

## Nuove ricerche sul "fouling", del Porto di Civitavecchia

### III. Osservazioni sulle biocenosi incrostanti substrati di materiali diversi (\*)

**Riassunto:** Gli AA. al fine di indagare le variazioni del fouling in relazione al substrato hanno compiuto una serie di osservazioni su comunità incrostanti piastre di diverso materiale. Sono state usate piastre di Eternit, plastica (PVC), vetro e piastre di acciaio trattate con tre diversi tipi di vernice anti-vegetativa. Le piastre, immerse tutte alla stessa data (12-3-66), sono state esaminate dopo 2, 4, 6, 8, 10, 12 mesi di immersione.

Tra i substrati atossici, l'Eternit appare il più idoneo all'insediamento di Policheti (essenzialmente Spirorbini), Balani e Briozoi; sul PVC predominano Policheti, Balani, Alghe e Idrozoi, mentre sul vetro Alghe e Idrozoi sono più abbondanti di Policheti e Balani.

Dei substrati verniciati, quello trattato con Cordesen appare senz'altro il meno tossico: gli organismi vi si insediano precocemente e in notevole quantità. Sulle piastre trattate con Vulkashield l'insediamento è tardivo, ma, dopo alcuni mesi, piuttosto abbondante; su quelle trattate con Hempel's il numero di organismi insediato è quasi sempre esiguo ed infatti dopo un anno di immersione il peso umido delle incrostazioni di questo substrato è inferiore a quello registrato sugli altri (124 g.).

Di tutti i substrati, l'Eternit risulta in conclusione il più favorevole all'insediamento degli organismi incrostanti, mentre quello trattato con Hempel's è il meno adatto. La successione ecologica si verifica secondo il seguente schema: Alghe, Idrozoi, Serpulidi, Briozoi, Tunicati e Balani, Poriferi, Molluschi.

Sulla piastra trattata con Vulkashield la successione è modificata in quanto gli Idrozoi e i Serpulidi compaiono dopo i Balani e i Briozoi, probabilmente per l'interazione di fattori diversi quali la diminuzione graduale nel tempo della tossicità della vernice e l'influenza stagionale.

**Resumé:** Les Auteurs exposent ici les résultats d'une autre série de recherches sur les communautés encroûtantes des plaques en différents matériaux, dans le but d'observer la variation des salissures en fonction du substrat.

On a utilisé des plaques en Eternit, plastique (PVC), verre lisse transparent, et en acier peint avec 3 différentes peintures antisalissures (Cordesen, Hempel's, Vulkashield). Toutes les plaques ont été immergées le 12-3-66 et retirées pour l'observation après 2, 4, 6, 8, 10, 12 mois d'immersion. De ces expériences il résulte que l'Eternit est le substrat le plus favorable pour la fixation des Serpules, des Balanes et des Bryozoaires, tandis que les Serpules, les Balanes, les Algues et les Hydraires prévalent sur les plaques en PVC; sur les plaques en verre les Algues et les Hydraires sont plus nombreuses que les Serpules et les Balanes.

(\*) Memoria presentata dall'Accademico PASQUALE PASQUINI.

Entre les substrats peints, celui peint avec Cordesen est le moindre toxique tandis que la plaque peinte avec Hempel's montre le moindre poids de salissure après 1 an d'immersion (124 g).

En conclusion, l'Eternit est le substrat le plus favorable pour la fixation des organismes, tandis que les plaques peintes avec Hempel's sont les plus toxiques.

La succession écologique suit le schéma : Algues, Hydres, Bryozoaires, Tuniciers et Balanes, Spongiaires, Mollusques. Cette succession résulte modifiée sur les plaques peintes avec Vulkashield : en effet les Hydres et les Serpules s'y fixent après les Balanes et les Bryozoaires, probablement par l'interaction de différents facteurs tels que la diminution dans le temps de la toxicité de la peinture et l'influence saisonnière.

**Summary:** In order to observe substratum-related variations of fouling the AA. carried out a series of observations on biological communities encrusting plates of different materials (Eternit, plastic, glass and steel treated with three different antifouling paints: Cordesen, Vulkashield and Hempel's).

Plates, which were all immersed at the same date (12-3-66), were examined after 2, 4, 6, 8, 10, 12 months of immersion. Eternit appeared the most suitable substratum for Tubeworms (particularly *Spirobrans*), Barnacles and Bryozoa, while on PVC plates Tubeworms, Barnacles, Algae and Hydroids are prevailing; on glass plates Algae and Hydroids are more abundant than Tubeworms and Barnacles.

Among the different substrata, the Cordesen treated plates showed the lowest toxicity, while the Hempel's painted plates the highest.

In conclusion eternit appeared the most suitable substratum for organisms; while on plates Hempel's painted settling is exiguous.

The ecology succession follows this order: Algae, Hydroids, Tubeworms, Bryozoa, Tuniciers, Barnacles, Sponges, Molluscs.

On the plates painted with Vulkashield the succession is modified since Hydroids and Tubeworms appear after Barnacles and Bryozoa, which is probably due to the interaction of different factors such as the gradual lowering of paint toxicity and seasonal influences.

#### PREMESSA

Tra i vari fattori che possono influenzare la composizione delle comunità incrostanti, uno dei più complessi e importanti è senza dubbio rappresentato dalla natura del substrato. Numerosi AA. si sono infatti occupati del problema anche a scopi pratici e ciò al fine di ricercare un substrato che per caratteri fisici e chimici fosse il meno idoneo all'insediamento delle biocenosi del « fouling »; pertanto una vasta bibliografia esiste sull'argomento e ciò si può facilmente comprendere in quanto il problema del « fouling » è prima di tutto un problema pratico e studi compiuti su sistemi e mezzi di prevenzione del fouling assumono un interesse non indifferente nel campo della navigazione, dell'ingegneria navale, della chimica industriale ecc. A questo proposito basta citare i lavori di Parker (1924), Pryterch (1931), Miller (1946), Clarke (1947), Bongis (1962) — fra i tanti — Wisely (1962 e 1964), Balasubramanian e al. (1968), Deeks e al. (1968), Kuwabara (1968), Romanovsky (1968), Rascio e Caprari (1968).

Non meno interessanti sono le ricerche atte a comprendere in che modo gli organismi reagiscono ad un particolare substrato: non bisogna dimenticare che il

« fouling » è costituito essenzialmente da organismi sessili, per cui la natura del substrato rappresenta un fattore ecologico fondamentale di esistenza.

È noto che gli organismi marini hanno in larghissima maggioranza larve pelagiche la cui metamorfosi avviene solamente nel momento in cui le larve riescono ad approdare sul substrato più idoneo che è quello richiesto dall'adulto. Talora alcune larve sono capaci di prolungare o accorciare la loro permanenza nel mondo platonico fintanto che la loro ricerca non abbia avuto successo. Fattori idrodinamici e inversione del fototattismo, propri alla maggior parte delle larve, favoriscono in natura il contatto con il fondo, ma diversi A.A. (Day, Verwey, Bourdillon, Wilson) hanno notato che perché le larve si fissino è necessaria anche la presenza nel substrato di una sostanza chimica di cui si ignora ancora l'esatta composizione.

Anche il pH del substrato può avere una notevole influenza sull'insediamento degli organismi (Relini, 1968). Il Ryland (1958) ha mostrato che l'insediamento preferenziale delle larve del Briozoo *Alcionidium hirsutum* su alcune Alghe, dipende dallo stato della superficie del substrato e dalla presenza di una pellicola di microorganismi. Sul ruolo sostenuto da questo film o velo batterio-pelagico, già in un nostro precedente lavoro (Taramelli e Chimenz, 1968) riportammo i pareri di vari A.A., generalmente contrastanti fra loro. Noi fummo chiaramente dell'avviso che il velo batterio-pelagico non può che influenzare positivamente la fissazione delle larve soprattutto su superfici artificiali trattate con vernici tossiche.

In natura, inoltre, più che la composizione chimica del substrato ha importanza la sua struttura fisica e, per quanto riguarda i substrati solidi, soprattutto la durezza e l'eterogeneità (Pèrès, 1961). Una superficie scabrosa è infatti più facilmente colonizzata da una perfettamente liscia, proprio per la caratteristica « rugosità » presentata dalla maggioranza delle larve. Su superfici artificiali le reazioni delle larve delle diverse specie di organismi possono essere quanto mai varie: Crisp e Ryland (1960) infatti, studiando in laboratorio il comportamento delle larve di *Bugula flabellata* e *Spirobia borealis* nei confronti di substrati atossici a ruvidità variabile, notarono che mentre *Spirobia* si fissa preferenzialmente sulle superficie lisce, *Bugula* non dimostra particolari preferenze. Haderlie (1968), usando pannelli di Eternit e compensato, mise in evidenza una diversità di comportamento di alcuni gruppi (Briozoi e Balani) e di alcune specie (*Balanus crenatus*, *Spirobia spirillum* e *Serpula* sp.) dipendentemente dalla profondità a cui i pannelli erano immersi.

Coe e Allen (1937) confrontando l'insediamento su blocchi di legno, lastre di cemento e di vetro, avevano notato una preferenza dei Balani per il cemento, e degli Idrozoi e delle Ostriche per il legno.

Pomerat e Weiss (1946) controllando l'insediamento degli organismi incrostanti su 40 diversi materiali, hanno affermato che esso non sembra risultare fortemente influenzato dal tipo di superficie quanto dalla sua tessitura. Si può dunque comprendere come l'instaurarsi e lo svilupparsi di una biocenosi incrostante offrano tutta una serie di problemi quanto mai interessanti e pertanto l'impiego di pannelli artificiali può notevolmente contribuire alla risoluzione, o almeno a meglio comprendere alcuni di essi.

Nel corso delle ricerche, già da anni avviate presso questo Istituto, sul « fouling » del Porto di Civitavecchia, si è ritenuto opportuno estendere il lavoro allo

studio del diverso insediamento delle biocenosi incrostanti su piastre di materiali diversi. Infatti nei precedenti lavori (Taramelli e Chimenz, 1965 e 1968) si erano usate piastre di acciaio Aq 45 trattate con vernici tossiche che agivano naturalmente, almeno nei primi mesi di immersione, come fattore limitante. Era necessario pertanto eliminare questo fattore per una migliore conoscenza delle popolazioni « fouling » del biotopo in esame, usando anche piastre inerti che potevano quindi rappresentare un « test » di confronto rispetto alle piastre tossiche, come si è cercato di realizzare nell'attuale lavoro.

#### MATERIALE E METODO

Come nei nostri precedenti lavori (Taramelli e Chimenz, 1965) abbiamo usato una zattera sperimentale immersa nel Porto di Civitavecchia nello specchio d'acqua antistante il molo del Lazaretto. Su tale zattera vennero fissate sei serie di sei piastre di mm 100 x 200, ciascuna serie costituita da tre piastre di acciaio dipinte con tre tipi diversi di vernice (Cordesen, di colore verde, indicata nel testo con C; Hempel's e Vulkashield, di colore rosso, indicate rispettivamente con H e V); una di vetro liscio trasparente, una di PVC (cloruro di polivinile), una di Eternit autoclavato.

Tutte le trentasei piastre furono immerse il 12 marzo 1966. Ogni due mesi ne veniva prelevata e controllata una serie completa, per cui le osservazioni sono state compiute su piastre tenute in immersione rispettivamente circa 2, 4, 6, 8, 10, 12 mesi. È stato possibile pertanto seguire l'andamento della successione ecologica e la composizione dei popolamenti sui diversi tipi di piastre.

#### OSSEVAZIONI

*Prelievo del 18-5-66. Periodo di immersione 67 gg. (Tav. I foto 1-6)*

La piastra più intensamente colonizzata appare quella di Eternit sulla quale sono presenti: Alghe, Idrozoi, Briozoi, Tunicati e fauna mobile.

Predominano quantitativamente gli Idrozoi (soprattutto *Tubularia*) e Serpulidi (essenzialmente Spirobini). Notevole la presenza di *Clavelina lepadiformis*, assente su tutte le altre piastre. Tra gli organismi mobili: Sillidi e Isopodi.

Sulla piastra di plastica (PVC), come del resto su quella di vetro, si notano molte Alghe (*Ulva*, *Dictyota*, *Enteromorpha*) e moltissimi Idrozoi, mentre gli Spirobini sono meno abbondanti che sulla piastra di Eternit.

Interessante la diversa colonizzazione che è dato rilevare sulle tre piastre di acciaio verniciato: la più refrattaria alle incrostazioni risulta senz'altro quella trattata con la vernice V, ove si notano solo poche Alghe oltre il velo pelagico; mentre la piastra trattata con la vernice C appare rappresentare substrato di elezione per Alghe, Idrozoi e fauna associata (Anfipodi, Isopodi). Scarse anche le incrostazioni sulla terza piastra trattata con vernice H.

*Prelievo del 18-7-66. Periodo di immersione 128 gg. (Tav. II. foto 1-4)*

Predominano sull'Eternit Serpulidi (si contano sino a 74 Spirorhini per cmq) e Tunicati (Ciona, Botrilli e Didemnidi). Compagno i Balani, numerosi soprattutto sulla piastra di PVC (70) e su quella trattata con vernice C (68), ma nel complesso presenti in numero e dimensioni variabili su tutte le piastre.

Sempre netta la differenza tra le tre piastre verniciate: completamente colonizzata quella trattata con vernice C; ricoperta solo da patina, rare *Spirorbis* e 14 Balani la H; da Alghe, piccoli Balani e *Bugula neritina* la V.

*Prelievo del 15-9-66. Periodo di immersione 187 gg. (Tav. III. foto 1-6)*

Su tutte le piastre predominano Serpulidi, Balani, e Alghe (*Enteromorpha*, *Dictyota*, persino *Padinia paronia*), mentre gli Idrozoi appaiono in netta diminuzione. Sull'Eternit numerosi i Balani (120), i Briozoi (rappresentati da varie specie: *Bugula neritina*, *B. stolonifera*, *Boverbankia gracilis*, *Cryptosula pallasiana*, ecc.) e i Tunicati. La piastra è nel complesso molto colonizzata, con epibiosi di I e II grado.

Notevole la presenza della piastra di PVC di un *Sycon* e su quella di vetro di *Ciona intestinalis*.

Sulla piastra C numerosi i Balani (70) e i Briozoi. Sulla H i Balani sono 19, i Serpulidi numerosi e i Briozoi rappresentati da una sola specie (*Bugula neritina*).

Sulla V i Balani sono 61, i Serpulidi numerosissimi, i Briozoi rappresentati da 5 specie. Presenti i Tunicati coloniali.

*Prelievo del 15-11-66. Periodo di immersione 248 gg.*

In genere predominano i Serpulidi. La piastra di vetro appare maggiormente colonizzata soprattutto da Alghe (*Dictyota*), Balani, Briozoi e Tunicati. Anche l'Eternit è al solito abbondantemente popolato, soprattutto da Serpulidi. Notevole la presenza di un Porifero (*Sycon raphanus*) e di 10 *Ciona intestinalis*.

Delle tre piastre verniciate, come di consueto la più colonizzata è la C, mentre la V presenta rari Balani, Tunicati, numerose Alghe e Serpulidi.

È evidente l'influenza stagionale: le piastre, pur essendo quasi del tutto colonizzate, presentano popolamenti quantitativamente scarsi.

*Prelievo del 18-1-67. Periodo di immersione 312 gg.*

Ad eccezione della piastra H i Balani sono presenti su tutte le piastre. Sulla piastra di PVC i Molluschi sono rappresentati da una *Anomia ephippium*. *Sycon raphanus* è presente su tutte le piastre salvo quelle di eternit e PVC.

Delle tre piastre di materiale inerte appare più popolata quella di vetro, mentre delle tre piastre verniciate la più colonizzata è la C.

*Prelievo del 20-3-67. Periodo di immersione 373 gg. (Tav. IV. foto 1-6)*

Dopo un anno di immersione, confrontando i pesi delle incrostazioni presenti su ciascuna piastra, la più favorevole all'insediamento degli organismi marini risulta quella di Eternit (300 g), seguita dalla piastra verniciata C (236 g), da quella di PVC (230 g), dalla verniciata V (207 g), da quella di vetro (204 g) e infine dalla verniciata II (124 g).

Sulla piastra di vetro e di PVC sono rappresentati tutti gli organismi generalmente presenti, cioè Alghe (molto abbondanti), Poriferi, Idrozoi, Serpulidi, Balani, Briozoi, Molluschi, Tunicati; i Molluschi mancano sulle altre quattro piastre; sulla piastra verniciata C sono assenti oltre i Molluschi anche i Poriferi e la fauna mobile.

I principali gruppi di organismi riscontrati sulle piastre, nel corso della nostra ricerca, sono dunque: Alghe, Poriferi, Idrozoi, Serpulidi, Briozoi, Molluschi, Tunicati. (figg. 1 e 2).

#### *Alghe*

Specie determinate: *Achnantes sp.*, *Lichmophora sp.*, *Ulva rigida*, *Enteromorpha intestinalis*, *Ectocarpus sp.*, *Dictyota dichotoma*, *D. dichotoma* forma *implexa*, *Padina parsonia*.

Colonizzano tutte le piastre dopo due mesi di immersione e in particolar modo la piastra C; nei mesi successivi sono sempre presenti anche se risentono delle influenze stagionali. Specie maggiormente diffuse: *Enteromorpha intestinalis* e *Dictyota dichotoma*. Nella patina, caratteristica la presenza di Diatomee coloniali, soprattutto *Lichmophora sp.*; nei mesi invernali, abbondanti anche le Alghe brune e rosse indeterminate.

#### *Poriferi*

Dei Poriferi è stata determinata una sola specie: *Sycon raphanus*. Come già abbiamo osservato in precedenti ricerche, l'insediamento di questa specie sulle piastre avviene piuttosto tardivamente; infatti un individuo è stato notato per la prima volta sulla piastra di PVC dopo sei mesi di immersione. Nei mesi successivi la distribuzione appare piuttosto casuale, per cui sembra si possa desumere che non esista per *Sycon raphanus* un substrato di elezione e che il suo insediamento in quanto verificatosi su piastre molto colonizzate sia condizionato dalla presenza di altri organismi.

#### *Idrozoi*

Specie determinate: *Cordilophora neapolitana*, *Eudendrium sp.*, *Obelia geniculata*, *Sertularella ellisi* f. *mediterranea*, *Tubularia mesembryanthemum*. Dopo due mesi di immersione sono gli organismi maggiormente rappresentati, soprattutto

come numero di specie, su quasi tutte le piastre, (mancano sulla V, peraltro colonizzata solo da Alghe). Nei mesi estivi appaiono meno diffusi essendo presenti solo solo su tre piastre (prelievo del 15-9-66). Più abbondanti e frequenti sono stati rinvenuti sulle piastre di materiale inerte, quantunque il più alto numero di specie sia stato rinvenuto sulla piastra C. Specie maggiormente diffusa: *Tabularia mesembryanthemum*.

#### Policheti

Specie determinate: *Hydroides elegans*, *Salmacina incrustans*, *Serpula concharum*, *Spirorbis* sp., *Spirorbis pagenstecheri*.

Fina dal primo prelievo appaiono particolarmente abbondanti sulle piastre di materiale inerte e in special modo sull'Eternit. Sulla piastra V sono presenti dopo sei mesi, ma con colonizzazione piuttosto massiva. Gli Spirorbini sono le specie che compaiono più precocemente e che si trovano piuttosto abbondanti su tutte le piastre. Nell'ultimo prelievo la specie più diffusa è *Hydroides elegans* (fig. 1).

#### Balani

Unica specie presente: *Balanus amphitrite amphitrite*.

Assenti nel primo prelievo, i Balani nei mesi successivi si rinvengono abbondanti su tutte le piastre, ad eccezione della piastra H, su cui in gennaio sono assenti. Nell'ultimo prelievo sono stati trovati in gran numero sulla piastra C (111). Anche la piastra di PCV è apparsa spesso abbondantemente colonizzata da *B. amphitrite amphitrite*.

#### Briozoi

Specie determinate: *Bugula neritina*, *Bugula stolonifera*, *Scrupocellaria bertholleti*, *Crisia* sp., *Bowerbankia gracilis*, *Amathia* sp., *Zoobotryon verticillatum*, *Cryptosula pallasiana*, *Watersipora suboroidea*.

Compaiono precocemente e sono quasi sempre presenti su tutte le piastre, con minore frequenza sulle piastre H e V. Sono apparsi meno abbondanti nel prelievo di novembre.

*Bugula neritina*, *B. stolonifera* e *Cryptosula pallasiana* sono le specie più frequenti. Substrati più favorevoli all'insediamento dei Briozoi sono risultati l'Eternit, il vetro e la piastra C. (fig. 2).

#### Molluschi

Specie determinate: *Diodora* sp., *Mytilus galloprovincialis*, *Anomia* sp., *Cardium* sp. Il primo Mollusco — una *Anomia* sp. — è stato notato su una piastra di PVC tenuta in immersione per 10 mesi. Nell'ultimo prelievo numerosi piccoli Mitili erano presenti sulla piastra di PVC; sulla piastra di vetro singolare la presenza di un piccolo *Cardium*.

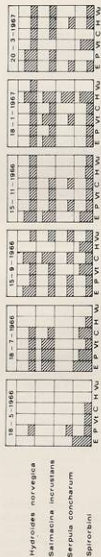


Fig. 1. - Distribuzione dei Policheti tubicolanti sui diversi substrati (E = Eternit, P = plastica, Vt = vetro, C = Cordosen, H = Hempel's, V = Vulkashield).

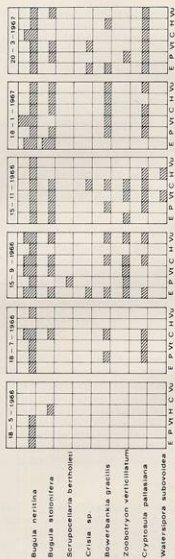


Fig. 2. - Distribuzione dei Briozoi sui diversi substrati (E = Eternit, P = plastica, Vt = vetro, C = Cordosen, H = Hempel's, V = Vulkashield).



#### Tunicati

Specie determinate: *Clavelina lepadiformis*, *Ciona intestinalis*, *Ascidia sp.*, *Botryllus schlosseri*.

Una piccola *Clavelina* era presente in maggio sulla piastra di Eternit. Nel prelievo del 18-7-66 sono state notate numerose *Ciona* sulle piastre di Eternit e PVC, insieme a Botrilli e Didemni.

Dopo sei mesi di immersione erano presenti su tutte le piastre tranne la H.

#### Fauna mobile

Specie determinate: *Eulalia sp.*, *Pterocirrus macroceros*, *Parapionosyllis elegans*, *Tanais carolinii*, *Idothea sp.*, *Cymodoce truncata*, *Dynamene bidentata*, *Dynamene edwardsii*, *Elasmopus poecilimanus*, *Eurysteus sp.*, *Amothea echinata*, *Anoplo-dactylus sp.*, *Clotenia orbicularis*.

Fin dal primo prelievo sulle piastre sono stati rinvenuti degli organismi liberi come Copepodi, Policheti erranti, Isopodi, Anisopodi, Anfipodi, Pantopodi, Gasteropodi, la cui presenza era essenzialmente determinata dall'insediamento delle Alghe. Nel corso dell'anno i popolamenti di tali organismi presentavano variazioni qualitative e quantitative notevoli, che sembrano però da imputarsi maggiormente a fattori stagionali che non all'influenza del substrato.

#### DISCUSSIONE DEI RISULTATI E CONCLUSIONI

Prima di discutere i risultati dell'attuale lavoro, è opportuno precisare che esso è inquadrato in un ciclo di osservazioni compiute nello stesso periodo sugli organismi incrostanti piastre di acciaio trattate con vernici anticorrosive e antivegetative, tenute in immersione per periodi di tempo variabili (Taramelli e Chimenz, 1968).

L'uso di piastre di materiale diverso ebbe pertanto lo scopo di consentire un confronto con le incrostazioni su piastre immerse nei vari mesi dell'anno, in modo da indagare come la successione ecologica e la composizione dei popolamenti delle biocenosi incrostanti potessero essere influenzati dai fattori stagionali, dalla data di immersione e dalla natura del substrato.

Abbiamo potuto così osservare, ad esempio, come i Serpulidi (eccezzuati gli Spirorbini) si insediano dopo cinque mesi almeno, sulle piastre trattate, mentre su quelle di Eternit erano abbondanti già dopo trenta giorni di immersione (Taramelli e Chimenz l. c. pag. 14, tav. II, 8).

In effetti, dei sei substrati esaminati l'Eternit è apparso il più favorevole, come del resto è già noto da ricerche di altri AA. quali Pomerat e Weiss (l. c.) Relini (1969) ed altri. Sembra che la rugosità renda questo materiale idoneo all'insediamento soprattutto dei Serpulidi — essenzialmente Spirorbini — che raggiungono, sulle piastre in esame, la densità di 74 individui per cmq., e dei Balani (120 individui: prelievo del 15-9-66, tav. III, fig. 3). Anche tutti gli altri organismi sessili raggiun-

gono sull'Eternit valori elevati di frequenza e densità: e deve essere menzionato anche il fatto che appunto sull'Eternit si ha il maggior peso di incrostazioni (300 g) registrato su piastra tenuta in immersione per 1 anno.

Anche il PVC si è dimostrato ottimo substrato per Balani, Serpulidi e Idrozoi, un po' meno per i Tunicati. Kuliawa (1968) sul medesimo materiale ha notato come organismi dominanti: *Balanus improvisus*, *Mytilus edulis*, *Membranipora crustulenta*.

Alghe e Serpulidi spesso erano dominanti sul vetro (fig. 3); a proposito di questo substrato è da segnalare come ricerche di Zavodnik e Igie (1968) mettano in evidenza la dominanza su piastre di vetro di Alghe, Serpulidi, Balani.

Interessante il comportamento degli organismi incrostanti nei riguardi della piastra C. Tale vernice, essenzialmente anticorrosiva, ha mostrato uno scarso valore antivegetativo. Fin dai primi prelievi le piastre C erano densamente popolate da Alghe (Tav. I. foto 4); nel prelievo di gennaio *Sycon raphanus*, assente su eternit e PVC, era presente con 3 individui; inoltre nel primo prelievo *Bugula stolonifera* è presente solamente su tale piastra. Probabilmente l'attrazione viene determinata dal colore verde tipico delle piastre così trattate. Anche Visscher (1927) e Orton (1929) avevano del resto notato l'influenza del colore del substrato sull'insediamento degli organismi, e in particolare una predilezione da parte di alcune specie per le vernici scure, correlata al fototropismo negativo della maggior parte delle larve al momento della fissazione. È ovvio che dopo un certo periodo di immersione il colore non esercita più alcuna azione selettiva, perché la superficie della piastra è ricoperta dagli organismi del « fouling ».

Delle due altre piastre trattate, la H è quella su cui è stato registrato il peso minore di incrostazioni, dopo un anno di immersione; mentre la V è quella sulla quale gli insediamenti si verificano più tardivamente; in modo particolare rari e poco abbondanti sulla piastra V sono apparsi gli Idrozoi. (fig. 4).

Per quanto si riferisce alla successione ecologica, pur tenendo conto che le piastre furono immerse tutte alla stessa data (12-3-66), si può concludere che essa si verifica secondo il seguente schema: Alghe → Idrozoi → Serpulidi → Briozoi → Tunicati e Balani, ai quali seguono i Poriferi dopo sei mesi su Eternit e dopo 10 sulle altre. Sulla piastra V la successione è diversa, comprendendo gli Idrozoi e i Serpulidi dopo i Balani e i Briozoi. Questo fenomeno è dovuto probabilmente all'interazione di fattori diversi, come la diminuzione graduale nel tempo della tossicità della vernice e l'influenza stagionale. È noto infatti che gli Idrozoi sono meno abbondanti nei mesi estivi, in cui predominano Serpulidi e Balani. Abbiamo infatti osservato nei nostri precedenti lavori, ciò che è stato anche confermato da Relini e Giordano, (1969) che *Balanus amphitrite amphitrite* si insedia nel periodo marzo-novembre con un massimo in giugno.

Ciò spiegherebbe anche come la successione dianzi scritta si discosterebbe da quella da noi segnalata nel lavoro del 1968 dove i Balani comparivano prima dei Briozoi e Tunicati; i Balani si ritrovano dopo 60 gg. solo su piastre tenute in immersione nei mesi estivi, mentre sulle piastre immerse in marzo occorrono, come è stato da noi già notato, più di 60 gg. prima che si insedino.

Appare pertanto evidente che le conclusioni che si possono trarre dalla presente ricerca hanno necessariamente carattere preliminare. Vari fattori interagi-

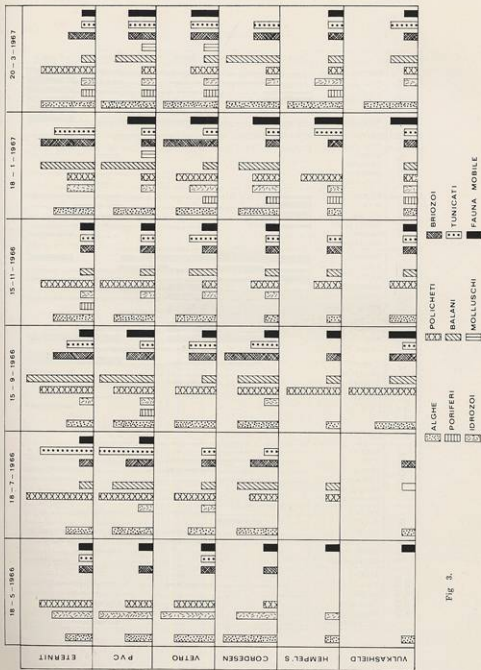


Fig. 3.

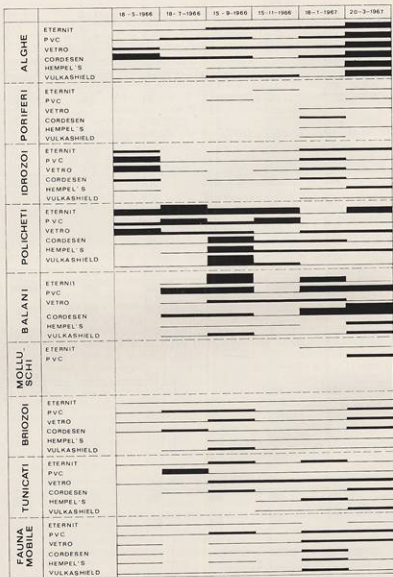


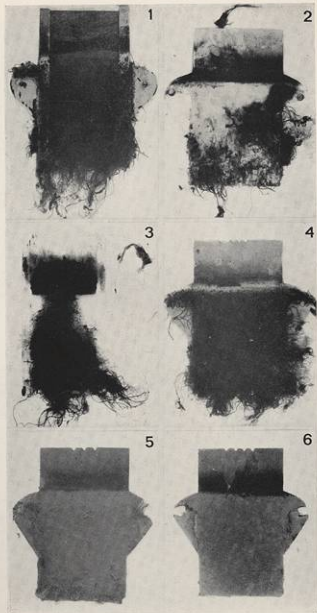
Fig. 4.

sono nell'insediarsi dei popolamenti sui diversi substrati per cui uno studio più approfondito implicherebbe una più precisa conoscenza della natura chimica e struttura fisica dei substrati stessi, della biologia degli organismi incrostanti e soprattutto dei vari fenomeni di interazione tra organismi e substrato e tra organismi e ambiente esterno.

I problemi che sono emersi dalla ricerca sono quanto mai molteplici e interessanti ed è forse questo uno dei principali risultati dell'attuale lavoro svolto nell'ambito delle ricerche sul fouling che da dieci anni si vengono svolgendo presso questo Istituto.

## BIBLIOGRAFIA

- BALASUBRAMANTAN, R. e altri, 1968 - Protection against borers, foulers and corrosion through the use of aluminium alloy sheathing in a marine environment. 2nd. Int. Congr. on Mar. Corrosion and Fouling, Athens, pp. 601-607.
- BOUDIN, P., 1962 - Le cuivre en ecologie marine. Publ. St. Zool. Napoli, XXXII suppl., pp. 497-514.
- CLARKE, L. G., 1947 - Poisoning and recovery in barnacles and mussels. Biol. Bull. XCH, pp. 73-91.
- COE, W. R. e ALLEN, W. E., 1937 - Growth of sedentary marine organisms on experimental blocks and plates for nine successive years at the pier of the Scripps Institution of Oceanography. Bull. Scripps Inst. Ocean. (Tech. Serv.) 4 (4), pp. 101-136.
- CRISP, P. J., 1960 - Influence of filming and of surface texture on the settlement of marine organisms. Nature, 185, 4796, p. 119.
- DIECKS, A. S. e altri, 1969 - Tributyl tin methacrylate copolymers in antifouling paints. 2nd Int. Congr. on Mar. Corrosion and Fouling, Athens, pp. 549-555.
- HADERLE, E.C., 1968 - Fouling organisms in the harbor at Monterey, Calif. 2nd Int. Congr. on Mar. Corrosion and fouling, Athens, pp. 581-594.
- KUJAWA, S., 1968 - The phenomenology of fouling organisms in the Southern Baltic. 2nd Int. Congr. on Mar. Corrosion and Fouling, Athens, pp. 391-397.
- KUWABARA, R., 1968 - Chlorine tolerance of *Mytilus edulis* L. 2nd Int. Congr. on Mar. Corrosion and Fouling, Athens, pp. 413-423.
- MILLER, M. A., 1946 - Toxic effects of copper on attachment and growth of *Dipula serrata*. Biol. Bull., XC, pp. 122-140.
- ORTON, J. K., 1929 - Experiments in the sea on the growth inhibitive and preservative value of poisonous paints and other substances. J. mar. Biol. Ass. U. K., 16, pp. 373-452.
- PARKER, G. H., 1924 - The growth of marine animals on submerged metals. Biol. Bull. XLVII, pp. 127-142.
- PÉRÈS, J. M., 1961 - Oceanographie biologique et biologie marine. I. Press. Univ. Paris.
- POMERAT, C. M. e WEISS, C. M., 1946 - The influence of texture and composition of surface in the attachment of sedentary marine organisms. Biol. Bull. XCI, pp. 57-65.
- PREYTERCH, H. F., 1931 - The role of copper in the setting and metamorphosis of the Oyster. Science, 73, pp. 429-431.
- RASCIO, V. e CAPRARI, J., 1968 - Contribution à l'étude du comportement des peintures antisalissures. 2nd Int. Congr. on Mar. Corrosion and Fouling, Athens, pp. 515-523.
- RASCIO e CAPRARI, J., 1969 - Contribution à l'étude du comportement des peintures antisalissures. Peint., pigm., vern., 45, 2, pp. 102-114.
- RELINI, G., 1968 - Fouling e natura del substrato: alcune osservazioni sperimentali del Porto di Genova. Atti XXXVII conv. U.Z.I. Boll. Zool. 37, p. 349.
- RELINI, G. e GIORDANO, E., 1969 - Distribuzione verticale ed insediamento delle quattro specie di Balani presenti nel Porto di Genova. Natura, 60, pp. 251-281.
- ROMANOVSKI, V., 1968 - Propriétés antisalissures de quelques alliages de cuivre. 2nd Int. Congr. on Mar. Corrosion and fouling, Athens, pp. 373-379.
- TARAMELLI, E., CHIMENZ, C., 1965 - Studi sperimentali e sistematici sul fouling nel Porto di Civitavecchia. Rend. Acc. Naz. XL, XVI-XVII, ser. IV, pp. 151-187.
- TARAMELLI, E., CHIMENZ, C., 1966 - Nuove ricerche sul fouling nel Porto di Civitavecchia. Atti del XXXV Conv. U.Z.I. Boll. Zool. 33, p. 200-201.
- TARAMELLI RIVOSECCI, E., CHIMENZ GUSCO, C., 1968 - Nuove ricerche sul fouling del Porto di Civitavecchia. I.: Successione ecologica e progressione stagionale di organismi inestranzi piastre metalliche verniciate immerse. Rend. Acc. Naz. XL, XVIII, ser. IV, pp. 1-19.
- VESCHER, J. P., 1927 - Nature and extent of fouling of ship's bottoms. Bull. U.S. Bur. Fish., 43, 2, pp. 193-252.
- WISLEY, B., 1964 - Effects of antifouling paints on attaching larvae of two Spirorhcal tubeworms (Serpulidae: Polychaeta) Austr. J. Mar. Freshw. Res., 15, 2, pp. 172-179.
- ZAVODNIK, D. e IGIC, L., 1968 - Fouling organisms in the Northern Adriatic. 2nd Int. Congr. on Mar. Corrosion and Fouling, Athens, pp. 545-548.



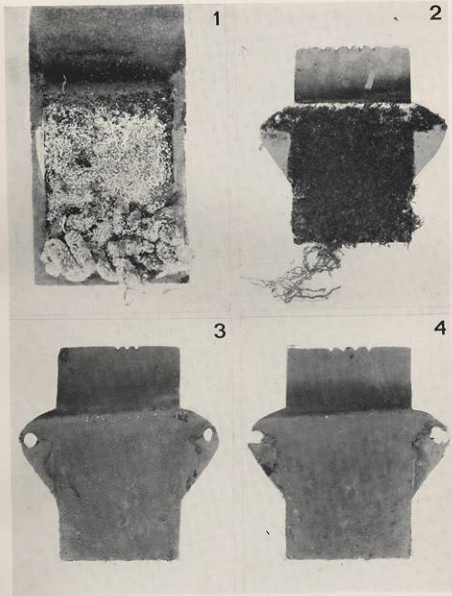
Prelievo del 18-5-1966

- 1: piastra di Eternit  
 2: " " P.V.C.  
 3: " " Vetro  
 4: " " acciaio verniciato con Cordesin  
 5: " " " " Hempel's  
 6: " " " " Valkashield

Prelievo del 18-7-1966

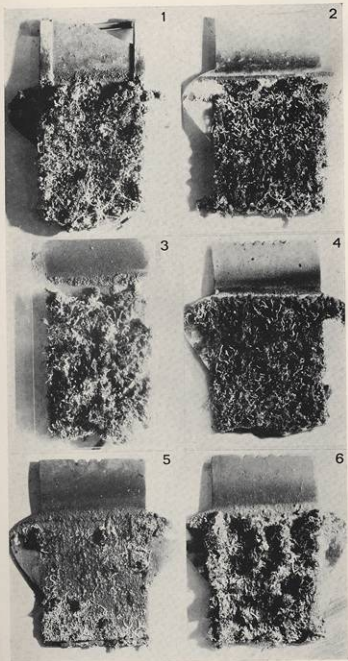
- 1: Eternit
- 2: P.V.C.
- 3: Hempel's
- 4: Vulkashield





Prelievo del 15-9-1966

- 1: Eternit
- 2: P.V.C.
- 3: Vetro
- 4: Cordesea
- 5: Hempel's
- 6: Vulkashield



Prelievo del 20-3-1967

- 1: Eternit
- 2: P.V.C.
- 3: Vetro
- 4: Cordless
- 5: Hempel's
- 6: Vulkanshield

