

Nuove ricerche sul fouling del porto di Civitavecchia (*)

I. - Successione ecologica e progressione stagionale di organismi incrostanti piastre metalliche verniciate immerse.

Riassunto: Le AA. in una nuova serie di ricerche sul « fouling » del porto di Civitavecchia prendono in esame la successione ecologica e la progressione stagionale di comunità incrostanti piastre verniciate poste in immersione.

Vennero usate a tal fine piastre metalliche (acciaio A q 45) di mm 120 × 205 × 2, trattate con vernici antivegetative, sorrette in semimmersione da un galleggiante. Ogni mese, per un anno, venivano esaminate piastre immerse in periodi successivi per un totale di 77 piastre.

La vernice usata si è mostrata piuttosto efficace, in quanto solamente dopo lunghi periodi di immersione (10-12 mesi) si è avuta una discreta colonizzazione delle piastre (Tav. III, 8 e 9). Dopo due mesi di immersione le piastre erano in genere ricoperte dalla sola patina di consistenza gelatinosa e inglobante Diatomee, Protozoi, Nematodi, Copepodi e larve di invertebrati marini.

Successivamente comparivano le Alghe, gli Idrozoi, i Policheti tubicoli, i Balani, i Briozoi e i Tunicati.

Per quanto riguarda la successione stagionale, la composizione qualitativa e quantitativa delle piastre mostra notevoli differenze nelle varie stagioni; si ha così netta predominanza di Diatomee nei mesi invernali, di Protozoi e Nematodi nei mesi primaverili e autunnali. Le Alghe e gli Idrozoi risultano quasi assenti nei mesi estivi. Per gli altri gruppi di organismi è più difficile stabilire la progressione stagionale, anche per la breve durata della ricerca.

Résumé: Les Auteurs, à l'occasion d'une nouvelle série de recherches sur la salissure du port de Civitavecchia, examinent la succession écologique ainsi que la progression saisonnière des communautés incrostantes des plaques peintes plongées en immersion.

On utilise, dans ce but, des plaques métalliques (acier A q 45) mesurant mm 120 × 205 × 2, traitées par des peintures antivegétatives, soutenues en semi-immersion par une bouée. Chaque mois, pendant un an, on a examiné ces plaques: dans l'ensemble 77 plaques plongées en périodes successives.

La peinture utilisée a donné de bons résultats, car c'est seulement après de longues périodes d'immersion (10-12 mois) qu'on a obtenu des colonisations satisfaisantes des

(*) Memoria presentata dall'Accademico PASQUALE PASQUINI.

plagues (Planche III, 8 et 9). Après deux mois d'immersion, en général, les plaques étaient recouvertes du seul voile ayant une consistance gélatinense et englobant des diatomées, protozoaires, nématodes, copépodes, ainsi que des larves d'invertébrés marins.

Ensuite, on remarque la présence des algues, hydrozoaires, polichètes sédentaires, balanes, bryozoaires et tuniciers.

Pour ce qui concerne la succession saisonnière, la composition qualitative et quantitative des plaques, on remarque de fortes différences selon les diverses saisons : on trouve ainsi en hiver une nette prédominance de diatomées ; au printemps et en automne de protozoaires et nématodes. Les algues et les hydrozoaires n'existent presque pas en été. Pour les autres groupes d'organismes, il est plus difficile d'établir la progression saisonnière, même à cause de la courte durée des recherches.

Summary : In a new series of research on the fouling of Civitavecchia harbour the Authors examined the biotic succession and the seasonal sequences of fouling communities encrusting painted plates that were immersed. For this purpose, metallic plates (Steel A q 45), measuring mm 120 x 205 x 2, treated with antifouling paint were attached to a buoy and kept half immersed. A total of 77 plates were immersed in successive periods and were examined every month for a year.

The paint used was shown to be rather effective in that only after long periods of immersion (10-12 months) there was a moderate colonization of the plates (Plate III, 8 and 9). Generally, after 2 months of immersion the plates were covered only by a slime-film made up of Diatoms, Protozoa, Nematodes, Copepods, and larvae of marine invertebrates. Subsequently, Algae, Hydrooids, Tubeworms, Barnacles, Bryozoa, and Tunicates appeared. Concerning the seasonal succession, the qualitative and quantitative composition of the plates showed marked differences with the change of seasons. In the Winter months there is a clear predominance of Diatoms, while Protozoa and Nematodes predominate in Spring and Autumn. Algae and Hydrooids are almost completely absent during the Summer months. The seasonal sequence of the other groups of organisms is more difficult to establish and requires more than the brief duration of this research.

PREMESSA.

Uno dei problemi più interessanti nello studio del « fouling » è quello riguardante la distinzione tra progressione stagionale e successione ecologica (SCHEER, 1945).

La progressione stagionale è dovuta essenzialmente ai differenti cicli riproduttivi degli organismi inerostanti, mentre la successione ecologica dipende da vari fattori sia fisici (posizione geografica, clima, substrato ecc.), che biologici, come la presenza di determinati organismi che agendo sul substrato fisico e sul microclima rendono le condizioni ambientali favorevoli per un'altra serie di organismi (ODUM, 1963). Tuttavia, mentre è piuttosto semplice descrivere, almeno qualitativamente, una successione ecologica su una serie di piastre immerse per un certo periodo in un ambiente marino circoscritto, è molto più indaginoso e complesso stabilire se una comunità si è sviluppata perché ormai si erano determinate le condizioni microclimatiche ottimali, oppure perché quello era il periodo tipico del suo sviluppo.

Come già ci eravamo proposte nel nostro precedente lavoro (TARAMELLI e CHIMENZ, 1965), abbiamo ritenuto opportuno occuparci di questo problema nell'am-

bito delle ricerche che dal 1961 si vanno svolgendo, sul «fouling» del porto di Civitavecchia, da parte del nostro gruppo presso l'Istituto di Zoologia dell'Università di Roma.

METODICA.

Anche in questa ricerca, come nella precedente (TARAMELLI e CHIMENZ, l.c.), abbiamo usato piastre metalliche (acciaio A q 45) verniciate, di mm 120 × 205 × 2, sorrette in semi-immersione da un galleggiante ormeggiato nei pressi del molo del Lazzaretto.

Nel corso di un anno, dal 30/XI/65 al 3/XI/66, ogni mese furono compiuti regolari prelievi durante i quali erano immerse nuove piastre, tante quanti erano i mesi mancanti alla fine dell'esperimento. Ad esempio: il 28/III/66, dopo 5 mesi dall'inizio della ricerca, furono prelevate 5 piastre che erano rimaste in acqua per 30-60-92-120-148 giorni e ne furono immerse «ex novo» 7. Tutte le piastre erano contrassegnate da intaccature.

Contemporaneamente venivano prese misure di T.a dell'aria e dell'acqua e campioni di acqua per la determinazione del pH, della salinità e dell'PO₂ (*) (Tab. 1). Le piastre prelevate erano portate in laboratorio ove si procedeva allo studio degli organismi incrostanti.

TABELLA 1.
DATI FISICO-CHIMICI REGISTRATI NEI GIORNI DEI PRELIEVI.

DATA	T °C		pH	S mg l	O ₂ mg l
	aria	acqua			
30.XI	14,8	14,6	8,15	36,850	—
30.XII	13,9	14,4	8,20	—	—
31.I	15,1	15,1	7,90	36,859	—
28.II	15,3	13,2	8,60	21,450	—
28.III	18,5	14,9	—	—	—
27.IV	22,0	16,4	8,10	37,050	8,49
30.V	23,0	19,5	8,20	36,126	8,24
27.VI	28,4	22,6	—	—	—
27.VII	26,5	23,1	8,20	36,637	8,50
1.IX	29,2	20,8	8,20	40,970	8,20
30.IX	25,0	22,3	—	—	—
3.XI	18,8	18,2	8,00	40,440	8,55

In alcuni periodi sono stati inoltre esaminati campioni di plancton raccolti nello specchio d'acqua antistante la zattera, e piastre di materiale inerte (eternit autoclavato), onde poter stabilire quali organismi planctonici entrassero a far parte

(*) Tali determinazioni sono state gentilmente effettuate dal laboratorio chimico della Centrale Termoelettrica dell'ENEL di Civitavecchia.

della patina e quale fosse l'effettiva composizione del « fouling » in un determinato mese. Infatti, come è stato detto, questa ricerca fu eseguita su materiale trattato con vernici antivegetative e anticorrosive (ciclo Moraviano della Veneziani) che hanno agito come fattori limitanti di notevole rilievo nello stabilirsi e svilupparsi del « fouling ». Si è tuttavia ritenuto opportuno, anche da un punto di vista pratico, iniziare questa ricerca su piastre verniciate, e ci siamo riservati di proseguirla successivamente utilizzando piastre atossiche.

SUCCESSIONE ECOLOGICA.

Come si può vedere dalla Tav. I e Tab. 2, dove sono schematizzate le osservazioni effettuate su tutte le piastre, per circa due mesi dalla data di immersione queste sono ricoperte quasi esclusivamente da una sottile patina (*slime-film*, *voile bactériologique*, ecc.) disposta più o meno uniformemente.

Dopo 90 giorni compare *Enteromorpha intestinalis*, distribuita principalmente lungo la linea di emersione.

Dal 4° mese di immersione fino al 7° la patina aumenta di spessore, anche per la presenza di detrito inorganico, e si cominciano a notare colonie di Idrozoi. Dopo 8 mesi compaiono le *Spirorbis* e rari Balani (*Balanus amphitrite*) il cui numero tende ad aumentare notevolmente nei mesi successivi. I nicchi di Balani, specialmente su piastre verniciate, costituiscono poi il substrato per l'insediamento di altri organismi quali Serpulidi e Briozoi.

I Policheti *Hydroides norvegica*, *Serpula concharum* e *Salmacina incrustans* si insediano su piastre immerse da 9 mesi, mentre la comparsa dei Tunicati (*Ciona intestinalis*, *Botryllus schlosseri* e Didemnidi) si nota in piastre immerse da 11 mesi. Dopo un anno, infine, le piastre appaiono notevolmente colonizzate da Alghe (*Enteromorpha* e *Dictyota*), da Balani (presenti anche in numero di 70 individui distribuiti diversamente sulle due facce della piastra), Idrozoi, Policheti tubicoli, Briozoi e Tunicati. È evidente tuttavia l'azione antivegetativa della vernice, in quanto la piastra, pur essendo stata in immersione per 12 mesi, non è colonizzata nella totalità della superficie, ma principalmente lungo i bordi laterali e lungo la linea di emersione normalmente ricoperta da nafta.

Al centro è presente solo la patina più o meno spessa, ricca di detrito inorganico e di Nematodi.

Ne risulterebbe pertanto il seguente schema di successione:

Microorganismi	Alghe	Idrozoi	Policheti
Balani	Briozoi	Tunicati.	

Tale successione non presenta notevoli variazioni in relazione alla data di immersione; si può tuttavia notare un abbreviarsi dei tempi di insediamento. Così, mentre nei mesi invernali *Spirorbis* si insedia dopo 5 mesi di immersione, in estate sono sufficienti 60 giorni. Ugualmente, un piccolo Balano è stato osservato in settembre su piastra immersa in agosto e, sempre in settembre, *Bugula neritina* e *R. stolonifera* su piastra immersa da 60 giorni. Gli Idrozoi, che in inverno si inse-

TABELLA 2.
SUCCESSIONE ECOLOGICA.

Date di immersione	Date dei prelievi											
	30.XI	30.XII	31.I	28.II	28.III	27.IV	30.V	27.VI	27.VII	LIX	30.IX	31.XI
30.X	P.	P.	P.A.	P.A.I.	P.A.I.	P.A.I.	P.A.I.	P.A.I.S. Bc.T.	P.I.S.B. Bc.T.	P.S.B. Bc.T.	P.A.I.S. Bc.T.	P.A.I.S. Bc.T.
31.XI		P.	P.	P.A.	P.A.	P.A.I.	P.A.I.	P.I.S.B. Bc.T.	P.I.S.B. Bc.T.	P.A.I.S. Bc.T.	P.A.S.B. Bc.T.	P.A.I.S. Bc.T.
30.XII			P.	P.	P.A.	P.A.I.	P.A.I.	P.A.S.B. Bc.T.	P.A.I.S. Bc.T.	P.A.S.B. Bc.T.	P.A.I.S. Bc.T.	P.A.S.B. Bc.T.
31.I				P.	P.A.	P.A.I.	P.	P.I.S.B.	P.A.S.B. Bc.	P.A.S.B. Bc.	P.A.S.B. Bc.	P.A.I.S. Bc.T.
28.II					P.A.	P.A.I.	P.A.I.	P.A.I.	P.B.	P.A.I.S. Bc.	P.A.S.B. Bc.	P.A.I.S. Bc.
28.III						P.A.	P.A.	P.I.	P.A.S.B. Bc.T.	P.A.S.B. Bc.T.		
27.IV							P.I.	P.	P.B.	P.A.I.S. B.	P.S.Br. B.	P.A.S.B. Bc.T.
30.V								P.	P.	P.A.	P.A.S.B. Bc.T.	P.S.B. Bc.
27.VI									P.	P.A.Br. Bc.T.	P.S.Br. Bc.T.	P.A.S.B. Bc.
27.VII										P.I.B.	P.S.Br.	P.A.S.B. Bc.
LIX											P.	P.
30.IX												P.

(P. = Patina; A. = Alghe; I. = Idrozo; S. = Serpolidi; B. = Balani; Br. = Briozoi; T. = Tunicati).

diano dopo 4 mesi di immersione, in maggio-giugno si cominciano a notare su piastre immerse per 30 giorni.

Tuttavia può sorgere il dubbio che un massivo e precoce insediamento di tali organismi nei mesi estivi sia da imputare non solamente alla T.a più elevata ma anche ad una maggiore disponibilità delle larve nell'ambiente. Dalla successione mancano in maggio e in giugno gli Idrozoî.

PROGRESSIONE STAGIONALE.

Come è stato detto, è piuttosto arduo distinguere tra progressione stagionale e successione biologica, soprattutto per la breve durata del periodo di osservazione (12 mesi) e per l'uso di pannelli verniciati nei quali ai molti fattori ambientali si aggiunge il fattore limitante delle sostanze usate nelle vernici come tossici (Cu_2O generalmente).

Nella Fig. 1 e Tav. I tuttavia si può osservare come in piastre immerse per 30-60 gg. e quindi ricoperte dalla sola patina, questa mostri composizione diversa nelle varie stagioni. In particolare si nota predominanza di Diatomee nei mesi invernali, di Protozoî e Nematodi nei mesi primaverili e autunnali, mentre in estate la patina microbica è scarsa e sulle piastre quasi pulite si possono notare organismi superiori come piccolissimi Bivalvi (27/VI/66) e Balani di dimensioni inferiori ai 2 mm.

Queste variazioni si riscontrano anche nel plancton delle acque superficiali del porto di Civitavecchia, ove si ha un'intensa fioritura di Diatomee (*Chaetoceros* sp., *Thalassothrix* sp., ecc.) nei mesi invernali, mentre *Ceratium* e Tintinnidi compaiono in gran numero nei mesi primaverili. Notevole nel plancton di maggio la presenza di numerose dissoconche di Bivalvi e di forme larvali di Balani e di Copepodi, mentre trocofore e neotocete di Policheti sono apparse nel plancton estivo.

Alla fine di gennaio, su piastre immerse da 90 giorni, si nota *Enteromorpha intestinalis*, la cui presenza è costante, in seguito, su tutte le piastre fino a maggio.

Nei mesi estivi manca quasi completamente, ricompare poi in settembre, ottobre e novembre, mesi in cui si nota il massimo insediamento. Sporadiche sono invece *Ectocarpus siliculosus*, *Ulva lactuca*, *Dictyota dicaricata*, *Dictyota dichotoma*, *Dictyota dichotoma f. attenuata*.

Gli Idrozoî compaiono in febbraio e si ritrovano su tutte le piastre fino a settembre, con un massimo nel mese di aprile ed un minimo nei mesi estivi, mentre, al contrario, tra i Serpulidi *Spirorbis* presenta il massimo insediamento in luglio, agosto e settembre.

Anche *Balanus amphitrite* è piuttosto diffuso nei mesi estivi, nei quali è stato trovato anche su piastre immerse solamente per 30 giorni. Per gli altri organismi, essenzialmente Serpulidi, Briozoi, Tunicati, è difficile stabilire l'andamento stagionale, non ritrovandosi mai su piastre immerse per brevi periodi (qualunque sia stato il periodo di immersione); essendo spesso epibionti di altri organismi, ci sembra molto probabile che la loro presenza in ottobre-novembre su piastre immerse da un minimo di 178 gg. a un massimo di 367 sia dovuta più a successione ecologica che a progressione stagionale.

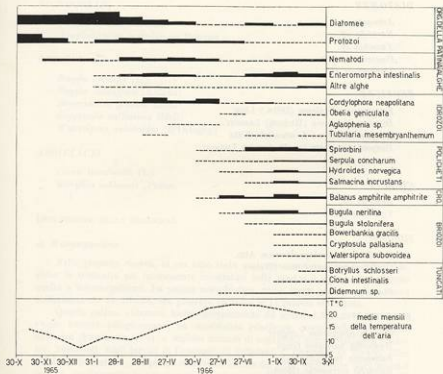


Fig. 1. - Periodi di insediamento dei principali organismi.

ELENCO DELLE SPECIE REPERITE SULLE PIASTRE.

CLOROPICCE

- Ulea lactuca* L.
- Enteromorpha intestinalis* (L.) Link
- Cladophora prolifera* (Roth) Kütz

DESMOCONTE

- Prorocentrum micans* Ehrbg.

DIATOMEE

- Achnantes* sp.
- Navicula* sp.
- Nitzschia* sp.
- Coccinodiscus* sp.
- Licmophora* sp.

FEOFICEE

- Ectocarpus siliculosus* (Dillw.) Ljng.
- Dictyota dichotoma* (Hudson) Lamour.
- Dictyota dichotoma* f. *attenuata* Kütz
- Dictyota dicaricata* (= *D. tenuis*) Lamour.
- Dictyota* sp.

CILIATI

- Euploes* sp.
- Vorticella* sp.

IDROZOI

- Tubularia mesembryanthemum* Alm.
- Cordylophora neapolitana* (Weiss)
- Aglaophenia* sp.
- Obelia geniculata* (L.).

POLICHETI

- Serpula concharum* Langer.
- Hydroides norvegica* Gunn.
- Salmacina incrustans* Clap.
- Spirorbis corrugatus* (Mont.)
- Spirorbis pagenstecheri* Quatr.
- Spirorbis borealis* Daud.
- Spirorbis* sp.

CROSTACEI

- Balanus amphitrite amphitrite* Hard.
- Tanais cavolinii* Milne Edw.
- Dynamene bidentata* (Adams)
- Dynamene edwardsii* Lucas
- Stenothoe valida* Dana
- Elasmopus pocillimanus* (Bate)
- Amphitoe vaillanti* Lucas
- Jassa falcata* (Mont.)
- Corophium acherusicum* Costa

PICNOGONIDI

- Pallene emaciata* Dohrn
Anoplodactylus massiliensis Bouvier

BRIOZOI

- Bugula neritina* (L.)
Bugula stolonifera (Ryland)
Bowerbankia gracilis Leydi
Cryptosula pallasiana (Moll)
Watersipora suboreoidea (D'Orbigny)

ASCIDIACEI

- Ciona intestinalis* (L.)
Botryllus schlosseri (Pallas)

DESCRIZIONE DEGLI ORGANISMI.

a) *Microorganismi.*

Nella presente ricerca, in cui sono state usate piastre verniciate e quindi tossiche, la comunità più interessante insediata sulle piastre è stata senza dubbio quella a microorganismi. La patina microbiotica, più o meno spessa e più o meno uniformemente distribuita, era presente su tutte le 77 piastre esaminate.

Questa patina, chiamata molto propriamente da alcuni AA. (LEPÉVÈRE, 1965) « voile bactério-pélagique », ha consistenza gelatinosa, dovuta alla sua origine batterica (PÉROUSE, 1964) e ingloba miriadi di organismi come Diatomee, Protozoi, Nematodi, stadi larvali di Copepodi, di Policheti, di Cirripedi, di Bivalvi, oltre a detrito inorganico. Alle prime ricerche di HILEN del 1923, moltissime altre ne sono seguite, specialmente in questi ultimi anni in cui si è verificato un notevole incremento degli studi sul « fouling » e sui problemi di microbiologia marina; ma scorrendo tutta la letteratura in proposito si nota la costante discordanza di pareri espressi dagli AA. circa il ruolo della patina nella successiva fissazione degli organismi del « fouling ».

Alcuni AA., infatti, come ZOBELL (1939), ritengono che la patina sia indispensabile per l'attacco degli altri organismi; in particolare LELOUP e POLK (1966) asseriscono che la copertura primaria di Batteri, Diatomee e Protozoi costituisce una pellicola basale favorevole alla fissazione di organismi dannosi; e così KALINENKO e MEPEDOWA (1956) osservano che le pitture anticorrosive e antivegetative non sono capaci di inibire il rapido sviluppo di un « film » microbico inestato di sali di Ca, Fe, Mg, « film » che permette a sua volta la fissazione di invertebrati marini.

Per contro, secondo altri AA. (MILTON, RAPEAN, WHEADON, 1958) la pellicola ha scarsa importanza, in quanto essi osservano che larve di alcuni organismi si possono fissare a superfici immerse prive di un velo visibile. Inoltre, in acque austra-

liane, WOOD (1950) nota la presenza di *Hydroides norvegica* su una superficie liscia (vetro) priva di pellicola primaria.

CRISP e RYLAND (1960) in base a ricerche sperimentali effettuate in laboratorio affermano che alcune specie come *Spirorbis borealis* sono attratte da superfici lisce ricoperte da «film», mentre *Bugula flabellata* preferisce superfici ruvide e pulite. Inoltre le larve di *Spirorbis borealis*, secondo MEADOW e WILLIAMS (1963), si fissano più facilmente su «film» sviluppati in presenza di Diatomee e Batteri ad esse associate, che non su film inglobanti in prevalenza Fitoflagellati. Altri organismi, invece, come *Aleyonidium polyoum* e *Flustrellida hispida*, secondo CRISP e WILLIAMS (1960) non sono attratti da superfici ricoperte da «film» se manca in questo l'estratto di *Fucus serratus*.

A nostro parere in natura è impossibile poter stabilire se il velo batteriologico sia o no importante per il «fouling» primario, in quanto qualsiasi superficie, anche trattata con vernici tossiche, se immersa in acqua si ricopre di patina nel giro di due ore. Tuttavia è probabile che anche in condizioni naturali la composizione della patina abbia influenza nel favorire la fissazione di una specie piuttosto che di un'altra, come hanno mostrato le citate esperienze condotte in laboratorio.

Purtroppo durante le nostre ricerche non è stato possibile compiere un'accurata indagine della patina né dal punto di vista qualitativo né quantitativo. La consistenza gelatinosa del «film» ci impediva di separare i vari costituenti onde contarli; la determinazione delle varie specie di Diatomee, Protozoi e Nematodi era spesso problematica e compito di vari specialisti.

Tuttavia abbiamo notato, come è stato detto, una certa variazione percentuale (Fig. 1 e Tav. I) nella composizione della patina nelle diverse stagioni. Le Diatomee, prevalenti nei mesi invernali, erano rappresentate da Navicoloidi, che specialmente sulle piastre immerse da 30 gg. formavano uno spesso feltro sulla linea di emersione; da *Achnantes sp.* e *Nitzschia sp.*, oltre che da numerose altre specie. *Licmophora*, contrariamente alla nostra precedente ricerca (TARAMELLI e CHIMENZ, l.c.), è apparsa piuttosto sporadicamente. Infatti viene citata da STANBURY e HENDEY (1944) come specie debolmente resistente alle pitture al rame, mentre per contro *Achnantes* e *Navicula* sono specie molto resistenti. Inoltre non sono mai apparsi nella patina *Chaetoceros* e *Biddulphia*, che erano costituenti predominanti ed essenziali del plancton libero.

I Protozoi, in genere presenti in tutte le stagioni, sono prevalentemente rappresentati da *Euplotes sp.*, Vorticellidi isolati e coloniali, questi ultimi spesso epibionti di nicchi di Balani e di Briozoi incrostanti; frequenti poi Tintinnidi e *Procerentrum micans*.

Nella patina da noi osservata costituenti piuttosto caratteristici ci sono apparsi i Nematodi, la cui massiva presenza in marzo e maggio ci è parsa in relazione ad un «film» ricco di detrito inorganico. Anche di questo gruppo pensiamo sarebbe opportuno un approfondito studio da parte di specialisti.

Nel velo spesso erano inglobati larve di Cirripedi, Copepodi e loro forme larvali, e dissoconche di Bivalvi, quest'ultime presenti prevalentemente in maggio, mese in cui erano abbondanti anche nel plancton libero.

b) *Alghe.*

In gennaio, su piastre immerse da 90 giorni, si notano lungo la linea di emersione piccoli talli di *Enteromorpha intestinalis*. Nei mesi successivi, soprattutto in marzo, aprile, maggio, la colonizzazione da *Enteromorpha* appare più intensa, sempre limitata però alla linea di emersione ove la nafta forma un velo di protezione dalla vernice tossica. Nei mesi estivi si notano solamente rari talli su alcune piastre; in settembre si ha nuovamente un insediamento notevole anche su piastre immerse da due mesi.

I reperti relativi alle altre specie ritrovate (*Dictyota divaricata*, *Dictyota dichotoma*, *Dictyota dichotoma f. attenuata*, *Ectocarpus siliculosus*, *Cladophora prolifera*, *Ulea lactuca*), sono piuttosto sporadici e mai costanti. Relativamente più abbondante tra queste specie è apparsa *Dictyota dichotoma f. attenuata*, in novembre, su piastre immerse da più mesi.

c) *Idrozoî*

Sono presenti con le seguenti specie: *Cordilophora neapolitana*, *Obelia geniculata*, *Aglaophenia sp.*, *Tubularia mesembryanthemum*.

Cordilophora neapolitana (la cui identificazione non sempre è sicura a causa del cattivo stato nel quale si rinvennero gli esemplari sulle piastre) è la specie comparsa più frequentemente e in maggiore quantità. I primi esemplari si notano il 28/II/66 su piastra rimasta in immersione per 4 mesi; in marzo e aprile *Cordilophora neapolitana* è presente su quasi tutte le piastre, in numero notevole; in maggio però si rinvennero in prevalenza individui degenerati; nei mesi successivi ricompare sporadicamente, con preferenza per le piastre immerse da almeno 9 mesi.

Obelia geniculata compare saltuariamente, così come *Tubularia mesembryanthemum* (Tav. II, 3) e un Plumularide: *Aglaophenia sp.*, rinvenuto il 30/V/66 su piastra immersa per 5 mesi.

Come le Alghe, gli Idrozoî si trovano prevalentemente nei mesi primaverili e autunnali; i rari reperti dei mesi estivi si riferiscono infatti a esemplari degenerati, insediatisi nei mesi precedenti. Secondo CRISP (1964, l.e.) anche gli Idrozoî sono da considerarsi « primary-fouling organisms ».

d) *Policheti.*

Sulle piastre sono state identificate 7 specie di Policheti: *Serpula concharum*, *Hydroidea norvegica*, *Salmacina incrustans*, *Spirorbis borealis*, *S. corrugatus*, *S. pagenstecheri* e *Spirorbis sp.*

Prime a comparire sono: *Spirorbis borealis* e *Serpula concharum*, rinvenute in giugno epibionti di Balani su piastre immerse rispettivamente per 5 e 8 mesi; mentre *Spirorbis corrugatus* era presente, sempre il 27/VI/66, su una piastra immersa da 6 mesi.

Nei mesi successivi *Spirorbis* erano presenti su tutte le piastre immerse da almeno 60-90 giorni, sebbene in numero piuttosto esiguo: 5-10 individui per piastra, eccezionalmente 61 su una piastra prelevata il 30/IX/66 e tenuta in immersione

per 8 mesi; inoltre spesso non erano insediate direttamente sulle piastre ma su nicchi di Balani e talli di *Ectomorpha*. Nello stesso periodo su piastre di Eternit immerse per 30 giorni si potevano contare sino a 56 individui per cm² (Tav. II, 8).

Delle specie rinvenute la più diffusa è apparsa *S. borealis*, la più abbondante *S. pagensteckeri*, mentre sporadiche sono *S. corrugatus* e *Spirorbis* sp. Anche *Serpula concharum* è stata trovata piuttosto sporadicamente nei mesi estivo-autunnali, mentre *Hydroides norvegica*, per quanto in numero piuttosto limitato, è stata trovata negli ultimi due prelievi su tutte le piastre immerse da almeno 90 giorni (Tav. III, 4-9).

A proposito di queste due specie, SENTZ (1962), osservando come l'unico carattere distintivo sia dato dalla differenza degli opercoli, i quali peraltro mostrano notevole variabilità, avanza il dubbio sul loro significato tassonomico. In effetti sulle piastre *Serpula concharum* non compare mai separata da *Hydroides norvegica* e non ci sembra improbabile, come suppone la stessa SENTZ, di trovarci davanti a individui della stessa specie con opercolo polimorfo in cui la seconda corona può comparire molto tardivamente o non comparire affatto.

Salmacina incrustans nei prelievi dell'1/IX/66, 30/IX/66, 3/XI/66 è apparsa su piastre immerse da almeno 8 mesi.

Nel complesso i Policheti si sono mostrati sensibili alle vernici: la loro presenza era infatti condizionata da quella di altri organismi sui quali si insediavano, da piccole aree con vernice scrostata, o, come nel caso di *Salmacina incrustans*, da vernici con diminuita tossicità per prolungato periodo di immersione.

e) Balani.

Sulle piastre è presente una sola specie di Balani: *Balanus amphitrite amphitrite* Harding.

I primi reperti si hanno nel mese di giugno, su piastre immerse da 5, 6, 7 mesi. Nei prelievi successivi aumenta il numero di individui ritrovati, che sono molto numerosi soprattutto sulle piastre immerse da molti mesi (fino a 77 individui), pur non mancando anche sulle piastre immerse da un solo mese. All'epoca dell'ultimo prelievo, nel novembre 1966, i Balani erano ancora molto abbondanti e alcuni di dimensioni considerevoli (fino a 21 mm di diametro rostro-carenale) (Tav. III, 4-9). Spesso alle pareti degli esemplari più sviluppati erano fissati individui più piccoli, oppure individui di altre specie, come Serpulidi, Tunicati coloniali, Alghe, Briozoi, ecc.

La presenza di una sola specie di Balani si può spiegare col fatto che le condizioni ambientali, nella zona in cui abbiamo posto i galleggianti, sono piuttosto severe (acque poco mosse e pollute, spesso inquinate da nafta), ed inoltre con l'efficienza antivegetativa della vernice usata: è noto infatti che *Balanus amphitrite* è uno degli organismi più resistenti sia alle condizioni ambientali sfavorevoli che ai tossici.

A Genova infatti RELINI (1964-66) ha trovato nel « fouling » oltre a *B. amphitrite*, che è la specie numericamente più importante fino ad 1 metro di profondità,

altre tre specie; nel porto-canale di Malamocco (Venezia) FRANCO (1964) ha trovato, oltre a *B. amphitrite*, *Chthamalus stellatus* (1964); ma le condizioni ambientali in cui avevano lavorato questi due AA. erano nettamente migliori di quelle da noi registrate per il porto di Civitavecchia.

f) Briozoi.

Sono state identificate 5 specie di Briozoi: *Bugula neritina*, *B. stolonifera*, *Cryptosula pallasiana*, *Bowerbankia gracilis*, *Watersipora subovoidea*.

Le prime colonie compaiono nel mese di luglio, successivamente i Briozoi si notano su tutte le piastre (tranne quelle immerse per uno o due mesi). Predominano le specie erette *Bugula neritina*, *B. stolonifera*, *Bowerbankia gracilis*, e ciò si può spiegare con la sensibilità dei Briozoi ai tossici (MILTON 1945, WISELY 1962): infatti l'area di contatto con la vernice tossica è minima nelle forme a stelo lungo e sottile, munito di stoloni di ancoraggio, mentre le forme incrostanti, in cui tutta la colonia è a stretto contatto con la vernice, si possono sviluppare solo quando la tossicità del substrato è fortemente diminuita a causa della lunga esposizione. Pertanto le forme incrostanti compaiono piuttosto tardivamente, su piastre immerse da più mesi, ed inoltre sono spesso epibionti di altri organismi, come Balani, *Ciona*, ecc. ... Comunque anche su substrati non tossici, quale ad esempio l'eterinit, le prime colonie non compaiono prima di giugno e presentano il massimo rigoglio in agosto-settembre.

In ottobre si nota una netta diminuzione di colonie, quantunque ancestrale si notino ai primi di novembre. Ciò sostanzialmente concorda con quanto afferma GRAVE (1930) sul periodo riproduttivo di *Bugula flabellata*, che a Woods Hole va dal 1° giugno al 20 novembre. Anche secondo RYLAND (1965) il « fouling » da Briozoi è importante nel periodo estivo-autunnale. Secondo RELINI (1964) *Bugula avicularia* è presente a Genova tutto l'anno, con massimi da aprile a giugno, mentre *Zoobotryon* predomina nei mesi estivi.

Anche i Briozoi secondo CRISP farebbero parte dei « primary-fouling organisms » (1964, l.c.), mentre FRANCO asserisce (1964, l.c.) che essi hanno bisogno di un substrato già modificato, e in questo le nostre osservazioni concordano sostanzialmente.

g) Tunicati

Le specie presenti sono: *Ciona intestinalis*, *Botryllus schlosseri* ed un Didemniidi non identificato.

I Didemniidi compaiono il 27/VII/66 su piastre immerse da 7 mesi e permangono fino al termine delle nostre osservazioni, sempre in quantità piuttosto limitate. *Ciona intestinalis* compare sporadicamente con piccoli esemplari in settembre e novembre; *Botryllus schlosseri* è presente solo in novembre su piastre immerse da più mesi.

Nel complesso il « fouling » da Tunicati è apparso piuttosto esiguo, ma ciò si può spiegare con la breve durata del nostro esperimento, trattandosi di « secondary fouling-organisms », che si insediano tardivamente su substrati ospitanti comunità complesse.

h) *Fauna vagile*.

Piuttosto scarsa è apparsa la fauna vagile. Essa è rappresentata da Pantopodi, da Anfipodi, da Anisopodi, da Isopodi, oltre che da numerosissimi Copepodi che essendo quasi sempre presenti nella patina venivano considerati parte integrante di questa.

La presenza degli organismi vagili è condizionata generalmente da quella delle Alghe e di colonie di Briozoi o Idrozoi, per cui si cominciano a notare piuttosto tardivamente su piastre colonizzate. I Pantopodi sono stati trovati solo nei due ultimi sopralluoghi del 30/IX/66 (1 ind. di *Pallene emaciata* su piastra immersa per 9 mesi) e del 3/XI/66 (2 ind. di *Anopodactylus massiliensis* su piastre immerse per 11 e 12 mesi).

Gli Anfipodi sono rappresentati da specie comuni dell'infralitorale ad Alghe fotofile (*Stenothoe valida*, *Amphitoe vailanti*, *Elasmopus pocillimanus*) e da specie tubicole (*Corophium acherusicum* e *Jassa falcata*); ad eccezione di *Stenothoe valida*, presente con 20 individui il 27/IV/66 su una piastra immersa per 5 mesi, le altre specie sono apparse sporadicamente in settembre e in novembre con 1 o 2 individui per piastra.

Relativamente più frequente è apparso l'Anisopode *Tanais cavolinii* rinvenuto su 10 piastre, anche se mai in numero superiore a 3 individui per piastra.

Gli Isopodi *Dynamene edwardsi* e *D. bidentata* erano presenti solo in novembre su piastre immerse da 3-6-10-11-12 mesi.

CONCLUSIONI.

Considerando nel complesso i risultati della nostra ricerca possiamo concludere:

1) Una buona vernice antivegetativa può limitare in modo notevole, almeno per un certo periodo, l'insediamento e lo sviluppo del « fouling ». Spesso nella descrizione delle comunità inerostanti abbiamo usato i termini « raro », « sporadico », « esiguo », e in effetti gli organismi trovati sulle piastre (ad eccezione di quelle immerse per 11-12 mesi) si presentavano in quantità insignificanti. Le piastre non erano colonizzate per l'intera superficie; anche in quelle immerse da più mesi si notava un addensarsi di organismi in aree limitate, come la linea di emersione spesso ricoperta da nafta, o le ali laterali della piastra ove la vernice può serostarsi più facilmente.

L'azione antivegetativa appare più evidente nel confronto con le piastre di eternit immerse negli stessi periodi e che erano completamente colonizzate dopo appena un mese di immersione (Tav. II, 4-5 e 8-9; Tav. III, 1-2).

Dal punto di vista qualitativo (cioè come varietà di specie presenti), la differenza tra i due tipi di piastra ci è parsa meno evidente. Sull'eternit, oltre alle specie di Alghe presenti sulle piastre verniciate, sono state trovate *Etocarpus plumula* e *Dictyota dicaricata*, e, in relazione ad una maggiore quantità di talli di Alghe presenti, un maggior numero di organismi vagili, soprattutto Anfipodi e Nereidi, questi ultimi quasi assenti sulle altre piastre.

La zona del porto in cui erano immerse le zattere, come è stato detto, presenta acque molto inquinate dalla presenza sia di nafta, sia di detriti di natura varia, per cui la vita è compatibile solamente per organismi euritermi, eurialini ed eurionici.

2) Il substrato nettamente sfavorevole influenza la successione ecologica solamente in relazione alla durata degli stadi. Lo schema di successione è pertanto simile nei due tipi di piastre, ma mentre sull'eternit dopo un mese di immersione si può raggiungere lo stadio a Briozoi, sulle piastre verniciate tale stadio viene raggiunto in un periodo variabile da un minimo di 60 giorni a un massimo di 10 mesi; inoltre su queste piastre dopo 12 mesi non si era ancora raggiunto lo « stadio a Mitili », cioè il « climax ».

Sulla durata dei tempi di insediamento ha inoltre notevole influenza la data di immersione, per cui piastre immerse in giugno dopo 3 mesi erano colonizzate da Serpulidi, Balani, Briozoi e Tunicati. Tuttavia non è da escludere che questa intensa colonizzazione sia dovuta non solo a fattori stagionali ma anche ad una maggiore disponibilità di larve nell'ambiente.

3) Le differenze stagionali nella composizione qualitativa e quantitativa del « fouling » ci sono parse poco significative. Ciò è dovuto in gran parte alla scarsa escursione termica annuale esistente nella zona, come si può vedere dalla Tab. 1, dove sono riportati i dati fisico-chimici registrati nell'aria e nell'acqua nei giorni dei prelievi, e dalla Fig. 1, dove è rappresentato l'andamento delle medie mensili della temperatura dell'aria.

Tuttavia la patina ha mostrato una composizione qualitativa e quantitativa diversa nelle varie stagioni, per cui pensiamo che sarebbe interessante affrontarne lo studio con metodi quantitativi e statistici.

Roma - Istituto di Zoologia dell'Università - Febbraio 1968.

Ringraziamenti

Ringraziamo vivamente il chiarissimo Prof. PASQUALE PASQUINI, direttore dell'Istituto, che con il Suo efficace e prezioso interessamento ha reso possibile la presente ricerca; la prof. LUCIA ROSSI dell'Istituto di Zoologia dell'Università di Torino, per la determinazione degli Idrozoi; la dott. PAOLA LANZARA LOCATELLI, dell'Istituto di Botanica di Roma, per la determinazione delle Alghe; la Capitaneria di Porto di Civitavecchia per le continue agevolazioni prestateci durante tutto il periodo di ricerca; il Sig. MARIO GUERRUCCI per la Sua instancabile assistenza organizzativa.

BIBLIOGRAFIA

- BALAKRISHNAN, N. B., 1962 - Ecology of marine fouling and woodboring organisms of Western Norway. Sarsia, VIII, pp. 1-88.
- BOUVIER, E. L., 1923 - Pyngonoides, Faune de France, 7. P. Lechevalier Ed., Paris.
- CHÉVEAUX, E. e PAGE, L., 1925 - Amphipodes, Faune de France, 9. P. Lechevalier Ed., Paris.
- CRISP, D. J., 1964 - The ecology of Marine Fouling. In: Ecology and the industrial society. Ed. Blackwell, Oxford.
- CRISP, D. J. e RYLAND, J. S., 1960 - Influence of filming and of surface texture on the settlement of marine organisms. Nature, 185, 4706, p. 119.
- CRISP, D. J. e WILLIAMS, G. B., 1960 - Effect of extracts from faucoids in promoting settlement of epiphytic Polyzoa. Nature, 188, pp. 1206-1207.
- ČVIČ, V., 1953 - Attachment of bacteria to slides submerged in sea water. Bijske Inst. Oceanogr. Ržbar., 6.
- DORRIS, A., 1881 - Die Pantopoden des Golfes von Neapel. Fauna und Flora des Golfes von Neapel, monogr. 3.
- FRANCO, P., 1964 - Osservazioni sulle comunità « fouling » nel porto-canale di Malamocco (Laguna Veneta). Ric. Sci., XXXII (II B), pp. 33-44.
- GIORDANI SOEKA, A., 1952 - I Tanaiadaci e gli Isopodi marini della Laguna di Venezia. Arch. Ocean. Limn., VII, pp. 1-26.
- GRAVE, B. H., 1933 - Rate of growth, age at sexual maturity and duration of life of certain sessile organisms at Woods Hole, Mass. Biol. Bull., LXV, pp. 375-388.
- HARANT, N. e VERNIÈRES, P., 1933 - Tuniciers, Faune de France, 27. P. Lechevalier Ed., Paris.
- HARDING, J. P., 1962 - Darwin's type specimens of varieties of *Balanus amphitrite*. Bull. British Mus. (Nat. Hist.) Zool. London, 9-7, pp. 273-296.
- HENDEY, N. I., 1951 - Littoral diatoms of Chichester Harbour with special reference to fouling. J. Roy. Microscop. Soc., LXXI, pp. 1-86.
- HILEN, E. J., 1923 - Report on a bacterial study of ocean slime. U.S. Navy Dept., Rept. Bur. Construct. Repair.
- IRISO, L., 1921 - Revisione dei Serpuli e Sabellidi del Golfo di Napoli. Pubbl. Staz. Zool. Napoli, III, pp. 47-91.
- KALINENKO, V. O. e MEPEDOVA, N. A., 1956 - Bacterial fouling of the submerged portion of a ship. Mikrobiologia, XXV, p. 191.
- KRISS, A. E., 1963 - Marine Microbiology. Deep sea. Oliver & Boyd Ed., London, pp. 1-536.
- LEFÈVÈRE, S., 1965 - Le recouvrement biogène le long de la côte belge. Bull. Inst. Roy. Sc. Nat. Belg., XLI, 26, pp. 1-10.
- LELOUP, E. e POLK, P., 1966 - Observation sur la salissure dans le port d'Ostende. Bull. Inst. Roy. Sc. Nat. Belg., XLII, 23, pp. 1-14.
- MEADOWS, P. S. e WILLIAMS, G. B., 1963 - The settlement of *Spirorbis borealis* Dandén larvae on surface bearing films of micro-organisms. Nature, 198, pp. 610-611.
- MILTON, M. A., 1946 - Toxic effects of copper on attachment and growth of *Bagula neritina*. Biol. Bull., XC, pp. 122-140.
- MILTON, A. M., RAPEAN, J. C. e WHEEDON, W. F., 1948 - The role of slime film in the attachment of fouling organisms. Biol. Bull., XCIV, pp. 143-157.
- NELSON, T. C., 1938 - Pelagic dissoconchs of the common mussel, *Mytilus edulis*, with observations of the behaviour of the larvae of allied genera. Biol. Bull., LV, pp. 180-192.
- ODUM, E. P., 1963 - Fundamentals of ecology. W. B. Sanders Ed.

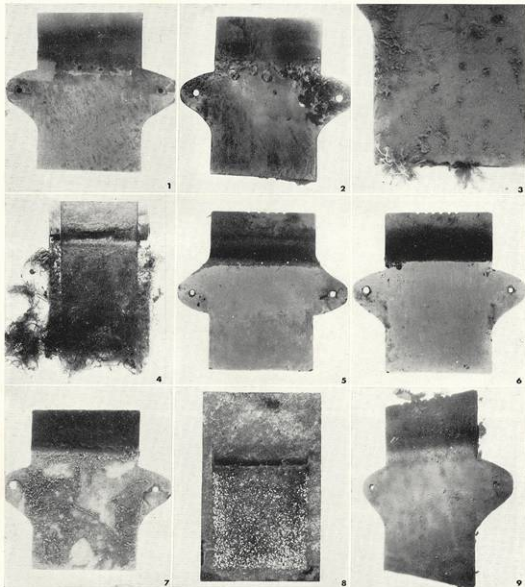
- PERAGALLO, E., 1898 - Les Diatomées Marines de France. M. J. Tempère Ed. Paris.
- PERSOONE, G., 1965 - Contributions à l'étude des bactéries marines du littoral belge. II. Comparaison de plusieurs méthodes pour détacher et obtenir en suspension les bactéries contaminant des surfaces. Bull. Inst. Roy. Sc. Nat. Belg., XLII, 12, pp. 1-12.
- PERENANT, M., e BORIN, G., 1956 - Bryozaires, I. Faune de France, 66. Lechevalier Ed., Paris.
- PERENANT, M. e BORIN, G., 1966 - Bryozaires, II. Faune de France, 68. P. Lechevalier Ed., Paris.
- REES, C. B., 1950 - The identification and classification of lamellibranch larvae. Hull Bull. Mar. Ecol., 3-19, pp. 73-104.
- RELINI, G., 1964 - Andamento stagionale degli organismi sessili del porto di Genova. Arch. Ocean. Limn., XIII, 2, pp. 281-296.
- RELINI, G., 1966 - Le comunità dominanti nel «fouling» del porto di Genova. Natura, LVII, II, pp. 136-156.
- RYLAND, J. S., 1963 - Systematic and biological studies on Polyzoa (Bryozoa) from Western Norway. Sarsia, 14, pp. 1-61.
- RYLAND, J. S., 1965 - Bryozaires des eaux européennes. Catalogue des principales salissures marines. II. OCDE.
- SARRADIN, A., 1957 - Il ciclo biologico di *Ciona intestinalis* L., *Molgula manhattanensis* De Kay e *Styela plicata* Leseur nella Laguna Veneta. Arch. Ocean. Limn., XI, pp. 1-28.
- SCHERR, B. T., 1945 - The development of marine fouling communities. Biol. Bull., LXXXIX, pp. 103-121.
- SENTE, E., 1962 - Étude morphologique des *Serpulidae Hydroides norvegica* (Gunn.) et *Serpula concharum* (Langerh.) et de leurs formes intermédiaires. Vie et Milieu, XIII, 3, pp. 441-452.
- SOUTHWARD, A. J. e CRISP, D. J., 1963 - Les cirripèdes des Mers Européennes. Catalogue des principales salissures marines, I: Balanes, O.C.D.E., pp. 1-46.
- STYRRINGS, H. G. e HOUGHTON, D. R., 1964 - The ecology of Chichester Harbour, S. England, with special reference to some fouling species. Int. Revue ges. Hydrobiol., XLIX-2, pp. 233-279.
- TARAMELLI, E. e CHIMENZ, C., 1965 - Studi sperimentali e sistematici sul «fouling» nel porto di Civitavecchia. Rend. Accad. Naz. XL, XVI-XVII, Serie IV, pp. 151-187.
- TORBELLI, B., 1930 - Sferomidi del Golfo di Napoli. Revisione degli Sferomidi mediterranei. Pubbl. Staz. Zool. Napoli, X, fasc. 3, pp. 297-343.
- VIGNOLI, L., 1964 - Sistematica delle piante inferiori (Tallofite). Ed. Calderini, Bologna, pp. 1-772.
- WISELY, B., 1962 - Effect of an antifouling paint on a Bryozoan larva. Nature, 193, 4815, pp. 543-544.
- WOOD, P. E. J., 1965 - Microbiology of Oceans and Estuaries. Elsevier Publ. Comp., pp. 1-319.
- ZOBELL, C. E., 1939 - The role of Bacteria in the fouling of submerged surfaces. Biol. Bull., LXXVII, p. 302.

30 · XI · '65	30 · XII · '65	31 · I · '66	28 · II · '66	28 · III · '66	27 · IV · '66	30 · V · '66	27 · VI · '66	27 · VII · '66	1 · IX · '66	30 · IX · '66	3 · XI · '66	3099-
PATINA: SPESSA 	DISCONTINUA 	SOTTILE 	DISCONTINUA 	SPESSA 		MOLTO SOTTILE 	QUASI ASSENTE 	SOTTILE 	DISCONTINUA 	SCARSA 	SCARSA 	
PATINA: AN 	PATINA: 	PATINA: 	FILAMENTOSA 			SOTTILE 	DISCONTINUA 		SOTTILE 	FV 	SOTTILE 	60
PATINA: 	FILAMENTOSA 	PATINA: 							SOTTILE 	FV 		120
PATINA: 							SPESSA 		SOTTILE 	FV 		148
												178

F. TARAMELLI RIVOSECCHI & C. CHIMENZ GUSO - Nuove ricerche sul fouling del porto di Civitavecchia. I.

Tav. II.

- 1 : 30-XI-65. Tempo di immersione : 1 mese.
- 2 : 31-I-66. Tempo di immersione : 1 mese. Le gocce di nafta sulla linea di emersione sono ricche di Diatomee.
- 3 : 27-IV-66. Tempo di immersione : 5 mesi : *Tubularia mesembrianthemum*.
- 4 : 30-V-66. Tempo di immersione : 1 mese. Eternit.
- 5 : 30-V-66. Tempo di immersione : 2 mesi.
- 6 : 27-VI-66. Tempo di immersione : 2 mesi.
- 7 : 27-VI-66. Tempo di immersione : 8 mesi.
- 8 : 27-VII-66. Tempo di immersione : 1 mese. Eternit.
- 9 : 27-VII-66. Tempo di immersione : 1 mese.



Tav. III.

Tutte le piastre sono state prelevate il 3-XI-66.

- 1: Tempo di immersione : 1 mese.
- 2: Tempo di immersione : 1 mese. Eternit.
- 3: Tempo di immersione : 2 mesi.
- 4: Tempo di immersione : 3 mesi.
- 5: Tempo di immersione : 6 mesi.
- 6: Tempo di immersione : 8 mesi.
- 7: Tempo di immersione : 10 mesi.
- 8: Tempo di immersione : 11 mesi.
- 9: Tempo di immersione : 12 mesi.

