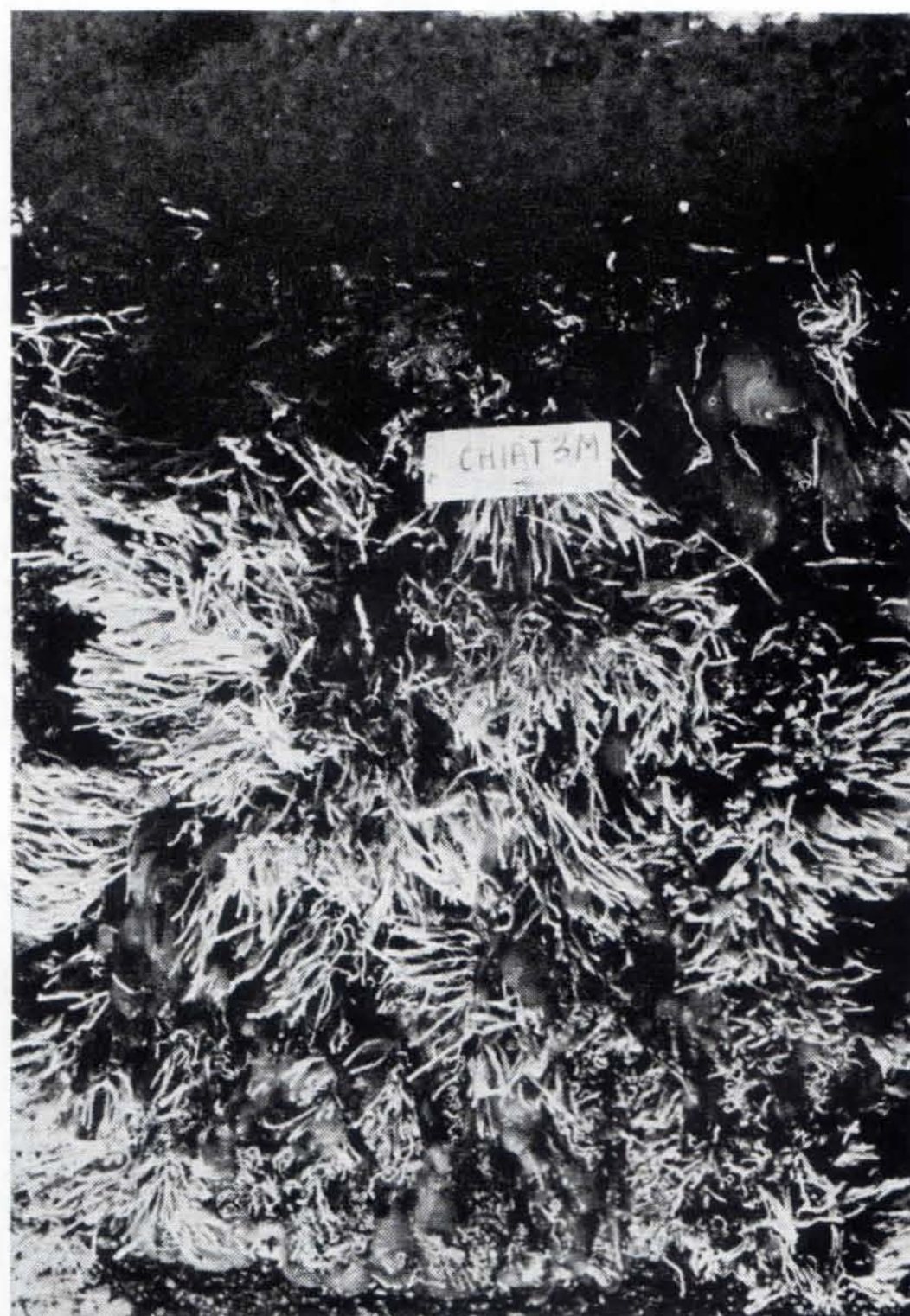


FIG. 12. Pannello immerso per 3 mesi dal 30 aprile al 29 luglio 1970 alla stazione n. 2 (Chiatte). Si nota l'insediamento di Hydroides elegans e Serpula concharum con tubi notevolmente accresciuti che si rizzano verticalmente dal pannello.

Il massimo insediamento è avvenuto a novembre e da agosto a dicembre si è registrato sempre un cospicuo attacco da parte delle larve di questi Serpulidi; successivamente in gennaio e febbraio l'insediamento è stato ridottissimo e dovuto ad individui fissati al di fuori del quadrato centrale; in seguito, dopo il normale incremento in marzo ed aprile, si è avuta in maggio una presenza insolitamente alta per questo mese (1.356 individui per dmq). In giugno e luglio i valori erano più modesti.

La terza specie riscontrata sui pannelli di questa stazione, *Polydora ciliata*, compare da agosto ad ottobre, e in minore quantità in aprile e giugno. Il massimo insediamento si è verificato in agosto. *Polydora ciliata*, specie caratteristica di substrati fangosi, si rinviene generalmente nell'ambito del porto di Genova su pannelli immersi da più mesi, dove cioè il fouling ha già avuto modo di raggiungere un certo sviluppo. Alle Chiatte invece questa specie si rinviene in maggior numero su pannelli mensili (ma già dopo 15 giorni era possibile osservarla forse in relazione ad una più rapida sedimentazione). Da segnalare che la presenza delle tre specie è considerevole anche su pannelli di 15 giorni e di più mesi di immersione.

Stazione n. 3 (Zattera), Fig. 13.

Anche in questa stazione prevalgono, tra i Serpulidi, le specie *Hydroides elegans* e *Serpula concharum*: il periodo di massimo insediamento coincide con i mesi estivo-autunnali. Da settembre a gennaio si nota una netta e progressiva diminuzione del numero degli individui insediati e, dopo un periodo di stasi che si protrae fino a maggio, si nota un notevolissimo incremento numerico in giugno che diventa ancora più imponente in luglio (8.708 presenze per dmq). È da segnalare che su corrispondenti pannelli di più mesi l'insediamento non appare così vistoso: tale fatto sta a documentare che queste due specie sono *pioniere* e preferiscono il periodo estivo-autunnale per insediarsi.

Tra i Policheti di questa stazione va ricordata inoltre *Polydora ciliata*, che è stata segnalata solo su due pannelli mensili prelevati in settembre e in aprile; particolarmente numerosa appare invece su pannelli immersi per più mesi (700 presenze per dmq su un pannello immerso per tre mesi e prelevato ad ottobre).

Si segnala inoltre la presenza di *Spirorbis* (*Laeospira pseudomilitaris*) in alcuni mesi invernali e primaverili. Sul pannello mensile prelevato ad agosto si è osservata la presenza di *Pomatoceros triqueter*.

Stazione n. 4 (Y.C.I.), Fig. 14.

I pannelli immersi in questa zona, pur presentando una netta predominanza di *Hydroides elegans* e *Serpula concharum*, sono caratterizzati da una considerevole presenza di *Spirorbis*, in particolare *Laeospira*. Questi Serpulidi sono pre-

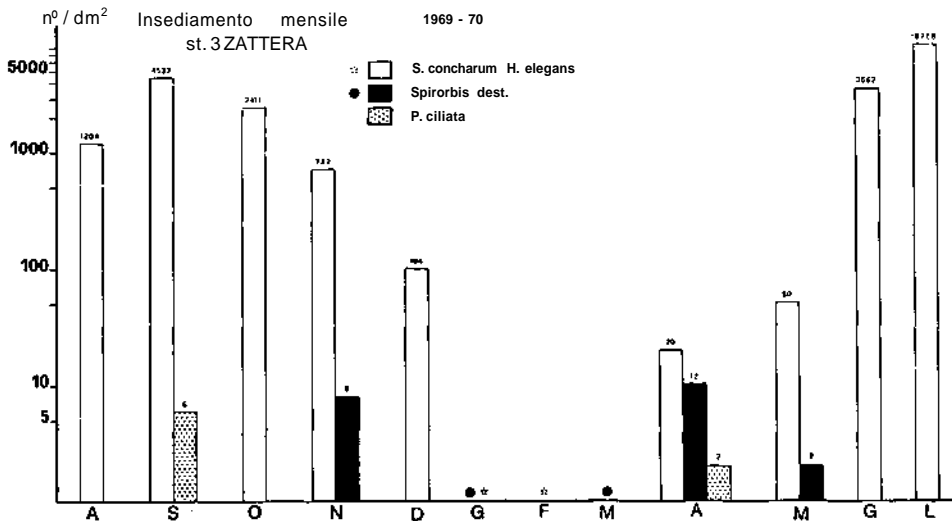


FIG. 13. Insediamento mensile dei Policheti alla stazione n. 3 (Zattera): vedere spiegazione nel testo.

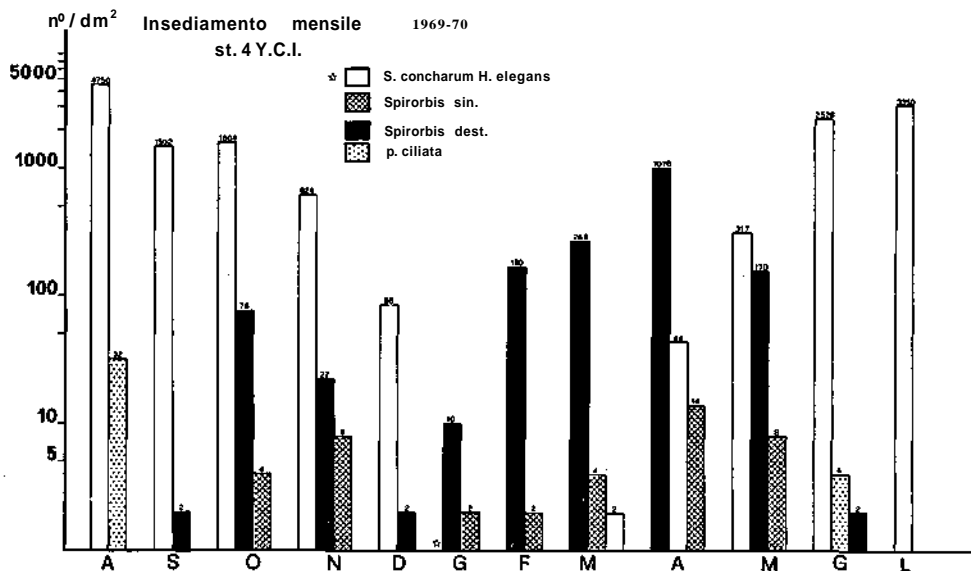


FIG. 14. Insediamento mensile dei Policheti alla stazione n. 4 (Y.C.I.): vedere spiegazioni nel testo.

senti su tutti i pannelli mensili ad eccezione di quelli prelevati in luglio ed agosto. Si rileva una presenza autunnale di minore entità ed una primaverile notevolmente maggiore; i rispettivi valori di insediamento sono stati 76 individui per dmq in ottobre e 1076 per dmq in aprile. Gli *Spirorbis Dexiospira* sono comparsi negli stessi periodi dei *Laeospira*, ma in numero assai ridotto

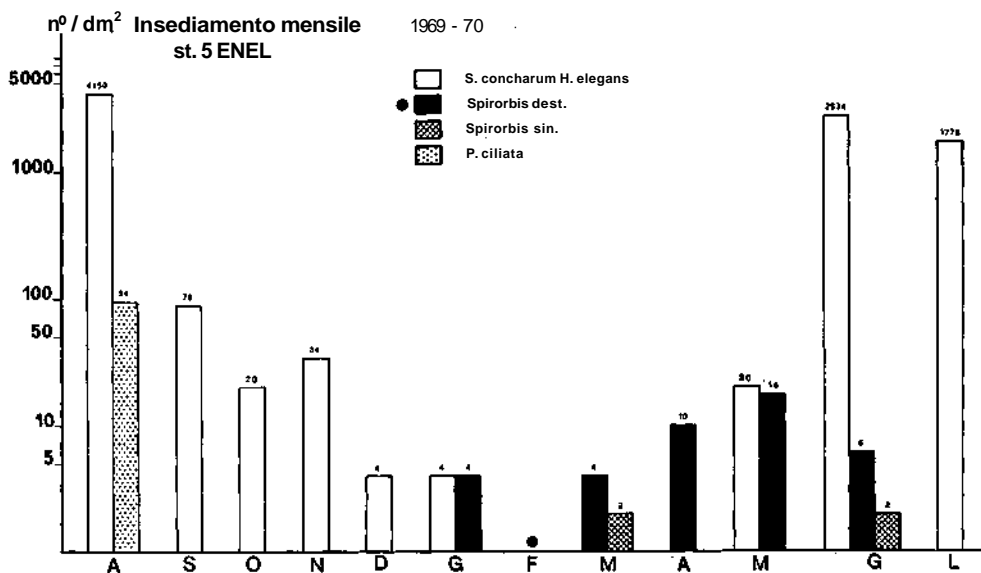


FIG. 15. Insedimento mensile dei Policheti alla stazione n. 5 (ENEL): vedere spiegazioni nel testo.

(massimo 14 individui per dmq in aprile); risultano inoltre assenti sui pannelli mensili di agosto, settembre, dicembre, giugno e luglio.

Hydroides elegans e *Serpula concharum* si sono insediati su tutti i pannelli mensili fatta eccezione per quello prelevato a febbraio; il maggiore insediamento si è avuto in agosto (4.750 presenze per dmq). Nei mesi successivi si osserva una diminuzione abbastanza regolare del numero di questi Serpulidi fino a raggiungere un minimo in gennaio (pochi individui sul bordo del pannello). Dopo questo arresto nell'insediamento, che si mantiene anche per il mese di febbraio, si assiste ad un incremento abbastanza regolare fino a luglio.

Sui pannelli mensili di agosto e giugno è stata rinvenuta anche *Polydora ciliata*, presente pure su pannelli immersi per più mesi; su questi pannelli è stata segnalata inoltre la presenza di *Pomatoceros triquetus* e *Cirratulus cirratus*.

Stazione n. 5 (ENEL), Fig. 15.

Questa stazione è caratterizzata, come già riferito, da una forte turbolenza delle acque e da una temperatura che è costantemente superiore ai 20° C durante tutto l'anno.

Hydroides elegans e *Serpula concharum* sono le specie dominanti e si insediano soprattutto nei mesi estivi.

In discreto numero si rinvenivano gli *Spirorbis Laeospira* e *Dexiospira*, presenti fra gennaio e giugno. *Polydora ciliata* è invece appena rappresentata, fatta eccezione per il pannello mensile prelevato ad agosto. Caratteristica la tendenza



FIG. 16. Pannello immerso per 3 mesi, dal 28 gennaio al 30 aprile 1970 alla stazione n. 5 (ENEL). Si notano *Spirorbis* insediati a gruppetti: questa disposizione è probabilmente in rapporto al moto vorticoso dell'acqua. È pure bene evidente un modesto insediamento di individui notevolmente accresciuti appartenenti alle specie *Hydroides elegans* e *Serpula concharum*.

presentata dai Serpulidi di accrescere il loro guscio secondo il senso della corrente. Anche gli *Spirorbis* si comportano in modo insolito: in generale si insediano a distanze quasi regolari gli uni dagli altri, mentre sui pannelli di questa stazione tendono a riunirsi in piccoli gruppi (Fig. 16). Da segnalare infine la presenza di *Hydroides dianthus* e *Mercierella enigmatica*.

Stazione n. 6 (Italsider), Fig. 17.

Questa stazione presenta, dopo lo Spinola, il minore insediamento di organismi del fouling; fatto che è da mettere senz'altro in relazione alle sfavore-

voli caratteristiche ambientali e, più precisamente, ad un alto contenuto di azoto ammoniacale, alle oscillazioni della salinità e soprattutto a particelle di ferro in sospensione. *Hydroides elegans* e *Serpula concharum* risultano relativamente scarse sui pannelli mensili di questa zona, anche se nel mese di

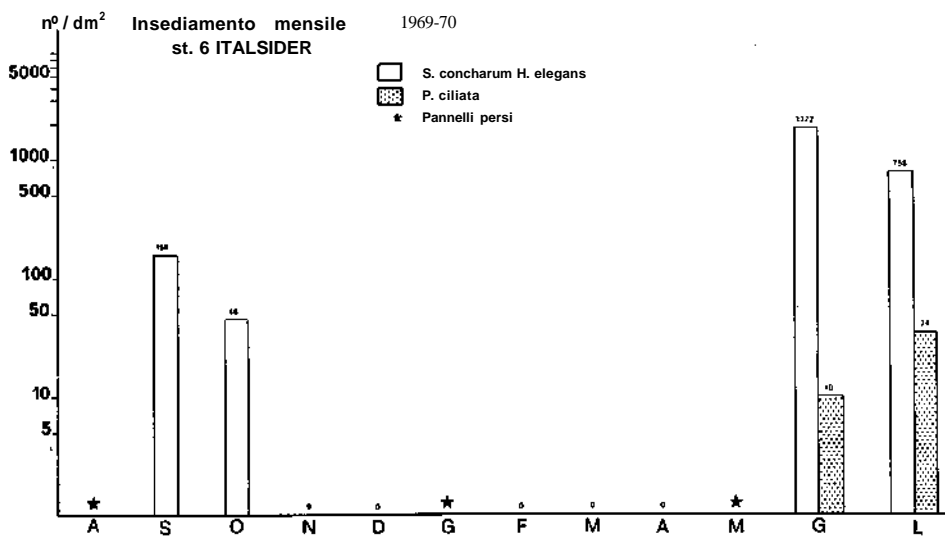


FIG. 17. Insediamento mensile dei Policheti alla stazione n. 6 (Italsider).

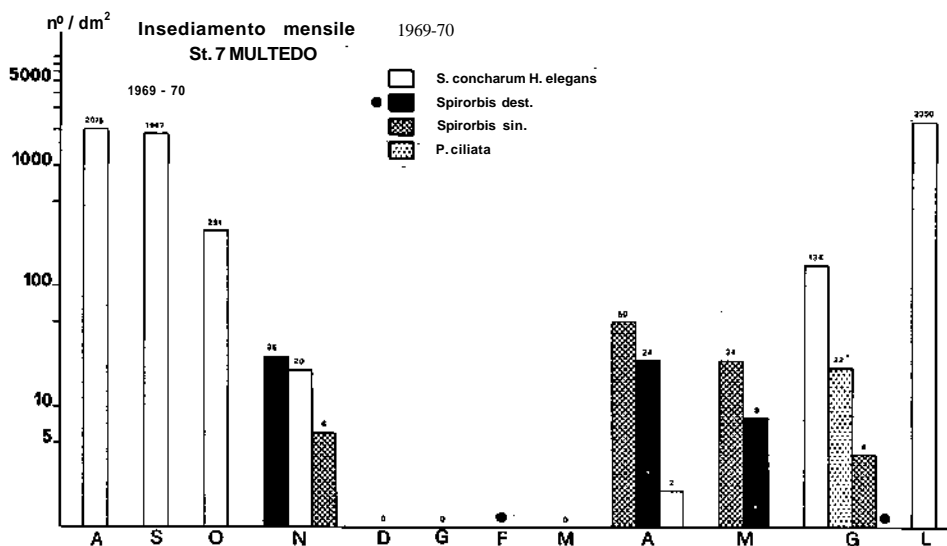


FIG. 18. Insediamento mensile dei Policheti alla stazione n. 7 (Multedo).

giugno sono stati conteggiati 1.722 individui per dmq. Da segnalare la presenza di *Polydora ciliata* nei mesi di giugno-luglio, rispettivamente con 10 e 34 individui per dmq. Molto rari gli *Spirorbis*.

H. elegans - S. concharum

1969-70

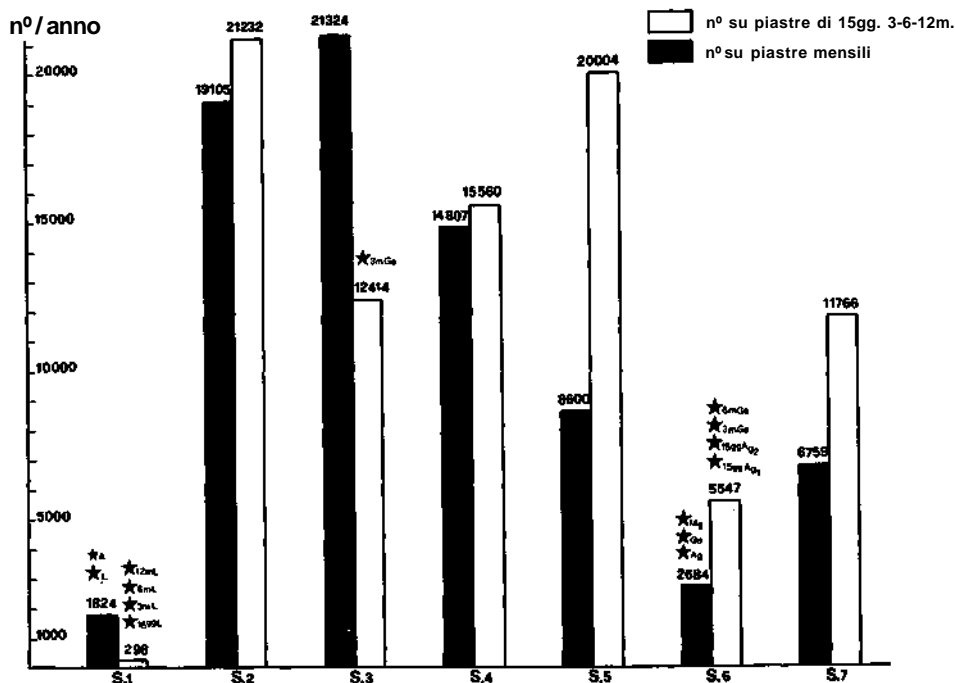


FIG. 19. Confronto dell'insediamento totale di *Hydroides elegans* e *Serpula concharum* alle sette stazioni.

Stazione n. 7 (Multedo), Fig. 18.

La stazione, posta nel porto petroli, risente di un forte inquinamento da idrocarburi ed emulsionanti (impiegati nella rimozione del petrolio). Tuttavia i Serpulidi non sembrano risentirne in maniera particolare.

Prevalgono *Hydroides elegans* e *Serpula concharum*; il loro periodo di insediamento si estende nei mesi estivo-autunnali con un massimo di 2.350 individui per dmq sul pannello mensile prelevato a luglio. Ben rappresentati sono anche gli *Spirorbis*, particolarmente nei mesi di novembre, aprile, maggio e giugno; il massimo insediamento si ha in aprile con un totale di 64 individui per dmq. *Polydora ciliata* è stata osservata solo su un pannello immerso per

tre mesi e prelevato ad ottobre. Si segnala inoltre la presenza di *Pomatoceros triqueter* su alcuni pannelli immersi per tre mesi.

CONFRONTO FRA LE STAZIONI

Esaminando comparativamente l'insediamento totale dei Policheti sedentari (Fig. 19) si ricava che *Hydroides elegans* e *Serpula concharum* sono par-

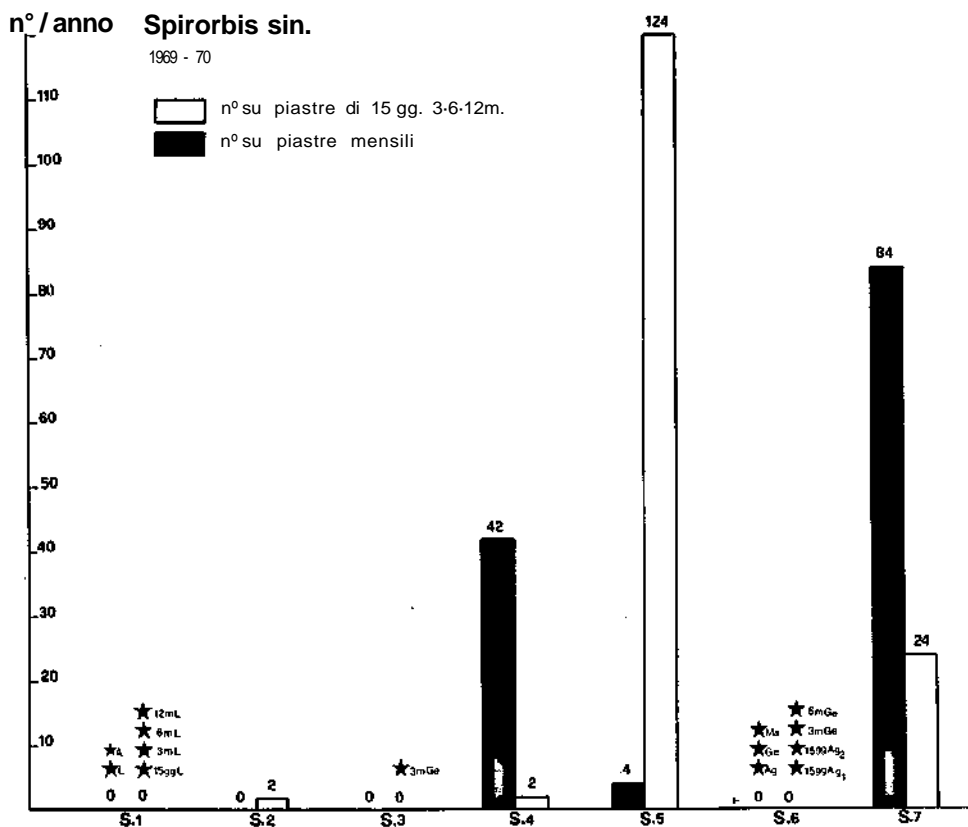


FIG. 20. Insediamento totale di *Spirorbis sin.* (Dexiospira) alle sette stazioni.

ticolarmente abbondanti alle stazioni n. 2 e n. 3, mentre la loro presenza è piuttosto ridotta alle stazioni n. 1 e n. 6. La mancanza di alcuni pannelli in queste due stazioni non influisce sul risultato poiché, come già accennato, da altri substrati presenti nelle stazioni stesse, nonché dall'esame dei prelievi effettuati lungo i moli, è stato possibile accertare una presenza piuttosto scarsa delle specie. Infatti, nonostante le grandi possibilità di adattamento a vivere

in acque inquinate, *Hydroides elegans* e *Serpula concharum* trovano nelle stazioni n. 1 (Spinola) e n. 6 (Italsider), condizioni inadatte per la loro sopravvivenza. Nelle altre stazioni sono presenti in discreto numero: allo Y.C.I. la densità è più o meno la stessa sia su pannelli immersi per uno o più mesi, mentre all' ENEL e a Multedo sembra maggiore la presenza su pannelli immersi per più mesi.

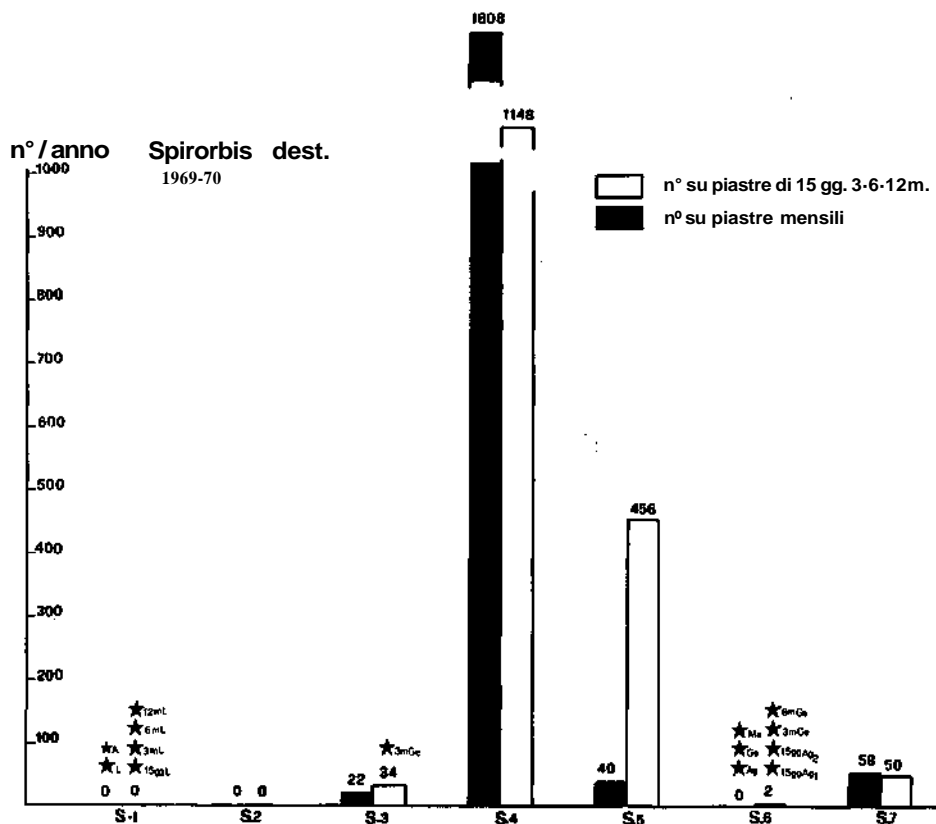


FIG. 21. Insediamento totale di *Spirorbis dest.* (*Laeospira*) alle sette stazioni.

Come si può osservare dalla Figura 20, gli *Spirorbis Dexiospira* sono particolarmente numerosi alle stazioni n. 7 (Multedo) e n. 5 (ENEL); mancano invece sui pannelli delle stazioni Spinola, Zattera ed Italsider. Nel complesso però gli insediamenti non sono molti intensi e, mancando gli *Spirorbis Dexiospira* sui pannelli della stazione n. 3 (Zattera) considerata come stazione di controllo, è quanto mai difficile fare delle considerazioni. Pur tuttavia si può rilevare che su altri substrati della suddetta stazione sono stati rinvenuti gli *Spirorbis Dexiospira*, mentre nessun substrato delle stazioni n. 1 e n. 6 ha mai rivelato la loro presenza.

Gli *Spirorbis Laeospira* invece, presenti in piccolo numero sui pannelli della stazione n. 3, sono abbondanti alla stazione n. 4 ove raggiungono i più elevati valori di insediamento, come si può rilevare dalla Figura 21. Essi sono però completamente assenti dai pannelli e dai substrati delle stazioni Spinola, Chiatte e Italsider. Sono presenti in scarso numero alla stazione n. 3 e alla n. 7, un po' più numerosi alla n. 5 dove tendono a riunirsi in piccoli gruppi (Fig. 16).

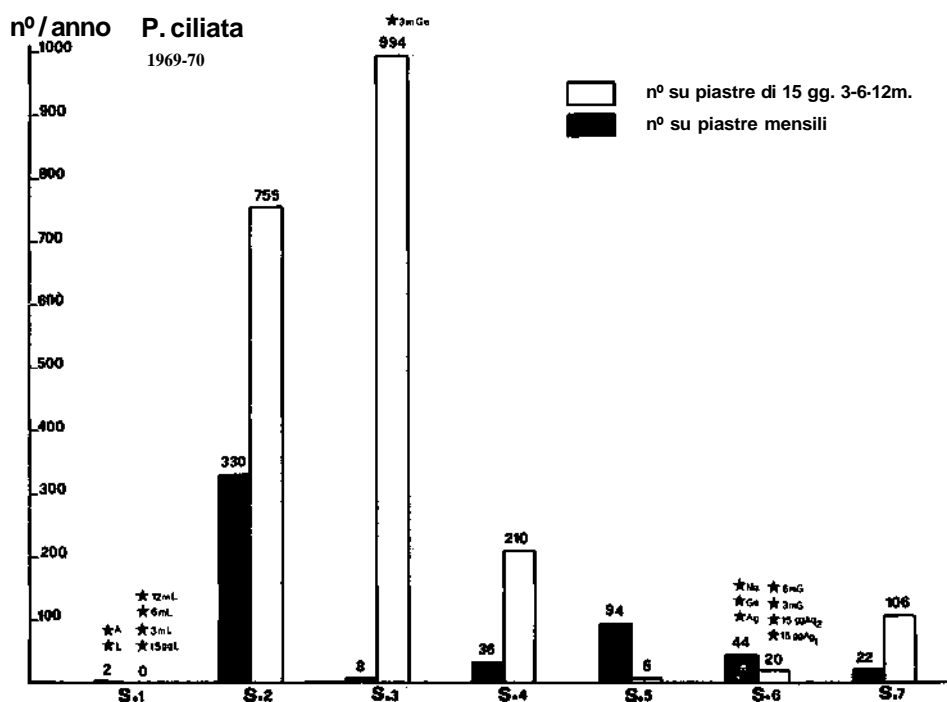


FIG. 22. Insediamento totale di *Polydora ciliata* alle sette stazioni.

La *Polydora ciliata*, presente in gran numero alla stazione n. 3 su pannelli immersi per più mesi, si rinviene in buon numero anche alla stazione n. 2, ove raggiunge il massimo valore di insediamento su pannelli mensili (Fig. 22). È interessante notare che questa specie si insedia di preferenza su pannelli ricoperti da una patina di fango; poiché tale deposito alla stazione n. 2 avviene con notevole velocità, *Polydora ciliata* è presente in buon numero anche su pannelli di 15 giorni, oltre che su quelli mensili. Questa specie è stata rinvenuta in tutte le stazioni: in minor numero allo Spinola e all'Italsider, mentre alle stazioni n. 4, n. 5 e n. 7 è stata osservata in numero di gran lunga inferiore a quello dei pannelli della stazione Zattera e Chiatte. *Polydora ciliata*, tipica di substrati fangosi, nelle acque portuali sembra particolarmente incline

ad adattarsi agli ambienti inquinati soprattutto dove è più intensa la sedimentazione.

ESAME COMPARATIVO DELL'ACCRESIMENTO

Dall'esame comparativo delle lunghezze massime raggiunte mensilmente alle sette stazioni (Fig. 23) si ricava che gli accrescimenti di *Hydroides elegans*

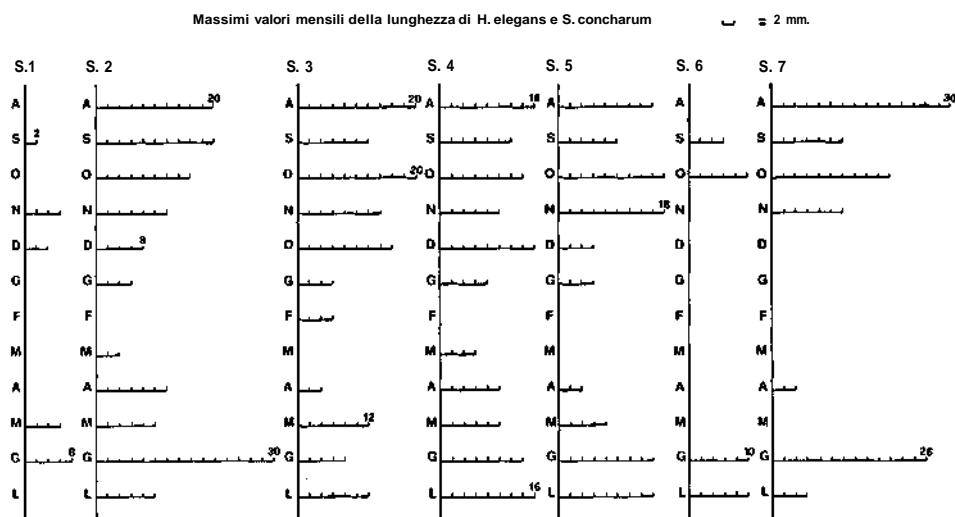


FIG. 23. Esame comparativo delle lunghezze massime raggiunte mensilmente da *Hydroides elegans* e *Serpula concharum* alle sette stazioni.

e *Serpula concharum* sono più lenti alle stazioni n. 1 e n. 6 ove i massimi valori di lunghezza dei gusci non superano gli 8 millimetri allo Spinola (giugno 1970) e 10 millimetri all'Italsider (ottobre 1969, giugno e luglio 1970). Questo fatto conferma ulteriormente che tali ambienti sono sfavorevoli anche per specie assai resistenti alla polluzione come *Hydroides elegans* e *Serpula concharum*.

In alcuni mesi alti valori di accrescimento sono stati rilevati alle stazioni n. 2 e n. 7 (Figg. 11, 12) ove probabili fenomeni di eutrofizzazione legati sia allo scarico di acque nere sia a tensioattivi, hanno favorito indirettamente queste specie: alle Chiatte nei mesi di agosto e giugno i gusci dei due Serpulidi misuravano anche 20 e 30 millimetri, e a Multedo si avevano gusci lunghi rispettivamente 30 e 26 millimetri.

È da rilevare ancora che i più elevati valori di accrescimento sono stati raggiunti in tutte le stazioni nei mesi estivi, anche alla stazione ENEL dove la temperatura rimane per tutto l'anno superiore ai 20°C; questo fatto suggerì-

rebbe che l'accrescimento dei Serpulidi nel porto di Genova non dipenda solo dalla temperatura, ma abbia un suo ritmo stagionale. Infatti anche in questa stazione i valori minimi della lunghezza del guscio sono stati raggiunti in inverno con un massimo di 6 millimetri.

CONSIDERAZIONI FINALI

Per concludere esaminiamo la distribuzione percentuale delle principali specie nelle sette stazioni come riportato nella Figura 24. Dall'esame di questo

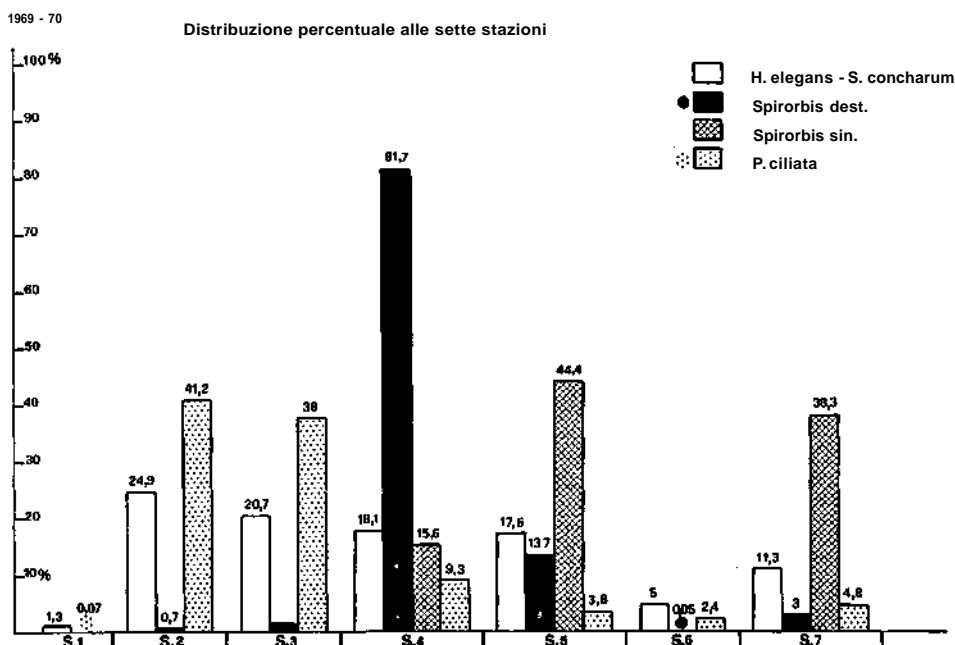


FIG. 24. Distribuzione percentuale delle principali specie di Policheti alle sette stazioni.

grafico si ricava che il minor numero complessivo di Policheti e la minore percentuale sono state ritrovate allo Spinola e all'Italsider che sono le stazioni più inquinate ed in cui più sensibili sono le oscillazioni dei diversi parametri chimico-fisici.

Hydroides elegans e *Serpula concharum* si rinvencono in maggior numero nella zona delle Chiatte, stazione soggetta ad un discreto apporto di scarichi urbani, anche se non così imponente come allo Spinola. Pertanto sembrerebbe che una eutrofizzazione delle acque accompagnata da condizioni non estreme come alla stazione n. 1 e n. 6, sia favorevole per questi Serpulidi e anche per *Polydora ciliata*. Tutte queste specie sono state rinvenute in discreta quantità

anche alla zattera dove però non presentano un accrescimento così rapido come alle Chiatte.

L' 81 % degli *Spirorbis Laeospira* sono stati rinvenuti allo Y.C.I. mentre i *Dexiospira* sono stati ritrovati soprattutto all' ENEL e a Multedo.

Da quanto detto risulta che anche per i Policheti si assiste ad una diversa distribuzione delle specie e a differenti periodi di insediamento nelle sette stazioni in relazione a diverse caratteristiche chimico-fisiche, cosicché è possibile caratterizzare le stazioni stesse in base ai Policheti.

RINGRAZIAMENTI

Rivolgiamo un sentito ringraziamento al Prof. GIUSEPPE GIACONE per il prezioso e sollecito aiuto nella determinazione delle Alghe.

Gli AA. porgono un particolare ringraziamento al Prof. GIUSEPPE COGNETTI per il valido aiuto nella determinazione di alcune specie di Policheti (EUNICIDAE, HESIONIDAE).

BIBLIOGRAFIA

- ARIAS E. et E. MORALES, 1963: Ecologia del puerto de Barcelona y desarrollo de adherencias orgánicas sobre embarcaciones. Invest. Pesq. 24, 139-157.
- , - , 1969: Ecologia del puerto de Barcelona y desarrollo de adherencias orgánicas sobre placas sumergidas durante los años 1964 a 1966. Invest. Pesq. 33, 179-200.
- BELLAN G., 1964: Contribution à l'étude systématique, bionomique et écologique des Annélides Polychètes de la Méditerranée. Rec. Trav. Sta. Mar. Endoume. Fac. sci. Marseille 49 (33), 1-371.
- , 1967: Pollution et peuplements benthiques sur substrat meublé dans la région marseillaise. Rev. Int. Océanogr. Méd. 67, 8, 51-95.
- BELLAN - SANTINI D., 1964: Influence de la pollution sur quelques peuplements superficiels de substrat rocheux. Comm. int. Explor. sc. Mer Médit., Symp. Pollut. mar. par Micro-organ. et Prod. pétrol., Monaco (avril 1964), 127-131.
- , 1966: Influence des eaux polluées sur la flore et la faune marines benthiques dans la région marseillaise. Tech. Sci. municipales 61, 6 Juillet 1966, 285-292.
- , 1968: Influence de la pollution sur les peuplements benthiques. Rev. Intern. Oceanogr. Méd. 10, 27-53.
- , 1969: Contribution à l'étude des peuplements infralittoraux sur substrat rocheux (Etude qualitative et quantitative de la frange supérieure). Rec. Trav. St. Mar. End. 47, (63), 1-294.
- BERNER L., 1931: Contribution à l'étude sociologique des algues marines dans le Golfe de Marseille. Ann. Mus. Hist. nat. Marseille 24, 5-84.
- , 1944: Le peuplement des coques de bateaux à Marseille. Bull. Inst. Océanogr. Monaco 858, 1-44.
- FAUVEL P., 1923: Polychètes Errantes. Faune de France, Paris 5, 1-488.
- , 1927: Polychètes Sedentaires. Faune de France, Paris 16, 1-494.
- FRANCO P., 1964: Osservazioni sulle comunità fouling nel porto-canale di Malamocco (Laguna Veneta). Ric. Sci. Anno 34 (II B) 4, 35-44.

- GERACI S. e G. RELINI, 1970: Fouling di zone inquinate. Osservazioni nel porto di Genova. I Briozoi. Pubbl. Staz. Zool. Napoli 38, suppl. 2, 21-32.
- GOUDARD J., 1949: Les égouts de Marseille. Etude de la pollution de la rade de Marseille consécutive au rejet des eaux d'égout. Technique sanitaire et municipale (septembre), 122-126.
- LEPETIT J. et A. BIANCHI, 1964: Etude de quelques caractéristiques de la pollution des eaux du Vieux Port de Marseille. Comm. int. Explor. sc. Mer Médit., Symp. Pollut. par Micro-organ. et Prod. pétrol., Monaco (avril 1964), 66-70.
- MONTANARI M. e G. RELINI, 1970: Fouling di zone inquinate. Osservazioni nel porto di Genova. Idroidi e Ascidieci. Pubbl. Staz. Zool. Napoli 38, suppl. 2, 34-54.
- MOR E., E. SESSI e G. RELINI, 1970: Fouling di zone inquinate. Osservazioni nel porto di Genova. Caratteristiche ambientali e metodi di studio. Pubbl. Staz. Zool. Napoli 38, suppl. 2, 59-91.
- MORALES E. e E. ARIAS, 1965: Ecología del puerto de Barcelona y desarrollo de adherencias orgánicas sobre placas sumergidas. Invest. Pesq. 28, 49-70.
- NELSON SMITH A., 1967: Serpules Tubicoles. Catalogue des principales salissures marines. O.C.D.E. Paris 3.
- PIGNATTI S. e P. DE CRISTINI, 1968: Associazioni di alghe marine come indicatori di inquinamenti delle acque nel vallone di Muggia presso Trieste. Arch. Oceanogr. Limnol. Suppl. 15, 185-191.
- REISH D. J., 1955: The relation of Polychaetous Annelids to harbor pollution. U. S. Pub. Health. Rep. 70, 1168-1174.
- , 1957: Effect of pollution on Marine Life. Indus. Wastes 2, 114-118.
- REISH D. J. and J. L. BARNARD, 1960: Field toxicity test in marine waters utilizing the Polychaetous *Capitella capitata* (FABRICIUS). Pacific naturalist 1, 21, 1-8.
- REISH D. J. and H. A. WINTER, 1954: The ecology of Alamitos Bay, California, with special reference to pollution. Calif. Fish Game 40 (2), 105-119.
- RELINI G., 1964: Andamento stagionale degli organismi sessili del porto di Genova. Arch. Oceanogr. Limnol. 13 (2), 281-296.
- , 1966: Le comunità dominanti nel fouling portuale di Genova. Natura 57 (2), 136-156.
- , 1968: Variazioni quantitative stagionali del fouling nel porto di Genova in relazione alla durata di immersione e alla profondità. Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova 36, 23-40.
- RELINI G. e G. BAZZICALUPO, 1969: Osservazioni sui Policheti sedentari del fouling ligure. Comunicazione al 38° Convegno U.Z.I., Senigallia, in Boll. Zool. 36, 1.
- RELINI G. G. DABINI-OLIVA e L. FERRETTI, 1970: Possibilité d'étudier les effets de la pollution sur les organismes benthiques en employant des panneaux immergés. Rev. Inter. Océanogr. Méd. 17, 189-199.
- RELINI G. e L. ORSI - RELINI, 1970: Fouling di zone inquinate. Osservazioni nel porto di Genova. I Cirripedi. Pubbl. Staz. Zool. Napoli 38, suppl. 2, 125-144.
- SENTZ - BRACONNOT E., 1966: Données écologiques sur la fixation d'invertébrés sur des plaques immergés dans la Rade de Villefranche-sur-mer. Int. Revue Ges. Hydrobiol. 51 (3), 461-484.
- , 1968: Données écologiques et biologiques sur la fixation des *Serpulidae* dans la Rade de Villefranche-sur-mer. Vie Milieu, série B, 19 (1), 109-132.
- SIMON - PAPYN L., 1965: Installation expérimentale du Benthos sessile des petits substrats durs de l'étage circalittoral en Méditerranée. Rec. Trav. Sta. Mar. Endoume. Fac. Marseille 39 (55), 53-94.
- TARAMELLI E. e C. CHIMENZ, 1965: Studi sperimentali e sistematici sul « fouling » nel porto di Civitavecchia. Rend. Accad. Naz. dei XL 16 (Serie 4), 1-37.

- TARAMELLI E. e C. CHIMENZ, 1966: Nuove ricerche sul fouling nel porto di Civitavecchia. Boll. Zool. 33 (1), 200-201.
- , - , 1968 a: Nuove ricerche sul fouling del porto di Civitavecchia: I. Successione ecologica e progressione stagionale di organismi incrostanti piastre metalliche immerse. Rend. Accad. Naz. dei XL 18 (Serie 4), 1-19.
- , - , 1968 b: Variazioni del fouling del porto di Civitavecchia a diverse profondità. Boll. Zool. 35, 350-351.
- ZIBROWIUS H., 1968: Etude morphologique, systématique et écologique des Serpulidae (Annelida Polychaeta) de la région de Marseille. Rec. Trav. St. Mar. End. 43 (59), 81-252.
- , 1970: Les espèces méditerranéennes du genre *Hydroides* (Polychaeta Serpulidae). Remarques sur le prétendu polymorphisme de *Hydroides uncinata*. Téthys 2 (3), (1971), 691-746.
- ZUNARELLI - VANDINI R., 1971: Observations on a population of *Podarke pallida* (Polychaeta: Hesionidae) in heavily polluted Waters. Boll. Zool. 38, 177-180.

Dr. G. G. Rossi, Dr.ssa G. BAZZICALUPO, Prof. G. RELINI, Laboratorio per lo Studio della Corrosione Marina dei Metalli del C.N.R., via Mercanzia, 4 - 16123 Genova, Italia

Nuove vedute sulla classificazione dei fondi coralligeni *

di

MICHELE SARA' e GUSTAVO PULITZER - FINALI

(Dall'Istituto di Zoologia dell'Università di Genova)

Summary. The term « coralligenous » is currently used to indicate Mediterranean formations having different ecological and biocenotic significance. It is also applied both to conglomerates and to a biocenosis of which such conglomerates may be a component.

It is here proposed to use the term « coralligenous » only in the original sense, to indicate concretions and conglomerates, not a biocenosis. Further, on the basis of research carried out along the coasts of Apulia and Liguria, which has revealed the existence of coralligenous conglomerates at depths between 10 and 30 m, the opportunity is pointed out of distinguishing between circalittoral coralligenous formations and infralittoral coralligenous formations.

Riassunto. Il termine « coralligeno » è correntemente usato per designare formazioni a diverso significato ecologico e biocenotico esistenti nel Mediterraneo, e viene inoltre applicato sia a dei concrezionamenti sia ad una biocenosi di cui questi concrezionamenti possono far parte.

Si indica qui l'opportunità di usare il termine « coralligeno » nel senso originario, ad indicare cioè dei concrezionamenti e non una biocenosi. Inoltre, sulla base di ricerche eseguite sul litorale pugliese e su quello ligure, che hanno messo in evidenza l'esistenza di conglomerati coralligeni fra 10 e 30 m di profondità si rileva la opportunità di distinguere fra formazioni coralligene circalitorali e formazioni coralligene infralitorali.

1. BIOCENOSI CORALLIGENA E FORMAZIONI CORALLIGENE

PÉRÈS e PICARD (1964) trattando del piano circalitorale attribuiscono ad una cosiddetta « biocenosi coralligena » dei popolamenti a base di Melobesie concrezionanti e con una fauna molto ricca di Gorgonie, grandi Briozoi e Alcionari. Secondo i suddetti AA. la biocenosi coralligena presenta due caratteri essenziali: *a)* è legata a substrati duri, ma questi possono essere tanto primari, cioè originari quanto secondari, derivati da concrezionamento; *b)* è nettamente sciafila nonostante che sia a dominanza vegetale. La sua caratteristica essenziale è data da una serie di elementi sciafili, elencati da PÉRÈS e PICARD, a cui gli AA. successivi si sono riferiti per individuare la « biocenosi coralligena ».

La biocenosi coralligena secondo PÉRÈS e PICARD esiste in stazioni di due tipi: *a)* di orizzonte inferiore della roccia litorale, cioè ai piedi di falesie sotto-

* Lavoro eseguito con contributi del C.N.R.

marine e di superfici rocciose emergenti dal sedimento circostante, quando però la profondità determini una sufficiente diminuzione della luce, o all'ingresso di grotte sottomarine; *b*) di piattaforma, con substrato duro realizzato da un concrezionamento biologico a partire da un fondo originariamente mobile, concrezionamento dovuto soprattutto ad alghe calcaree. In quanto alle condizioni ecologiche che portano alla formazione della biocenosi coralligena, considerata secondo PÉRÈS e PICARD come il climax di una serie evolutiva dei fondi coralligeni, esse sono: salinità e temperatura relativamente costanti ed illuminazione molto diminuita anche se sufficiente per la crescita delle alghe calcaree.

La descrizione della biocenosi coralligena fatta da PÉRÈS e PICARD è stata tuttavia motivo di confusione e di interpretazioni poco chiare. Al lume di più recenti acquisizioni che si riferiscono alle formazioni coralligene di Albères, ampiamente analizzate da LAUBIER (1966), al banco coralligeno pugliese, studiato sotto vari aspetti (SARÀ, 1968 a, b; 1969 a, b) ed a quello ligure, di cui recentemente abbiamo intrapreso l'indagine, appare perciò utile effettuare una revisione critica dei dati finora in nostro possesso e cercare, anche se la limitazione delle conoscenze non permette altro che tentativi in una problematica che è d'altra parte notevolmente complessa, un nuovo inquadramento dei vari tipi di formazioni coralligene.

Esaminiamo anzitutto — in confronto con i dati di PÉRÈS e PICARD — la formazione coralligena di Albères. Trattasi, secondo LAUBIER, di un « coralligeno di piattaforma », sia per la sua struttura a grandi blocchi, più o meno separati da canali coperti di sedimento, sia per il suo declivio medio che non supera il 10 %, sia per la sua separazione mediante praterie di *Posidonia* dalla roccia litorale. Ma esso mal s'inquadra negli aspetti della « biocenosi coralligena » sensu PÉRÈS e PICARD: lo stesso LAUBIER sottolinea che più che di una biocenosi si deve parlare di un complesso biocenotico dovuto alla sovrapposizione di differenti contingenti faunistici, che provengono da diverse biocenosi del litorale, sovrapposizione resa possibile dall'attività fotosintetica e concrezionante delle alghe a tallo calcificato. Pertanto, secondo LAUBIER, il « coralligeno di piattaforma » è da considerare più un crocevia ecoetologico che una biocenosi individualizzata.

Le stesse considerazioni possono farsi per le formazioni analoghe del litorale adriatico pugliese e del litorale ligure. Anche in questo caso gli organismi costruttori, in primo luogo alghe calcaree, ma pure animali fissatori di calcare, determinano la formazione di un substrato duro « secondario » che è alla base di una biocenosi complessa, o meglio di un complesso di biocenosi, in quanto occorre distinguere gli elementi dell'epifauna che vivono alla superficie della formazione e la ricca endofauna che popola gli interstizi colmi di sedimento. L'originalità e in certo modo l'unità biocenotica sono legate alla nuova condizione in cui gli organismi vengono a trovarsi, cioè al disopra o all'interno di un

substrato secondario, concrezionato, che nello stesso tempo partecipa al complesso biocenotico e ne rappresenta l'habitat.

È quindi evidente che il concetto di «biocenosi coralligena» sensu PÉRÈS e PICARD si applica a due fenomeni diversi che solo in alcuni casi possono sovrapporsi: il primo riguarda l'abbondanza di particolari elementi sciafili dell'epifauna e dell'epiflora, un fenomeno legato soprattutto all'attenuazione della luce e che può verificarsi anche in rapporto a substrati non concrezionati, cioè primari; il secondo fenomeno si riferisce alla formazione di blocchi concrezionati prodotti dall'attività di alghe calcaree e di alcuni animali, in cui un ruolo fondamentale anche dal punto di vista del trofismo e della dinamica del complesso biocenotico è tenuto dalla ricca endofauna.

I termini di «biocenosi coralligena» e di «coralligeno» nel senso di una biocenosi, devono quindi essere scartati per la loro ambiguità. D'altra parte, l'aggettivo «coralligeno» sembra opportuno venga mantenuto, ma nel senso datogli originariamente da MARION, 1883 («fonds coralligènes», «graviers coralligènes») e poi da PRUVOT (1894, 1897), ad indicare cioè dei concrezionamenti. Gli elementi sciafili dell'epifauna ed epiflora, già inquadrati nella cosiddetta biocenosi coralligena, vanno invece inquadrati nelle biocenosi di substrato duro del piano circalitorale.

2. FORMAZIONI CORALLIGENE CIRCALITORALI E INFRALITORALI

PÉRÈS e PICARD descrivono nella cosiddetta «biocenosi coralligena» due tipi di stazioni, il coralligeno d'orizzonte inferiore della roccia litorale situato al piede di falesie e all'imboccatura di grotte e il coralligeno di piattaforma. I due tipi di stazioni sono nettamente distinti in quanto il primo si sviluppa su substrato duro mentre il secondo si svilupperebbe per concrezionamento di un substrato originariamente mobile. Invece le formazioni coralligene di Albères si sviluppano, anche se separate dalla roccia litorale mediante la prateria di Posidonia, su substrato solido, come è indicato dal rapporto con la linea di costa, dal suo sviluppo in prossimità delle punte rocciose e da indagini eseguite con l'ecoscandaglio (GOT e LAUBIER, 1968). È nostra opinione, suffragata finora solo da prove indirette, come l'andamento della formazione che segue la linea di costa e l'assenza di concrezionamenti sul detrito livellato che si trova nei canali sabbiosi interposti fra i blocchi, che anche il banco coralligeno pugliese poggia su fondo roccioso e che solo successivamente esso venga ricoperto da sedimento alla base dei blocchi. Per quanto riguarda il banco coralligeno ligure del litorale fra Genova e Recco, è stato accertato che le formazioni hanno la loro base su affioramenti di roccia.

Occorre quindi distinguere queste formazioni da quelle concrezionate che si formano, nel piano circalitorale, su fondi mobili ben al disotto dei 30 m ed

alle quali si riferisce il coralligeno di piattaforma sensu PÉRÈS e PICARD. D'altra parte non sembra possibile una differenziazione netta fra le formazioni infralitorali su substrato più o meno pianeggiante e quelle dette di orizzonte inferiore della roccia litorale, malgrado il fatto che, almeno secondo quanto noto attualmente, le prime abbiano termine circa al confine fra il piano infralitorale e quello circalitorale, mentre le seconde circa a questo confine abbiano inizio.

LAUBIER ha attribuito le formazioni di Albères al piano circalitorale, malgrado il limite batimetrico di 18-22 m sia ben inferiore a quello dato da PÉRÈS e PICARD, adducendo uno spostamento generale del fitale verso l'alto provocato da torbidità dell'acqua; gli elementi nettamente sciafili riportati da LAUBIER sono da attribuire al limite inferiore della formazione ed alle posizioni meno illuminate. Diversa è la situazione delle formazioni pugliesi (SARÀ, 1968 a,b) e — a quanto sembra — anche di quelle liguri. Le prime hanno minimi batimetrici di 9 m e quelle liguri anche di 6 m. Le misure di luce eseguite da LAUBIER per le formazioni di Banyuls e da noi per quelle pugliesi utilizzando una cellula fotoelettrica al selenio in custodia stagna, mostrano che nel complesso le formazioni di Banyuls, nella parte rivolta alla luce, presentano valori di luminosità compresi fra il 10 % e l'1 % dei valori di superficie, mentre quelle pugliesi presentano valori fra il 20 % e l'1 % di quelli di superficie (SARÀ, 1970). Da ciò si deduce che lo sviluppo in acque più superficiali delle formazioni pugliesi non è dovuto ad un particolare aumento della torbidità dell'acqua. È interessante rilevare che nonostante il notevole divario che sussiste per la formazione pugliese fra il minimo e il massimo batimetrico (-9 e -30 m), essa mantenga aspetti sostanzialmente uniformi e scarseggi anche alla sua massima profondità degli elementi tipici di una biocenosi di fondo duro circalitorale, cioè proprio di quegli elementi che vengono comunemente considerati come caratterizzanti una « biocenosi coralligena » sensu PÉRÈS e PICARD. La composizione dei conglomerati può presentare variazioni di facies anche in rapporto alla diversa inclinazione delle superfici, ma la loro caratteristica comune, per il grado di illuminazione cui sono soggette, è di appartenere nettamente al piano infralitorale. È pure degno di nota il fatto che queste formazioni non passino col diminuire della profondità e con l'aumento della luce ad aspetti « precoralligeni », nel senso degli autori francesi.

I nuovi dati sulla diffusione batimetrica delle strutture coralligene, e quindi sull'importanza dei fattori ecologici che ne determinano ed influenzano lo sviluppo, portano a riconoscere l'esistenza generalizzata e su vasta scala, su fondali aventi determinate caratteristiche, di una formazione organogena complessa alla quale, mantenendo l'aggettivo coralligeno nella sua accezione originaria, si può dare provvisoriamente il nome di *banco coralligeno infralitorale*. Le condizioni essenziali per il suo sviluppo sembrano essere una moderata attenuazione della luce ed un substrato solido più o meno pianeggiante, ben diverse cioè da quelle considerate come necessarie per lo sviluppo di un « coralligene de plateau »,

e cioè substrato mobile, notevole diminuzione della luce, costanza della temperatura e sensibile riduzione dell'idrodinamismo. Anche le formazioni di Albères sono da considerare, a nostro avviso, come un banco coralligeno infralitorale, nonostante che la locale abbondanza di alcuni elementi sciafili indichi che esse raggiungono il piano circalitorale.

Le formazioni concrezionate descritte da PÉRÈS e PICARD come coralligeno di orizzonte inferiore della roccia litorale, che prendono rapporto diretto con il substrato duro primario, rientrano presumibilmente nel loro complesso nel piano circalitorale. Mancando studi dettagliati sull'entità del concrezionamento, sull'eventuale differenza di facies e di composizione nelle diverse località, sulla natura delle alghe calcaree dominanti, non è agevole effettuare confronti con i banchi coralligeni infralitorali. Una di queste formazioni è da noi attualmente studiata a Punta Manara sulla Riviera Ligure di Levante a -30 m e potrà essere comparata con le formazioni infralitorali diffuse su fondo a lieve declivio fra Genova e Recco, che fanno parte del medesimo distretto geografico.

Al piano circalitorale appartiene senza dubbio il tipo di formazione definito da PÉRÈS e PICARD come « coralligène de plateau » e considerato come originato da concrezionamenti su fondo mobile. Pure in questo caso sono necessari ulteriori studi prima di poter effettuare dei confronti con le formazioni di banco infralitorale e con quelle di substrato duro circalitorale: rimane per esempio da chiarire quale sia, nei differenti casi, l'importanza relativa della componente vegetale ed animale. C'è da attendersi che da una analisi più approfondita risulti una notevole differenziazione anche nell'ambito delle formazioni coralligene circalitorali.

Per un reale progresso della conoscenza delle formazioni coralligene, che nel dominio bentonico del Mediterraneo assumono una importanza primaria, non bastano certo ulteriori rilievi sulla loro diffusione e distribuzione e descrizioni più precise dei vari tipi in cui possono presentarsi, rilievi e descrizioni peraltro necessari: occorre anche comprenderne la genesi, i tempi di sviluppo, i cicli dinamici. Un tentativo ad opera di RELINI e coll. in questo senso è in corso a Punta Manara con la installazione, ai margini del coralligeno, di pannelli di asbesto per sperimentare i tempi e i modi di crescita. Necessaria appare poi la collaborazione non soltanto di botanici e zoologi, ma anche di fisiologi vegetali per la biologia delle alghe costruttrici, di paleontologi e di sedimentologi. L'urgenza di tali ricerche è sottolineata dal fatto che mentre il coralligeno ha una considerevole importanza come area bentonica ad elevata produttività e quindi di riflesso sulla pesca litorale (SARÀ, 1969 a), esso per la sua localizzazione in prossimità delle coste e per il delicato equilibrio che si stabilisce fra i diversi contingenti ecologici del complesso biocenotico è sottoposto al grave pericolo dell'inquinamento e quindi di un rapido deterioramento.

BIBLIOGRAFIA

- GOT H. et L. LAUBIER, 1968: Prospections sismiques au large des Albères: nature du substrat originel des fonds coralligènes. *Vie Milieu* 19, 9-16.
- LAUBIER L., 1966: Le coralligène des Albères. Monographie biocénotique. *Ann. Inst. Océanogr. Monaco* 43, 137-316.
- MARION A. F., 1883: Esquisse d'une topographie zoologique du golfe de Marseille. *Ann. Mus. Hist. nat. Marseille* 1 (1), 1-160.
- PÈRÉS J. M. et J. PICARD, 1964: Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Rec. Trav. Sta. Mar. Endoume Fac. Sci. Marseille* 31 (47), 5-137.
- PRUVOT G., 1894: Essai sur la topographie et la constitution des fonds sous-marins de la région de Banyuls, de la plaine du Rousillon au golfe de Rosas. *Arch. Zool. exp. gén.* 2 (3), 599-672.
- , 1897: Essai sur les fonds et la faune de la Manche occidentale (Côtes de Bretagne) comparés à ceux du Golfe du Lion. *Arch. Zool. exp. gén.* 5 (3), 511-660.
- SARÀ M., 1968 a: Research on benthic fauna of Southern Adriatic Italian coast. Final Scientific Report. O.N.R. Washington 1-53.
- , 1968 b: Un coralligeno di piattaforma (coralligène de plateau) lungo il litorale pugliese. *Arch. Ocean. Limn.* 15 (suppl.), 139-150.
- , 1969 a: Il coralligeno pugliese e i suoi rapporti con l'ittiofauna. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova* 37, 28-33.
- , 1969 b: Research on coralligenous formations: problems and perspectives. *Pubbl. Staz. Zool.* 37 (suppl.), 124-134.

Prof. M. SARÀ, Dott. G. PULITZER-FINALI, Istituto di Zoologia dell'Università, via Balbi, 5, Genova, Italia.

I N D I C E

COGNETTI, G.: Influenza degli inquinamenti sulle popolazioni del bentos marino.	pag. 5
GERACI, S. e G. RELINI: Fouling di zone inquinate. Osservazioni nel Porto di Genova. I Briozoi (6 Figure).	» 21
MAGAZZÙ, G.: Primi risultati nella stima della produttività primaria col metodo del C ¹⁴ nel Basso Tirreno.	» 33
MONTANARI, M. e G. RELINI: Fouling di zone inquinate. Osservazioni nel Porto di Genova. Idroidi e Ascidiacei (13 Figure).	» 34
MOR, E., E. SESSI e G. RELINI: Fouling di zone inquinate. Osservazioni nel Porto di Genova. Caratteristiche ambientali e metodi di studio (21 Figure).	» 55
MUZII, E. O. e C. DE MARCO: Localizzazione istochimica e citochimica del rame nell'epatopancreas di <i>Octopus vulgaris</i> LAMARCK (5 Figure).....»	92
NARDI, G., M. PUCA e G. JAMUNNO: Ricostituzione di un vitro dell'emocianina da composti a rame dell'epatopancreas di <i>Octopus vulgaris</i> LAMARCK (1 Figura).	» 102
PICCINETTI, C.: Osservazioni periodiche sulla pesca a strascico con i rapidi nelle acque costiere del Medio Adriatico.	» 109
PICCINETTI, C. e G. PICCINETTI - MANFRIN: Osservazioni su alcuni aspetti della biologia di <i>Squilla mantis</i> L.	» 119
RELINI, G. e L. RELINI - ORSI: Fouling di zone inquinate. Osservazioni nel Porto di Genova. I Cirripedi (19 Figure).	» 125
RELINI-ORSI, L. e G. RELINI: Recenti reperti ittologici su fondi fangosi battali del Mar Ligure.	» 145
Rossi, G. G., G. BAZZICALUPO e G. RELINI: Fouling di zone inquinate. Osservazioni nel Porto di Genova. Alghe e Policheti sedentari (24 Figure).....»	146
SARÀ, M. e G. PULTZER-FINALI: Nuove vedute sulla classificazione dei fondi coralligeni.	» 174

INFORMATION FOR AUTHORS

The « Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli » will accept articles bearing on problems concerning marine organisms. Special attention will be paid to studies carried out with material from Naples and the Mediterranean area. Short notes (not exceeding four pages of typescript with or without limited illustration) reporting on various subjects such as ecological, technical or behavioural observations etc. may be added to each number. Guest workers of the Zoological Station of Naples are asked to produce an abstract of papers reporting on results of work carried out at this institute which have appeared in another journal. These abstracts will appear at the end of each volume. Preliminary notes, papers already published elsewhere and reviews will in general not be accepted.

Manuscripts (typewritten, double-spaced) should be carefully prepared in the style of this journal. Typographical errors must be minimal and should be corrected legibly. It is recommended that the text be subdivided into chapters: Summary, Introduction, Material/Methods, Observations/Results, Discussion/Conclusions and References. The text of long manuscripts should be preceded by a table of contents. There should be two summaries: one in English and a second one in the language of the manuscript. The inclusion of a carbon copy with the original is compulsory.

Footnotes should be numbered consecutively. Acknowledgements to persons and organizations should be inserted at the end of the text, before the references.

Names of persons should be underlined twice, names of species once, to indicate italics.

Small print for text with secondary importance should be indicated in the margin.

The heading of the paper should contain: 1. Running head (condensed title) not exceeding 72 letters and spaces, 2. title, 3. full name and surname of author(s), 4. name of institute(s) where the work was done, 5. number of illustrations.

The address of the author(s) should be given at the end of the paper.

Tables and illustrations should be numbered consecutively in order of their mention in the text and provided with a brief title. They must be submitted in finished form on separate sheets. Each should be identified with the name of the author(s) and the figure number. The approximate place where figures and plates are to be inserted should be indicated by the author. Only figures not previously published are to be used. Instructions regarding the desired linear reduction should be indicated on the reverse side. It must be emphasized that the maximum area available for the reproduction of a figure (or an array) is 125 x 195 mm. Authors should take care of the size of lettering, allowing appropriate reduction.

Literature references. In the text, names of authors should be followed by the year of publication. All papers mentioned in the text, and only these, should be cited in the bibliography. Bibliographical information should be given in the following order: names and initials of all authors, year of publication, complete title of paper, name of journal (abbreviated in accordance with World List of Scientific Periodicals. Butterworths, London, 1963) number of volume, first and last pages. The bibliography should be in alphabetical order. Several publications by the author(s) should be listed in chronological order, those that appear in the same year distinguished by the suffixes a, b, c, etc. Examples:

BÜNNING, E., 1958 c: Cellular clocks. *Nature* 181, 1169-1171.

- und L. LÖRCHER, 1957: Regulierung und Auslösung endogen-tagesperiodischer Blattbewegungen durch verschiedene Lichtqualitäten. *Naturwissenschaften* 17, 472.

HENNER L. B., 1950: The Cytological, biochemical and physiological differentiation of the neuroblast. In « Genetic Neurology » (P. WEISS, ed.), 194-198. Chicago, Illinois.

Galley proofs will be sent to the first author together with reprint order forms. Changes in proof should be kept to a minimum. 75 reprints of each article are granted free of charge.