

ISSN 0302-5756

LEMIT

ANALES



Provincia de
Buenos Aires

Ministerio de
Obras Públicas

LEMIT

3-1977

ISSN 0302-5756



ANALES



Provincia de
Buenos Aires

Ministerio de
Obras Públicas

LEMIT

3 · 1977

AUTORIDADES DEL MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS

Ministro, Ing. Pablo R. Gorostiaga
Subsecretario de Obras Públicas, Agr. Anacleto C. Maluéndez
Subsecretario de Urbanismo, Arq. Alberto E. Mendonça Paz
Subsecretario de Coordinación e Inversiones, Ing. Carlos J. Gioia

L E M I T

Director, Ing. Luis A. Bonet
Jefe del Departamento Tecnología de Pinturas y Corrosión
Dr. Vicente J. D. Rascio
Jefe del Departamento Tecnología del Cuero
Dr. en Química Alberto Sofía
Jefe del Departamento Tecnología Aplicada y Plantas Experimentales
Dr. en Química Luis A. Borlando
Jefe del Departamento Análisis Químico y Ensayos Fisicoquímicos
Dr. en Química Claudio Miniussi
Jefe del Departamento Ingeniería Mecánica, Eléctrica y Seguridad
Ing. Mecánico y Electricista Héctor P. Alcalde
Jefe del Departamento Ingeniería Civil y Tecnología de la Construcción
Ing. Civil Luis M. Fossa
Jefe del Departamento Servicios Generales
Ing. Mecánico y Electricista Horacio Rodríguez Presa

Dirección de los Anales: Dr. Vicente J. D. Rascio

Diagramación: Sra. Elba D. Ardenghi de Lacabe

Fotografía: Quím. Sr. Francisco Da Cruz

Impresión: Dirección de Impresiones del

Estado y Boletín Oficial

L. E. M. I. T.

52, entre 121 y 122

LA PLATA - ARGENTINA

I N D I C E

- pág. 1 PINTURAS ANTICORROSIVAS PARA LA PROTECCION DE CARENAS DE BARCOS. VII. OPTIMIZACION DE FORMULACIONES
- Dr. Vicente J. D. Rascio
Ing. Quím. Juan J. Caprari
Lic. Beatriz del Amo
Tco. Quím. Roberto D. Ingeniero
- pág. 53 COMPATIBILIDAD DE PINTURAS DE PROTECCION TEMPORARIA ("SHOP-PRIMERS") CON ESQUEMAS ANTICORROSIVOS PARA CARENA
- Dr. Vicente J. D. Rascio
Ing. Quím. Juan J. Caprari
- pág. 77 COMPATIBILIDAD DE REVESTIMIENTOS DE PINTURA CON PROTECCION CATODICA POR CORRIENTE IMPRESA. TENTATIVA DE UN METODO DE LABORATORIO
- Dr. Epifanio Rozados
Dr. Vicente Vetere
Lic. Olga S. Eugeni
- pág. 93 CONTRIBUCION AL ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LAS PINTURAS ANTIINCRUSTANTES. XI. NUEVAS CONSIDERACIONES SOBRE VARIABLES DE COMPOSICION EN FORMULACIONES DE TIPO OLEORESINOSO
- Dr. Vicente J. D. Rascio
Ing. Quím. Juan J. Caprari
- pág. 119 ASPECTOS ECOLOGICOS DE LAS COMUNIDADES INCRUSTANTES ("FOULING") DEL PUERTO DE MAR DEL PLATA, PERIODO 1973/74
- Dr. Ricardo Bastida
Lic. Matilde E. Trivi de Mandri
Lic. Victoria Lichtschein de Bastida
Lic. Mirta E. Stupak

pág. 203 NUEVAS CITAS PARA LA ICTIOFAUNA ARGENTINA Y CO-
MENTARIOS SOBRE ESPECIES POCO CONOCIDAS

Prof. María B. Cousseau

Dr. Ricardo Bastida

pág. 231 ESTUDIO DE MATERIALES TERMOPLASTICOS PARA DEMAR-
CACION DE PAVIMENTOS

Dr. Walter Bruzzoni

Ing. Quím. Alberto C. Aznar

APENDICE

Resúmenes de los trabajos (Abstracts of papers in
this issue)

PINTURAS ANTICORROSIVAS PARA LA
PROTECCION DE CARENAS DE BARCOS

VII. OPTIMIZACION DE FORMULACIONES *

Dr. Vicente J. D. Rascio **

Ing. Quím. Juan J. Caprari ***

Lic. Beatriz del Amo

Tco. Quím. Roberto D. Ingeniero

- * Trabajo realizado con subsidios del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC), y del Servicio Naval de Investigación y Desarrollo (SENID).
- ** Director del CIDEPINT (Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de Pinturas); Miembro de la Carrera del Investigador Científico del CONICET, del Comité International Permanent pour la Recherche sur la Préservation des Matériaux en Milieu Marin (COIPM) y del Comité Argentino de Ingeniería de los Recursos Oceánicos (CAIRO).
- *** Jefe de División del LEMIT y Responsable del Area Propiedades Protectoras de Películas de Pintura del CIDEPINT; Miembro de la Carrera del Investigador Científico del CONICET.

INTRODUCCION

En etapas anteriores de esta serie de investigaciones sobre propiedades de pinturas anticorrosivas para carenas de embarcaciones, se han estudiado numerosas formulaciones de composición muy diversa.

Simultáneamente se ha vinculado el aspecto relativo a la protección que proporcionan las pinturas de fondo, con las características del metal de base, con la influencia que tiene una adecuada limpieza de dicha superficie, y con la pasivación que se logra mediante el empleo de pretratamientos.

En efecto, la influencia del arenado y del granallado ha sido demostrada por los autores (1, 2) y por otros investigadores, así como también el hecho de que la película protectora, de bajo espesor y de elevada adhesividad, que se forma como consecuencia de la reacción química de los "metal primers" o "metal conditioners" con el acero, da lugar a la formación de fosfatos y cromatos complejos con el hierro, que resultan decisivos, por su poder pasivante, sobre el comportamiento de los esquemas protectores.

Con respecto a las pinturas anticorrosivas para carena propiamente dichas, se ha comprobado que la adecuada selección de los componentes, y principalmente de los pigmentos y de los vehículos, permite la obtención de productos de elevada resistencia a electrolitos levemente alcalinos, como es el caso del agua de mar. Las películas obtenidas poseen además buen poder inhibidor, lo que es importante en relación con su acción anticorrosiva, y una dureza satisfactoria, condición esta última muy necesaria en revestimientos para cascos, que deben tener una razonable resistencia mecánica a fin de reducir el deterioro por choque, raspado, impactos de diversa naturaleza, fijación de fouling, etc.

Todo lo expuesto precedentemente se completa con la adecuada selección de los esquemas de pintado, los que deben tener un cierto espesor mínimo para asegurar el efecto de barrera, y que deberán incluir, si ello es posible, capas de pinturas intermedias que contribuyan a aumentar dicho efecto.

El objetivo fundamental de este trabajo es el de realizar el ajuste de todas las composiciones exitosas ensayadas hasta el presente, previo a la iniciación de las experiencias sobre carenas de embarcaciones, que están programadas dentro de los objetivos de un convenio firmado con el Servicio Naval de Investigación y Desarrollo (SENID).

Son conocidas las diferencias existentes entre los resultados que pueden obtenerse en un ensayo estático, como es el que se realiza en una balsa experimental y sobre paneles preparados y pintados en condiciones ideales y por operadores expertos, con los que se logran, con las mismas pinturas, sobre la carena de una embarcación.

El armador tiende a seleccionar aquellas pinturas de mejores propiedades y que le aseguren protección durante lapsos prolongados, pero las mismas no siempre son aplicadas en superficies preparadas adecuadamente, o en las condiciones de temperatura y humedad ambiente aconsejadas por los fabricantes. Algunas pinturas son más sensibles que otras, desde este punto de vista, por lo cual en este trabajo se han incluido formulaciones con vehículos muy variados.

Las pinturas vinílicas son las que presentan mayores exigencias en cuanto a preparación de superficie y aplicación. Las pinturas con vehículos oleorresinosos, con y sin modificación con caucho clorado, y las pinturas a base de caucho clorado de alto espesor, no requieren las exigencias mencionadas para las anteriores, aun cuando también es conveniente tomar precauciones mínimas si se quiere lograr una buena durabilidad en servicio.

No es necesario insistir en el hecho de que estas pinturas anticorrosivas deberán ser complementadas, además, con pinturas antiincrustantes efectivas, que mantengan la superficie de la carena sin fijación de "fouling" por períodos no menores de 12 o 24 meses, según los requerimientos de los diferentes armadores y de las características operativas de las embarcaciones.

Finalmente, el otro aspecto considerado es el relativo al espesor del esquema de pintado, que, para el caso de la protección de carenas no deberá ser inferior a 250 micrones.

VARIABLES ESTUDIADAS

Las variables a examinar han sido establecidas tomando en cuenta los resultados obtenidos anteriormente en las balsas experimentales que el Centro posee en Mar del Plata y en Puerto Belgrano (3, 4, 5).

Pigmentos anticorrosivos

Se utilizaron cinco pigmentos anticorrosivos. Tres de ellos son de carácter básico: minio (orto-plumbato plúmbico), sílicocromato básico de plomo, y una mezcla de sulfato básico de plomo con aluminio no "leafing". Los otros dos son de tipo soluble: tetroxicromato de cinc y amarillo de cinc. Ambos tipos actúan como inhibidores de la corrosión por mecanismos diferentes (6).

Vehículos

Se emplearon formulaciones con diferente resistencia al agua de mar, desde las menos resistentes, constituidas por barniz de resina fenólica pura y aceite de tung y por mezclas de dicho barniz con caucho clorado de 20 cP (relaciones 5/1, 2/1 y 1/1 en peso), hasta la más resistentes, preparadas con caucho clorado plastificado con parafina clorada (Cereclor 42 %), caucho clorado plastificado con difenilo clorado (Clofen) y, finalmente, un vehículo vinílico (resina VAGH plastificada con fosfato de tricresilo).

Inertes, aditivos y disolventes

Estos componentes no fueron considerados dentro de las variables a estudiar, por la limitada disponibilidad de lugares en la balsa experimental. Se seleccionaron los materiales más aptos para los fines perseguidos, teniendo en cuenta las conclusiones de trabajos anteriores.

Como extendedores inertes se emplearon barita y óxido férrico (ferrite rojo), principalmente, y como mateante, estearato de aluminio. El aceite de ricino tratado ("castor

oil") fue utilizado como agente tixotrópico, en forma de gel (orgánico) en las dos series de pinturas de alto espesor. Como humectantes y estabilizantes se emplearon respectivamente el aceite de pino y el aceite de soja epoxidado.

Se utilizaron como disolventes hidrocarburos alifáticos, aromáticos y cetonas, y las mezclas solventes se seleccionaron de acuerdo a las resinas constituyentes de los vehículos.

PREPARACION DE LAS MUESTRAS

Se emplearon molinos de laboratorio, de bolas de porcelana, para las pinturas de viscosidad normal, y un molino de arena de alta velocidad para las series tixotrópicas, caracterizadas por su alta viscosidad.

En total se prepararon siete series de pinturas anticorrosivas, con los siguientes vehículos:

- Serie 1: vehículo barniz de resina fenólica pura y aceite de tung (tabla I);
- Serie 2: vehículo barniz de resina fenólica pura y aceite de tung, adicionado de caucho clorado (relación en peso 3/1) (tabla I);
- Serie 3: vehículo barniz de resina fenólica pura y aceite de tung, adicionado de caucho clorado (relación en peso 2/1) (tabla II);
- Serie 4: vehículo barniz de resina fenólica pura y aceite de tung, con caucho clorado (relación en peso 1/1) (tabla II);
- Serie 5: vehículo caucho clorado, con agente gelante de tipo orgánico ("castor oil") y plastificado con parafina clorada;
- Serie 6: vehículo caucho clorado, con el mismo agente gelante citado precedentemente, y plastificado con difenilo clorado;
- Serie 7: vehículo resina a base de cloruro y acetato de polivinilo (VAGH, Union Carbide), plastificada con fosfato de tricresilo.

En todos los casos el caucho clorado utilizado fue Allopreno de 20 cP. Las pinturas tixotrópicas de las series 5 y 6 fueron formuladas para aplicación a pincel.

Cada serie comprende cinco pinturas. En todos los casos las series se distinguen con el número mencionado más arriba, que se indica en primer término, y los cinco pigmentos de cada serie corresponden 1 a minio, 2 a sílicocromato básico de plomo, 3 a la mezcla de sulfato de plomo-aluminio, 4 al tetroxicromato de cinc y 5 al amarillo de cinc. El número de identificación del pigmento se cita en segundo término. De esta manera, una pintura denominada 5.2 corresponde a sílicocromato básico de plomo dispersado en caucho clorado 20 cP, es decir una de las series consideradas de "caucho alto espesor".

En los casos en que se utilizó el molino de bolas de porcelana (series 1, 2, 3, 4 y 7) se fijó un tiempo de molienda de 24 horas; para las series 5 y 6, tixotrópicas elaboradas en molino de arena, se procedió a dispersar agitando durante 15 minutos, y luego se realizó la molienda propiamente dicha (cambiando el agitador del rotor por las placas dispersoras e incorporando bolillas de acero) hasta alcanzar, como mínimo, valores 4-5 en la cuña IRAM.

Para lograr resultados comparativos, todas las muestras se prepararon con concentraciones de pigmento en volumen (CPV) similares; ello significa que las formulaciones poseen diferentes relaciones pigmento/vehículo en peso, como consecuencia de emplear pigmentos con peso específico muy variable.

Con el objeto de completar los esquemas de pintado, se prepararon también dos pinturas intermediarias, una de ellas pigmentada con ferrite rojo y la otra con aluminio de alto "leafing". Como el vehículo utilizado debe ser compatible con el de las formulaciones de fondo, en una de las muestras (la destinada a recubrir los fondos a base de barniz fenólico y de barniz fenólico-caucho) se empleó el vehículo de la serie 4 (barniz/caucho 1/1). Para las series 5 y 6 se utilizó exclusivamente caucho clorado-parafina clorada, con agente tixotrópico, y para la serie 7 el vehículo vinílico. Las composiciones respectivas se presentan en la tabla V.

En los ensayos en balsa se ha comparado el comportamiento de esquemas con estas pinturas y el de aquéllos en que se em-

plea sólo la pintura de fondo.

En línea de flotación, se emplearon tres formulaciones, de color negro, pigmentadas con negro de humo (tabla V). Con respecto a la selección de los vehiculos para estas pinturas se utilizó el mismo criterio mencionado precedentemente.

ENSAYOS REALIZADOS

Ensayos en balsa

Para la realización de los mismos se utilizó la balsa experimental de Puerto Belgrano, de la cual 35 bastidores se destinaron al ensayo de las pinturas, y el restante se utilizó como testigo para la recolección del fouling.

A fin de examinar el mayor número de variables en una sola experiencia, y teniendo en cuenta las limitaciones de espacio de la balsa citada (36 bastidores, con 36 paneles de línea de flotación y 108 paneles de carena) se procedió de la siguiente forma:

a) En la línea de flotación se trabajó sobre panel arenado y con tratamiento de "wash-primer" vinílico, y se aplicaron dos manos de pintura anticorrosiva y dos manos de pintura para línea de flotación; los espesores resultaron mayores en las series 5 y 6 (pinturas tixotrópicas), decreciendo en las series con barniz fenólico y caucho clorado (series 1 a 4). Los menores espesores corresponden a la serie vinílica (serie 7).

b) En el primer panel de carena, también arenado, el esquema de pintado se aplicó sobre "wash-primer" en el frente y directamente sobre el acero en el dorso. Se aplicaron cuatro manos de pintura, de las cuales dos corresponden al fondo anticorrosivo y dos a la formulación antiincrustante. En este panel se examinó la influencia del pretratamiento.

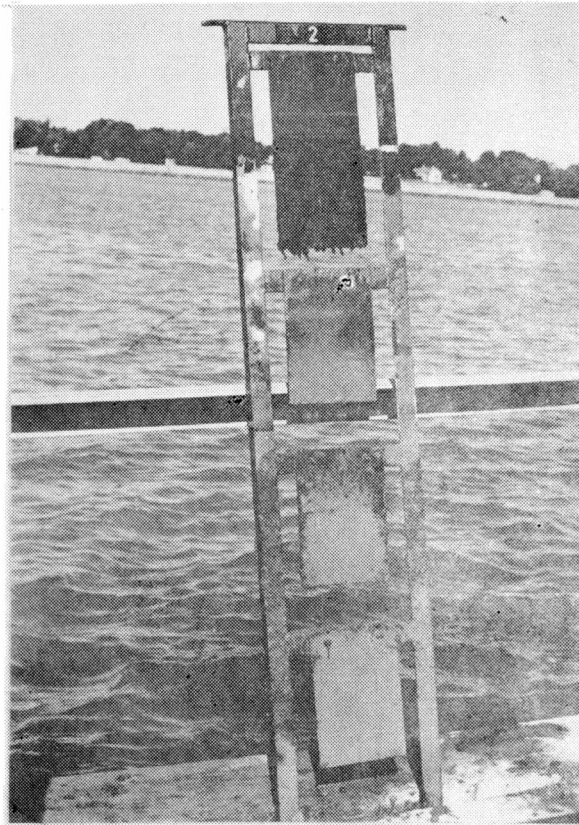


Fig. 1.- Vista de un bastidor, con cuatro niveles:
uno para línea de flotación y tres para carena

Primer nivel. Panel arenado; wash-primer vinílico; pintura anticorrosiva (2 manos); pintura línea de flotación (1 mano); total, 3 manos (frente y dorso, esquemas similares).

Segundo nivel. Frente: arenado; wash-primer vinílico; pintura anticorrosiva (2 manos); pintura antiincrustante (2 manos); total, 4 manos. Dorso: similar al frente, sin wash-primer vinílico.

Tercer nivel. Frente: arenado; wash-primer vinílico; pintura anticorrosiva (2 manos); pintura intermedia aluminio (1 mano); pintura antiincrustante (2 manos); total, 5 manos. Dorso: similar al frente, sin wash-primer vinílico.

Cuarto nivel. Frente: arenado; wash-primer vinílico; pintura anticorrosiva (2 manos); pintura intermedia a base de óxido férrico (1 mano); pintura antiincrustante (2 manos); total, 5 manos. Dorso: similar al frente, sin wash-primer vinílico.

c) En el segundo y tercer panel de carena (figura 1) también se procedió de la misma manera en cuanto a determinar la influencia del pretratamiento; en ambos casos el esquema aplicado es de cinco manos (dos de pintura anticorrosiva, una de pintura intermedia y dos de pintura antiincrustante). En el segundo panel se utilizó la pintura intermedia a base de aluminio, y en el tercero la pigmentada con óxido férrico.

El pintado de las muestras se realizó a pincel, con 24 horas de secado entre manos. Luego de aplicada la última mano, en línea de flotación y en carena, se dejó secar 48 horas antes de colocar los paneles en la balsa experimental.

Las observaciones se efectuaron a los 6, 12, 18 y 22 meses de inmersión. La experiencia se inició en setiembre de 1974 y finalizó en junio de 1976.

En la zona de Puerto Belgrano, por ser un área con clima templado, la mayor fijación de "fouling" se registró entre diciembre de 1974 y abril de 1975, y entre diciembre de 1975 y abril de 1976. La fijación de organismos incrustantes en dicha zona había sido previamente estudiada por Bastida y colaboradores (7, 8, 9), y esto se complementó con las observaciones realizadas sobre los paneles inertes expuestos simultáneamente en la balsa experimental (fig. 2 y 3).

Los resultados finales de este ensayo se consignan en la tabla VII. Las pinturas antiincrustantes permanecieron sin fijación de "fouling" durante los 22 meses de inmersión.

Ensayos de laboratorio

Se efectuó una serie de ensayos de laboratorio, de acuerdo a las especificaciones vigentes (10, 11, 12) a fin de establecer el comportamiento de estas pinturas. El propósito perseguido es aprovechar la información proporcionada por los mismos a los efectos de mejorar la normalización en la materia.

Se realizaron ensayos de molienda (IRAM 1153), tiempo de secado (IRAM 1109, método B-IV), adhesividad (IRAM 1109, método B-VI), flexibilidad según diferentes técnicas, con doblado sobre mandriles de 3 y 6 mm (IRAM 1109, método B-V), y sobre mandril cónico, con y sin horneado (ASTM D-522-41), embutido Erichsen (DIN 53156) y, finalmente, resistencia al agua destilada (IRAM 1109, método B-VII).

Los resultados obtenidos para las pinturas anticorrosivas se presentan en la tabla VI.

Ensayos acelerados de corrosión y envejecimiento

Como complemento de las experiencias detalladas precedentemente, se realizaron también ensayos acelerados a fin de determinar la resistencia de los esquemas de pintado en diferentes condiciones experimentales.

La evaluación de la resistencia de los esquemas de línea de flotación se realizó mediante exposición en el Weather-Ometer Sunshine-Arc durante períodos de 350 y 700 horas (equivalentes, respectivamente, a 12 y 24 meses al exterior) de acuerdo con el método de la norma IRAM 1109. En los resultados de las observaciones (tabla VIII) se incluye no sólo la oxidación que se observa en el frente de los paneles sino también la que aparece en el dorso de los mismos. En este último caso, por mantenerse el panel húmedo durante lapsos mayores, en general se registra mayor ataque del metal.

Para establecer la resistencia a la oxidación de las chapas protegidas, tanto en esquemas con pintura de línea de flotación (es decir completos) como con otros donde se ensayó sólo el fondo anticorrosivo, se recurrió a la cámara de niebla salina, y se trabajó con el método IRAM 121, durante 20 días. Se emplearon probetas con y sin "wash-primer" (tabla X).

La pulverización se realizó durante 6 horas diarias, con solución de cloruro de sodio 5% a 35°C, manteniendo las probetas 18 horas en ambiente saturado, a temperatura de laboratorio. Se ha trabajado con probetas con y sin corte.

La resistencia a la intemperie en clima marino para los esquemas terminados con pintura de línea de flotación, se determinó exponiendo placas pintadas con esquemas similares, durante 2 años en Mar del Plata, en la proximidad de la costa (tabla IX).

Por sus condiciones de agresividad, la zona elegida es aconsejable para lograr resultados e información en lapsos relativamente breves. Por dicho motivo se descartó en esta oportunidad la posibilidad de ubicar paneles en otras condiciones climáticas.

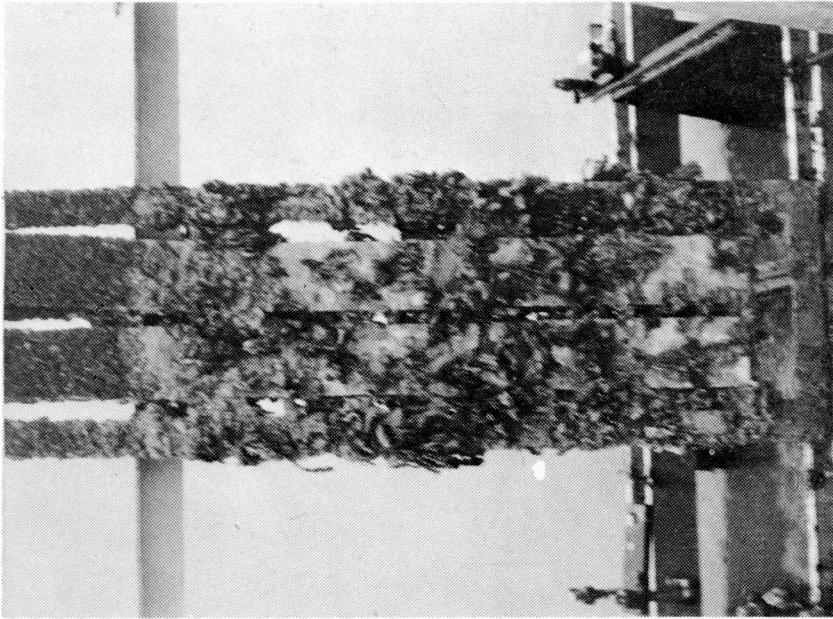


Fig. 2.- Vista general del bastidor con los paneles testigo, mostrando la fijación de "fouling" luego de 10 meses de inmersión

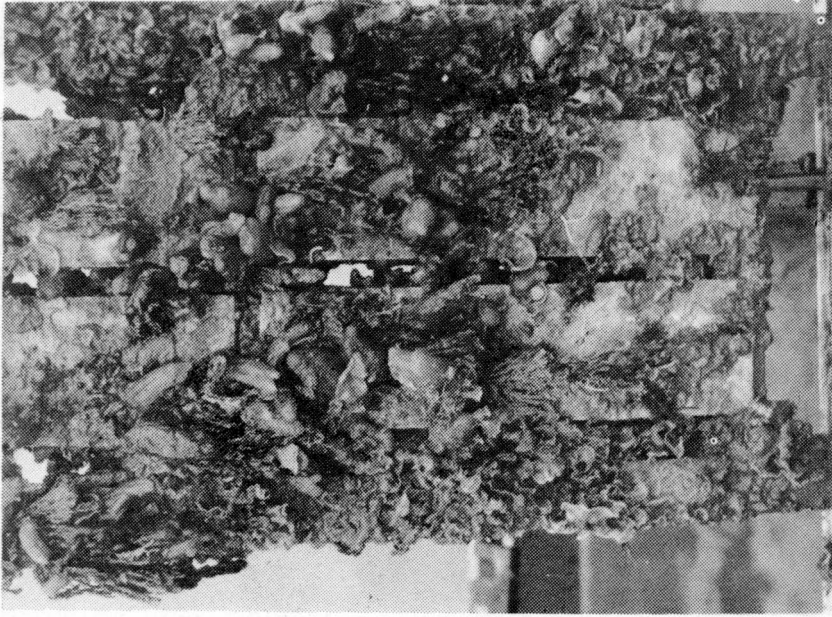


Fig. 3.- Vista general de los paneles testigo ubicados en posición similar al tercer panel de carena (10 meses de inmersión)

DISCUSION DE RESULTADOS

Ensayos en balsa

Los resultados obtenidos en este ensayo se exponen en la tabla VII, tanto en línea de flotación como en carena.

Los paneles de línea de flotación, en la zona de Puerto Belgrano, se ven afectados, tal como se ha puntualizado en una publicación anterior, por las características particulares del "fouling" de dicho puerto. Estos paneles son totalmente colonizados -casi con exclusión de otras especies- por *Balanus*. En esta oportunidad no ha tenido lugar un deterioro significativo, por haberse iniciado la experiencia en el mes de setiembre, cuando todavía el "fouling" es mínimo, por la correcta selección de los vehículos empleados y por los meses transcurridos hasta la iniciación del período de máxima fijación (diciembre), lo que ha permitido el adecuado endurecimiento de las pinturas, especialmente las formuladas con vehículos oleorresinosos.

La acción de estos organismos se caracteriza por implantarse en la película, perforando la misma, y pudiendo llegar la base calcárea de *Balanus*, si aquélla no tiene dureza suficiente, a ponerse en contacto directo con el metal. En estas condiciones se provoca una discontinuidad de la cubierta, quedan zonas sin protección a las que accede el electrolito, y el ataque del metal se ve favorecido por los fenómenos de aireación diferencial que tienen lugar en este nivel, donde los paneles se mantienen en inmersión parcial.

Los registros de oxidación que se han obtenido muestran valores altos para las series de pinturas elaboradas con barniz de resina fenólica-aceite de tung, y para las mezclas de este barniz con caucho clorado en las relaciones 5/1 y 2/1 en peso.

En la serie 4, en cambio, donde la relación barniz-caucho es 1/1, los paneles de las pinturas a base de sulfato de plomo-aluminio, tetroxicromato de cinc y amarillo de cinc

(4.3, 4.4 y 4.5) no muestran oxidación. En la pintura pigmentada con minio (4.1) el panel tiene poca oxidación, y ésta varía entre regular y mucho en el correspondiente a la pintura con sílicocromato básico de plomo (4.2).

En las dos series de caucho clorado tixotrópicas (identificadas 5 y 6) se observa poca oxidación en casi la totalidad de las placas, y en una de las muestras (pintura 5.2) está circumscripta sólo a los bordes de aquéllas.

La serie vinílica es, sin duda, la que ha proporcionado los mejores resultados; la oxidación de los paneles aparece sólo en los bordes, mientras que el centro está completamente limpio y sin óxido.

Estos resultados son concordantes con los obtenidos anteriormente en otras experiencias en balsa y con la información que suministran diferentes autores y textos especializados. La dureza que caracteriza a la película de las pinturas vinílicas, sumada a su baja permeabilidad y elevada inercia química frente a electrolitos del tipo del agua de mar, son factores que contribuyen en forma decisiva a una buena protección anticorrosiva.

El tipo de pigmento no parece influir en los resultados, ya que en línea de flotación predomina fundamentalmente el efecto de barrera.

En los paneles de carena, ensayados en inmersión total y en tres niveles, el "fouling" no constituye una variable que deba ser tomada en cuenta, ya que el empleo de pinturas tóxicas de buenas características permitió mantener las placas libres de incrustaciones durante los 22 meses de duración de la experiencia. Como consecuencia de lo expuesto precedentemente, este ensayo a nivel de carena resulta menos riguroso que el de línea, ya que no existe la posibilidad de acción de organismos que alteren la continuidad de la película. Además, por tratarse de paneles totalmente sumergidos, los fenómenos de aireación diferencial tienen una significación mucho menor.

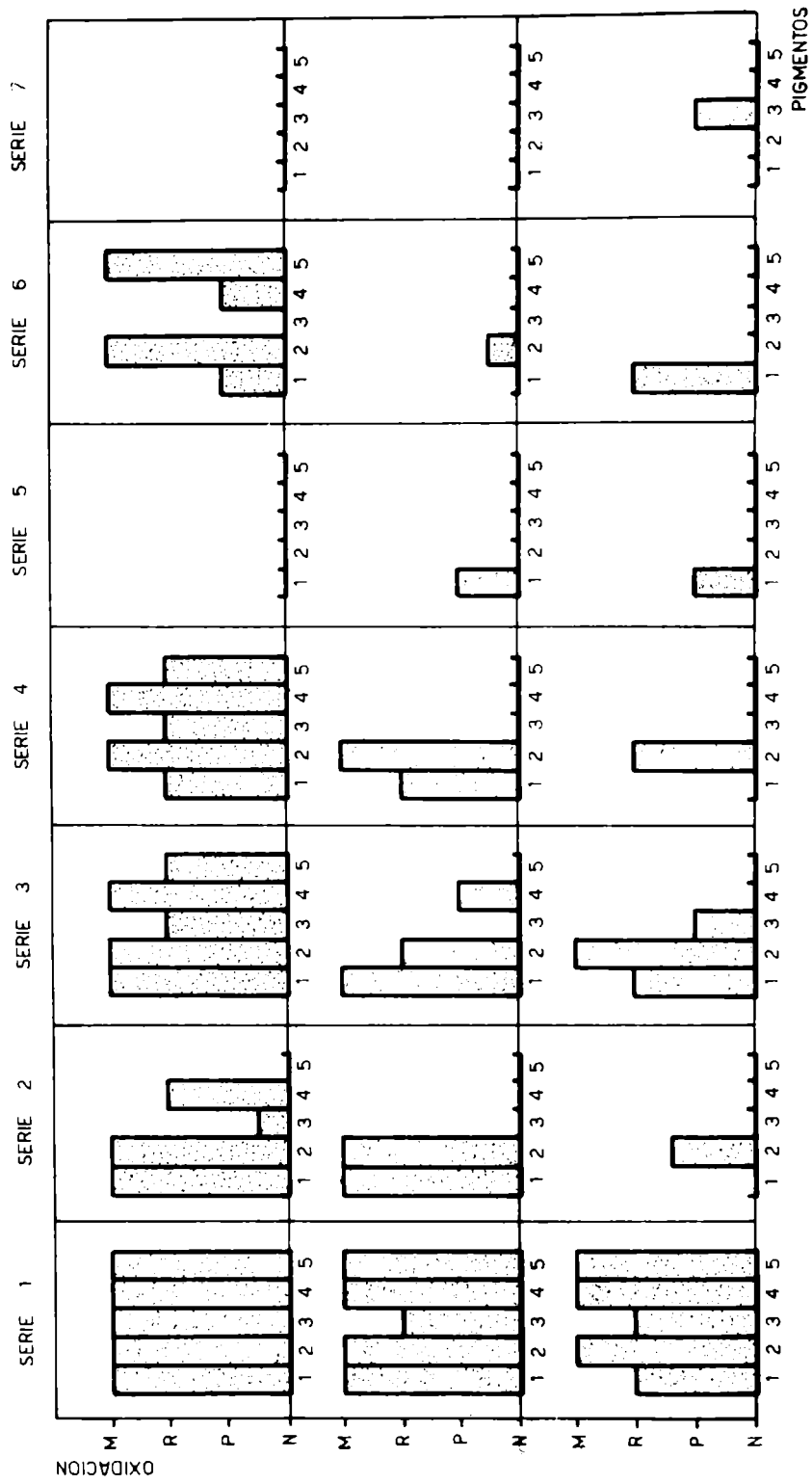
De acuerdo con los resultados que se presentan en la tabla VII se observa, al igual que en línea de flotación, el fracaso total, desde el punto de vista de la protección anticorrosiva, de las pinturas de la serie 1 (vehículo bar-

niz de resina fenólica-aceite de tung), cualquiera sea el tipo de pigmento, forma de preparación de superficie o esquema de pintado elegido. Este tipo de pinturas, que presenta un comportamiento satisfactorio en ensayos de menor duración, fracasa cuando se llega a lapsos de casi dos años, como en el caso de la presente experiencia.

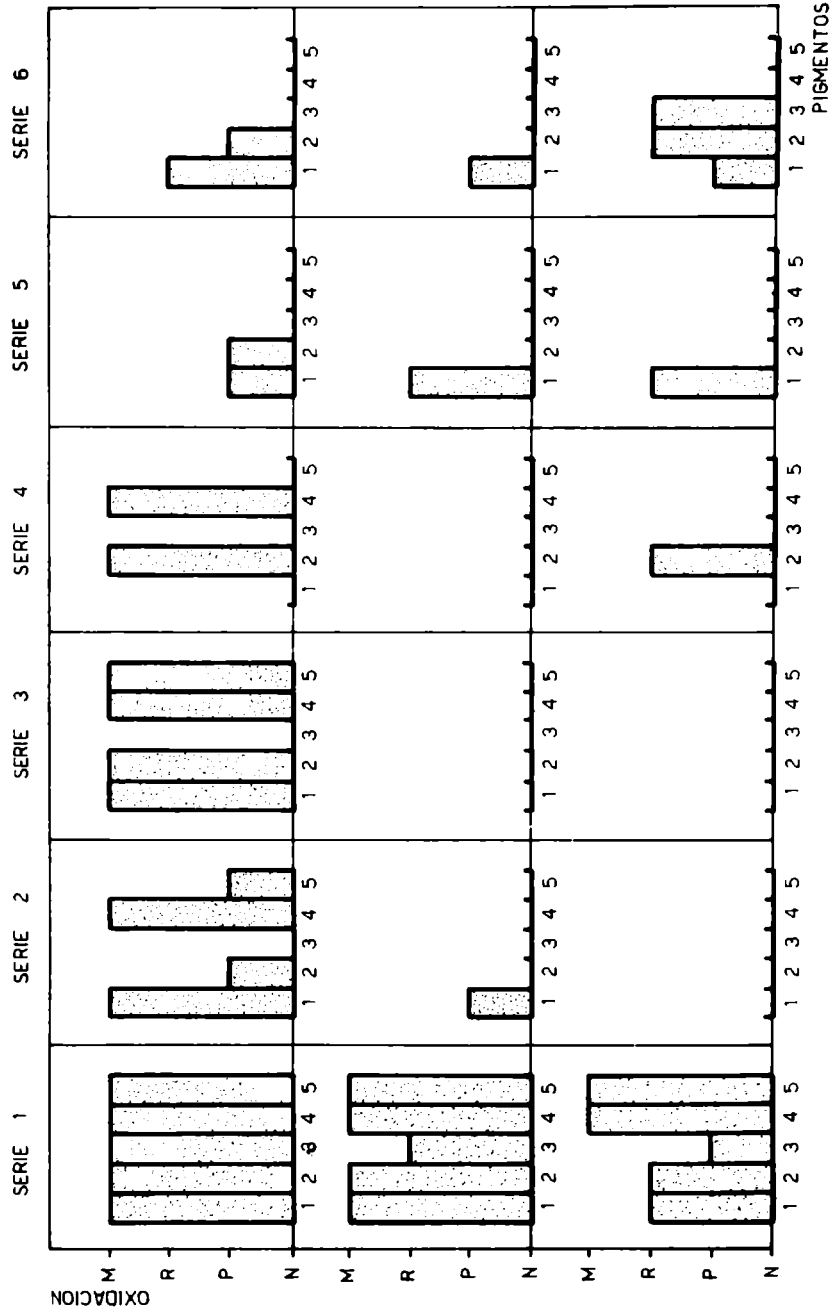
El refuerzo de dicho vehículo con caucho clorado 20 cP en proporciones crecientes (series 2, 3 y 4), mejora las propiedades anticorrosivas de las pinturas. Aunque los resultados obtenidos son algo erráticos, resulta evidente que la variable de mayor influencia es el esquema de pintado elegido. La protección anticorrosiva es mayor en el segundo y en el tercer panel de carena, donde se han utilizado pinturas intermedias a base de aluminio y de óxido férrico, respectivamente. En muchos de los paneles se ha observado ampollado, pero esta falla es más evidente en el primer panel de carena, sin pintura intermedia.

Estos paneles sin pintura intermedia, donde además el esquema tiene menor espesor total, son también los más oxidados, a tal punto de que no puede apreciarse la influencia del uso del "wash-primer" vinílico como pretratamiento. Cuando se emplea la pintura a base de aluminio, siete de los quince paneles ensayados aparecen oxidados en el frente (con "wash-primer") y sólo uno en el dorso (arenado). Con la pintura a base de óxido de hierro, la oxidación en el frente se circunscribe a cinco de los paneles ensayados, y la del dorso a uno. Esto nos está mostrando la importancia que tiene el incremento del espesor de la película, y la incorporación de la capa de pintura intermedia, con elevada resistencia electroquímica, debida a la inercia química de los pigmentos empleados y al aumento del efecto de barrera que producen los pigmentos laminares.

No se ha detectado tampoco en el caso de estas pinturas una influencia significativa en relación con el tipo de pigmento, aunque sí ha podido observarse que los cromatos de cinc y la mezcla de sulfato básico de plomo-aluminio no "leafing" cumple satisfactoriamente en casi todos los casos, mientras que la mayor proporción de fallas corresponde a las pinturas pigmentadas con minio y con sílicocromato básico de plomo.



- REFERENCIAS**
1. Silicromato básico de plomo.
 2. Minio.
 3. Sulfato de plomo-aluminio.
 4. Tetroxidromato de cinc.
 5. Amarillo de cinc.



En las dos series de caucho clorado tixotrópicas, cuya diferencia de composición estriba en el tipo de plastificante empleado (parafina clorada 42 % en la serie 5, difenilo clorado en la serie 6), es donde se tiene el menor número de paneles con ataque.

En la serie 5 las placas oxidadas son las correspondientes a las formulaciones a base de minio, y en uno de los casos aparece oxidación con sílicocromato básico de plomo. La protección que se logra con las diferentes formulaciones es prácticamente similar tanto en las superficies arenadas como en las pretratadas con "wash-primer" vinílico, se emplee o no pintura intermedia. Los resultados son ligeramente inferiores en las muestras de la serie 6, con difenilo clorado; la menor protección corresponde a las pinturas formuladas con minio y con sílicocromato básico de plomo; los tres restantes pigmentos son los que muestran el mayor poder inhibidor. También en este caso el mejor comportamiento se observa en los paneles donde se ha empleado como intermediario la pintura pigmentada con aluminio (fig. 4, 5 y 6).

Con las formulaciones de la serie 7, vinílicas, y de manera concordante con lo que ocurre en línea de flotación, se obtiene el mayor poder protector. En este caso todos los esquemas fueron ensayados sobre "wash-primer", y la protección anticorrosiva es prácticamente total con cualquiera de las muestras. Las pocas fallas de ampollado o de oxidación que aparecen, están restringidas a los bordes de los paneles, y deben ser asociadas con defectos de preparación de las probetas en dichas zonas (fig. 7 y 8).

El examen global de estos resultados, a nivel de carena nos está indicando que, en general, la influencia del pigmento es secundaria frente a la importancia que tiene el empleo de un vehículo de elevada resistencia al agua de mar, especialmente en ensayos de larga duración como el que estamos considerando.

El agregado de caucho clorado a los barnices fenólicos mejora marcadamente la resistencia de los vehículos de tipo oleorresinoso. Los vehículos a base de caucho clorado exclusivamente (pinturas tixotrópicas), por su gran inercia química, superan en su comportamiento a los anteriores en los

t

ensayos en agua de mar, especialmente cuando se utiliza parafina clorada como plastificante, con una relación 2/1 caucho/plastificante.

Finalmente, las resinas vinílicas son las que proporcionan las pinturas de mayor resistencia electroquímica y mayor poder protector contra la corrosión.

Con referencia a los pigmentos, los mayores problemas se han observado en las pinturas a base de minio y de sílicocromato básico de plomo, que, en las proporciones utilizadas muestran un poder inhibitor claramente inferior al de los restantes pigmentos experimentados.

El uso de pinturas intermedias, especialmente en el caso de la pigmentada con aluminio, favorece la obtención de esquemas de larga vida útil y contribuye a una mejor protección de las superficies metálicas sumergidas en agua de mar.

El empleo de "wash-primer" vinílico como pretratamiento, en una exposición de 22 meses como la realizada, no es suficiente para mejorar la protección de los paneles si falla el revestimiento protector, y es así que las diferencias entre paneles con y sin pretratamiento no tienen la significación observada en experiencias anteriores en balsa o a la intemperie.

Ensayos de laboratorio

Se ha realizado una tarea de recolección de datos, de acuerdo con los métodos de las normas IRAM citadas anteriormente, con el objeto de verificar si las pinturas preparadas satisfacían las exigencias de las mismas, y también para correlacionar dichos resultados con los obtenidos en la balsa experimental, en la exposición a la intemperie y en la cámara de niebla salina. Además se han incorporado otros ensayos, tales como doblado sobre mandril cónico o embutido Erichsen, que no figuran en normas IRAM.

Con respecto a molienda, todas las muestras presentan valores inferiores a 5, que es la exigencia establecida en IRAM 1110.

El tiempo de secado, al tacto y duro, que se especifica, es de 3 y 12 horas, respectivamente. En las muestras estudiadas, los valores más altos de tiempo de secado correspon-

den a las pinturas de la serie 1 (vehículo barniz fenólico-aceite de tung), pero en ningún caso excede los 70 minutos para el secado duro. Con la incorporación de caucho clorado en la relación 3/1, el tiempo de secado duro se reduce a la mitad, con relación 2/1 oscila entre 15 y 20 minutos y con 1/1 entre 10 y 15. Las pinturas de caucho tixotrópicas tienen valores similares a los últimos citados, y en las vinílicas el tiempo de secado es de 4 minutos.

El ensayo de adhesividad proporciona resultados contradictorios, observándose que el 65 por ciento de las muestras no lo cumple. La única serie que satisface completamente la especificación es la vinílica. En las pinturas ensayadas en la balsa experimental se observan problemas de desprendimiento fundamentalmente en la serie 1. En las series 2, 3 y 4, dicha falla queda localizada fundamentalmente en el panel sin pintura intermedia (que es en general el que presenta mayor deterioro); en las series 5 y 6 los casos de desprendimiento son aislados, y en la 7 no se presentan.

En cuanto a la determinación de la flexibilidad de la película, se han ejecutado tanto las técnicas de la norma IRAM 1110 como la de mandril cónico (ASTM D-522-41) y de embutido Erichsen (DIN 53156), a fin de establecer la posible correlación entre las mismas. Se observa, con respecto al doblado, que la totalidad de las formulaciones cumple con el ensayo sobre mandril de 3 y 6 mm de diámetro, a temperatura ambiente y sin horneado (es decir sin envejecimiento). La exigencia del doblado con calentamiento previo a 105-110°C, la cumple el 77 por ciento de las muestras, cuando se emplea varilla de 6 mm, y el 51 por ciento con varilla de 3 mm. Las muestras de mayor flexibilidad, con diferentes vehículos, son las pigmentadas con sulfato básico de plomo-aluminio no "leafing". Sólo en el caso de las pinturas vinílicas se cumplen en todos los casos las exigencias de las diferentes especificaciones.

Extremando las condiciones experimentales, es decir doblando las chapas a temperatura de 5°C, sin hornear, cumple satisfactoriamente el requisito sobre 6 mm el 94 por ciento de las pinturas, y sobre 3 mm el 80 por ciento; en cambio cuando se hornea a 105-110°C y se dobla a 5°C, sólo cumple el ensayo el 62 por ciento de las muestras sobre 6 mm y el 34 por ciento sobre 3 mm. Las pinturas vinílicas, también en este caso, satisfacen la totalidad de las exigencias.

Respecto al ensayo de doblado sobre mandril cónico, se estima que éste no muestra ninguna correlación con los anteriores, aún cuando siempre se verifica que la condición de horneado previo al doblado aumenta la exigencia experimental. Los valores más altos obtenidos (mayor flexibilidad) con el mandril cónico se encuentran en los dos extremos: en las pinturas fenólicas y en las vinílicas. En las pinturas fenólicas modificadas con caucho clorado, 11 de las 15 muestras preparadas, presentan valores mayores a 18,08 (máximo de la escala), lo que es índice de que la incorporación de caucho clorado, conjuntamente con un plastificante adecuado, no afecta sensiblemente esta propiedad. Los valores más bajos, sobre mandril cónico, corresponden a las series 5 y 6.

Los resultados del embutido Erichsen son totalmente erráticos y no puede obtenerse ninguna conclusión de los mismos.

En lo relativo a resistencia al agua, la mayor parte de las muestras cumple con este requisito (88 por ciento del total) y esto es concordante con los resultados que proporciona la experiencia en la balsa experimental.

Ensayos acelerados de corrosión y envejecimiento

Los resultados del ensayo de envejecimiento en Weather-Ometer se presentan en la tabla VIII. Las probetas expuestas correspondían a esquemas de línea de flotación (pintura anticorrosiva y pintura negra de terminación). Considerando el frente de los paneles, tanto con 350 como con 700 horas (equivalentes a 1 y 2 años al exterior), no se observa aparición de óxido. En el dorso de las placas, que se mantiene húmedo durante lapsos más prolongados, se observan puntos aislados de oxidación en algunos casos; el mayor poder protector parece corresponder a las muestras a base de sulfato básico de plomo-aluminio no "leafing", en primer término, y al minio en segundo término. Esto último está en abierta contradicción con los resultados observados en la balsa de Puerto Belgrano, pero cabe hacer la acotación de que se trata de condiciones experimentales totalmente diferentes.

En la exposición a la intemperie, realizada en Mar del Plata, a pocos metros de la costa, durante dos años, se ob-

tuvieron los resultados expuestos en la tabla X. Las diferencias de comportamiento, si se compara con lo observado en la balsa experimental, deben atribuirse a las particulares condiciones de exposición y a que los espesores de estos esquemas son inferiores a los utilizados en los ensayos de inmersión (tabla IX).

En efecto, por una parte se someten a la acción de la intemperie paneles protegidos exclusivamente con pintura anticorrosiva: sólo las muestras 1.1, 2.1, 4.1, 4.2 y 4.4, sobre panel pretratado con "wash-primer", resisten el ensayo sin presentar oxidación; en los demás casos la oxidación varía entre poco y demasiado, y el mayor ataque aparece cuando las películas se aplican directamente sobre la chapa arenada.

En los esquemas completos, también la diferencia es clara, correspondiendo la mayor protección a los paneles con "wash-primer". Se observa que los cuatro vehículos oleorresinosos proporcionan pinturas de mayor poder protector que las de caucho clorado y vinílicas, es decir un resultado inverso al obtenido en la balsa experimental. Dentro de estas pinturas oleorresinosas, la incorporación de cantidades crecientes de caucho clorado mejora la resistencia y las propiedades anticorrosivas, y es así que los paneles correspondientes a las muestras 4.1, 4.2, 4.5 y 4.4 no presentan oxidación (con "wash-primer"), y con la pintura 4.5 se tiene poca oxidación.

En la exposición a la intemperie puede observarse que el vehículo es el factor decisivo, y cuando éste no resiste la acción del medio, el pigmento no alcanza a contrarrestar dicha deficiencia. Además el pretratamiento tiene también importancia sobre los resultados finales.

El ensayo en la cámara de niebla salina (tabla X) durante 20 días no resulta suficiente para evaluar las propiedades anticorrosivas de estas pinturas, por cuanto la mayor parte de los esquemas completos (86 % sin "wash-primer" y 97 % sobre pretratamiento) lo cumple. La exigencia es mayor si se consideran los paneles pintados exclusivamente con el fondo anticorrosivo: en estas condiciones sólo el 17 por ciento de los paneles aparece sin oxidación cuando no se emplea pretratamiento, mientras que el 60 por ciento satisface

el ensayo aplicando "wash-primer". Tampoco aquí se observan diferencias claras en cuanto a la influencia del pigmento.

Los resultados comentados están indicando que tanto los ensayos acelerados como los de laboratorio, si bien aportan información complementaria en cuanto a las propiedades de las pinturas, no siempre sus resultados son concordantes con lo observado en la balsa experimental. De ahí el cuidado que debe ponerse en la elaboración de normas, donde se tiende a acumular ensayos, sin haber realizado antes un estudio exhaustivo acerca de la correlación de los mismos con las condiciones de servicio que se han previsto para un determinado material.

CONCLUSIONES

1. Las resinas vinílicas son las que proporcionaron las pinturas de mayor resistencia y poder inhibidor de la corrosión, en ensayos en balsa de 22 meses de duración.

2. El agregado de caucho clorado a barnices de resina fenólica y aceite de tung mejora marcadamente la resistencia de este vehículo al agua de mar; los vehículos a base de caucho clorado (pinturas tixotrópicas), por su gran inercia química presentan, en la balsa experimental, mejor comportamiento que los anteriores, especialmente cuando se utiliza como plastificante parafina clorada 42 por ciento y una relación caucho/plastificante de 2 partes a 1 en peso.

3. El uso de esquemas que incluyen pinturas intermedias, especialmente si están formuladas con pigmentos laminares, contribuye a una mejor protección de las superficies metálicas sumergidas en agua de mar.

4. El empleo de "wash-primer" vinílico como pretratamiento, en ensayos prolongados, no resulta suficiente para mejorar la protección del acero si falla el revestimiento protector.

5. Con relación a los pigmentos, la mezcla de sulfato

básico de plomo-aluminio no "leafing" y los cromatos utilizados (tetroxicromato de cinc y amarillo de cinc), muestran mayor poder inhibidor que el minio y que el sílicocromato básico de plomo, con las concentraciones de pigmento en volumen empleadas y en las condiciones experimentales descriptas.

6. Los resultados de los ensayos de laboratorio y los acelerados de corrosión y envejecimiento no son siempre concordantes con los obtenidos en la balsa experimental; la inclusión de los mismos en las especificaciones sólo deberá hacerse después de un exhaustivo estudio del problema.

REFERENCIAS

1. Rascio, V. - Importancia de la elección del método de pintado y de preparación de superficies sobre el comportamiento de las pinturas para carena. Navitecnia, 21 (6), 437-444, 1967.
2. Rascio, V. y Caprari, J. J. - Pinturas anticorrosivas para la protección de carenas de barcos. III. Influencia del pretratamiento del acero y del esquema de pintado utilizado. Corrosión y Protección (España), Número Extraordinario 1970, Protección de superficies metálicas, 15-25.
3. Rascio, V. y Caprari, J. J. - Pinturas anticorrosivas para la protección de carenas de barcos. II. Sistemas oleorresinosos y vinílicos para línea de flotación. LEMIT, 4-1969, 111; Revista de Ingeniería, 27 (67), 35-47, 1969.
4. Rascio, V. y Caprari, J. J. - Pinturas anticorrosivas para la protección de carenas de barcos. V. Estudio preliminar sobre sistemas anticorrosivos de alto espesor a base de caucho clorado. LEMIT-ANALES, 4-1973, 1-51; Corrosión y Protección (España), 2 (3), 145-165, 1974.
5. Rascio, V. y Caprari, J. J. - Pinturas anticorrosivas para la protección de carenas de barcos. VI. Influencia del tipo y proporción del plastificante sobre las propiedades de los sistemas anticorrosivos de alto espesor a base de cau-

- cho clorado. LEMIT-ANALES, 5-1974, 1-39; Corrosión y Protección (España), 6 (2), 73-83, 1975.
6. Rascio, V. Bruzzoni, W. O., Bastida, R. y Rozados, E. - Protección de Superficies Metálicas. LEMIT, Serie de Manuales Científicos, nº 1, 1976.
 7. Bastida, R., Spivak, E., L'Hoste, S. G. y Adabbo, H. E. - Las incrustaciones biológicas de Puerto Belgrano. I. Estudio de la fijación sobre paneles mensuales. LEMIT-ANALES, 5-1974, 97-166.
 8. Bastida, R., L'Hoste, S. G., Spivak, E. y Adabbo, E. E. - Las incrustaciones biológicas de Puerto Belgrano. II. Estudio de los procesos de epibiosis registrados sobre paneles mensuales. LEMIT-ANALES, 5-1974, 167-196.
 9. Bastida, R. y Adabbo, H. E. - Las incrustaciones biológicas de Puerto Belgrano. III. Estudio de la fijación y de los procesos de epibiosis sobre paneles acumulativos. No publicado.
 10. Normas IRAM 1109, 1110, 1153, 1053 y 121. - Instituto Argentino de Racionalización de Materiales, Buenos Aires.
 11. Norma DIN 53153. - Ensayo de embutido Erichsen.
 12. Norma ASTM D-522-41. - Ensayo de flexibilidad sobre mandril cónico.

T A B L A I

PINTURAS A BASE DE BARNIZ FENOLICO (SERIE 1) Y DE BARNIZ FENOLICO-CAUCHO CLORADO, RELACION 3/1 (SERIE 2)
(g/100 g)

| | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 1.5 | 2.1 | 2.2 | 2.3 | 2.4 | 2.5 |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Pigmento: Minio..... | 27,0 | - | - | - | - | 24,7 | - | - | - | - |
| Silicocromato básico de plomo | - | 18,0 | - | - | - | - | 18,0 | - | - | - |
| Sulfato basico de plomo.... | - | - | 15,0 | - | - | - | - | 14,6 | - | - |
| Aluminio no "leafing" | - | - | 5,0 | - | - | - | - | 4,9 | - | - |
| Tetroxocromato de cinc | - | - | - | 8,0 | - | - | - | - | 8,6 | - |
| Cromato básico de cinc | - | - | - | - | 10,0 | - | - | - | - | 10,5 |
| Barita | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 9,2 | 10,0 | 9,8 | 10,7 | 10,5 |
| Oxido férrico | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 9,2 | 10,0 | 9,8 | 10,7 | 10,5 |
| Estearato de aluminio | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 1,8 | 2,0 | 1,9 | 2,1 | 2,1 |
| Vehículo: Barniz fenólico (sólidos) . | 27,5 | 27,5 | 27,5 | 27,5 | 27,5 | 18,9 | 20,6 | 20,2 | 22,1 | 21,6 |
| Caucho clorado 20 cP..... | - | - | - | - | - | 6,3 | 6,9 | 6,7 | 7,4 | 7,3 |
| Aceite de pino | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 |
| Disolventes y secantes: | | | | | | | | | | |
| Tolueno/aguarrás (1/1) | 22,8 | 31,8 | 29,8 | 41,8 | 39,8 | - | - | - | - | - |
| Tolueno/Solvesso 100 (2/1) . | - | - | - | - | - | 29,3 | 31,8 | 31,4 | 37,7 | 36,8 |
| Relaciones: | | | | | | | | | | |
| P/V (en peso) | 1/0,57 | 1/0,70 | 1/0,67 | 1/0,94 | 1/0,88 | 1/0,57 | 1/0,70 | 1/0,67 | 1/0,94 | 1/0,88 |
| P/V (en volumen) | 1/0,98 | 1/0,92 | 1/0,70 | 1/0,91 | 1/1,02 | 1/0,98 | 1/0,92 | 1/0,70 | 1/0,91 | 1/1,02 |
| PVC | 50 | 52 | 51 | 52 | 52 | 50 | 52 | 51 | 52 | 49 |

T A B L A II

PINTURAS A BASE DE BARNIZ FENOLICO-CAUCHO CLORADO, RELACIONES 2/1 (SERIE 2) Y 1/1 (SERIE 4)
(g/100 g)

| | 3,1 | 3,2 | 3,3 | 3,4 | 3,5 | 4,1 | 4,2 | 4,3 | 4,4 | 4,5 |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Pigmento: Minio..... | 24,7 | - | - | - | - | 24,7 | - | - | - | - |
| Silicocromato básico de plomo | - | 18,0 | - | - | - | - | 18,0 | - | - | - |
| Sulfato básico plomo | - | - | 14,6 | - | - | - | - | 14,6 | - | - |
| Aluminio no "leafing" | - | - | 4,9 | - | - | - | - | 4,9 | - | - |
| Tetroxido de cinc..... | - | - | - | 8,6 | - | - | - | - | 8,6 | - |
| Cromato básico de cinc..... | - | - | - | - | 10,5 | - | - | - | - | 10,5 |
| Barita | 9,2 | 10,0 | 9,8 | 10,7 | 10,5 | 9,2 | 10,0 | 9,8 | 10,7 | 10,5 |
| Oxido férrico | 9,2 | 10,0 | 9,8 | 10,7 | 10,5 | 9,2 | 10,0 | 9,8 | 10,7 | 10,5 |
| Estearato de aluminio..... | 1,8 | 2,0 | 1,9 | 2,1 | 2,1 | 1,8 | 2,0 | 1,9 | 2,1 | 2,1 |
| Vehículo: Barniz fenólico (sólidos) . | 14,8 | 16,0 | 16,0 | 17,2 | 17,0 | 10,3 | 11,5 | 11,2 | 12,2 | 12,0 |
| Caucho clorado 20 cP | 7,4 | 8,0 | 8,0 | 8,6 | 8,5 | 10,3 | 11,5 | 11,2 | 12,2 | 12,0 |
| Parafina clorada 42 % | 3,2 | 3,5 | 3,4 | 3,7 | 3,6 | 4,4 | 4,9 | 4,8 | 5,2 | 5,2 |
| Aceite de pino | 0,6 | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| Disolventes y secantes: | | | | | | | | | | |
| Tolueno/Solvesso 100 (2/1) . | 29,1 | 31,8 | 31,0 | 37,8 | 36,7 | 29,5 | 31,5 | 31,2 | 37,7 | 36,8 |
| Relaciones: | | | | | | | | | | |
| P/V (en peso) | 1/0,57 | 1/0,70 | 1/0,67 | 1/0,94 | 1/0,88 | 1/0,57 | 1/0,70 | 1/0,67 | 1/0,94 | 1/0,88 |
| P/V (en volumen) | 1/0,98 | 1/0,92 | 1/0,70 | 1/0,91 | 1/1,02 | 1/0,98 | 1/0,92 | 1/0,70 | 1/0,91 | 1/1,02 |
| PVC | 50 | 52 | 51 | 52 | 49 | 50 | 52 | 51 | 52 | 49 |

T A B L A III

PINTURAS DE CAUCHO CLORADO TIPO ALTO ESPESOR ("HIGH-BUILD") (SERIES 2 Y 6)
(g/100 g)

| | 5.1 | 5.2 | 5.3 | 5.4 | 5.5 | 6.1 | 6.2 | 6.3 | 6.4 | 6.5 |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Pigmento: Minio | 23,4 | - | - | - | - | 23,4 | - | - | - | - |
| Sulfato básico de plomo .. | - | 18,1 | - | - | - | - | 18,1 | - | - | - |
| Sulfato básico de plomo ... | - | - | 14,8 | - | - | - | - | 14,8 | - | - |
| Aluminio no "leafing" | - | - | 4,9 | - | - | - | - | 4,9 | - | - |
| Tetroxocromato de cinc | - | - | - | 12,0 | - | - | - | - | 12,0 | - |
| Cromato básico de cinc | - | - | - | - | 17,0 | - | - | - | - | 17,0 |
| Barita | 8,4 | 9,1 | 8,9 | 6,0 | 5,7 | 8,4 | 9,1 | 8,9 | 6,0 | 5,7 |
| Oxido férrico | 8,4 | 9,1 | 8,9 | 6,0 | 5,7 | 8,4 | 9,1 | 8,9 | 6,0 | 5,7 |
| Estearato de aluminio | 1,9 | 2,0 | 2,0 | 2,4 | 2,3 | 1,9 | 2,0 | 2,0 | 2,4 | 2,3 |
| Vehículo: Caucho clorado 20 cP | 14,6 | 15,6 | 15,2 | 18,7 | 17,7 | 14,6 | 15,6 | 15,2 | 18,7 | 17,7 |
| Parafina clorada 42 % | 6,2 | 6,4 | 6,2 | 7,5 | 7,1 | - | - | - | - | - |
| Difenilo clorado (Clufen) .. | - | - | - | - | - | 6,2 | 6,4 | 6,2 | 7,5 | 7,1 |
| Castor oil, gel al 12 % | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,5 |
| Aceite soja epoxidado | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,6 |
| Aceite de pino | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,8 |
| Disolventes: | | | | | | | | | | |
| Solveoso 100/aguarrás (4/1) | 35,4 | 38,0 | 37,3 | 45,4 | 42,6 | 35,4 | 38,0 | 37,3 | 45,4 | 42,6 |
| Relaciones: | | | | | | | | | | |
| P/V (en peso) | 1/0,53 | 1/0,61 | 1/0,58 | 1/1,06 | 1/1,15 | 1/0,53 | 1/0,61 | 1/0,58 | 1/1,06 | 1/1,15 |
| P/V (en volumen) | 1/0,75 | 1/0,64 | 1/0,50 | 1/0,72 | 1/0,69 | 1/0,75 | 1/0,64 | 1/0,50 | 1/0,72 | 1/0,69 |
| PVC | 57 | 61 | 68 | 58 | 59 | 57 | 61 | 68 | 58 | 59 |

T A B L A IV

PINTURAS VINILICAS (SERIE I)
(g/100 g)

| | 7.1 | 7.2 | 7.3 | 7.4 | 7.5 |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|
| Pigmento: Minio | 22,1 | - | - | - | - |
| Silicocromato básico de plomo .. | - | 15,9 | - | - | - |
| Sulfato básico de plomo | - | - | 15,1 | - | - |
| Aluminio no "leafing" | - | - | 5,1 | - | - |
| Tetroxocromato de cinc | - | - | - | 8,1 | - |
| Cromato básico de cinc | - | - | - | - | 10,2 |
| Oxido férrico | 4,9 | 5,5 | 5,0 | 5,8 | 5,7 |
| Talco micronizado | 2,5 | 2,6 | 2,5 | 2,9 | 2,8 |
| Vehículo: Resina vinilica (VAGH) | 15,8 | 17,0 | 16,1 | 18,6 | 18,1 |
| Fosfato de tricresilo | 1,6 | 1,7 | 1,6 | 1,9 | 1,8 |
| Disolventes: | | | | | |
| Metil-isobutil-cetona (MIBK) .. | 55,4 | 58,4 | 56,4 | 41,8 | 40,9 |
| Tolueno | 17,7 | 19,1 | 18,2 | 54,6 | 20,5 |
| Relaciones: | | | | | |
| P/V (en peso) | 1/0,58 | 1/0,78 | 1/0,64 | 1/1,22 | 1/1,06 |
| P/V (en volumen) | 1/0,78 | 1/0,72 | 1/0,75 | 1/0,82 | 1/0,78 |
| PVC | 56 | 58 | 56 | 59 | 56 |

T A B L A V
PINTURAS INTERMEDIAS Y PARA LÍNEA DE FLUJACIÓN
 (g/100 g)

| | 4.6 | 4.7 | 4.8 | 5.6 | 5.7 | 5.8 | 7.6 | 7.7 | 7.8 |
|-------------------------------|------------|------------|-----------------|------------|------------|-----------------|------------|------------|-----------------|
| | Intermedia | Intermedia | Línea flotación | Intermedia | Intermedia | Línea flotación | Intermedia | Intermedia | Línea flotación |
| Oxido férrico | 25,0 | - | - | 20,0 | - | - | 12,0 | - | - |
| Dióxido de titanio | - | - | 5,0 | - | - | 5,0 | - | - | - |
| Aluminio Alto "leafing" | - | 17,0 | - | - | 17,2 | - | - | 8,0 | - |
| Oxido de cinc | - | - | - | - | - | 5,0 | - | - | - |
| Negro de humo | 8,2 | - | 5,0 | - | - | 5,0 | - | - | 5,0 |
| Barita | - | - | 25,0 | 12,0 | - | 20,0 | - | - | 10,0 |
| Estearato de aluminio | 1,8 | - | - | 2,0 | - | - | 2,0 | 2,0 | - |
| Barniz fenólico (sólidos) .. | 12,5 | 20,0 | 12,5 | - | - | - | - | - | - |
| Gaúcho clorado (20 cp) | 12,5 | 20,0 | 12,5 | 20,0 | 28,6 | 20,0 | - | - | - |
| Resina vinílica (VYHH) | - | - | - | - | - | - | 16,0 | 16,0 | 16,0 |
| Parafina clorada 62 % | - | - | - | 8,5 | 12,2 | 8,5 | - | - | - |
| Difenilo clorado (Clafen) .. | 5,3 | 8,5 | 5,3 | - | - | - | - | - | - |
| Fosfato de tricresilo | - | - | - | 0,6 | 0,7 | - | 1,6 | 1,6 | 1,6 |
| Pastor oil | - | - | - | 0,5 | 0,6 | 0,5 | - | - | - |
| Acetate de soja epoxidado .. | - | - | - | 0,5 | 0,6 | 0,5 | - | - | - |
| Acetate de pino | - | - | - | 0,5 | 0,6 | 0,5 | - | - | - |
| Tolueno | 17,4 | 17,5 | 17,4 | 28,6 | 32,1 | 26,2 | 34,2 | 36,2 | 33,7 |
| Aguarrás mineral | - | - | - | 7,5 | 8,0 | - | - | - | - |
| Solvente 100 | 17,3 | 17,2 | 17,3 | - | - | 8,8 | - | - | - |
| Metil-isobutil-cetona | - | - | - | - | - | - | 34,2 | 36,2 | 33,7 |
| Relación p/v (en peso) | 1/0,86 | 1/2,85 | 1/0,86 | 1/0,88 | 1/2,48 | 1/0,85 | 1/1,26 | 1/1,76 | 1/1,17 |

Nota.- Las pinturas 4.6, 4.7 y 4.8 complementan los esquemas de las pinturas anticorrosivas series 1, 2, 3 y 4 (tablas I y II); las pinturas 5.6, 5.7 y 5.8 las de tipo alto espesor, series 5 y 6 (tabla III); las pinturas 7.6, 7.7 y 7.8 complementan las pinturas anticorrosivas vinílicas de la serie 7 (tabla IV).

| | 5.1 | 5.2 | 5.3 | 5.4 | 5.5 | 5.6 | 6.1 | 6.2 | 6.3 | 6.4 | 6.5 | 7.1 | 7.2 | 7.3 | 7.4 | 7.5 |
|---------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-------|-------|------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 2-3 | 3-4 | 3-4 | 3-4 | 3-4 | 3-4 | 2-3 | 2-3 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 1-2 | 1-2 | 2-3 | 2-3 | 2-3 |
| MOLIENDA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TIEMPO DE SECADO: | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tacto (minutos) | 12 | 10 | 15 | 10 | 12 | 12 | 12 | 15 | 12 | 15 | 10 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Duro (minutos) | 20 | 15 | 20 | 20 | 20 | 25 | 20 | 20 | 15 | 20 | 20 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| ADHESIVIDAD | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | B | B | B | B | B |
| FLEXIBILIDAD: | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Doblado 6 mm, 20°C: | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Con horneado | B | B | B | R | B | B | R | R | B | M | R | B | B | B | B | B |
| Sin horneado | R | B | R | R | R | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B |
| Doblado 6 mm, 5°C: | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Con horneado | B | B | B | B | B | R | R | R | M | B | R | B | B | B | B | B |
| Sin horneado | R | R | B | R | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B |
| Doblado 3 mm, 20°C: | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Con horneado | B | R | R | R | B | R | R | M | R | M | R | B | B | B | B | B |
| Sin horneado | B | B | B | B | R | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B |
| Doblado 3 mm, 5°C: | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Con horneado | R | R | R | R | B | M | M | R | R | M | R | B | R | B | B | B |
| Sin horneado | B | B | R | R | R | R | R | B | B | B | B | B | B | B | B | B |
| Mandril cónico: | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Con horneado, \$ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | >18,08 | >18,08 | >18,08 | >18,08 | >18,08 |
| Sin horneado, \$ | 10,86 | 5,6 | 4,4 | 6,6 | 5,7 | 14,31 | 10,29 | 4,94 | 10,29 | 10,84 | 10,84 | >18,08 | >18,08 | >18,08 | >18,08 | >18,08 |
| Pabutido Erichsen: | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Con horneado, mm | 1,0 | 0,4 | 0,8 | 0,4 | 0,5 | 0,9 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,7 | 0,7 | 2,8 | 0,6 | 0,8 |
| Sin horneado, mm | 4,4 | 2,8 | 0,8 | 2,1 | 1,5 | 6,0 | 4,2 | 0,7 | 3,4 | 1,6 | 1,6 | 1,2 | 3,2 | 5,0 | 1,2 | 1,2 |
| RESISTENCIA AL AGUA | B | B | B | B | M | B | M | B | M | M | M | B | B | B | B | M |

Referencias: Pueno (R); Regular (R); Mado (M)

T A B L A VII

RESULTADOS DE ENSAYOS EN Balsa - PUERTO DELGRANU 1974/76 (20 MESES)

| Nivel | Tipo de falla | 1.1 | 1.2 | 1.5 | 1.4 | 1.5 | 2.1 | 2.2 | 2.5 | 2.6 | 2.5 | 3.1 | 3.2 | 3.3 | 3.4 | 3.5 | 4.1 | 4.2 | 4.3 | 4.4 | 4.5 |
|---------------|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1.F (frente): | Oxidación | M | M | M | M | M | R | M | M | P | M | R | M | M | R | R | P | R | - | - | - |
| 1.F (dorso): | Oxidación | M | M | M | M | M | M | M | M | R | M | R | M | M | R | R | P | M | - | - | - |
| 1°C (frente): | Ampollado | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | R |
| | Desprendimiento | M | M | M | M | M | M | M | P | P | P | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M |
| | Oxidación | M | M | M | M | M | M | M | P | R | - | M | M | R | M | R | R | M | R | R | - |
| 1°C (dorso): | Ampollado | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M |
| | Desprendimiento | M | M | M | M | M | M | P | R | P | R | M | M | M | M | M | - | R | - | M | - |
| | Oxidación | M | M | M | M | M | M | P | - | M | P | M | M | - | M | M | - | M | - | M | - |
| 2°C (frente): | Ampollado | M | M | M | M | M | M | M | R | R | R | M | R | M | R | M | M | M | R | * | - |
| | Desprendimiento | M | M | M | M | M | R | M | - | - | M | - | M | - | - | - | R | M | - | M | - |
| | Oxidación | M | M | R | M | M | M | M | - | - | M | R | - | R | P | - | R | M | - | - | - |
| 2°C (dorso): | Ampollado | M | R | M | M | M | M | M | R | R | R | M | R | M | P | R | M | P | R | P | P |
| | Desprendimiento | M | M | M | M | M | R | P | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Oxidación | M | M | R | M | M | P | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 3°C (frente): | Ampollado | R | M | M | R | M | - | - | R | - | R | P | M | M | R | R | R | P | - | - | - |
| | Desprendimiento | R | M | R | M | M | - | R | - | - | - | - | M | - | - | - | R | - | - | - | - |
| | Oxidación | R | M | R | M | M | - | R | - | - | - | R | M | P | - | - | R | - | - | - | - |
| 3°C (dorso): | Ampollado | M | R | M | M | M | R | M | M | R | M | R | M | R | M | R | P | R | P | R | * |
| | Desprendimiento | M | R | R | M | M | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Oxidación | R | R | P | M | M | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | R | - | - | - |

| Nivel | Tipo de falla | 5.1 | 5.2 | 5.3 | 5.4 | 5.5 | 6.1 | 6.2 | 6.3 | 6.4 | 6.5 | 7.1 | 7.2 | 7.3 | 7.4 | 7.5 |
|---------------|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1F (frente): | oxidación | R | P* | P | P | P | P | P | P | P | P | P* | P* | P* | P* | P* |
| 1F (dorso): | oxidación | R | P* | P | P | P | P | P | P | P | P | P* | P* | P* | P* | P* |
| 10C (frente): | Ampollado | - | R | - | P | P | M | - | P* | - | - | - | - | R* | - | - |
| | Desprendimiento | - | - | - | - | - | M | - | - | M | - | - | - | - | - | - |
| | oxidación | - | - | - | - | - | P* | M | - | P* | M | - | - | - | - | - |
| 10C (dorso): | Ampollado | M | M | - | M | P* | M | M | - | R | P | - | - | R* | - | - |
| | Desprendimiento | P | P | - | R | - | R | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | oxidación | P* | P | - | - | - | R | P* | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 20C (frente): | Ampollado | R | P* | - | R | P | - | P* | - | P* | P | - | - | M* | P* | R* |
| | Desprendimiento | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | oxidación | P* | - | - | - | - | - | P* | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 20C (dorso): | Ampollado | M | M | - | R | M | M | M | - | R | M | - | - | M* | P* | - |
| | Desprendimiento | M | P | - | - | - | P | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | oxidación | R | - | - | - | - | P | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 30C (frente): | Ampollado | - | - | - | - | P | - | R* | - | R* | R | - | - | R* | - | R* |
| | Desprendimiento | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | oxidación | P | - | - | - | - | R | - | - | - | - | - | - | R* | - | - |
| 30C (dorso): | Ampollado | M | R | - | P | P | M | R | - | P* | P | - | - | H* | - | - |
| | Desprendimiento | R | P | - | - | - | R | P | R | - | - | - | - | - | - | - |
| | oxidación | R | - | - | - | - | P | R | R | - | - | - | - | R* | - | - |

Referencias: Nada (-); Poco (P); Regular (R); Mucho (M); (·) Falla localizada en los bordes del panel

TABLA VIII. RESULTADOS DEL ENSAYO DE ENVEJECIMIENTO ACCELERADO

(Weather-Ometer Sunshine Arc)

| Pintura | 700 horas (equivalente a 2 años) | | | 350 horas (equivalente a 1 año) | | |
|---------|----------------------------------|------------------|-----------------|---------------------------------|------------------|-----------------|
| | Cuarateado | Oxidación frente | Oxidación dorso | Cuarateado | Oxidación frente | Oxidación dorso |
| 1.1 | Regular * | Nada | Nada | Regular | Nada | Nada |
| 1.2 | Poco | Nada | Muy poco ** | Poco | Nada | Muy poco ** |
| 1.3 | Nada | Nada | Nada | Nada | Nada | Nada |
| 1.4 | Regular | Nada | Nada | Regular | Nada | Nada |
| 1.5 | Regular | Nada | Muy poco ** | Poco | Nada | Muy poco ** |
| 2.1 | Poco* | Nada | Nada | Poco | Nada | Nada |
| 2.2 | Muy poco | Nada | Nada | Muy poco | Nada | Nada |
| 2.3 | Nada | Nada | Nada | Nada | Nada | Nada |
| 2.4 | Regular | Nada | Nada | Poco | Nada | Nada |
| 2.5 | Muy poco | Nada | Nada | Muy poco | Nada | Nada |
| 3.1 | Nada * | Nada | Nada | Nada | Nada | Nada |
| 3.2 | Muy poco | Nada | Nada | Muy poco | Nada | Nada |
| 3.3 | Nada | Nada | Nada | Nada | Nada | Nada |
| 3.4 | Poco | Nada | Nada | Poco | Nada | Nada |
| 3.5 | Muy poco | Nada | Muy poco ** | Muy poco | Nada | Nada |
| 4.1 | Nada | Nada | Nada | Nada | Nada | Nada |
| 4.2 | Nada | Nada | Nada | Nada | Nada | Nada |
| 4.3 | Nada * | Nada | Nada | Nada | Nada | Nada |
| 4.4 | Nada | Nada | Regular *** | Nada | Nada | Muy poco ** |
| 4.5 | Nada | Nada | Nada | Nada | Nada | Nada |
| 5.1 | Muy poco | Nada | Nada | Nada | Nada | Nada |
| 5.2 | Nada | Nada | Regular *** | Nada | Nada | Regular *** |
| 5.3 | Nada | Nada | Muy poco ** | Nada | Nada | Nada |
| 5.4 | Nada * | Nada | Regular *** | Nada | Nada | Regular *** |
| 5.5 | Nada | Nada | Regular *** | Nada | Nada | Nada |
| 6.1 | Nada | Nada | Nada | Nada | Nada | Nada |
| 6.2 | Nada * | Nada | Regular *** | Nada | Nada | Nada |
| 6.3 | Nada * | Nada | Nada | Nada | Nada | Nada |
| 6.4 | Nada * | Nada | Regular *** | Nada | Nada | Nada |
| 6.5 | Nada * | Nada | Regular *** | Nada | Nada | Regular ** |
| 7.1 | Nada | Nada | Muy poco ** | Nada | Nada | Muy poco ** |
| 7.2 | Nada | Nada | Muy poco ** | Nada | Nada | Nada |
| 7.3 | Nada | Nada | Nada | Nada | Nada | Nada |
| 7.4 | Nada | Nada | Nada | Nada | Nada | Nada |
| 7.5 | Nada | Nada | Regular *** | Nada | Nada | Regular *** |

Nota.- * Se observa cuarateado de la pintura negra de terminación.

** Pocos puntos aislados de oxidación.

*** Regular cantidad de puntos aislados de oxidación.

TABLA IX. RESULTADOS DEL ENSAYO DE EXPOSICION A LA INTEMPERIE

(Mar del Plata, clima marino, 2 años)

| Pintura | Oxidación paneles arenados | | Oxidación paneles arenados con pretratamiento | |
|---------|----------------------------|-----------|---|-----------|
| | Con LF | Con AC | Con LF | Con AC |
| 1.1 | Regular | Mucho | Nada | Nada |
| 1.2 | Poco | Mucho | Poco | Poco |
| 1.3 | Poco | Mucho | Poco | Mucho |
| 1.4 | Poco | Mucho | Poco | Regular |
| 1.5 | Regular | Mucho | Poco | Mucho |
| 2.1 | Mucho | Demasiado | Nada | Nada |
| 2.2 | Poco | Poco | Poco | Poco |
| 2.3 | Poco | Regular | Poco | Regular |
| 2.4 | Poco | Poco | Poco | Regular |
| 2.5 | Poco | Mucho | Poco | Regular |
| 3.1 | Regular | Mucho | Nada | Poco |
| 3.2 | Poco | Regular | Nada | Poco |
| 3.3 | Regular | Mucho | Poco | Regular |
| 3.4 | Poco | Poco | Nada | Poco |
| 3.5 | Regular | Mucho | Nada | Poco |
| 4.1 | Poco | Mucho | Nada | Nada |
| 4.2 | Poco | Regular | Nada | Nada |
| 4.3 | Regular | Mucho | Nada | Poco |
| 4.4 | Poco | Mucho | Nada | Nada |
| 4.5 | Poco | Regular | Poco | Regular |
| 5.1 | Demasiado | Demasiado | Regular | Mucho |
| 5.2 | Demasiado | Demasiado | Regular | Demasiado |
| 5.3 | Mucho | Demasiado | Regular | Mucho |
| 5.4 | Mucho | Demasiado | Regular | Mucho |
| 5.5 | Demasiado | Demasiado | Regular | Demasiado |
| 6.1 | Mucho | Demasiado | Poco | Mucho |
| 6.2 | Mucho | Demasiado | Poco | Mucho |
| 6.3 | Mucho | Demasiado | Poco | Mucho |
| 6.4 | Regular | Demasiado | Poco | Mucho |
| 6.5 | Mucho | Demasiado | Mucho | Mucho |
| 7.1 | | | Mucho | Demasiado |
| 7.2 | | | Regular | Mucho |
| 7.3 | | | Poco | Regular |
| 7.4 | | | Poco | Mucho |
| 7.5 | | | Regular | Demasiado |

TABLE X. RESULTADOS DEL ENSAYO EN CAMARA DE NIEBLA SALINA (IRAM 121)

| Pinturas | Oxidación del panel | | Oxidación de los bordes | | Oxidación en el corte | |
|---|---------------------|--------|-------------------------|--------|-----------------------|--------|
| | Con LF | Con AC | Con LF | Con AC | Con LF | Con AC |
| 1. Pinturas aplicadas sobre paneles arenados | | | | | | |
| 1.1 | - | R | - | P | - | R |
| 1.2 | - | M | - | R | P | M |
| 1.3 | - | P | - | P | P | R |
| 1.4 | - | M | - | R | P | M* |
| 1.5 | P | D | - | M | R | D |
| 2.1 | - | P | - | P | P | R* |
| 2.2 | - | R | - | P | P | R |
| 2.3 | - | - | - | - | P | R* |
| 2.4 | - | - | - | P | P | R* |
| 2.5 | - | M* | - | R | R* | M |
| 3.1 | - | - | - | - | - | R* |
| 3.2 | - | P | - | P | - | P |
| 3.3 | - | - | - | - | P | P* |
| 3.4 | - | P | - | P | P | P |
| 3.5 | - | R | - | R | R | R* |
| 4.1 | - | P | - | R | P | R |
| 4.2 | - | P | - | P | P | R |
| 4.3 | - | - | - | P | P | R |
| 4.4 | - | P | - | P | P | R |
| 4.5 | - | P | - | P | P | R |
| 5.1 | R | D | M | D | M | M |
| 5.2 | - | M | R | M | R | M |
| 5.3 | - | R | - | P | - | P* |
| 5.4 | P | R | R | R | P* | R* |
| 5.5 | M* | D | M | D | M | D |
| 6.1 | P | R | P | R | P | R |
| 6.2 | - | M | - | R | P | R |
| 6.3 | - | M | - | R | P | R |
| 6.4 | - | M | - | R | P | R |
| 6.5 | - | M | R | M | R | M |

| 2. Pinturas aplicadas sobre paneles arenados y con pretratamiento | | | | | | |
|---|----|----|---|---|----|----|
| 1.1 | - | P | - | P | M | M* |
| 1.2 | - | P | - | P | R | M* |
| 1.3 | - | - | - | P | M | D* |
| 1.4 | - | R | - | P | P | D* |
| 1.5 | - | R | - | R | P | D* |
| <hr/> | | | | | | |
| 2.1 | - | - | - | P | P | P |
| 2.2 | - | - | - | P | - | R* |
| 2.3 | - | - | - | - | P | P |
| 2.4 | - | - | - | - | - | P* |
| 2.5 | - | - | - | - | P | R* |
| <hr/> | | | | | | |
| 3.1 | - | - | - | P | - | - |
| 3.2 | - | - | - | P | - | - |
| 3.3 | - | - | - | P | - | - |
| 3.4 | - | - | - | - | - | - |
| 3.5 | - | - | - | P | - | - |
| <hr/> | | | | | | |
| 4.1 | - | - | - | - | - | P |
| 4.2 | - | - | - | - | - | P |
| 4.3 | - | - | - | - | - | P |
| 4.4 | - | - | - | - | - | P |
| 4.5 | - | - | - | - | - | P |
| <hr/> | | | | | | |
| 5.1 | - | P* | - | P | P* | P* |
| 5.2 | - | P* | - | R | P | P |
| 5.3 | - | - | - | P | P | P |
| 5.4 | - | R | - | R | P | P |
| 5.5 | - | R | - | R | P | R |
| <hr/> | | | | | | |
| 6.1 | - | - | - | - | P | P |
| 6.2 | - | P | - | P | P* | P* |
| 6.3 | - | R* | - | - | P | P |
| 6.4 | - | P* | - | R | P* | P* |
| 6.5 | P* | R* | R | M | R | M |
| <hr/> | | | | | | |
| 7.1 | - | - | - | P | - | R* |
| 7.2 | - | - | - | - | P* | R* |
| 7.3 | - | R | - | P | P | P |
| 7.4 | - | P | - | P | P | R |
| 7.5 | - | - | - | P | P | R |

Clave de la tabla: (-) paneles sin deterioro; (P) poca oxidación; (R) regular oxidación; (M) mucha oxidación; (D) demasiado o deterioro total; (*) aspollado de la pintura.

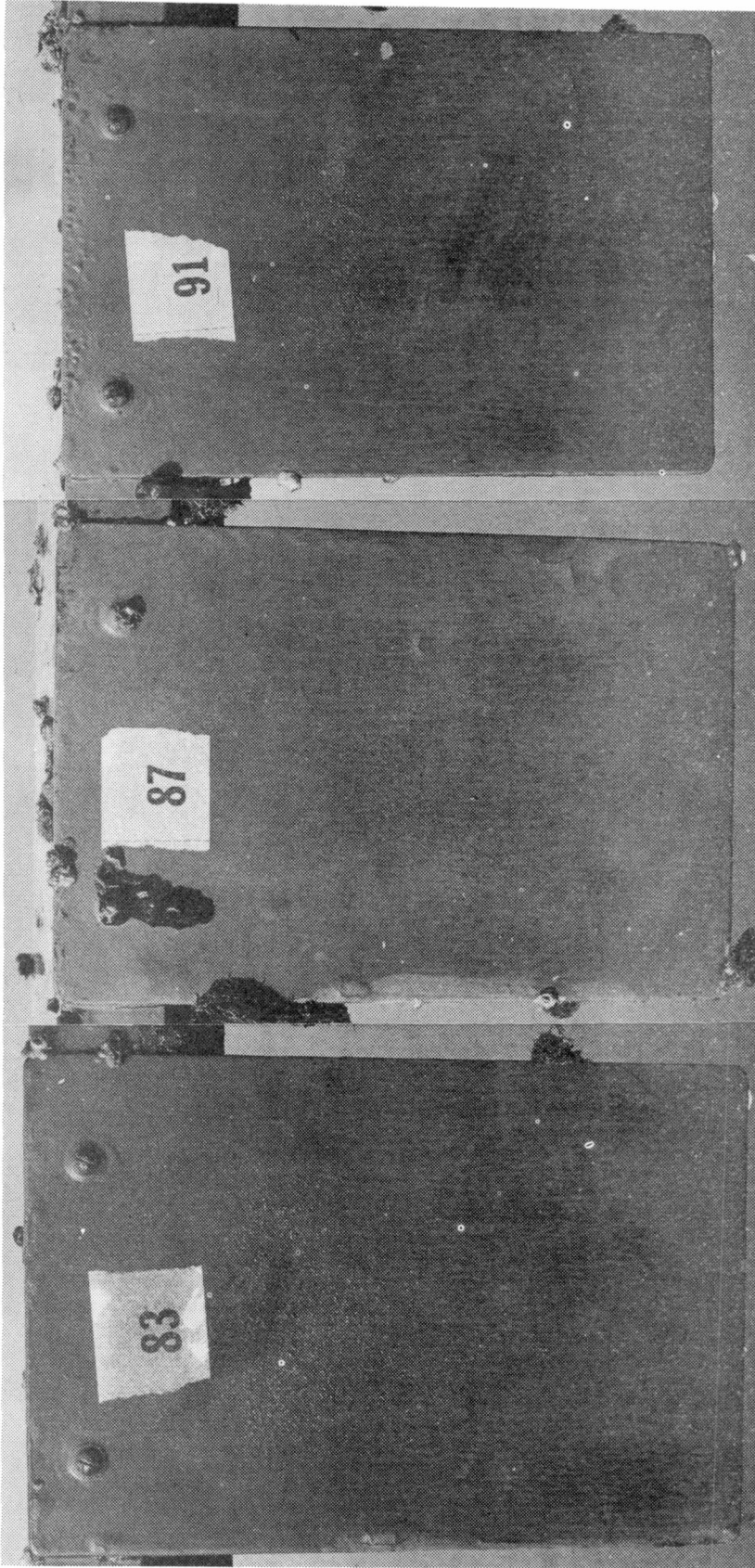


Figura 4.- Paneles correspondientes a las pinturas anticorrosivas 5.1, 5.2 y 5.3, a base de caucho clorado, esquemas con pintura intermedia aluminio (22 meses de inmersión en Puerto Belgrano)

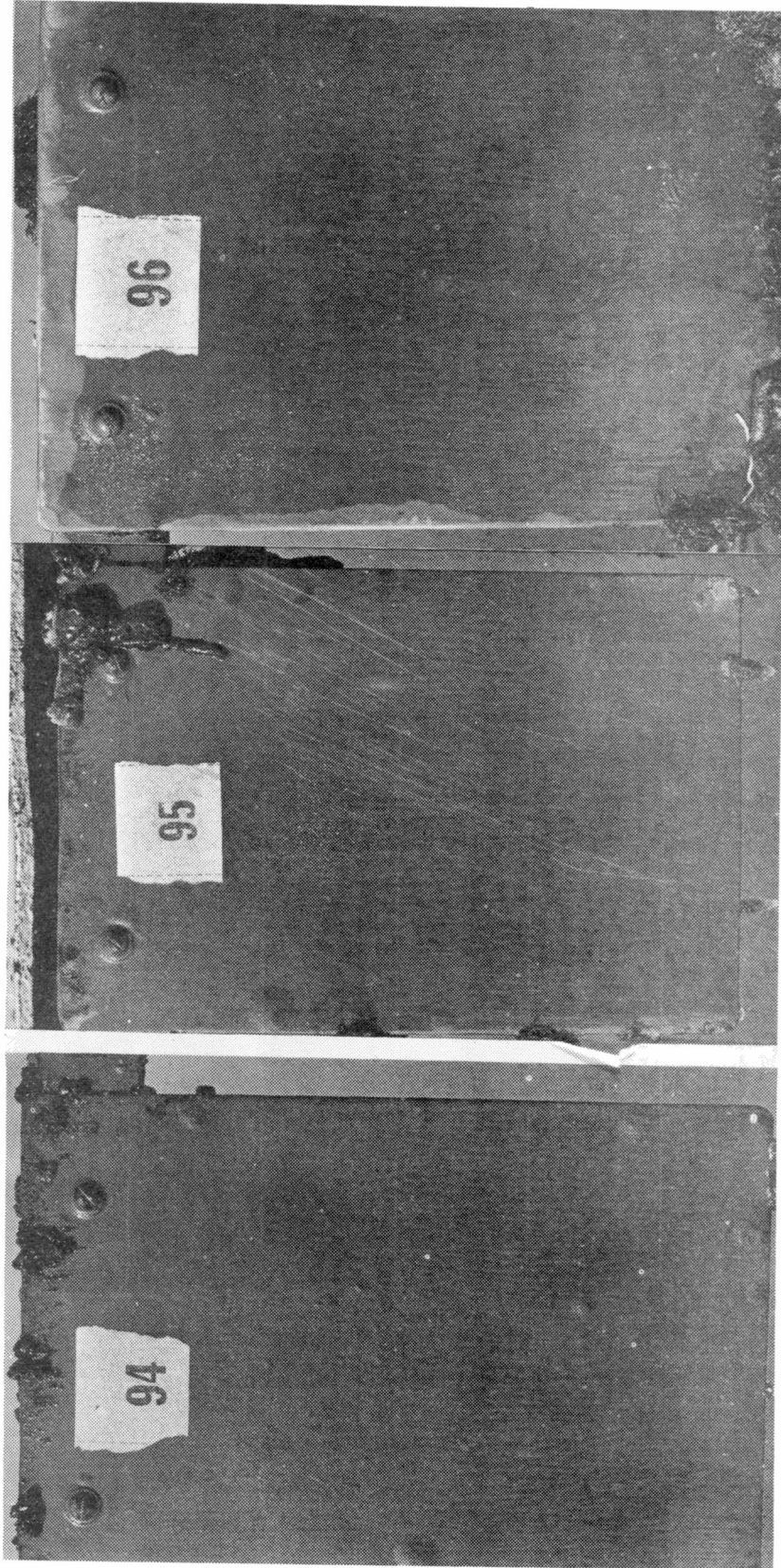


Figura 5.- Paneles correspondientes a la pintura anticorrosiva 5,4, a base de caucho clorado, pigmentada con tetroxicromato de cinc; primero, segundo y tercer panel de carena (22 meses de inmersión en Puerto Belgrano)

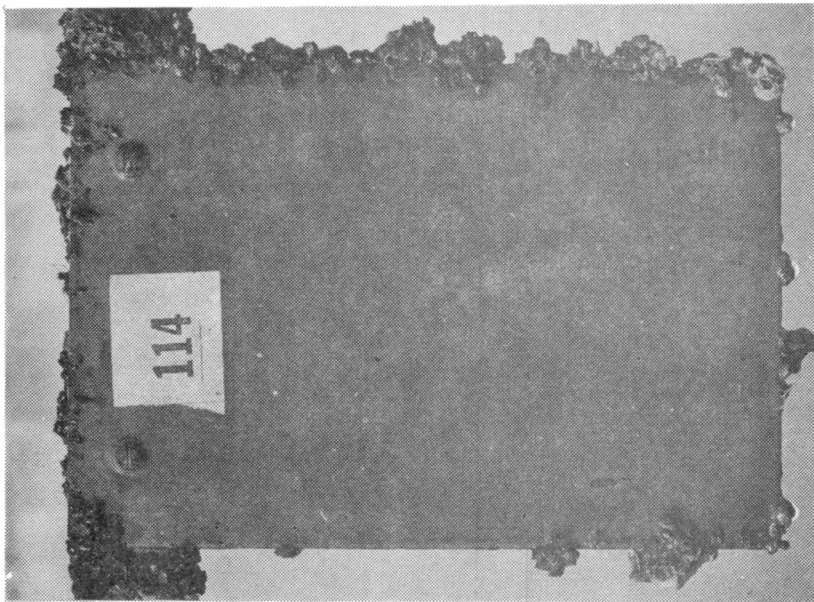
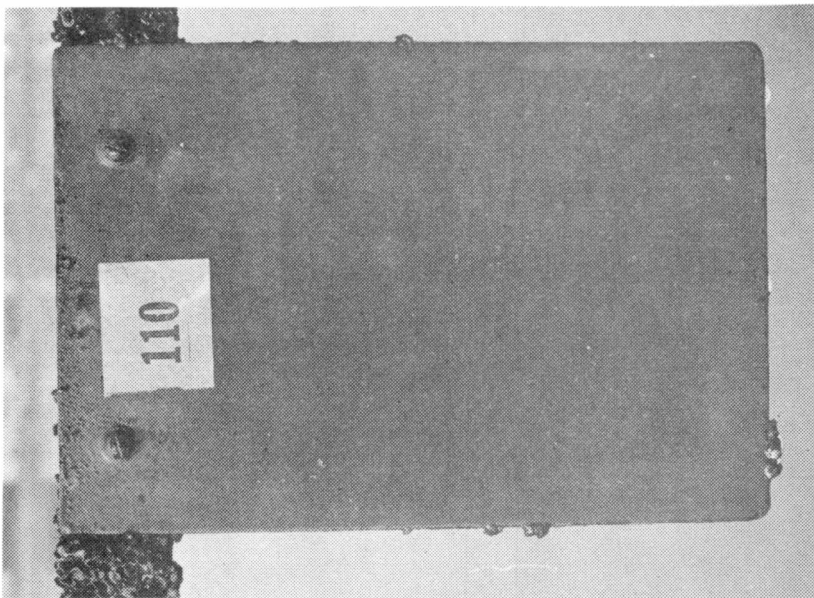


Figura 6.- Paneles correspondientes a las pinturas anticorrosivas 6.3 y 6.4, a base de caucho clorado, primer nivel de carena, sin pintura intermedia (22 meses de inmersión en Puerto Belgrano)

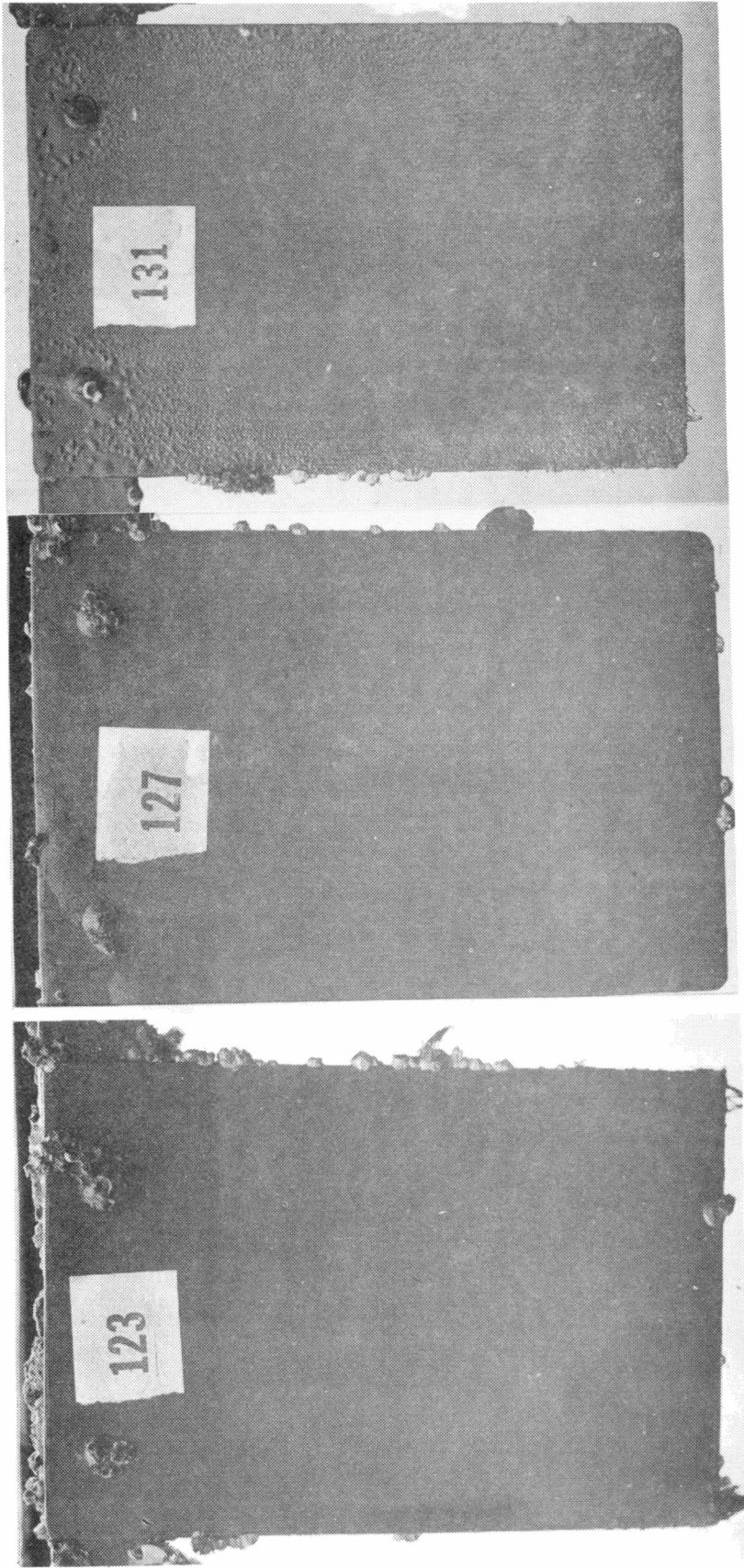


Figura 7.- Paneles correspondientes a las pinturas anticorrosivas vinílicas 7.1, 7.2 y 7.3, segundo nivel de carena, con pintura intermedia aluminio (22 meses de inmersión en Puerto Belgrano)

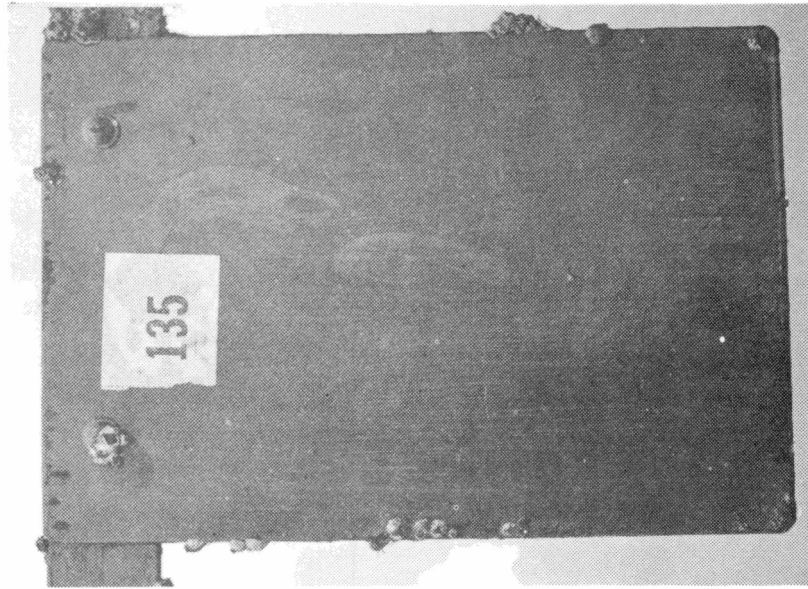
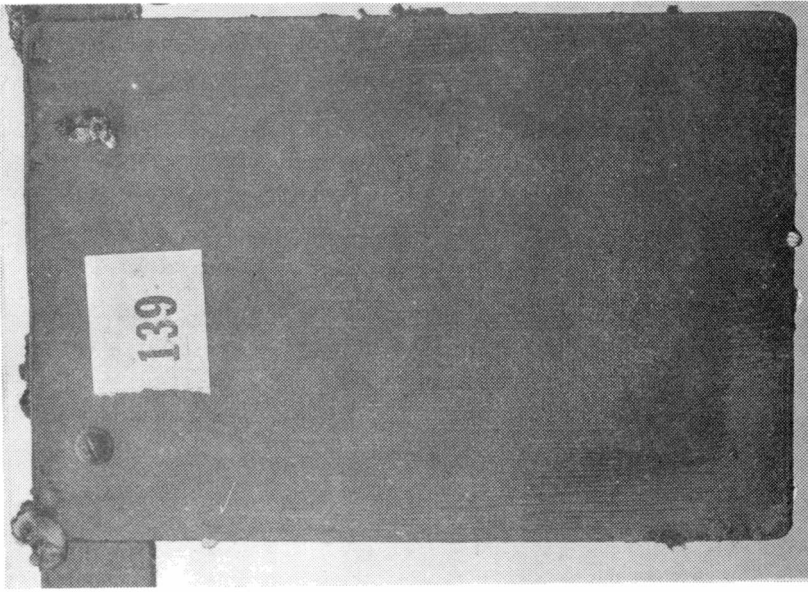


Figura 8.- Paneles correspondientes a las pinturas anticorrosivas vinílicas 7.4 y 7.5, segundo nivel de carena, con pintura intermedia aluminio (22 meses de inmersión en Puerto Belgrano)

COMPATIBILIDAD DE PINTURAS DE PROTECCION
TEMPORARIA ("SHOP PRIMERS") CON ESQUEMAS
ANTICORROSIVOS PARA CARENAS *

Ing. Quím. Juan J. Caprari ***

Dr. Vicente J. D. Rascio ****

SERIE II, N° 554

- Trabajo realizado con subsidios del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC), y del Servicio Naval de Investigación y Desarrollo (SENID).
- Jefe de División del LEMIT y Responsable del Area Propiedades Protectoras de Películas de Pintura del CIDEPINT; Miembro de la Carrera del Investigador Científico del CONICET.
- Director del CIDEPINT (Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de Pinturas); Miembro de la Carrera del Investigador Científico del CONICET, del Comité International Permanent pour la Recherche sur la Préservation des Matériaux en Milieu Marin (COIPM) y del Comité Argentino de Ingeniería de los Recursos Oceánicos (CAIRO).

INTRODUCCION

El propósito fundamental del empleo de pinturas de protección temporaria en la industria naval es el mantenimiento del acero sin oxidación durante la etapa constructiva y la obtención de un fondo lo suficientemente efectivo como para que sirva de base al resto del esquema a aplicar y no interfiera su acción.

La composición de estos "shop primers" está condicionada a una serie de factores, entre los que se encuentran las características ambientales del lugar de exposición, la preparación de la superficie metálica, el tiempo que dure la construcción de la estructura, el mantenimiento preventivo que se haya programado para la misma y las exigencias a las que será sometido el producto durante el cortado y la soldadura de las chapas.

En lo referente a las características ambientales, Evans (1) ha establecido claramente que la corrosión atmosférica depende del grado de humedad relativa existente en la zona de ensayo, de la cantidad de contaminantes atmosféricos sólidos o gaseosos presentes, de la frecuencia de las lluvias y, especialmente, de las condiciones meteorológicas al comienzo de la exposición. En general los medios más agresivos son aquellos donde la humedad relativa promedio se encuentra por encima de 70 por ciento, hay una concentración relativamente apreciable de dióxido de azufre y abundante cantidad de partículas o residuos sólidos en suspensión en la atmósfera.

La diferente naturaleza química de estas partículas permite clasificarlas, de acuerdo a su grado de agresividad en partículas activas, que son sales higroscópicas que crean condiciones muy particulares en la zona donde están depositadas ya que favorecen, por fenómenos osmóticos, el pasaje de agua a través de la película; partículas neutras compuestas por polvos no activos y partículas indirectamente activas sobre las cuales se absorben o adsorben gases agresivos, y en condiciones de alta humedad atmosférica producen sustancias ácidas que favorecen los procesos de corrosión.

Estos factores, conjuntamente con los esfuerzos mecánicos a que es sometida la película de "shop primer" aplicada, producen en tiempos de exposición prolongados (generalmente 12 a 20 meses) importantes zonas de ataque si la estructura no es sometida a un mantenimiento preventivo adecuado, eliminando el óxido formado en las zonas de soldadura y cubriendo estos lugares con manos adicionales de "primer".

Estas consideraciones deben ser tenidas en cuenta en la elección de los esquemas protectores y del método de preparación de la superficie. Si el grado de deterioro de la misma es grande, correspondería eliminar totalmente el "shop primer" y los óxidos formados y pintar sólo en esas condiciones.

Si bien en principio esto puede parecer no justificable económicamente, el espaciamiento del tiempo entre carenados, la eliminación de daños serios por corrosión y el mantenimiento en servicio de la unidad por periodos prolongados, compensan ampliamente esta mayor inversión inicial. Es necesario además hacer resaltar que en la actualidad existen pinturas para carena que pueden proteger por períodos no inferiores a cinco años, a condición de ser aplicadas sobre superficies adecuadamente preparadas.

Este trabajo es continuación de otro ya publicado con anterioridad (2). Se ha buscado en este caso estudiar la influencia que ejerce el grado de oxidación de los paneles de ensayo, expuestos a la intemperie durante 20 meses, sobre el comportamiento de los esquemas para carena.

PARTE EXPERIMENTAL

La exposición a la intemperie se realizó durante el período citado en la estación experimental que el Centro posee en La Plata.

Luego de realizar la evaluación del grado de oxidación de los paneles expuestos (lo que se efectuó sin eliminar la película de "shop-primer"), se los lavó con agua usando solución de detergentes y cepillo de cerda, se enjuagaron a presión y se

T A B L A I

ESQUEMAS DE PINTADO ENSAYADOS

| Esquema I | Esquema II | Esquema de película promedio (μ) ² |
|--|--|---|
| Arenado o granallado | Arenado o granallado | - |
| "Shop primer" (1 mano) | "Shop primer" (1 mano) | 50 - 55 |
| Pintura anticorrosiva de fondo (2 manos) | Pintura anticorrosiva de fondo (2 manos) | 100 - 120 |
| Pintura intermedia (1 mano) | ----- | 40 - 50 |
| Pintura antiincrustante (2 manos) | Pintura antiincrustante (2 manos) | 100 - 120 |

Espesor total esquema I: 250-270 μ

Espesor total esquema II: 270-325 μ

los dejó secar perfectamente antes de aplicar la pintura anticorrosiva.

Se ensayaron dos esquemas basados en una única pintura anticorrosiva de fondo, con y sin aplicación de pintura intermedia. Los esquemas de pintado empleados y el espesor de película promedio obtenido se indican en la tabla I. La composición de las pinturas que forman el sistema y la función que cumple cada una de ellas se presentan en la tabla II. La composición de los "shop-primers" ensayados no se incluye ya que se ha establecido en un trabajo anterior (2).

Se agregaron además dos paneles testigo: uno arenado (AT) y otro granallado (GT) a los cuales se les aplicó "wash primer", dos manos de anticorrosivo de fondo con y sin pintura intermedia y dos manos de pintura antiincrustante.

En todos los casos las pinturas que componen el esquema final se pintaron a pincel, con un tiempo de secado entre manos de 24 horas y luego fueron sometidas a inmersión total (ensayo en carena) durante 20 meses en la balsa experimental de Mar del Plata. Se realizaron observaciones trimestrales, las que permitieron seguir el comportamiento de las pinturas durante todo el ensayo.

Al término del mismo, los paneles fueron acondicionados convenientemente y remitidos al laboratorio, donde se eliminó la película de pintura con removedor y se evaluó el grado de oxidación, calificándolos de acuerdo al sistema de puntaje ya utilizado en otros trabajos anteriores.

DISCUSION DE LOS RESULTADOS

En las tablas III y IV se presentan los valores del grado de oxidación final de los paneles pintados con los "shop-primers" preparados en el laboratorio y el de los productos industriales.

Se incluye además como referencia la oxidación inicial de las placas luego de 20 meses de exposición a la intemperie,

T A B L A II

COMPOSICION DE LAS PINTURAS UTILIZADAS (g/100 g)

| | Pintura anticorrosiva de fondo | Pintura intermedia | Pintura antiincrustante |
|---|-----------------------------------|-----------------------|----------------------------|
| Cromato básico de cinc. | 15,4 | - | - |
| Oxido de cinc..... | 5,3 | - | 3,4 |
| Oxido cuproso..... | - | - | 34,0 |
| Arseniato mercurioso... | - | - | 5,0 |
| Oxido férrico | 15,4 | 28,6 | 9,1 |
| Inertes..... | 4,8 | 9,6 | - |
| Agente mateante..... | 1,9 | 2,8 | 2,5 |
| Barniz fenólico (75 % de sólidos)..... | 16,2 | 17,8 | 3,8 |
| Caucho clorado 20 cP... | 6,0 | 6,6 | - |
| Plastificante..... | 3,1 | 3,3 | - |
| Colofonia..... | - | - | 19,2 |
| Disolventes..... | 31,9 | 31,3 | 23,0 |

y los resultados logrados con paneles testigo, arenados o granallados, sobre los que también se aplicaron los mismos esquemas de pintado ya mencionados.

"Primers" de cinc y de cinc-aluminio

De los productos elaborados en el laboratorio, cumplen en forma total las exigencias del ensayo de inmersión, las muestras número 60 y 61, preparadas respectivamente con polvo de cinc (75,7 %) y cinc-aluminio (72,5 % de cinc, 4,0 % de aluminio) siendo el vehículo caucho clorado de 20 cP; no presentan oxidación los paneles arenados ni los granallados, y la protección es similar se utilice o no pintura intermedia (figuras 1 y 2).

Los "primers" 66 (cinc-aluminio, vehículo epoxídico) y 68 (polvo de cinc, vehículo inorgánico) satisfacen el ensayo sólo sobre chapa arenada, es decir la de menor rugosidad. La pintura 62 (cinc-aluminio, vehículo caucho clorado, pero con menor contenido de cinc que las anteriores) observa buen comportamiento sobre chapa arenada y empleando pintura intermedia.

Entre los productos industriales examinados, sólo cumplieron las exigencias de los 20 meses de inmersión en balsa las muestras 11 ("primer" de cinc aluminio, vehículo caucho ciclado) y 22 ("primer" de cinc, vehículo epoxídico), pero sólo con intermedio. Los resultados son similares tanto con chapa arenada como con granallada.

En ningún caso se ha observado ampollado en los esquemas aplicados sobre los "primers", falla muy frecuente cuando el pintado se realiza sobre películas de los mismos sin envejecer. Este problema se había detectado en anteriores experiencias, y está relacionado con la reactividad del cinc frente al agua de mar. Esta reactividad se reduce muy marcadamente o desaparece por la transformación del cinc en óxido y en carbonato básico (por exposición a la intemperie en la etapa previa al ensayo), compuestos que, además, son de muy baja solubilidad. Con su formación, contribuyen a obturar los poros de la película, aumentando así la impermeabilidad de la misma y el efecto de barrera y retardando el acceso del electrolito al contacto con el metal (3, 4).

"Primers" preparados con pigmentos inhibidores e inertes

En las experiencias realizadas con anterioridad como parte de este mismo trabajo (2) quedó demostrado que estos "shop primers" no resultaban adecuados como protección anticorrosiva cuando la exposición a la intemperie se prolongaba excesivamente (más de un año).

Las muestras que se prepararon en el laboratorio poseían todas contenidos elevados de pigmentos inhibidores: la pintura 63 se formuló con 25,4 % de minio (vehículo caucho clorado 20 cP), la 65 con 4,4 % de sílicocromato básico de plomo y 1,2 % de óxido de cinc (vehículo vinílico) y la número 67 con 21,1 % de tetroxicromato de cinc y 7,4 % de óxido de cinc (vehículo epoxídico). Todas las chapas pintadas se mantienen sin oxidación durante 6 meses; la misma se inicia (muestra 67) al año de exposición y ya es marcada luego de 20 meses.

Si se comparan estos resultados con los observados luego de la inmersión en agua de mar en la balsa experimental, se tienen los siguientes valores:

| | Exterior 20 meses | Inmersión balsa 20 meses con intermedia sin intermedia | |
|------|----------------------|---|---|
| 63 A | 2 | 5 | 4 |
| 63 G | 3 | 5 | 4 |
| 65 A | 4 | 4 | 4 |
| 65 G | 1 | 4 | 4 |
| 67 A | 1 | 5 | 5 |
| 67 G | 4 | 5 | 5 |

En todos los casos se registran valores de oxidación correspondientes a los máximos de la escala. En algunos paneles se observa también picado en los bordes. En la figura 3 se presentan los paneles correspondientes a la muestra 65 A, frente.

Los productos industriales están formulados con un contenido de cromatos (expresado como CrO_3) que varía entre 2,2 y

TABLA III.- GRADO DE OXIDACION OBSERVADO EN PANELES DE CABELA (COMBINACIONES REALIZADAS EN EL LABORATORIO)

(20 meses de inmersión, puerto de Mar del Plata)

| TIPO: | Primera de cinc y de cinc-aluminio | | | | | | | | | | Primera con pigmentos inhibidores | | | | | | | |
|---|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------------------------------|------|------|------|------|------|----|----|
| | 60 A | 60 B | 68 A | 68 G | 61 A | 61 G | 62 A | 62 G | 66 A | 66 G | 63 A | 63 G | 65 A | 65 G | 67 A | 67 G | AT | GT |
| 1. FRENTE DEL PANEL (con pintura intermedia) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Oxidación inicial (20 meses intermedia)..... | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 4 | 1 | 1 | 4 | - | - |
| Oxidación final: | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Centro..... | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 1 | 0 |
| Bordes..... | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 0 |
| Picado ("pitting"): | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Centro..... | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Bordes..... | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| 2. DORSO DEL PANEL (sin pintura intermedia) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Oxidación inicial (20 meses intermedia)..... | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 3 | 2 | 4 | 3 | 1 | - | - |
| Oxidación final: | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Centro..... | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 2 | 0 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 2 | 0 |
| Bordes..... | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 2 | 0 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 0 |
| Picado ("pitting"): | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Centro..... | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Bordes..... | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 |

Clave de la tabla: (A) arenado; (G) granulado.

(0) panel sin oxidación; (1) poco; (2) poco oxidado; (3) regular oxidación; (4) mucha oxidación; (5) totalmente oxidado.

TABLA IV.- GRADO DE OXIDACION OBSERVADO EN PANELES DE CAMBIA (SOP.-PRIMOS INDUSTRIALES)
(20 meses de inmersión, puerto de Mar del Plata)

| | Primera de cinc y de cinc-aluminio | | | | | | | | | | Primera con pigmentos inhibidores | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|
| | 12A | 12G | 22A | 22G | 11A | 11G | 32A | 32G | 21A | 21G | 23A | 23G | 31A | 31G | 33A | 33G | 41A | 41G | 51A | 51G | 52A | 52G | AT | GT |
| 1. FUENTE DEL PANEL (con pintura intermedia) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Oxidación inicial (20 meses interperie)..... | 3 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 3 | 3 | 5 | 1 | 2 | 4 | 5 | 1 | 4 | 4 | 5 | 3 | 5 | - | - |
| Oxidación final: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Centro..... | 3 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 3 | 4 | 5 | 3 | 5 | 4 | 5 | 2 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 1 | 0 |
| Bordes..... | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 0 |
| Picado ("pitting"): | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Centro..... | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Bordes..... | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 2 | 0 | 4 | 3 | 1 | 0 | 4 | 4 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2. DORSO DEL PANEL (sin pintura intermedia) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Oxidación inicial (20 meses interperie)..... | 2 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 0 | 0 | 3 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4 | 2 | 2 | 4 | 5 | 4 | 5 | - | - |
| Oxidación final: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Centro..... | 4 | 4 | 2 | 0 | 0 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 2 | 0 |
| Bordes..... | 3 | 4 | 2 | 0 | 0 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 0 |
| Picado ("pitting"): | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Centro..... | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Bordes..... | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 4 | 3 | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |

Clave de la tabla: (A) arenado; (G) granallado.
(0) panel sin oxidación; (1) panel muy poco oxidado; (2) poco oxidado; (3) regular oxidación; (4) mucha oxidación; (5) totalmente oxidado.

3,9 %. La muestra 32 contiene sólo pigmentos inertes, principalmente óxido férrico; este pigmento está presente además en todas las muestras comerciales en una proporción que oscila entre 22,3 y 49,8 %.

Luego de 20 meses al exterior estas placas presentan valores de oxidación que varían entre 1 y 4 para los "primers" aplicados sobre chapa arenada, y entre 2 y 5 para los pintados sobre chapa granallada. La única excepción está constituida por la muestra 21 (sobre panel arenado) cuya oxidación es nula al cabo de 20 meses al exterior, pudiendo compararse, desde el punto de vista de su poder protector, con los mejores "primers" a base de cinc y cinc-aluminio.

Después de 20 meses de inmersión en la balsa, la mayor parte de las muestras presentan oxidación variable entre 4 y 5, y apreciable picado en los bordes en muchos paneles.

Resulta difícil sacar conclusiones definitivas con respecto a las experiencias con este tipo de "primers", pero resulta evidente que, en general, su comportamiento es claramente inferior al que se observa con aquéllos elaborados con cinc y con cinc y aluminio ("zinc rich primers").

En primer término es notoria su menor capacidad de protección anticorrosiva en la primera etapa al exterior, especialmente si este lapso es prolongado, como ha ocurrido en nuestra experiencia. Si esto tiene lugar en una zona como la que se ha utilizado para la exposición, no excesivamente contaminada, las posibilidades protectoras, en zonas con mayor contaminación, serán mínimas. Ello puede ocurrir en sectores fabriles, como los de Ensenada y Berisso, donde luego de la instalación de industrias petroquímicas, se han detectado concentraciones de agentes contaminantes (5) del siguiente orden:

| | | |
|--|-------|-------------------------|
| Material depositado (partículas sólidas).. | 10,6 | t/km ² /mes |
| Aerosoles..... | 178,2 | g/m ³ |
| Dióxido de carbono..... | 418,0 | p.p.m. |
| Monóxido de carbono..... | 2,7 | p.p.m. |
| Oxidos de nitrógeno..... | 0,061 | p.p.m. |
| Hidrocarburos..... | 0,22 | p.p.m. |
| Sulfuros totales, en SO ₃ | 0,36 | mg/dm ² /día |

Estas cifras varían a lo largo del año pero se mantienen siempre dentro de valores altos. A ello se suma una humedad

ambiente normalmente por encima de 70 %, todo lo cual configura una condición de muy alta agresividad.

Si bien los "primers" comerciales tienen todos un contenido bajo de cromatos, a fin de reducir la proporción de agentes tóxicos en los humos de soldadura, no parece ser esa la causa del mal comportamiento, pues los resultados son similares a los obtenidos con los productos preparados en el laboratorio y con contenidos elevados de diferentes pigmentos anticorrosivos. Habría que atribuir esto en parte a los bajos espesores de película que se aplican normalmente (entre 20 y 25 micrones), evidentemente insuficientes para proteger superficies de la rugosidad de las empleadas.

Los paneles testigo presentan ligeras diferencias de comportamiento según el método de limpieza utilizado. En los paneles granallados, sin "shop-primers", no se observa oxidación al final de los 20 meses de inmersión, con cualquiera de los esquemas empleados, lo cual da información acerca del excelente poder protector de las pinturas utilizadas (los resultados son similares con y sin intermediario). En las chapas arenadas (figura 4) cuya rugosidad superficial es menor que la de las anteriores, la oxidación es mayor, variando entre 1 y 2 en el centro de las mismas, y presentando un valor 2 en los bordes. Este resultado podría deberse a una preparación defectuosa de estos paneles testigo, hecho poco probable, pero imposible de establecer luego de terminada la experiencia. La variable espesor de película no es factor de influencia, pues ambos paneles testigo tienen características similares en cuanto a número de manos.

CONCLUSIONES

1. Los "primers" a base de cinc y de cinc-aluminio, correctamente formulados, como ocurre con algunas de las muestras ensayadas, han demostrado poseer buena resistencia a la intemperie y propiedades anticorrosivas satisfactorias cuando son usados como productos de protección temporaria.

2. Después de envejecimiento prolongado al exterior, la formación de óxidos y de carbonatos básicos, de baja solubilidad y reactividad provoca la obturación de los poros de la película y complementa así la acción de protección catódica con un efecto de barrera. En estas condiciones, si el "primer" ha evidenciado poseer buenas propiedades anticorrosivas, no sería necesaria la eliminación de esta película previo al pintado. Su compatibilidad con los esquemas protectores ensayados es satisfactoria y parece complementar su acción.

3. El comportamiento anticorrosivo de los "shop primers" a base de pigmentos inhibidores e inertes es claramente inferior al de los anteriores. La oxidación que se observa a la intemperie, en la etapa previa de exposición, es en general grande, y esto se traduce en una superficie inadecuada para la aplicación de esquemas para carena. El deterioro muy marcado de las placas ensayadas luego de 20 meses de inmersión en la balsa experimental, indica que es aconsejable la eliminación de estos productos de protección temporaria una vez cumplida la etapa constructiva.

4. Aún en los casos en que no se haya producido oxidación a la intemperie por haberse realizado un adecuado mantenimiento, tampoco es aconsejable pintar sobre este tipo de "primers". La película, con bajo contenido de pigmentos inhibidores, se interpondrá entre la pintura anticorrosiva y el metal, impidiendo la acción específica de aquélla.

REFERENCIAS

1. Evans, U. R. - The corrosion and oxidation of metals, scientific principles and practical applications. E. Arnold Publ. Ltd., London, 1960.
2. Caprari, J. J., V. Rascio y D. Filocomo.- Propiedades de pinturas de protección temporal ("shop-primers"). Corrosión y Protección (España), 5 (4), 221, 1974.

3. Bruzzoni, W. O. - Las pinturas de cinc en la protección anticorrosiva del acero. Navitecnia, 22 (3), 89, 1968.
4. Newton, D. S., B. W. Guest. - The natural and accelerated weathering of zinc dust primers. J. Oil. Col. Chem. Assoc., 47 (12), 942, 1964.
5. Nieto, A. E. - Preservación de los recursos naturales; contaminación atmosférica. Pre-print, Dep. Toxicología Ind. y Saneamiento Ambiental, Instituto Biológico de La Plata, 1972.

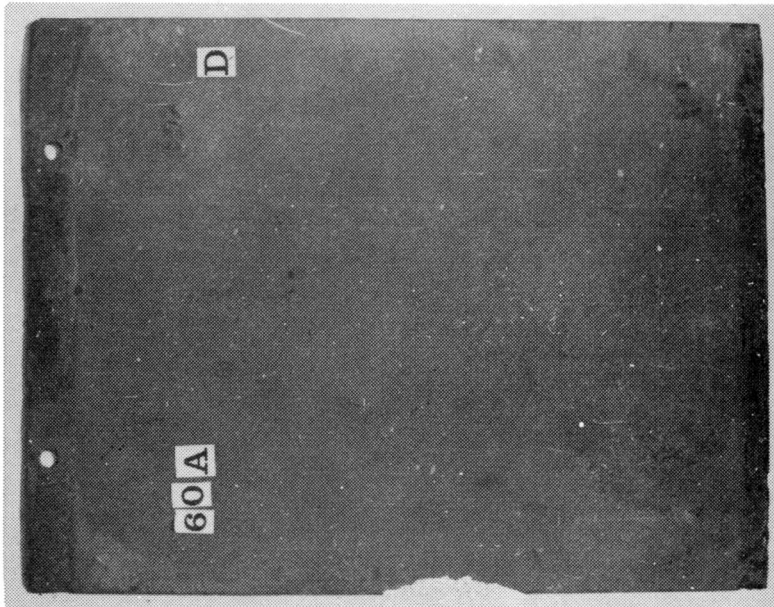
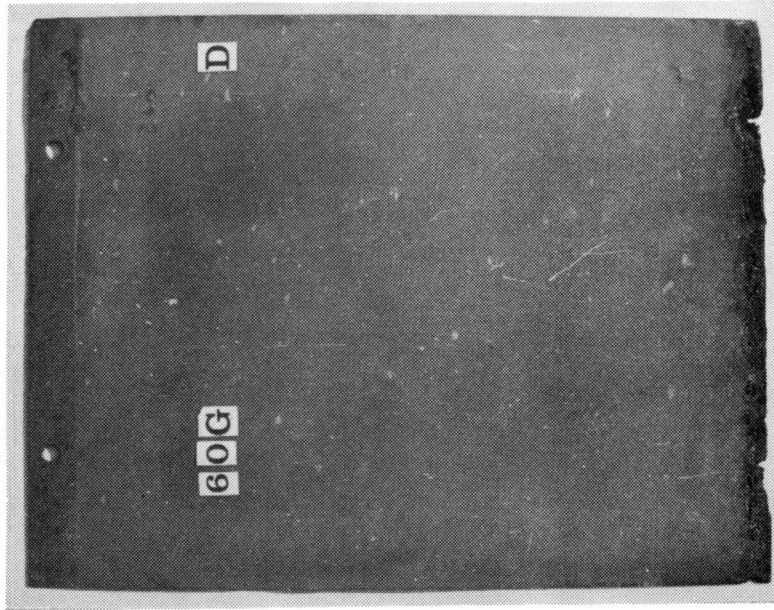


Figura 1.- Formulación 60, aplicada sobre chapa arenada (A) o granallada (G), sin oxidación luego de 20 meses de inmersión

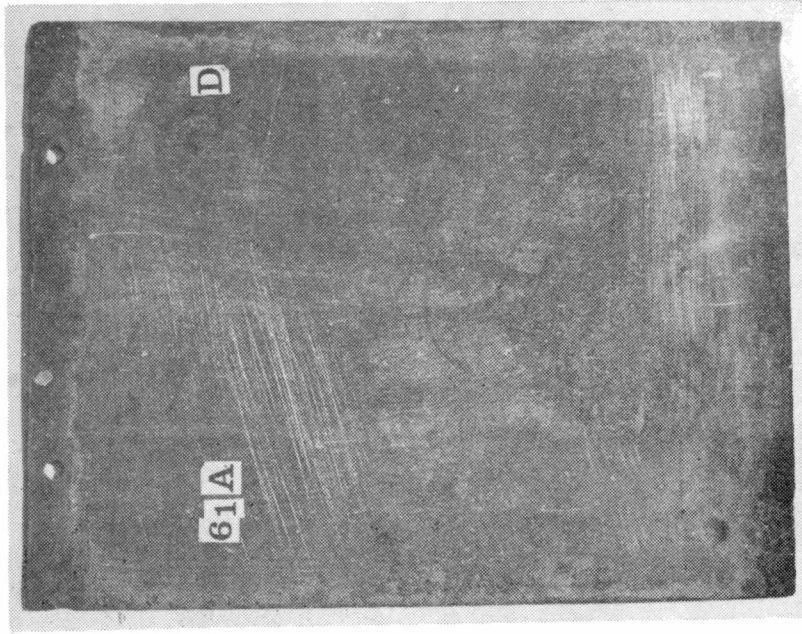
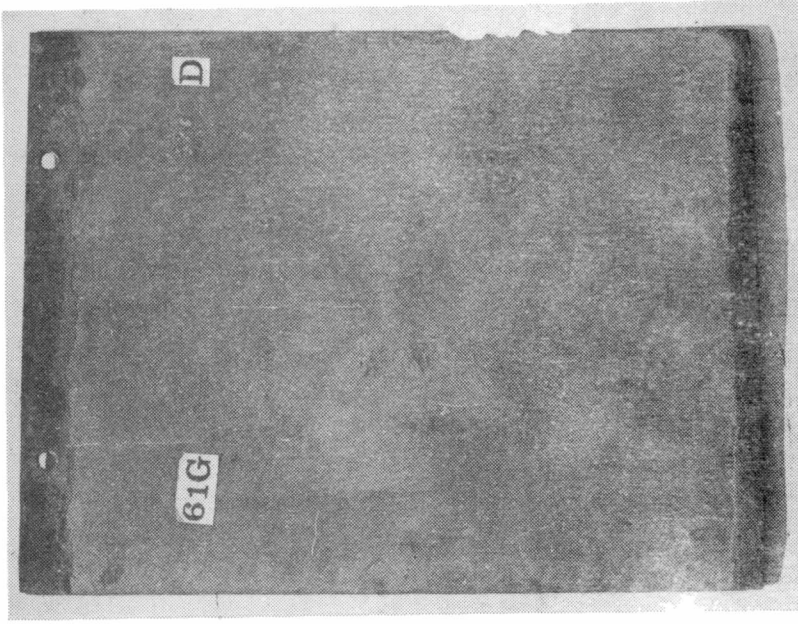


Figura 2.- Formulación 61, aplicada sobre chapa arenada (A) o granallada (G), sin oxidación luego de 20 meses de inmersión

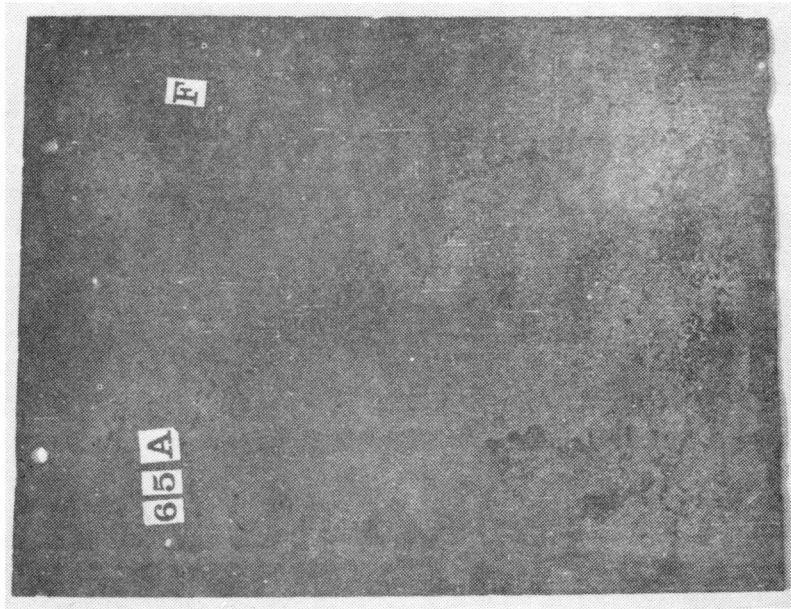
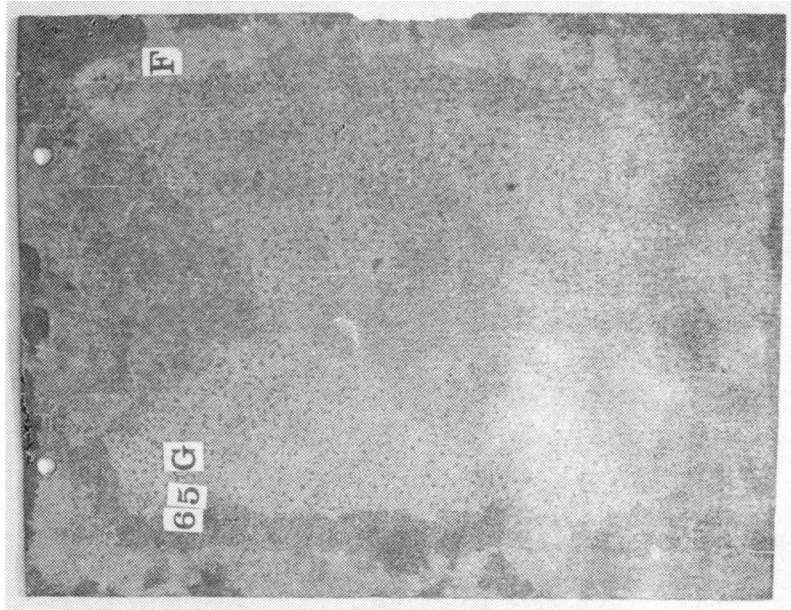


Figura 3.- "Shop-primer" 65, sobre chapa arenada (izquierda) y granallada (derecha) luego de 20 meses en la balsa experimental (oxidación 4 en ambos casos)

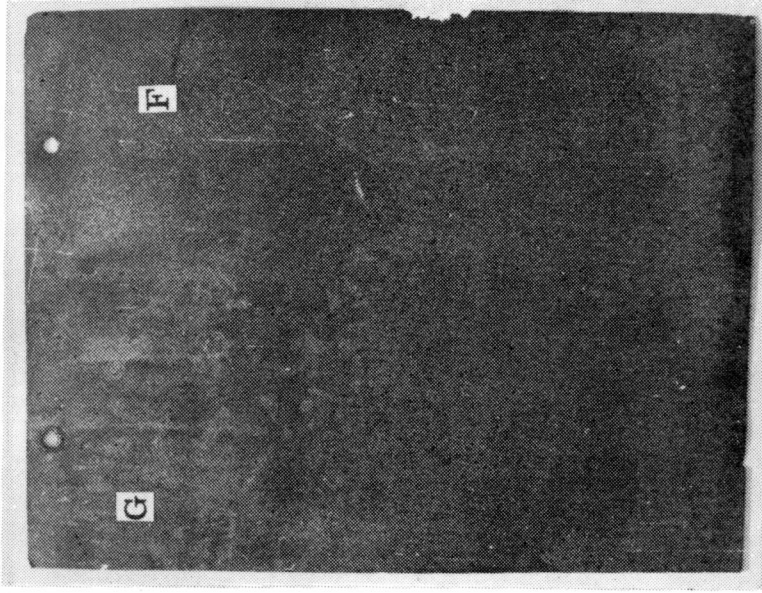
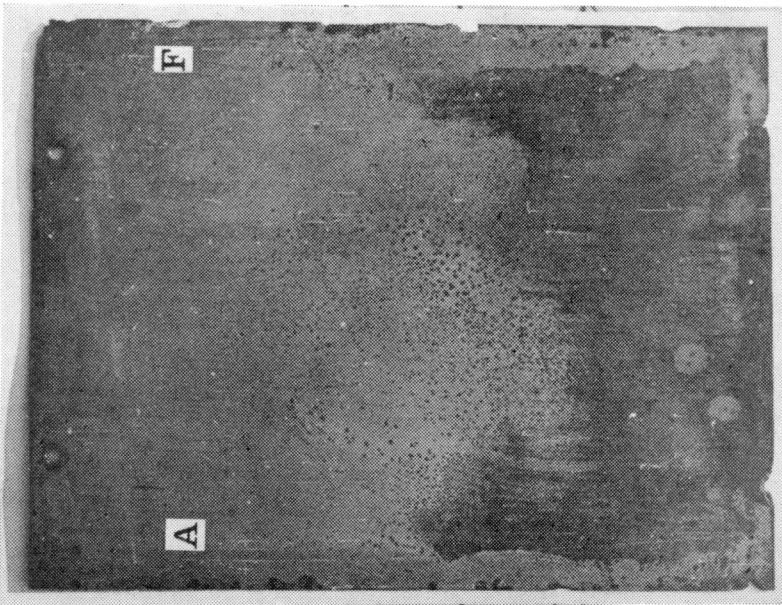


Figura 4.- Paneles arenado (izquierda) y granallado (derecha) utilizados como testigos, sin "shop primer"; esquema con pintura intermedia, oxidación 1 y 0, respectivamente, luego de 20 meses de inmersión

COMPATIBILIDAD DE REVESTIMIENTOS DE PINTURA CON
PROTECCION CATODICA POR CORRIENTE IMPRESA
TENTATIVA DE UN METODO DE LABORATORIO

Dr. Epifanio Rozados *

Dr. Vicente Vetere **

Lic. Olga S. Eugeni ***

- * Jefe de División del LEMIT.
- ** Jefe de Sección del LEMIT y Responsable del Area Estudios Electroquímicos aplicados a problemas de Corrosión y Anticorrosión del Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de Pinturas (LEMIT-CONICET-CIC)
- *** Becaria del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

INTRODUCCION

Uno de los métodos más importantes de contralor de la corrosión lo constituye la protección catódica. Esencialmente, consiste en aplicar a la estructura metálica que se protege, una corriente de polarización externa que modifica el potencial de corrosión del sistema hasta por lo menos el valor del potencial reversible de la reacción anódica. De esta manera, virtualmente, es anulada la disolución del metal y, en consecuencia, la corrosión se detiene.

La fuerza electromotriz necesaria para producir la corriente protectora puede provenir, en general, de dos fuentes diferentes y ello genera dos tipos distintos de protección catódica: por ánodos de sacrificio, acoplando al sistema otro metal menos noble que se ataca preferencialmente y por corriente impresa mediante un generador externo de corriente continua o de alterna usando rectificadores, cuyo polo positivo se conecta a un ánodo de emisión comunmente no consumible y su polo negativo a la estructura que se desea proteger. El procedimiento por corriente impresa permite el ajuste (en forma manual o automática) de los potenciales y densidades de corriente de acuerdo a los requerimientos que en cada momento necesita la estructura protegida. Esta posibilidad, le otorga un campo de aplicación mucho más amplio que al sistema por ánodos de sacrificio.

La protección catódica es, en sí misma, una técnica segura de protección contra la corrosión del hierro y otros metales y aleaciones sumergidos o enterrados en medios potencialmente agresivos. Sin embargo, cuando se decide su aplicación, debe tenerse muy en cuenta el factor económico. Desde este punto de vista, la protección catódica actuando aisladamente resulta demasiado onerosa e incluso puede provocar algunos inconveniente técnicos. Por ello, se la asocia a revestimientos con propiedades aislantes y de inercia química, que permiten reducir significativamente la importancia de las instalaciones y el consumo de corriente necesaria para asegurar completa protección. En efecto, la densidad de corriente requerida disminuye proporcionalmente con los atributos anti-

corrosivos del revestimiento asociado.

En medios muy agresivos, tales como los ambientes marinos, es común la aplicación de protección catódica complementada con revestimientos de pinturas anticorrosivas. Ambos sistemas de protección cuando actúan simultáneamente deben ser compatibles desde varios puntos de vista:

a) Compatibilidad química. La protección catódica produce alcalinización del electrolito en contacto con la estructura protegida; en consecuencia, la pintura no deberá ser reactiva en medio alcalino. Es sabido que un gran número de pinturas convencionales se saponifican en ese medio; por esta razón, no pueden ser aplicadas.

b) Compatibilidad eléctrica. La corriente protectora debe llegar a la superficie en contacto con el electrolito para modificar el potencial hasta el valor requerido; el revestimiento de pintura interpone entre el metal y el medio una barrera estanca que impide infiltración en sentido radial o transversal (esto es una propiedad esencial de las pinturas anticorrosivas). Además, las pinturas deben presentar elevada resistencia eléctrica para reducir el consumo de energía.

c) Compatibilidad electroquímica. La superficie de metal sumergida en el electrolito se recubre de hidrógeno gaseoso producido por electrólisis del agua del medio acuoso. El gas puede penetrar por debajo del revestimiento y despegarlo; cuando existe sobreprotección, la pintura no resiste las presiones subyacentes muy elevadas (por ello se aconseja que los potenciales de protección no deben exceder los $-1\ 200$ mV).

Se ha realizado un gran número de investigaciones y de trabajos experimentales sobre la influencia, interacción e incompatibilidades de distintos esquemas de pintado con la protección catódica, especialmente referidos a metales expuestos en agua de mar, de los cuales pueden extraerse interesantes conclusiones. Merecen citarse los de Van Soest (1), Van Londen (2), Anderton (3), Schnock (4), Routley (5), Morgan (6), Tulloch (7), Domansky (8), Sudrabin (9), Brown (10), Crosby (11), Devoluy (12) y Francis (13).

En nuestro medio, y utilizando la balsa para ensayo de pinturas marinas del Centro, fondeada en la Base Naval de Mar del Plata, se realizó un estudio sobre compatibilidad de pin-

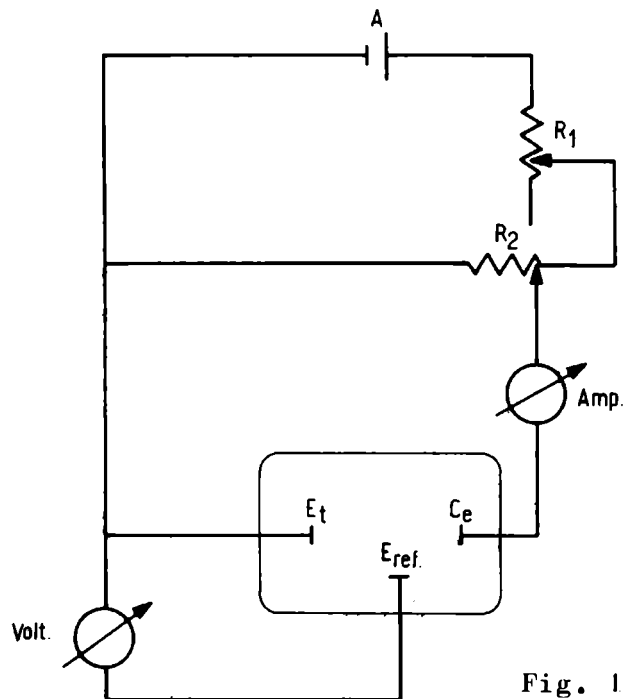


Fig. 1

turas para carena de barcos con protección catódica con ánodos de sacrificio de cinc y magnesio (14).

Bajo los auspicios del Servicio Naval de Investigación y Desarrollo de la Secretaría de Marina (SENID) se está desarrollando el plan ECOMAR I, dentro del cual se ha publicado un estudio sobre corrosión metálica en medios marinos (15) en el que figura una exhaustiva bibliografía sobre el tema de protección catódica aplicada a embarcaciones y estructuras fijas expuestas a esos medios.

PARTE EXPERIMENTAL

Se hizo un modelo de laboratorio tentativo con el fin de ensayar la acción simultánea de revestimientos de pintura y la protección catódica por corriente impresa, en condiciones estáticas y dinámicas del fluido. El circuito utilizado se muestra esquemáticamente en la figura 1. Consta, esencialmente de una fuente de corriente y potenciales es-

tabilizados (A) construida especialmente para estas experiencias por LYP Electrónica, con alcances de corriente entre 30 mA y 1 A y de potencial desde 10 a 100 volts. Intercalando una resistencia variable R_1 en serie y otra R_2 , en paralelo, mediante el uso adecuado de ambas pueden emitirse desde la fuente corrientes del orden de los microamperes (10^{-6} A). La resistencia R_1 tiene un valor total de 10 000 ohms (en décadas de 1, 10, 100 y 1000) y la R_2 , 100 ohms.

El sistema electroquímico se coloca en una cuba de material plástico de aproximadamente 100 litros de capacidad. El electrodo de trabajo E_t está constituido por una chapa de hierro de 1 mm de espesor (30 cm x 15 cm); el contraelectrodo C_e actúa como ánodo de emisión no consumible (manda la corriente protectora al electrodo de trabajo) y es un disco de acero inoxidable tipo 18:8 de 4 mm de espesor y 6 cm de diámetro al cual se acoplaron sucesivamente 5 diafragmas de acrílico con el fin de modificar la superficie de emisión. Los diafragmas consisten en 5 discos de acrílico con orificio central de diámetros diferentes que, al unirse al disco de acero dejan expuestas áreas de electrodo de 0,19; 1,76; 3,14; 7,06 y 12,56 centímetros cuadrados. Una pequeña bomba impulsora con rotor de acero inoxidable permite la circulación del electrolito (solución de cloruro de sodio al 3,6 %) a velocidades regulables desde 0,4 hasta 4,0 litros/minuto. El electrodo de referencia E_{ref} es de calomel saturado y las experiencias se llevaron a cabo con una velocidad de circulación del fluido de 2 litros/minuto. La figura 5 muestra el equipo en conjunto, la figura 6 el electrodo de trabajo, la figura 7 el contraelectrodo montado con uno de los diafragmas y la figura 8 el mismo contraelectrodo desmontado y la serie de los cinco diafragmas de acrílico.

En primer término, se realizaron una serie de medidas exploratorias con el objeto de determinar si existía influencia en la relación de superficies entre el electrodo de trabajo y el ánodo de emisión, aplicando los diafragmas de acrílico sobre el ánodo de acero y experimentando a distintas densidades de corriente y variando la distancia entre ambos electrodos dentro de las limitaciones impuestas por las dimensiones de la cuba. Los resultados que se obtuvieron en todos los casos ensayados fueron similares, lo cual indica que para el modelo construido la variación de superficies de los

electrodos y de las distancias posibles entre ambos no influyen significativamente en los valores experimentales. Para todos los ensayos posteriores se optó por acoplar el diafragma que deja expuesta una superficie de 12,56 cm².

Definida el área del ánodo de emisión, se halló el umbral de corriente mínima requerida por la chapa en ensayo, sin revestimiento alguno, para permanecer protegida cuando se halla sumergida en el electrolito. Se procedió efectuando experiencias partiendo de valores de corriente aplicada de 100 μ A y manteniendo al sistema en esas condiciones hasta aparición de manifestaciones de ataque del metal; se consideró comportamiento satisfactorio si al cabo de lapsos de 20 días de permanencia el electrodo de hierro permanecía inalterado.

Debe consignarse que cuando el envío de corriente no alcanza a proporcionar protección total, el electrodo de trabajo comienza a presentar signos de deterioro después de 4 o 5

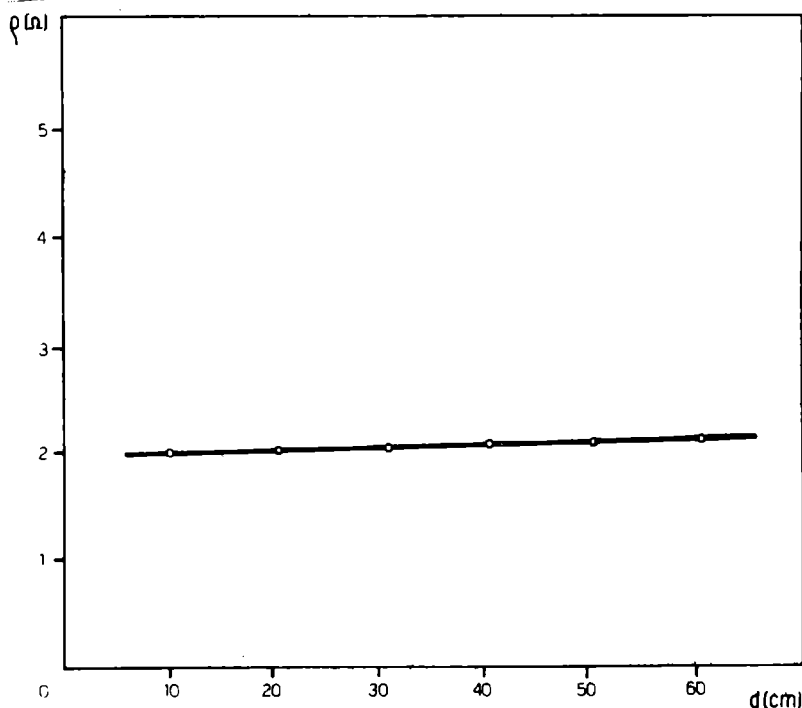


Fig. 2

días de permanencia en el electrolito. En el caso del metal sin revestimiento alguno, se halló un valor del umbral de alrededor de 600 μ A en condiciones estáticas, y un valor algo mayor, de alrededor de 650 μ A con el fluido circulando con el

T A B L A I

| Panel | Resistencia estática (Ω) | Resistencia dinámica (Ω) | Corriente estática (μA) | | Corriente dinámica (μA) | |
|-------|---|---|--------------------------------|--------|--------------------------------|--------|
| | | | mínima | máxima | mínima | máxima |
| I | 68 | 65 | 280 | 1 323 | 440 | 1 769 |
| | 60 | 56 | 373 | 1 518 | 510 | 2 000 |
| | 65 | 61 | 547 | 1 380 | 465 | 1 850 |
| | 70 | 65 | 518 | 1 280 | 429 | 1 716 |
| II | 130 | 129 | 170 | 690 | 227 | 925 |
| | 110 | 108 | 205 | 815 | 275 | 1 006 |
| | 105 | 105 | 215 | 850 | 280 | 1 100 |
| | 100 | 100 | 225 | 905 | 304 | 1 255 |
| III | 300 | 300 | 76 | 300 | 100 | 405 |
| | 280 | 280 | 80 | 325 | 105 | 405 |
| | 250 | 250 | 91 | 360 | 123 | 425 |
| | 290 | 290 | 78 | 305 | 107 | 480 |
| IV | 400 | 400 | 56 | 225 | 74 | 300 |
| | 420 | 420 | 53 | 216 | 71 | 285 |
| | 500 | 500 | 46 | 181 | 62 | 241 |
| | 480 | 480 | 47 | 185 | 65 | 252 |
| V | 1 000 | 1 000 | 25 | 90 | 31 | 118 |
| | 900 | 900 | 25 | 98 | 34 | 130 |
| | 980 | 980 | 22 | 92 | 32 | 122 |
| | 950 | 950 | 25 | 95 | 30 | 126 |

caudal de 2 litros/minuto.

Asimismo se realizaron medidas de la resistencia óhmica del sistema utilizándose para ello un puente de conductividad (Philips, Mod. R.R. 9.500). La figura 2 muestra la variación de la resistencia en función de la distancia entre los electrodos. Cabe aclarar que los valores expuestos no se refieren a la resistividad específica sino que corresponden a la superficie del electrodo de trabajo de 450 cm². En el momento de efectuar las medidas de la resistencia se interrumpe el suministro de corriente.

ENSAYOS SOBRE ELECTRODO PINTADO

Se prepararon electrodos de trabajo pintados con cinco esquemas distintos utilizándose pinturas que por su composición son compatibles con la protección catódica; en rigor, son cuatro esquemas de pintado pues el restante es simplemente la mano de "wash primer" vinílico que se aplicó como base de todos los demás. Se efectuaron los ensayos por cuadruplicado y se trabajó exclusivamente con pinturas preparadas en el Centro.

Los esquemas citados son los siguientes:

1. "Wash primer" vinílico (espesor 60 micrones)
2. "Wash primer" vinílico y 2 manos de pintura a base de caucho clorado (espesor 120-125 micrones) de la siguiente composición:

Pasta de aluminio (no leafing)

Oxido de cinc

Alloprene R 20

Cereclor 42

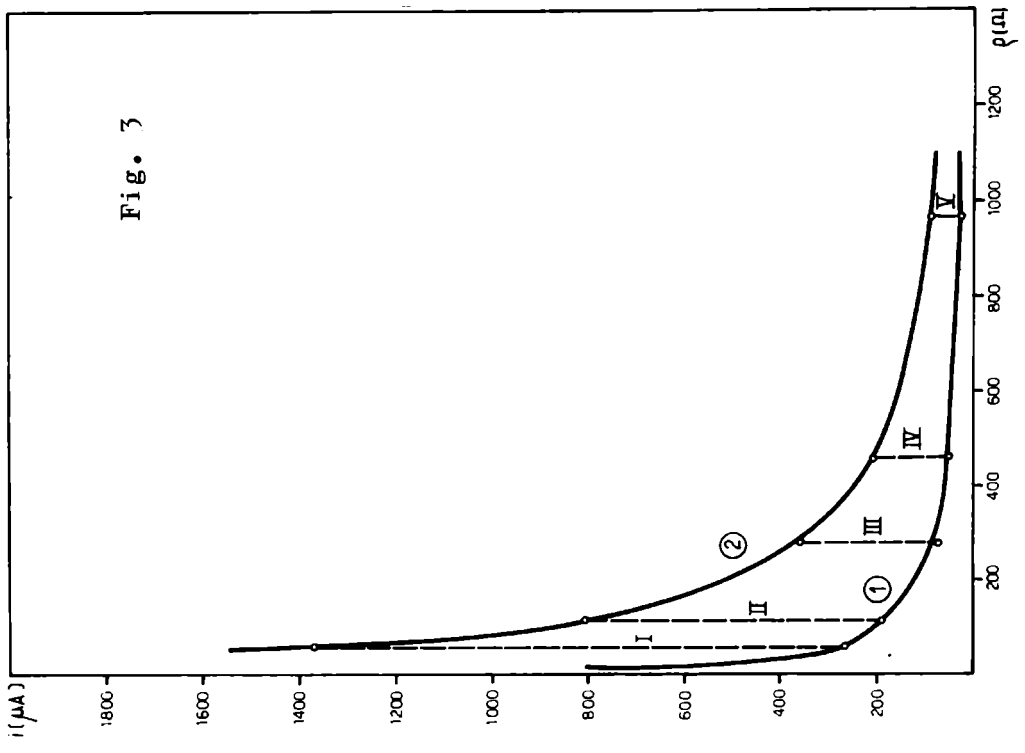
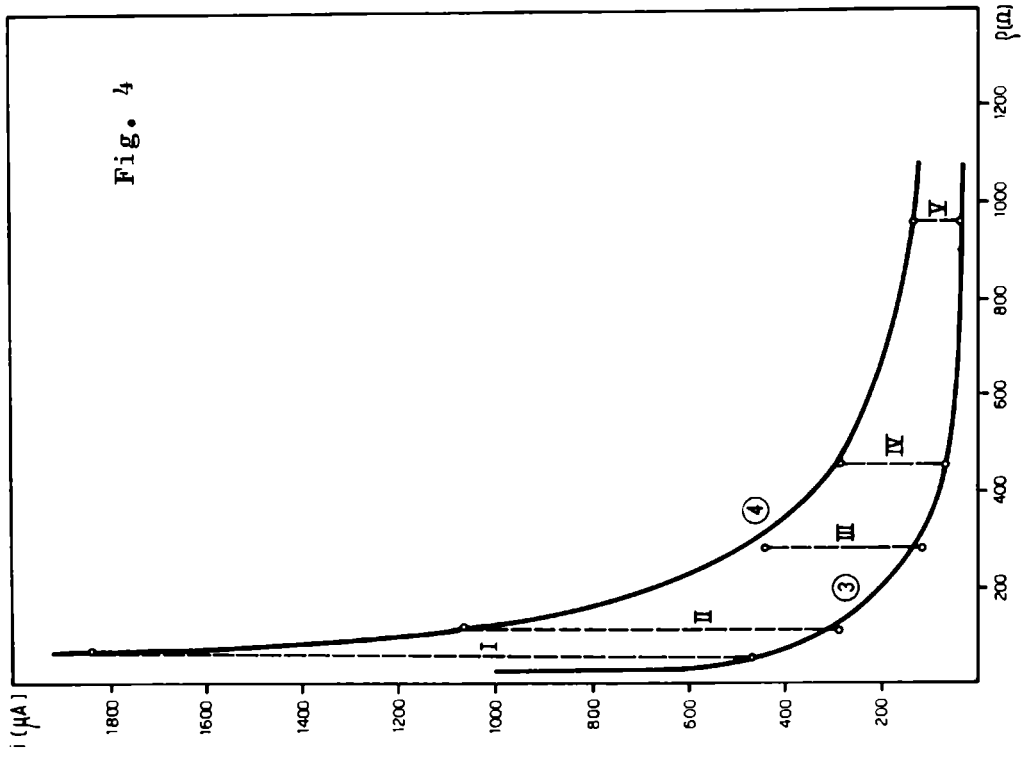
Disolventes y diluyentes

3. "Wash primer" vinílico y 2 manos de pintura a base de caucho clorado (espesor 80-95 micrones) de la siguiente composición:

Pasta de aluminio (no leafing)

T A B L A II

| Panel | Resistencia estática (Ω) | Resistencia dinámica (Ω) | Corriente estática (μA) | | Corriente dinámica (μA) | |
|-------|---|---|--------------------------------|---------------|--------------------------------|---------------|
| | | | mínima | máxima | mínima | máxima |
| I | 66 ± 3 | 61 ± 3 | 330 ± 31 | 1375 ± 73 | 461 ± 26 | 1834 ± 91 |
| II | 111 ± 10 | 110 ± 10 | 205 ± 17 | 815 ± 63 | 272 ± 22 | 1067 ± 76 |
| III | 280 ± 15 | 280 ± 15 | 81 ± 6 | 323 ± 20 | 109 ± 7 | 430 ± 25 |
| IV | 450 ± 40 | 450 ± 40 | 51 ± 4 | 202 ± 19 | 68 ± 5 | 270 ± 23 |
| V | 958 ± 33 | 958 ± 33 | 24 ± 1 | 94 ± 3 | 32 ± 1 | 124 ± 4 |



Oxido férrico
Oxido de cinc
Alloprene R 20
Cereclor 42
Disolventes y diluyentes

4. "Wash primer" vinílico y 2 manos de pintura a base de caucho clorado (espesor 60-70 micrones) de la siguiente composición:

Oxido férrico
Oxido de cinc
Alloprene R 20
Cereclor 42
Disolventes y diluyentes

5. "Wash primer" vinílico y 2 manos de pintura de base epoxy bituminosa (espesor 125-130 micrones).

En esta serie de ensayos se trató de hallar, para cada esquema de pintado, el rango de corrientes comprendido entre el umbral o valor mínimo por debajo del cual se produce deterioro del metal de base y el valor máximo que resiste el revestimiento de pintura sin ampollarse y separarse del sustrato metálico. Además se midió en cada caso la resistencia óhmica del sistema.

Las condiciones de los ensayos fueron similares a las referidas anteriormente para el electrodo sin revestimiento de pintura. La cara posterior del electrodo de trabajo, es decir, la opuesta a la enfrentada al contraelectrodo, fue recubierta con una gruesa capa de bitumen (2 mm de espesor) para evitar circulación de corriente por ese lado; las chapas de metal que constituyen el electrodo de trabajo (hierro tipo SAE 1010) fueron cuidadosamente desengrasadas y arenadas previamente a la aplicación de la pintura.

En la tabla I se consignan los valores hallados experimentalmente de resistencia global y de corriente en los casos ensayados habiéndose efectuado medidas sobre cada esquema de pintado en series de cuatro paneles.

En la tabla II se dan los valores promedio respectivos y su desviación. Debe hacerse notar que tanto los valores de corriente como los de resistencia no son por unidad de super-

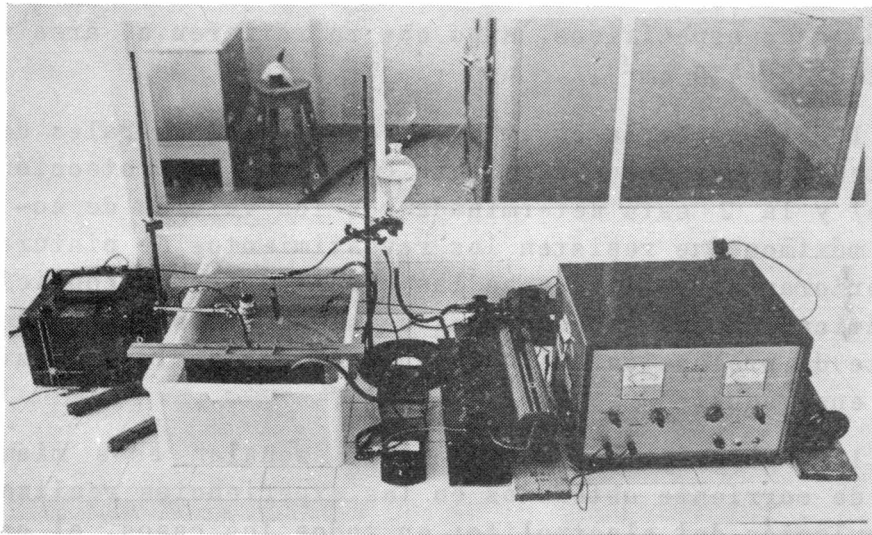


Figura 5

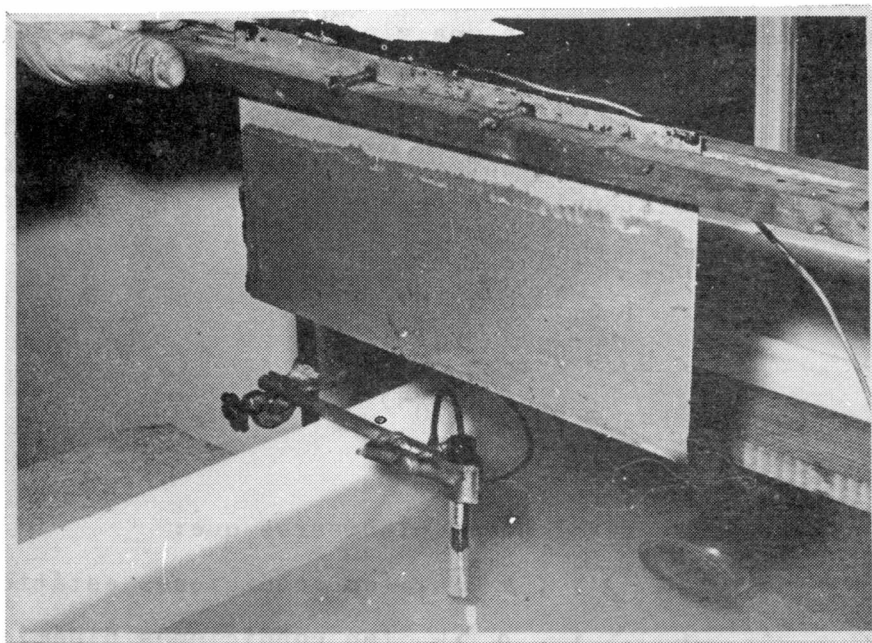


Figura 6

ficie, ésto es específicos, sino que se refieren al área total protegida (450 cm²).

En la figura 3, la curva 1 representa los umbrales de corrientes mínimas necesarias para conseguir la protección del metal y la 2 está determinada por los valores de corriente máximos que resisten los revestimientos de pintura sin deteriorarse, realizándose las experiencias en condiciones estáticas. Entre ambas curvas se señalan los rangos de corriente de protección hallados en cada uno de los revestimientos ensayados.

En la figura 4, las curvas 3 y 4, señalan esos mismos valores de corriente obtenidos en las experiencias realizadas con circulación del electrolito; en todos los casos, el caudal del fluido se mantuvo en 2 litros por minuto.

Se consideró satisfactorio el comportamiento del sistema de protección cuando, para un valor determinado de corriente, el electrodo de trabajo permanecía inalterado después de 20 días.

La forma hiperbólica de las curvas que determinan los valores experimentales, indican una vinculación entre la corriente de emisión y la resistencia global del tipo $\rho \cdot i = k$.

De las curvas 1, 2, 3 y 4 se obtienen las constantes k_1 , k_2 , k_3 y k_4 , respectivamente cuyos valores promedio son (expresando las resistencias en ohms y las corrientes en amperes):

$$k_1 = 22,6 \times 10^{-3}$$

$$k_2 = 90,8 \times 10^{-3}$$

$$k_3 = 30,3 \times 10^{-3}$$

$$k_4 = 0,12$$

De una manera general puede plantearse que:

$$k_2 \gg i \cdot \rho \gg k_1 \text{ (en condiciones estáticas)}$$

$$k_4 \gg i \cdot \rho \gg k_3 \text{ (en condiciones dinámicas)}$$

La ecuación hallada, de tipo general, puede admitirse como una base posible para elaborar un sistema tentativo de predicción de rangos de corriente de protección para un esque-

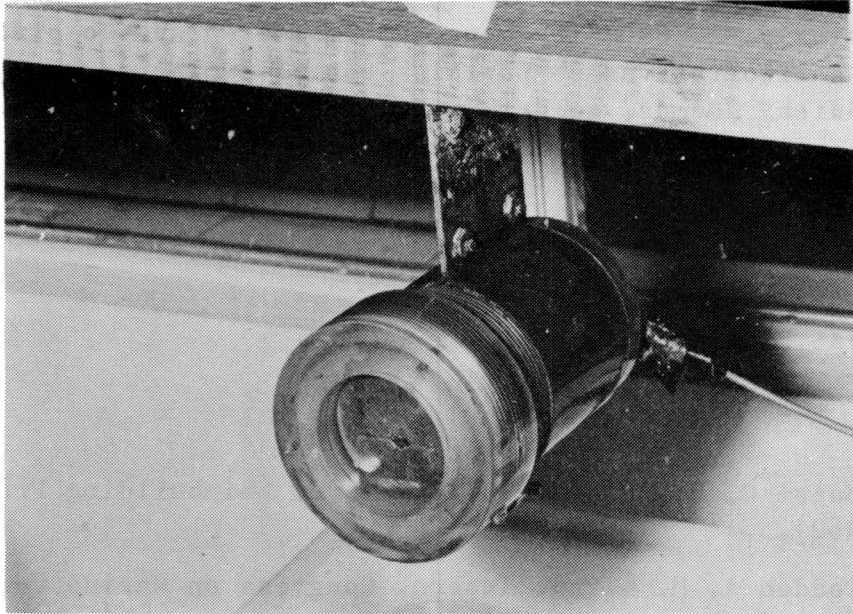


Figura 7

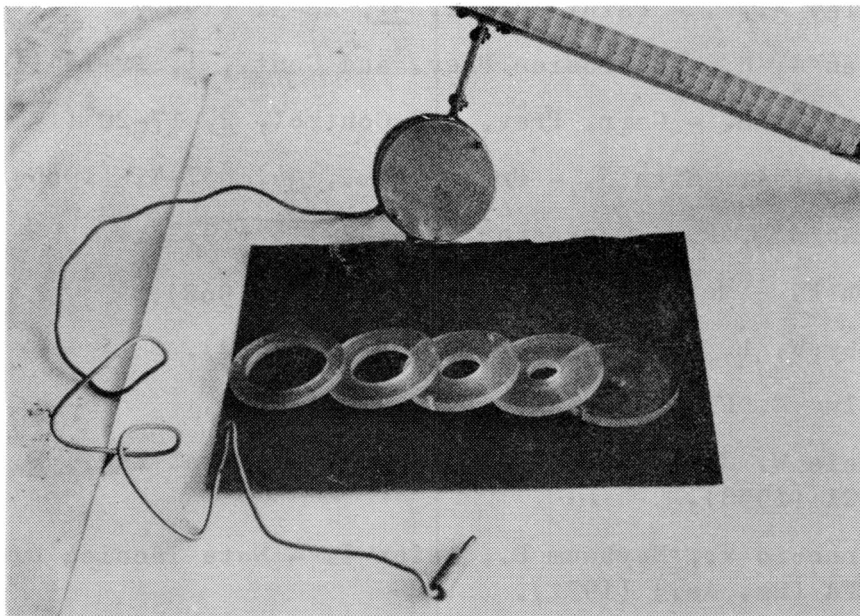


Figura 8

ma determinado. El estudio debe confirmarse ensayando otras pinturas anticorrosivas compatibles con el empleo de protección catódica. Además, se determinarán en cada caso los valores del potencial eléctrico que adquiere el electrodo de trabajo cuando se alcanza la zona de protección.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- (1) Van Soest C. H., Beer H. B. - Intern. Shipbuilding Progr., 2 (1962).
- (2) Van Londen A. M. - 2nd. Intern. Congress on Marine Corrosion and Fouling, Athens (1968).
- (3) Anderton W. A. - Off. Dig., 36, 1210-24 (1964).
- (4) Schnock A. - 3rd. Congress European Fed. of Corrosion, Sect. 6, Brussels (1963).
- (5) Routley A. F. - Paint Techn., 31, 28-31 (1967).
- (6) Morgan J. H. - Corrosion Prev. and Cont., 1, 12-14 (1968).
- (7) Tulloc B. S. - Corr. Prev. and Control, 2, 17-20 (1968).
- (8) Domanski A., Birn J. - Przem Chem., 44, 637-41 (1965).
- (9) Subrabin L. P. - Corrosion, 8, 109-114 (1952).
- (10) Brown P. - Metal Finishing, 66, 66-68 (1968).
- (11) Crosby W. L. - Corrosion, 6, 383-88 (1950).
- (12) Devoluy R. P. - Corrosion, 2, 1-10 (1953).
- (13) Francis W. J. - Journal of Am. Soc. of Naval Eng., 8, 401-21 (1958).
- (14) Alderuccio V., Meybaum B., Maier I. - Nota Técnica DIN Nº 1 CITEFA (Bs. As.) (1971).
- (15) S.E.N.I.D. - Estudio sobre corrosión metálica (1973).

CONTRIBUCION AL ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO
DE LAS PINTURAS ANTIINCRUSTANTES

XI. NUEVAS CONSIDERACIONES SOBRE VARIABLES DE COMPOSICION
EN FORMULACIONES DE TIPO OLEORESINOSO

Dr. Vicente J. D. Rascio**

Ing. Quím. Juan J. Caprari***

- * CIDEPINT, Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de Pinturas (LEMIT-CONICET-CIC); trabajo realizado con el apoyo de los organismos mencionados y del Servicio Naval de Investigación y Desarrollo (SENID)
- ** Director del CIDEPINT; Miembro de la Carrera del Investigador Científico del CONICET, del Comité International Permanent pour la Recherche sur la Préservation des Matériaux en Milieu Marin (COIPM) y del Comité Argentino de Ingeniería de Recursos Oceánicos (CAIRO)
- *** Miembro de la Carrera del Investigador del CONICET y Responsable del Area "Estudios sobre Propiedades Protectoras de Películas de Pintura" del CIDEPINT

INTRODUCCION

En el presente trabajo se ha continuado con el estudio de la influencia del tipo y cantidad de inerte sobre el comportamiento de las pinturas antiincrustantes de tipo oleoresinoso. Se ha considerado en particular la posibilidad de reemplazar parcialmente en las formulaciones algunos de los componentes de alto precio (resina colofonia, tóxicos, etc.) por sustancias químicas más económicas, manteniendo una protección antiincrustante satisfactoria durante un lapso mínimo de un año.

Estas formulaciones serían aptas, de verificarse una adecuada correlación entre los ensayos en balsa y en servicio, para todos aquellos casos en que por razones operativas, los carenados deban hacerse anualmente, por lo que no se justifica el empleo de productos con mayor vida útil.

Se tiende además a profundizar aspectos relativos al comportamiento de pinturas antiincrustantes en las cuales se utilizan sustancias que, si bien no tienen características tóxicas, podrían actuar aumentando el "leaching rate" (solubilidad) de los tóxicos y mejorando de esa manera las características antiincrustantes; podrían, también modificar la estructura de la película, favoreciendo la producción de tizado y contribuyendo a prevenir, por ese mecanismo, la fijación de organismos incrustantes. La posibilidad de incrementar el pH de la interfase película de pintura/agua de mar es otro aspecto que también ha sido considerado en estas investigaciones.

PARTE EXPERIMENTAL

Se ha utilizado la misma metodología experimental de trabajos anteriores, efectuando las experiencias en balsa, sobre paneles metálicos (30 x 40 cm) protegidos con un sistema anticorrosivo y trabajando a profundidades que oscilan

entre 0,50 y 1,50 m. Esto hace más exigente el ensayo, por cuanto se trata de las profundidades a las que se produce la fijación del Alga Enteromorpha intestinalis.

El espesor de la protección antiincrustante (2 manos) fue del orden de 100 micrones. La aplicación se realizó a pincel, con 24 horas de secado para cada mano.

Como sustancias de reemplazo se utilizaron productos insolubles o de muy baja solubilidad en agua: carbonato de calcio (0,0015 g/l), óxido férrico (insoluble) y carbonato de cinc (0,001 g/l).

El carbonato de calcio y el óxido férrico han sido empleados por los autores en experiencias anteriores (1, 2). El carbonato de cinc se incluyó teniendo en cuenta una referencia de Ketchum (3) en el sentido de que su comportamiento resulta satisfactorio asociado al óxido de cinc.

CONSIDERACIONES SOBRE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Las experiencias se realizaron entre diciembre de 1973 y marzo de 1975. Inicialmente las mismas se habían programado para una duración de doce meses, de los cuales sólo los cuatro primeros correspondían a la época de fouling intenso en el Puerto de Mar del Plata. Posteriormente, y de acuerdo con los resultados obtenidos en dicho lapso, se decidió continuar la inmersión durante tres meses adicionales (15 meses en total). De esta manera se buscaba verificar el comportamiento de las pinturas durante un nuevo período de fouling intenso, y con una película que presentaba un avanzado estado de agotamiento de tóxico. Por este procedimiento se logró establecer una diferencia clara en el comportamiento de las diferentes formulaciones en experimentación.

El control del estado de los paneles se efectuó a los 3, 6, 12 y 15 meses de inmersión.

La fijación de fouling en la mencionada área experimen-

tal se estableció empleando paneles inertes, de rugosidad adecuada, los que se observaron mensualmente. Uno de los registros fotográficos obtenidos (figura 3) muestra claramente la magnitud de la colonización que se verifica sobre estas placas. Además, para todas las especies significativas de la zona se confeccionaron los correspondientes gráficos de fijación, los que pueden consultarse en un estudio de Bastida y colaboradores (4).

Algunos organismos, como el Alga Enteromorpha intestinalis, se fijan prácticamente a lo largo de todo el año, particularmente en el panel de línea y en el primero de carena. La fijación de este organismo está regulada por la intensidad de la luz solar y por la turbidez del agua; esta última no permite que se fije en los niveles inferiores de los bastidores. Se trata de una especie altamente resistente a los tóxicos, que tiene un ritmo de crecimiento acelerado. Su ausencia en las placas pintadas es índice de la efectividad de una formulación antiincrustante.

El Poliqueto Polydora ligni se fija también a lo largo de todo el año; es otra especie altamente agresiva y muy resistente a los tóxicos de las pinturas.

Finalmente, y también entre los organismos muy resistentes a tóxicos cuya presencia se ha detectado en la zona, se deben citar los Cirripedios Balanus amphitrite y Balanus trigonus. El primero se fija entre diciembre y junio (seis meses) y el segundo entre diciembre y abril (cuatro meses), apareciendo con igual intensidad en todos los niveles, desde la superficie hasta 2 metros. De acuerdo con un estudio efectuado por Bastida (5), la fijación promedio de Balanus amphitrite en el puerto de Mar del Plata, a las profundidades consideradas, es del orden de 120 ejemplares/dm². Estas especies también aparecen en algunos de los paneles pintados durante los primeros 12 meses de inmersión.

Se prepararon 12 series de seis pinturas cada una (total, 72 muestras). En las series impares se mantuvo el tóxico con un valor constante, en peso, en todas las formulaciones, y se reemplazó parcialmente el vehículo con las sustancias citadas más arriba. Esto permitió lograr pinturas cuyo contenido de vehículo oscila entre 25 y 15 por ciento, (33 y 20 por ciento sobre película seca, respectivamente).

T A B L A I

COMPOSICION TIPO PARA LAS PINTURAS ANTIINCORUSTANTES OLEORESINOSAS, SERIES IMPARES (en g/100 g)Reemplazo de vehículo ("matriz") manteniendo constante el tóxico

| Muestra: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Tóxico* | 47,5 | 47,5 | 47,5 | 47,5 | 47,5 | 47,5 |
| Estearato de aluminio... | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| Sustancia de reemplazo.** | - | 2,0 | 4,0 | 6,0 | 8,0 | 10,0 |
| Vehículo, sólidos..... | 25,0 | 23,0 | 21,0 | 19,0 | 17,0 | 15,0 |
| Disolventes..... | 25,0 | 25,0 | 25,0 | 25,0 | 25,0 | 25,0 |
| Relación pigmento/vehículo (peso)..... | 1/0,5 | 1/0,44 | 1/0,39 | 1/0,34 | 1/0,29 | 1/0,25 |

* Oxido cuproso-óxido de cinc en las series 1, 5 y 9; óxido cuproso-óxido de cinc-arseniato mercurioso en las series 3, 7 y 11.

** Carbonato de calcio (tiza), óxido férrico (ferrite artificial, rojo) o carbonato de cinc.

T A B L A II

COMPOSICION TIPO DE LAS PINTURAS ANTIINCORUSTANTES OLEORESINOSAS, SERIES PARES (en g/100 g)

Reemplazo conjunto de vehículo ("matriz") y de tóxico

| Muestra: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Tóxico * | 47,5 | 45,5 | 43,5 | 41,5 | 39,5 | 37,5 |
| Estearato de aluminio... | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| Sustancia de reemplazo.** | - | 4,0 | 8,0 | 12,0 | 16,0 | 20,0 |
| Vehículo, sólidos..... | 25,0 | 23,0 | 21,0 | 19,0 | 17,0 | 15,0 |
| Disolventes..... | 25,0 | 25,0 | 25,0 | 25,0 | 25,0 | 25,0 |
| Relación pigmento/vehículo (peso)..... | 1/0,5 | 1/0,44 | 1/0,39 | 1/0,34 | 1/0,29 | 1/0,25 |

* Oxido cuproso-óxido de cinc en las series 2, 6 y 10; óxido cuproso-óxido de cinc-arseniató mercurioso en las series 4, 8 y 12.

** Carbonato de calcio (tiza), óxido férrico (ferrite artificial, rojo) o carbonato de cinc.

La relación pigmento/vehículo en peso varía, desde 1/0,5 para la pintura 1 hasta 1/0,25 para la pintura 6 de cada serie.

En las series pares se reemplazó simultáneamente tóxico y vehículo (matriz). La relación pigmento/vehículo varía entre los mismos valores citados precedentemente.

El contenido de tóxico en las pinturas de las series impares es de 47,5 por ciento en peso (63,3 % sobre la película seca); en las series pares, en la muestra 6 se alcanza un valor de 37,5 por ciento en peso (50 % sobre película seca), cualquiera sea la mezcla de tóxicos empleada.

El detalle de los diferentes componentes de las pinturas es el siguiente:

- Serie 1 Oxido cuproso y óxido de cinc constantes; reemplazo de vehículo por tiza (carbonato de calcio)
- Serie 2 Oxido cuproso-óxido de cinc y vehículo reemplazados, en forma creciente por carbonato de calcio.
- Serie 3 Oxido cuproso-óxido de cinc-arseniato mercurioso constantes; reemplazo de vehículo por carbonato de calcio.
- Serie 4 Oxido cuproso-óxido de cinc-arseniato mercurioso y vehículo, reemplazados en forma creciente por carbonato de calcio.

En las series 5 a 8 se emplea óxido férrico, en lugar de carbonato de calcio, y en las 9 a 12 carbonato de cinc.

Las composiciones tipo se presentan en las tablas I y II.

Los resultados de las observaciones realizadas sobre los paneles expuestos se indican en la tabla III. Considerando el período de inmersión de 12 meses, puede observarse que el 91,7 por ciento de las muestras presenta fijación 1 o inferior a dicho valor, que es el límite máximo para considerar a la pintura antiincrustante como de comportamiento satisfactorio.

Cuando la exigencia experimental se hace más rigurosa y se exponen las pinturas con avanzado estado de agotamiento a un nuevo período de fouling intenso, se verifica que sólo 10 de las formulaciones (13,9 por ciento) cumplen la citada con-

dición.

Al cabo de un año de inmersión se verifica que, de las tres sustancias utilizadas para reemplazar cantidades crecientes de pigmento tóxico y de vehículo, la más efectiva es el carbonato de calcio, lo que confirma resultados obtenidos anteriormente, y la menos efectiva el carbonato de cinc.

En las series 1 y 3 (tabla III, fig. 1), en las que se mantiene constante el contenido de tóxico y se reemplaza vehículo por carbonato de calcio (tiza), la efectividad antiincrustante no se altera, y la fijación sobre los seis paneles de cada serie es nula (valor 0), durante los primeros 12 meses, lo que es índice de que el contenido de vehículo no constituye un parámetro crítico dentro de dicho lapso. En los tres meses subsiguientes la fijación de fouling resulta proporcional a la cantidad de vehículo reemplazada. En el caso de las muestras con óxido cuproso-óxido de cinc sólo satisfacen la exigencia de fijación inferior a 1 las pinturas 1.1 y 1.2; con arseniato mercurioso como tóxico de refuerzo, se encuadran dentro de dichas exigencias las formulaciones 3.1, 3.2 y 3.3 (fig. 4 y 5).

Se hace notar que si se sustituye una cantidad excesiva de vehículo, podría llegar a verse afectada la flexibilidad y la adhesividad de la pintura antiincrustante. Es importante lograr que dichas fallas no aparezcan y que el "leaching rate" constante se mantenga por arriba del nivel crítico (3), para que la bioactividad de la pintura no se altere.

En las series 2 y 4 (tabla III, fig. 1) donde se ha efectuado el reemplazo simultáneo de tóxico y de vehículo por carbonato de calcio, puede observarse que la fijación, a los 12 meses, oscila entre 0 y 1. Tanto con óxido cuproso-óxido de cinc como cuando se emplea arseniato mercurioso, la fijación tiene valor 0 al cabo del año en las tres primeras pinturas de cada serie (2.1, 2.2, 2.3, 4.1, 4.2 y 4.3) y algo mayor en las restantes. Si el período de inmersión se prolonga, sólo la muestra 2.1 cumple con las exigencias experimentales (fijación 1). Cuanto mayor es la cantidad de tóxico que se reemplaza, mayor es la fijación, pero las propiedades físico-mecánicas de la película resultan satisfactorias aún en la muestra 6 de cada serie. Incluso puede puntualizarse que, ter-

TABLA III. FIJACION DE "FOULING" SOBRE LOS PANELES PINTADOS (ESCALA 0 A 5)

| Serie | Pintura | Fijación de "fouling" luego de | | | | |
|-------|---------|--------------------------------|---------|----------|----------|--|
| | | 3 meses | 6 meses | 12 meses | 15 meses | |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | Tóxico (óxido cuproso-óxido de cinc) constante; reemplazo de vehículo por carbonato de calcio |
| | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| | 3 | 0 | 0 | 0 | 1-2 | |
| | 4 | 0 | 0 | 0 | 1-2 | |
| | 5 | 0 | 0 | 0 | 1-2 | |
| | 6 | 0 | 0 | 0 | 2 | |
| 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | Reemplazo de tóxico y de vehículo (formulaciones serie 1) por carbonato de calcio |
| | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | |
| | 3 | 0 | 0 | 0 | 2 | |
| | 4 | 0 | 0-1 | 0-1 | 2-3 | |
| | 5 | 0-1 | 0-1 | 0-1 | 2-3 | |
| | 6 | 0 | 0-1 | 0-1 | 3 | |
| 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0-1 | Tóxico (óxido cuproso-óxido de cinc-arseniato mercurioso) constante; reemplazo de vehículo por carbonato de calcio |
| | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| | 4 | 0 | 0 | 0 | 1-2 | |
| | 5 | 0 | 0 | 0 | 1-2 | |
| | 6 | 0 | 0 | 0 | 1-2 | |
| 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1-2 | Reemplazo de tóxico y de vehículo (formulaciones serie 3) por carbonato de calcio |
| | 2 | 0 | 0 | 0 | 1-2 | |
| | 3 | 0 | 0 | 0 | 1-2 | |
| | 4 | 0 | 0-1 | 0-1 | 2 | |
| | 5 | 0 | 0-1 | 0-1 | 2 | |
| | 6 | 0 | 0-1 | 0-1 | 2-3 | |
| 5 | 1 | 0 | 0-1 | 0-1 | 1-2 | Tóxico (óxido cuproso-óxido de cinc) constante; reemplazo de vehículo por óxido férrico |
| | 2 | 0 | 0-1 | 0-1 | 1-2 | |
| | 3 | 0 | 0-1 | 0-1 | 1-2 | |
| | 4 | 0 | 0-1 | 0-1 | 1-2 | |
| | 5 | 0 | 0-1 | 0-1 | 1-2 | |
| | 6 | 0 | 0-1 | 0-1 | 1-2 | |
| 6 | 1 | 0 | 0-1 | 0-1 | 1 | Reemplazo de tóxico y de vehículo (formulaciones serie 5) por óxido férrico |
| | 2 | 0 | 0-1 | 0-1 | 2 | |
| | 3 | 0 | 0-1 | 0-1 | 2 | |
| | 4 | 0 | 0-1 | 0-1 | 2-3 | |
| | 5 | 0 | 0-1 | 0-1 | 2-3 | |
| | 6 | 0 | 0-1 | 1 | 3 | |

| | | | | | | | |
|----|---|-----|-----|-----|-----|--|--|
| 7 | 1 | 1 | 0 | 0-1 | 0-1 | 1 | Tóxico (óxido cuproso-óxido de cinc-arseniato mercurioso) constante; reemplazo de vehículo por óxido férrico |
| | 2 | 2 | 0 | 0-1 | 0-1 | 1 | |
| | 3 | 3 | 0 | 0-1 | 0-1 | 1 | |
| | 4 | 4 | 0 | 0-1 | 0-1 | 2-3 | |
| | 5 | 5 | 0 | 0-1 | 0-1 | 2-3 | |
| | 6 | 6 | 0 | 0-1 | 0-1 | 2-3 | |
| 8 | 1 | 0 | 0-1 | 0-1 | 2 | Reemplazo de tóxico y de vehículo (formulaciones serie 7) por óxido férrico | |
| | 2 | 0 | 0-1 | 0-1 | 2 | | |
| | 3 | 0 | 0-1 | 0-1 | 3 | | |
| | 4 | 0 | 0-1 | 0-1 | 3 | | |
| | 5 | 0 | 1 | 1 | 3 | | |
| | 6 | 0 | 1 | 1 | 3 | | |
| 9 | 1 | 0 | 0 | 0-1 | 2 | Tóxico (óxido cuproso-óxido de cinc) constante; reemplazo de vehículo por carbonato de cinc | |
| | 2 | 1 | 1 | 1 | 2-3 | | |
| | 3 | 1 | 1 | 1 | 2-3 | | |
| | 4 | 1 | 1 | 1 | 2-3 | | |
| | 5 | 1 | 1 | 1 | 2-3 | | |
| | 6 | 1-2 | 1-2 | 1-2 | 2-3 | | |
| 10 | 1 | 0 | 0-1 | 0-1 | 2-3 | Reemplazo de tóxico y de vehículo (formulaciones serie 9) por carbonato de cinc | |
| | 2 | 1 | 1 | 1 | 2-3 | | |
| | 3 | 1 | 1 | 1 | 2-3 | | |
| | 4 | 1 | 1-2 | 1-2 | 3 | | |
| | 5 | 1-2 | 1-2 | 1-2 | 3 | | |
| | 6 | 1-2 | 1-2 | 1-2 | 3 | | |
| 11 | 1 | 0 | 0-1 | 0-1 | 2-3 | Tóxico (óxido cuproso-óxido de cinc-arseniato mercurioso) constante; reemplazo de vehículo por carbonato de cinc | |
| | 2 | 0 | 0-1 | 0-1 | 2-3 | | |
| | 3 | 0 | 0-1 | 0-1 | 2-3 | | |
| | 4 | 0 | 0-1 | 1 | 2-3 | | |
| | 5 | 0 | 0-1 | 1 | 2-3 | | |
| | 6 | 0 | 0-1 | 1 | 2-3 | | |
| 12 | 1 | 0 | 0-1 | 0-1 | 2-3 | Reemplazo de tóxico y de vehículo (formulaciones serie 11) por carbonato de cinc | |
| | 2 | 0 | 0-1 | 1 | 2-3 | | |
| | 3 | 0 | 0-1 | 1 | 2-3 | | |
| | 4 | 0-1 | 0-1 | 1 | 3 | | |
| | 5 | 0-1 | 0-1 | 1-2 | 3 | | |
| | 6 | 0-1 | 0-1 | 1-2 | 3 | | |

Clave de la tabla: 0 (sin fijación); 0-1 (muy poco); 1 (poco); 2 (escaso); 3 (regular); 4 (mucho); 5 (panel totalmente incrustado)

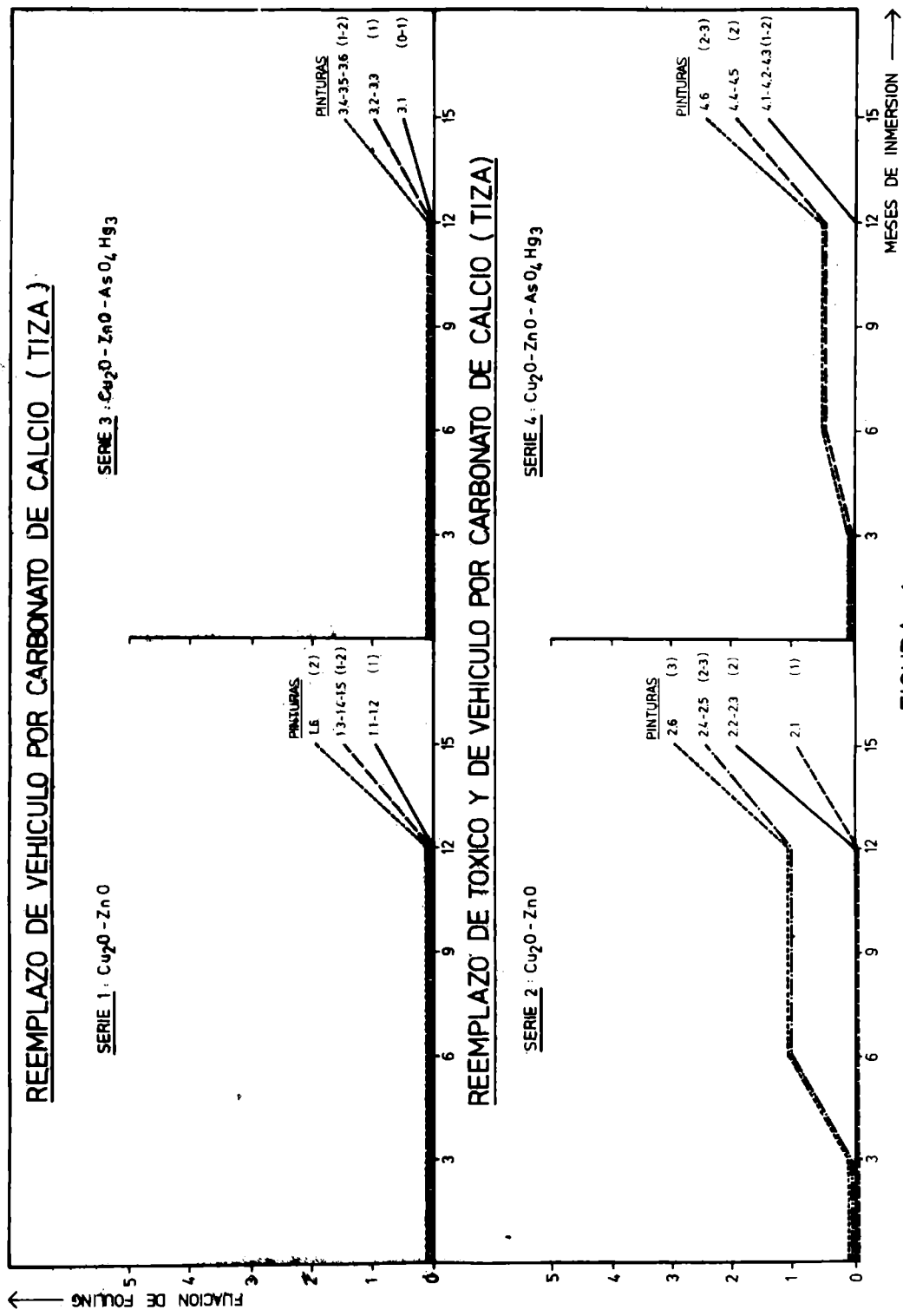


FIGURA 1

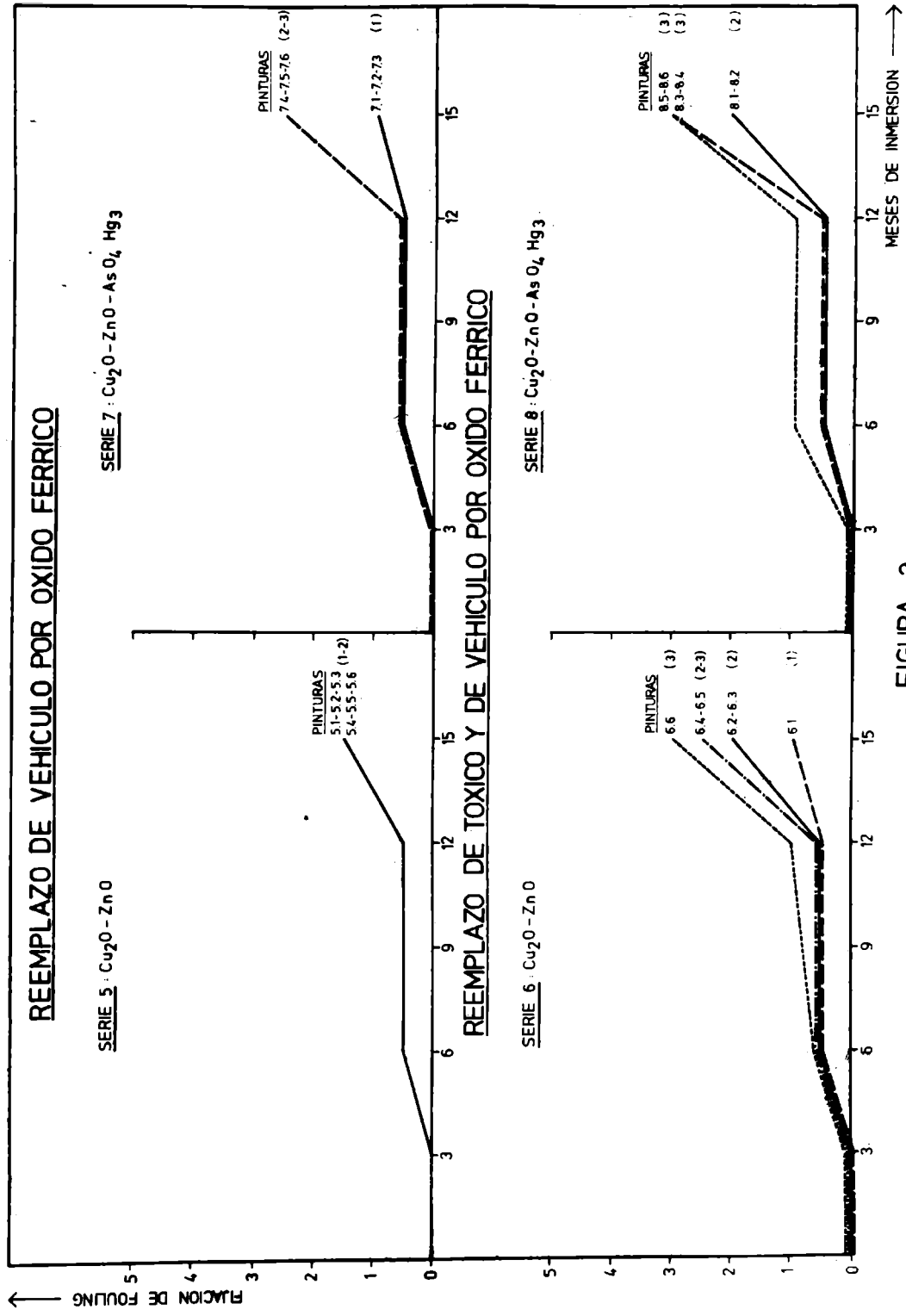


FIGURA 2

minado el ensayo, y después de varios días, la película anti-incrustante se mantiene perfectamente adherida al sustrato (fig. 6 y 7).

Es necesario destacar que en esta experiencia, iniciada en el año 1973, se trabajó sobre pinturas con un contenido de tóxico que oscila entre 46,5 y 37,5 por ciento. Experiencias realizadas posteriormente (2), ya mencionadas, y cuyos resultados han sido publicados, demostraron que era posible reemplazar cantidades mayores de tóxico que las indicadas (pueden obtenerse pinturas efectivas hasta con 10 por ciento de tóxico), siempre que se fije como condición que la experiencia no se prolongue más de un año.

Dichos resultados no invalidan los de este trabajo, donde se pretende establecer que una relación pigmento/vehículo variable entre 1/0,5 y 1/0,25 en peso, no altera significativamente el comportamiento de la pintura antiincrustante si el agente de reemplazo es el carbonato de calcio, y no es, en consecuencia, un parámetro crítico de formulación.

En las series en las que se sustituye vehículo o tóxico y vehículo por óxido férrico (fig. 2) se observa que en todos los casos la fijación, aunque ligera, ya comienza a los tres meses de inmersión, y luego se mantiene en un valor 0-1 en la mayor parte de las muestras (sólo lo exceden, con fijación 1, las muestras 6.6, 8.5 y 8.6). La bioactividad de estas pinturas, en consecuencia, es inferior a la de las series 1 a 4, para el lapso citado. Luego de los primeros 12 meses, el comportamiento de las pinturas de las series 5 y 7 (reemplazo de tóxico por óxido férrico) es notoriamente superior al de las correspondientes a las series 6 y 8. En algunas de estas últimas pinturas se llega a un valor de fijación igual a 3 a los 15 meses de inmersión.

Con respecto al uso de carbonato de cinc, el mismo no parece ser aconsejable, por cuanto la fijación de fouling a los 3 y 6 meses de inmersión es bastante mayor que para las dos sustancias consideradas precedentemente. Sin embargo, algunas de las pinturas de estas cuatro series llegan al año de inmersión con fijación 0 ó 0-1. A los 15 meses todas presentan valores entre 2 y 3.

Como el costo de las sustancias de reemplazo se incre-

menta en el mismo sentido en que las hemos considerado (carbonato de calcio, óxido férrico, óxido de cinc) y la efectividad de las pinturas decrece, resulta obvia la conveniencia de insistir en el uso del carbonato de calcio.

La mayor parte de las pinturas estudiadas reúne las propiedades más importantes que, según numerosos autores, deben tener las formulaciones antiincrustantes: adecuado grado de solubilización de tóxico para mantener su actividad durante períodos prolongados; buena resistencia frente a la acción de erosión y de disolución del agua de mar; buena adhesión al sustrato; y, finalmente, bajo costo, compatible con las necesidades de carenado de embarcaciones que entran a dique cada 12 meses.

CONCLUSIONES

1. La solubilidad y bioactividad de una pintura antiincrustante no es afectada en forma significativa cuando se reemplaza vehículo solamente, o tóxico y vehículo simultáneamente, dentro de rangos amplios, por carbonato de calcio.

2. Con óxido férrico y con carbonato de cinc, utilizados como sustancias de reemplazo para reducir el costo, la efectividad de las formulaciones es algo menor, especialmente cuando se consideran períodos de inmersión mayores de 12 meses.

3. Resulta posible formular pinturas antiincrustantes oleoresinosas con relaciones de pigmento/vehículo, en peso, variables entre 1/0,5 y 1/0,25 sin que queden afectadas las propiedades físico-mecánicas de la película (flexibilidad, adhesividad al sustrato, etc.).

REFERENCIAS

1. Rascio, V., Caprari, J. J.- The influence of the use of cal-

cium carbonate (whiting) as extender in soluble antifouling paints based on cuprous oxide. J. Oil Col. Chem. Ass., 57 (12), 407-414, 1974.

2. Bastida, R., Adabbo, H. E., Rascio, V.- Toxic action of antifouling paints with different toxicant concentrations. Corrosion Marine-Fouling (Francia), 1/76, 5-17.
3. Woods Hole Oceanographic Institution.- Marine Fouling and its prevention. U. S. Naval Institute, Maryland, 1952.
4. Bastida, R. et al.- La fijación de fouling en el puerto de Mar del Plata, período 1973/74. LEMIT-ANALES, 3-1977.
5. Bastida, R.- Las incrustaciones biológicas (fouling) en relación con los tóxicos utilizados para su control. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata, 1977.
6. Partington, A., Dunn, P. F.- The use of pigment extenders in antifouling compositions. Paint Technology, 26 (1).
7. Bufkin, G., Bounds, L. D., Thames, S.- Antifouling coatings. Paint & Varnish Production, 2/74, 25-29.

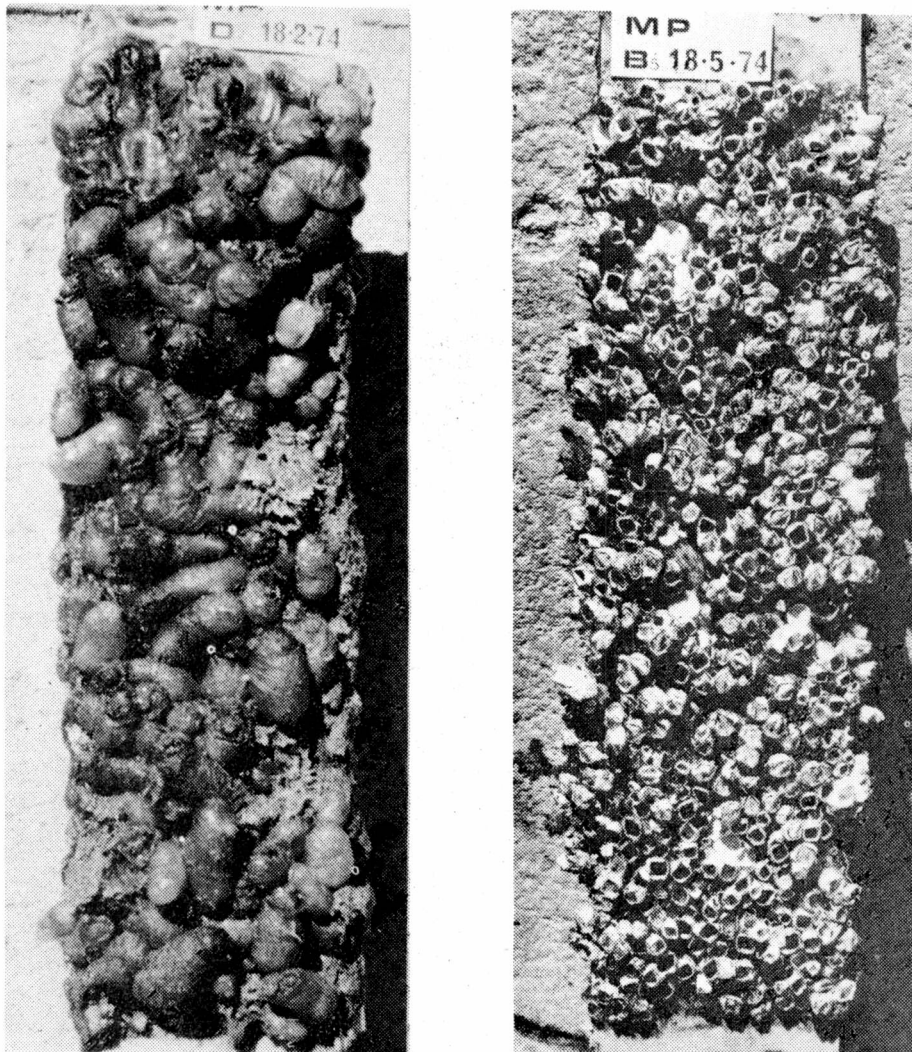


Fig. 3.- Paneles testigo de fouling, puerto de Mar del Plata, con "fouling" acumulativo: izquierda, 2 meses de inmersión, predominio de *Ciona intestinalis*; derecha, 5 meses de inmersión, predominio de *Balanus* sp.

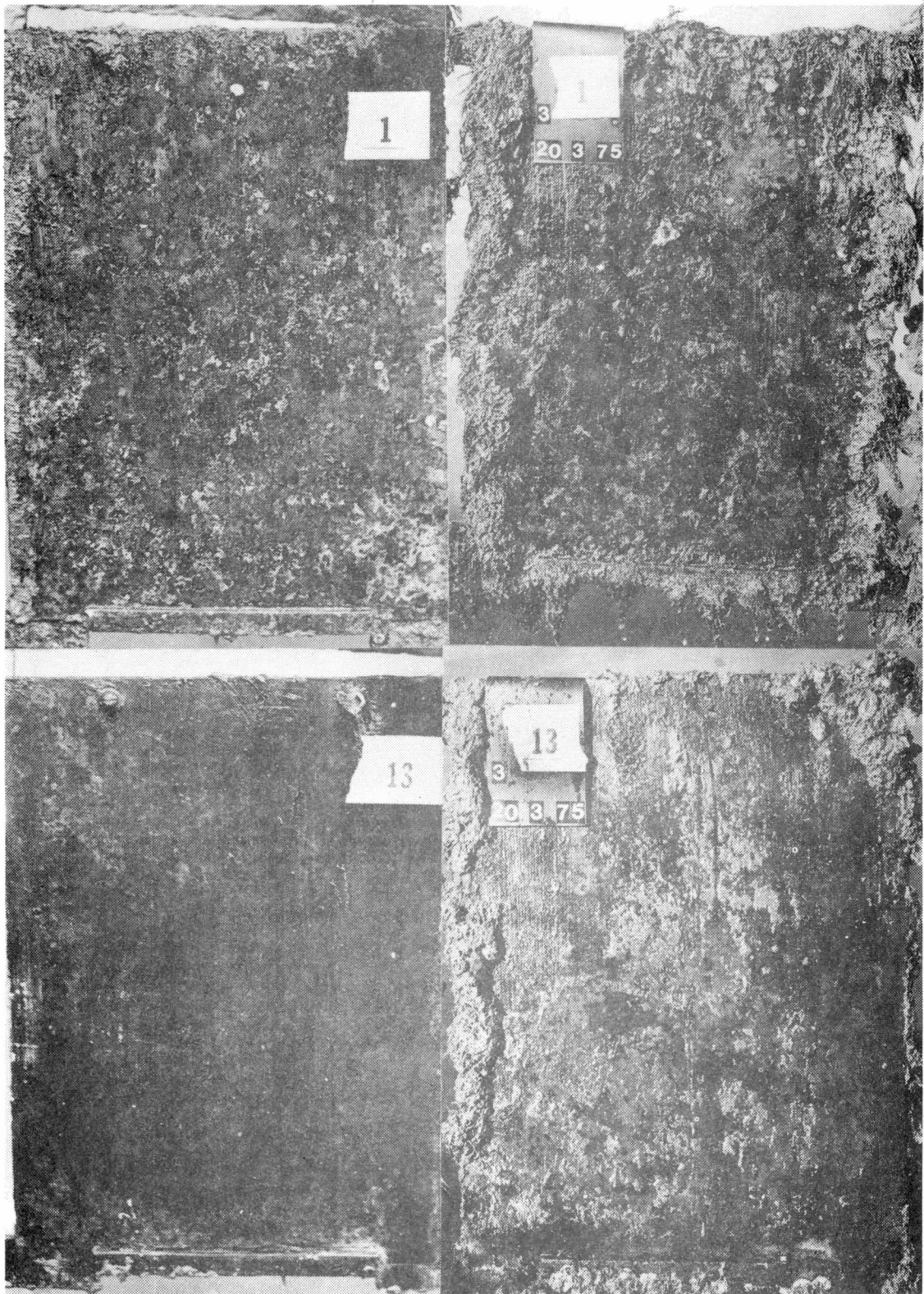


Fig. 4.- Reemplazo de vehículo por carbonato de calcio, pinturas 1.1 (paneles 1) y 3.1 (paneles 13) luego de 12 y 15 meses de inmersión (izquierda y derecha, respectivamente)

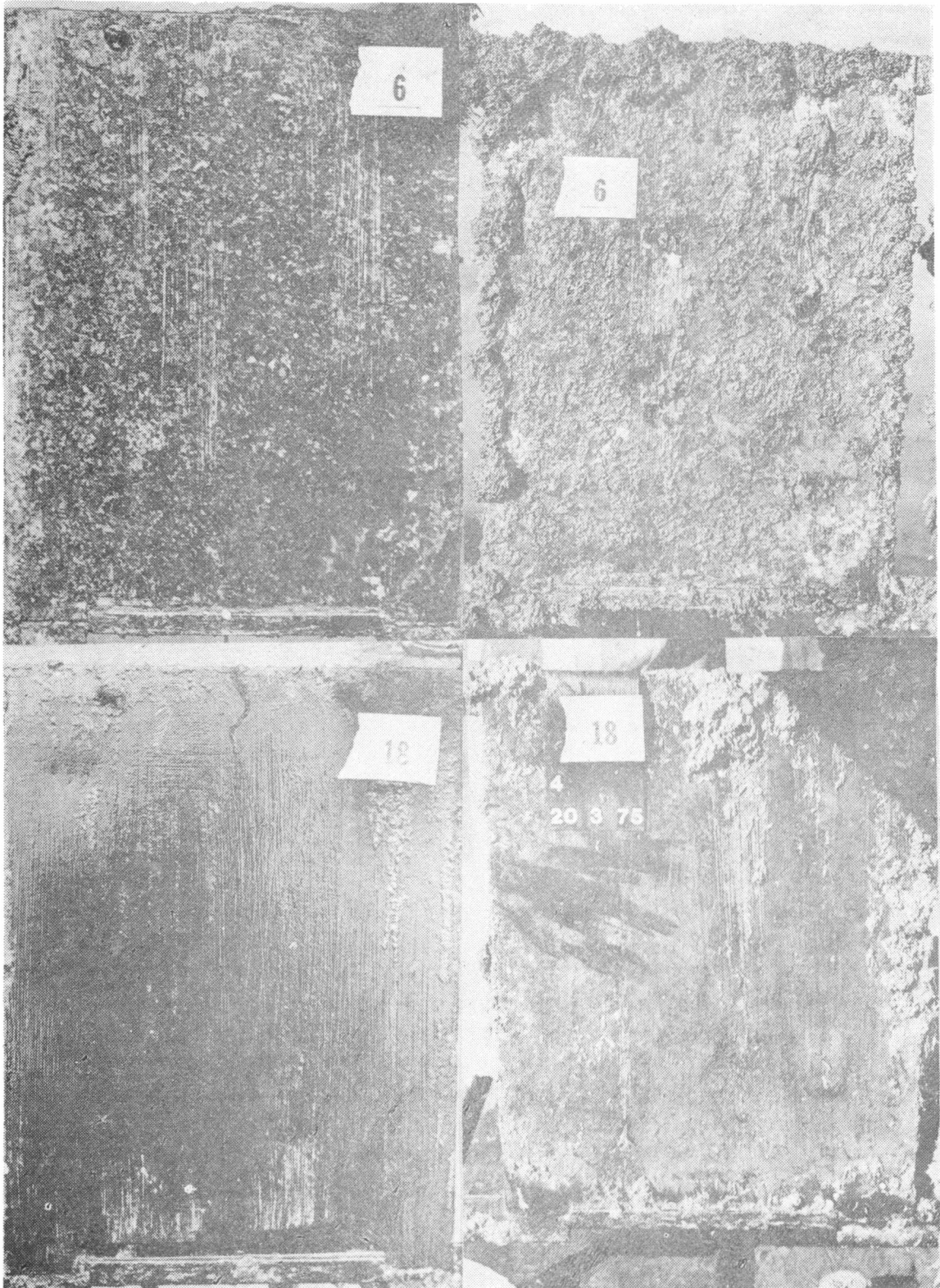


Fig. 5.- Reemplazo de vehículo por carbonato de calcio, pinturas 1.6 (paneles 6) y 3.6 (paneles 18) luego de 12 y 15 meses de inmersión (izquierda y derecha, respectivamente)



Fig. 6.- Reemplazo de tóxico y de vehículo por carbonato de calcio, pinturas 2.1 (paneles 7) y 4.1 (paneles 19) luego de 12 y 15 meses de inmersión (izquierda y derecha, respectivamente)

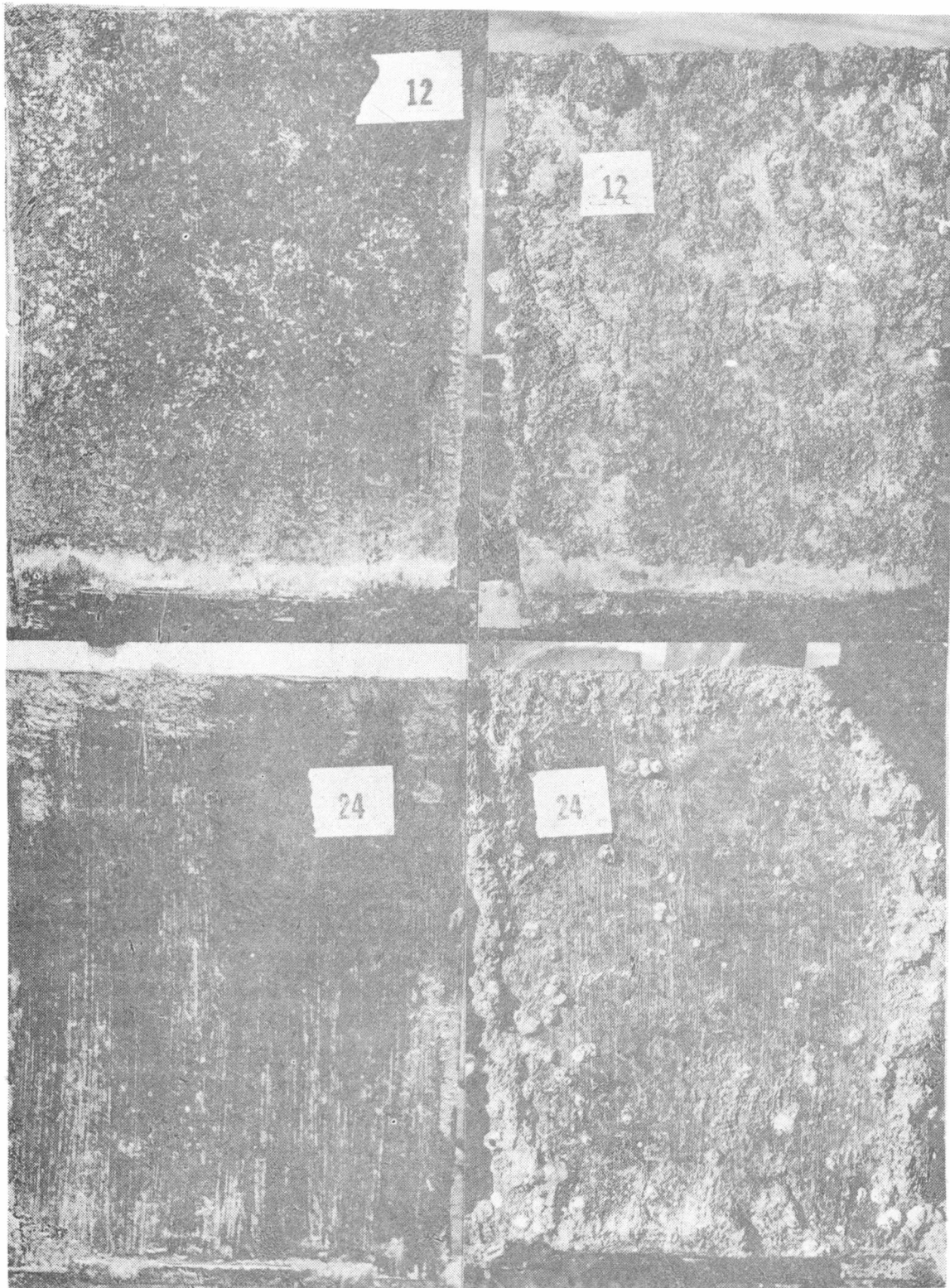


Fig. 7.- Reemplazo de tóxico y de vehículo por carbonato de calcio, pinturas 2.6 (panel 12) y 4.6 (panel 24) luego de 12 y 15 meses de inmersión (izquierda y derecha, respectivamente)

ASPECTOS ECOLOGICOS DE LAS COMUNIDADES INCRUSTANTES
(FOULING) DEL PUERTO DE MAR DEL PLATA, PERIODO 1973/74 *

Dr. Ricardo O. Bastida**

Lic. Matilde E. Trivi de Mandri***

Lic. Victoria Lichtschein de Bastida

Lic. Mirta E. Stupak***

- * Trabajo realizado con el aporte económico del LEMIT, CONICET, CIC y SENID, y por convenio con el Instituto de Biología Marina.
- ** Miembro de la Carrera del Investigador Científico del CONICET; Responsable del Area "Estudios sobre incrustaciones biológicas y biodeterioro en medio marino" del CIDEPINT.
- *** Becarias del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

INTRODUCCION

Prosiguiendo con las investigaciones referentes a las comunidades incrustantes de los puertos argentinos, se ha llevado a cabo un nuevo estudio sobre balsa experimental durante otro período anual en el puerto de Mar del Plata. El mismo ha permitido ampliar la información acerca de la dinámica de las comunidades bentónicas locales, sobre las cuales se viene trabajando desde 1964.

En esta oportunidad se han desarrollado aspectos novedosos, no encarados anteriormente, como ser la evaluación de la biomasa de la comunidad asentada sobre paneles mensuales y acumulativos y su relación con los factores ambientales. La introducción de un nuevo diseño en los paneles experimentales, de menor superficie que los utilizados hasta el presente, facilitó la realización de esta tarea.

A su vez se ha profundizado en el estudio de los ciclos de fijación de especies no contempladas hasta el presente y que amplían notablemente el panorama de estas comunidades.

Los resultados de estas investigaciones, al margen del interés que revisten en el ámbito de la ecología bentónica, constituyen los elementos de referencia para el eficaz desarrollo de los estudios sobre pinturas anticorrosivas y anti-incrustantes, que se realizan en forma simultánea.

AREA DE ESTUDIOS

El puerto de Mar del Plata ($38^{\circ} 08' 17''$ S y $57^{\circ} 31' 18''$ W) constituye la zona en la cual se iniciaron las investigaciones argentinas sobre fouling y sistemas de protección, y el área en la que ha sido posible acumular la mayor cantidad de información durante los últimos años. Además de su importancia económica, dicho puerto resulta de sumo interés en relación con nuestro tema de investigación, ya que en el mis-

mo se presenta un fouling altamente agresivo, probablemente el más intenso de toda nuestra costa.

Las características de la construcción de este puerto así como su tipificación ambiental, han sido exhaustivamente considerados en trabajos previos (Bastida, 1971 a y b; 1972).

Básicamente, por tratarse de un área de clima templado, presenta claras fluctuaciones estacionales en algunas de sus características ambientales, como así también en los ciclos biológicos de muchas especies integrantes de las comunidades incrustantes. Debido a ello, muchas especies suprimen su actividad reproductora durante los meses de invierno y su crecimiento se produce en forma muy lenta. En consecuencia, se observan ciclos de fijación estacionales cuya interpretación ecológica suele ser bastante complicada, por el hecho de que los procesos reproductivos de los organismos tienen un ritmo específico que les es característico. Este ritmo está impuesto por el tiempo requerido para la maduración de las gonadas de los adultos, el desarrollo de las larvas hasta el estado de fijación y el crecimiento de los organismos adheridos hasta el momento en que están capacitados para la reproducción.

Tales procesos, estrechamente vinculados con las características ambientales, pueden verse bruscamente interrumpidos cuando esas condiciones se tornan desfavorables. De la misma forma, pueden reiniciarse inmediatamente una vez reestablecidas las condiciones favorables.

En muchos casos, la fijación de los organismos y su dinámica general puede estar regulada por factores ambientales que han ejercido una determinada influencia en períodos previos. Por lo tanto, pueden no estar correlacionados con las condiciones del agua en el momento en que el fenómeno biológico se presenta.

Los períodos de fijación de diversas especies estudiadas en nuestra área a lo largo de varios años, nos indican que con el correr del tiempo pueden producirse variaciones bastante notables. De esta forma es factible notar, de un año a otro, ciertas diferencias en cuanto a la composición del fouling, al igual que en la relación numérica y de domi-

nancia de las especies que lo integran.

Otras variaciones que suelen aparecer con el tiempo son aquellas referentes a los ciclos de fijación de las especies, tanto en su fecha de iniciación como en la duración y fecha de finalización del mismo. Estas variaciones suelen deberse, entre otros factores, a las fluctuaciones que generalmente se presentan en el ritmo de la temperatura, adelantándose o atrasándose según los registros térmicos. Este es el caso de los serpúlidos (Mercierella enigmatica, Hydroides elegans, Hydroides plateni y Serpula sp.) y de los cirripedios (Balanus amphitrite y Balanus trigonus), en los cuales las variaciones en la iniciación y finalización del ciclo de fijación son controladas año a año por el ritmo de temperatura de las aguas.

En otros casos, ciertas variaciones pueden deberse a la actividad humana que se desarrolla en el ambiente portuario y que no siempre se correlaciona en forma directa con los procesos biológicos. Dentro de esta influencia podemos mencionar los aportes de contaminantes de diverso tipo, como así también el ingreso a la zona de organismos foráneos, transportados por los buques de gran calado. En cuanto al primer fenómeno, es factible observar la alteración del ritmo normal de ciertas especies e incluso su desaparición del área portuaria (por ejemplo, Bryopsis plumosa, Corallina officinalis, Polycera marplatensis, etc.). Por otra parte, los factores contaminantes condicionan un desarrollo notable de otros organismos, altamente resistentes e indicadores de dichos fenómenos, como es el caso de Polydora ligni, Sphaeroma cf. serratum, Balanus amphitrite, etc.

En cuanto al ingreso de nuevas especies al área, puede mencionarse el caso de Balanus glandula, Balanus improvisus, Bugula neritina, etc., que con su presencia suelen modificar provisoria o definitivamente la estructura del fouling local.

Estos pocos ejemplos sirven para comprender que las comunidades bentónicas del puerto de Mar del Plata presentarán una dinámica más compleja que aquéllas que se asientan sobre áreas costeras naturales, con condiciones ambientales y estructuras comunitarias más estables.

Los registros de temperatura que se vienen analizando desde el año 1965 presentan valores muy semejantes entre sí. Anualmente se observan pequeños desplazamientos en los grá-

ficos, aunque siempre se mantiene la misma configuración general.

Limitándonos al análisis de las curvas de temperatura correspondientes al presente período de estudio (fig. 1), se puede observar la estrecha relación existente entre la temperatura media del aire y la del agua. Analizando la parte ascendente de ambas curvas se evidencia que las temperaturas medias del aire siempre están por encima de las del agua, siendo el mes de octubre aquél en donde se registra la máxima diferencia entre ambas temperaturas, con una diferencia de aproximadamente 3°C; en los otros meses la diferencia promedio es de alrededor de 1°C. La característica mencionada para esa porción de la curva se ha presentado en todos los gráficos obtenidos a partir de los datos recopilados desde 1965; en casos excepcionales, ambos valores de temperatura pueden llegar a coincidir durante algunos meses. El sector descendente de la curva muestra que durante ciertos períodos la temperatura media del aire puede estar por debajo de la del agua, produciéndose cruzamientos entre ambas curvas. Este fenómeno también se observa en todos los gráficos obtenidos durante los últimos diez años.

En cuanto al gráfico de temperaturas máximas y mínimas absolutas del agua, puede observarse que existe una amplitud bastante uniforme a lo largo del año que, en algunos casos, como en diciembre de 1974, puede alcanzar valores de aproximadamente 10°C. La amplitud de temperatura del agua a lo largo del año de estudio ha sido de 16,5°C aproximadamente (con una máxima de 23,2°C en el mes de enero y una mínima de 6,7°C en el mes de agosto, expresado en valores absolutos) o de 12°C (con una máxima de 21°C en el mes de marzo y una mínima de 9°C en el mes de agosto, expresado en valores promedio).

Las variaciones de temperatura que se producen en el día disminuyen progresivamente desde enero hasta encontrar el mínimo en el mes de mayo, para luego aumentar y mantenerse más o menos estable, alcanzando abruptamente la mayor diferencia en el mes de diciembre.

La salinidad del agua en el puerto de Mar del Plata no ejerce mayor influencia sobre los ciclos de fijación y desarrollo del fouling local. Durante el año 1974 su valor osciló entre 32,0 y 33,7‰. Sin embargo en otros períodos pre-

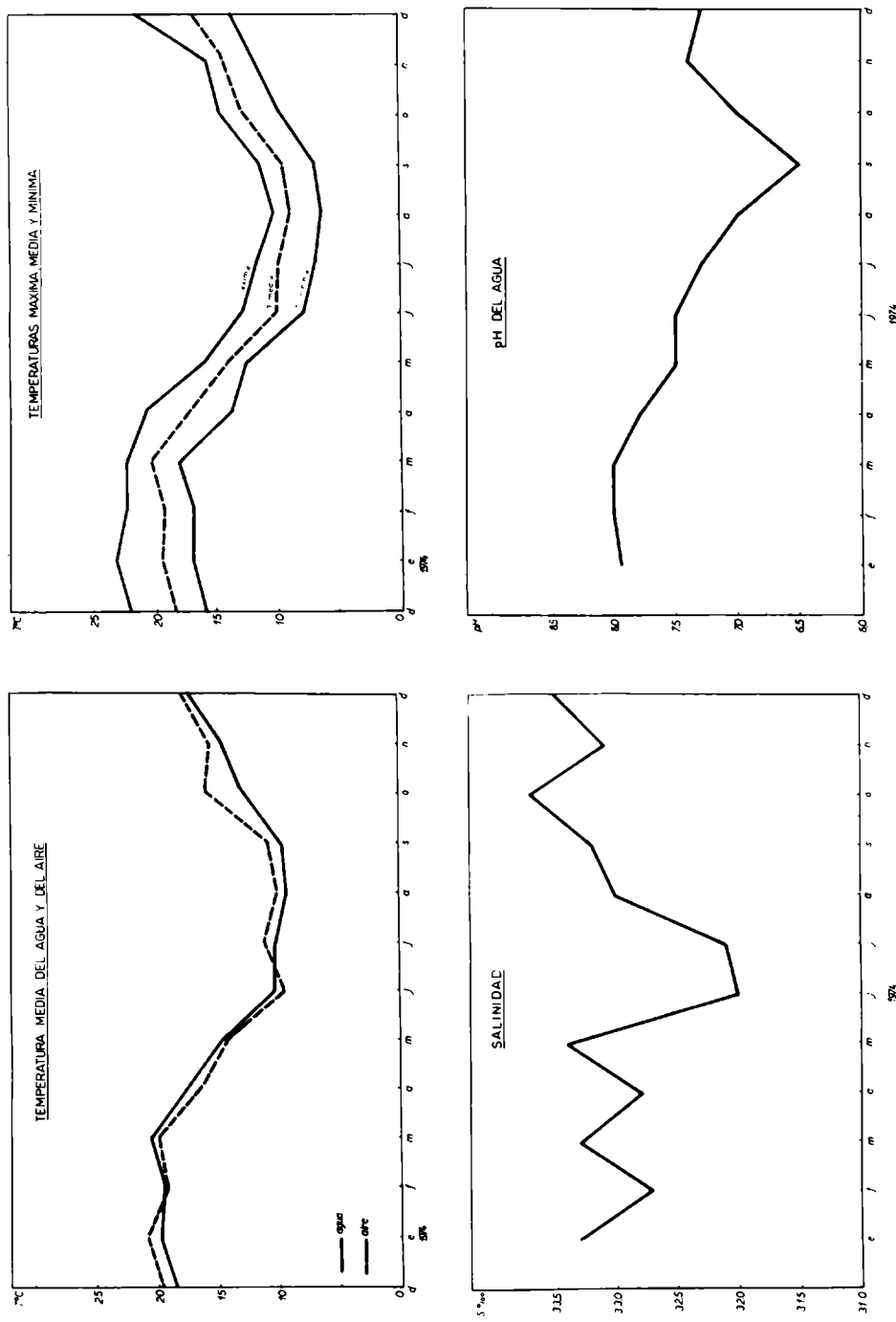


Fig. 1.- Valores de temperatura, salinidad y pH

vios (1966/67), se han observado mayores variaciones (31,4-35,0^o/₀₀). A través del análisis de varios años consecutivos, se ha podido determinar que el área portuaria presenta un rango de salinidad más amplio que el del área externa circundante; esto se debe a la influencia que ejercen las precipitaciones pluviales y los desagües, así como también a la falta de una renovación drástica de sus aguas.

Un factor que debe ser objeto de control continuo en nuestra zona de estudios es el pH del agua, ya que está íntimamente ligado al fenómeno de contaminación. Por otra parte, las variaciones de pH en relación con los ensayos de sistemas de control, deben ser estrictamente registradas, pues las pinturas antifouling están formuladas para actuar en un medio levemente alcalino como el que constituye el agua de mar normal (Rascio, 1973). La mayor parte de las mediciones efectuadas durante el presente período arrojaron valores superiores a pH 7, excepto en el mes de setiembre. No se descarta la posibilidad de que los valores bajos correspondan a aquellas inspecciones en balsa que coincidieron con la baja marea, momento en el cual las aguas contaminadas de banquina se aproximan a la zona de emplazamiento de la balsa, ya que los valores de pH no son el resultado de un promedio de observaciones diarias sino que corresponden al día de inspección mensual.

La mayor contaminación del puerto de Mar del Plata es producida por materia orgánica originada a partir de los desagües industriales y sanitarios. A esto se suma la contaminación por hidrocarburos, provenientes de las embarcaciones. La contaminación por materia orgánica, que en el caso de numerosos organismos detritívoros indica un aumento en la disponibilidad trófica, ha favorecido el desarrollo de ciertas especies del bentos. Como consecuencia de ello se ha producido un fouling sumamente agresivo y de muy rápido desarrollo. A su vez, el aporte de materia orgánica externa al sistema y su posterior transformación en nutrientes resulta en una alta productividad primaria, que repercute en los niveles tróficos sucesivos.

Durante el presente ciclo y en la zona de emplazamiento de la balsa experimental, la contaminación se ha mantenido estable, aunque en años anteriores el fenómeno se ha presentado en forma bastante aguda, con bruscos descensos en

los valores de pH y contenido de O₂ de las aguas.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo de estas investigaciones ecológicas resulta imprescindible contar con sustratos artificiales de características, superficies y fechas de inmersión conocidas y, a la vez, tener la posibilidad de realizar observaciones periódicas a lo largo del ciclo programado.

Se trabajó en la balsa experimental fondeada en el puerto de Mar del Plata (Bastida, 1971 a y b; 1972).

En los bastidores de la balsa se ubican cuatro paneles, a diferente profundidad: el panel superior o panel de línea (A), parcialmente sumergido, y los tres restantes o paneles de carena (B, C y D) están totalmente sumergidos a profundidades variables, entre 0,50 y 2 metros.

Los paneles experimentales fueron confeccionados en acrílico inerte, previamente arenados a presión, con el objeto de otorgarles suficiente rugosidad y permitir una eficaz fijación de las larvas, evitando así el desprendimiento de los organismos. Se usaron paneles de 10 cm de ancho y 46 cm de longitud, para los de línea, y de 36 cm de longitud para los de carena.

La superficie es menor que la de los empleados en los ensayos previos, lo que permite el cómodo traslado al laboratorio para su análisis bajo estereomicroscopio, sin necesidad de desprender los organismos adheridos; además se puede aumentar la cantidad de paneles disponibles.

Las dimensiones de los paneles se encuentran dentro de los valores del área mínima, de acuerdo a los cálculos realizados durante estudios preliminares.

A fin de computar sólo los organismos fijados sobre el anverso de las superficies citadas, se trabajó sobre paneles dobles colocados en forma superpuesta. De ellos sólo se

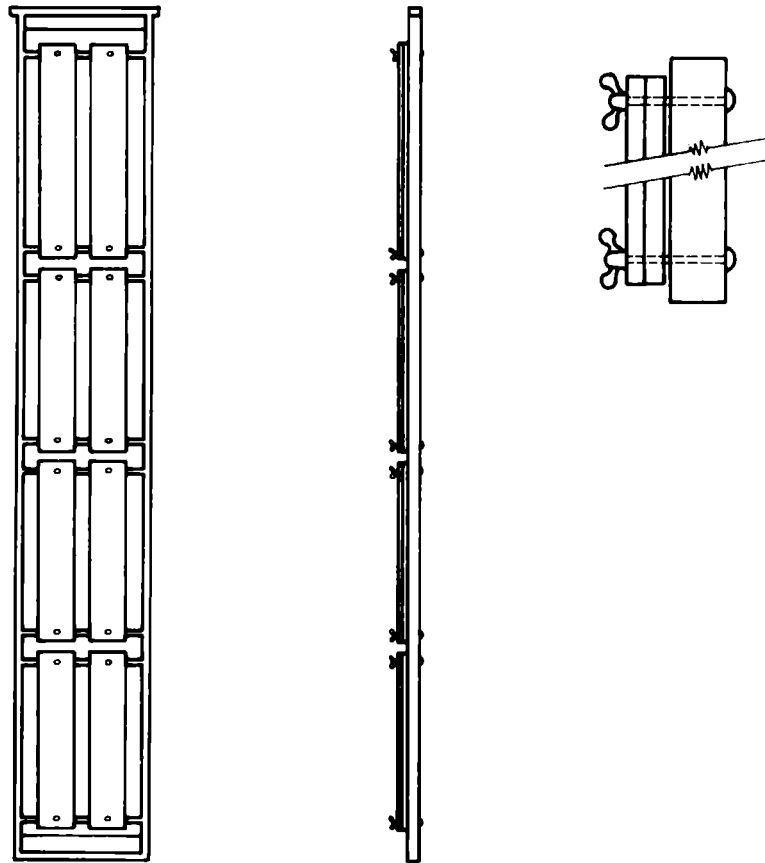


Fig. 2.- Detalle del bastidor con los paneles de acrílico

retiró en cada oportunidad el superior, reemplazándolo por otro similar, perfectamente limpio y arenado (fig. 2).

La experiencia fue proyectada con el fin de obtener a lo largo del período anual (18/XII/73 - 18/XII/74), una muestra de fouling mensual y otra de fouling acumulativo, de acuerdo con la metodología empleada en ensayos anteriores en los diferentes niveles de profundidad citados (Bastida, 1971 a). Los paneles mensuales corresponden a la fijación registrada en los treinta días previos al muestreo y los acumulativos al estado de la comunidad desde la iniciación del ensayo hasta el momento del muestreo.

En cada inspección los paneles fueron fotografiados y luego separados del bastidor, colocados en bolsas indivi-

duales de polietileno con solución de formol neutralizado al 5 por ciento y acondicionados en un recipiente para su transporte. Una vez en laboratorio se esquematizó sobre papel y a igual escala la distribución de los organismos, procediéndose luego a desprender los mismos del sustrato. Los esquemas obtenidos resultan útiles para ampliar la información general sobre los integrantes de la comunidad y sus diversas interrelaciones (epibiosis, competencia, etc.), así como para conocer la distribución espacial de las diversas especies. Los esquemas citados se emplearon, además, en la tarea de fotointerpretación.

Para el estudio cuantitativo de las muestras de fouling, se aplicaron distintos métodos, teniendo en cuenta las características del material y los aspectos que interesaba destacar.

Para la mayor parte de las especies se siguió el criterio de aplicar una escala de abundancia relativa, según la norma empleada anteriormente (Bastida, 1968 al presente), y que comprende cuatro categorías (A, abundante; F, frecuente; E, escaso; R, raro).

En el caso de ciertas especies solitarias, de fundamental importancia dentro del fouling, se efectuaron recuentos numéricos.

FLUCTUACIONES DE LA BIOMASA DEL FOULING

Con la finalidad de determinar las características del fouling desde el punto de vista cuantitativo, se procedió a estudiar los valores de biomasa registrados tanto sobre paneles mensuales como acumulativos. Dado que hasta el presente en ningún caso se habían efectuado determinaciones de biomasa sobre el conjunto de la comunidad, se obtuvieron tres tipos de pesos distintos (húmedo, seco y cenizas). De esta forma se pretende determinar la precisión de cada uno de ellos y decidir cuál será el más conveniente a adoptar en futuros estudios de este tipo, corroborando a la vez cualquier aspecto a través de tres diferentes determinacio-

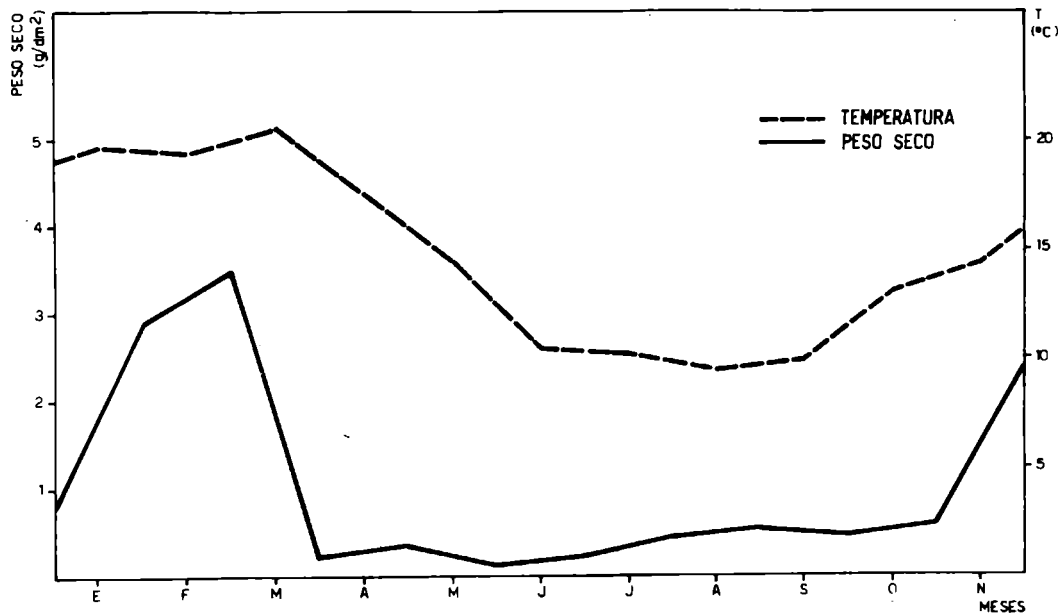


Fig. 3.- Temperatura media del agua y biomasa del fouling nes.

El material procesado para la evaluación de la biomasa provenía del reverso de los paneles de los cuales se extraían las muestras para efectuar las determinaciones sistemáticas, recuentos, patrones de distribución, etc. Las muestras fueron tratadas de acuerdo a los métodos clásicos. Los valores obtenidos durante cada uno de los meses y en sus diversos niveles de profundidad se detallan en las tablas II y III (apéndice).

La validez de las tres determinaciones de peso obtenidas se evidencia claramente a través del análisis de los gráficos respectivos (fig. 3 a 7). En dichos gráficos, tanto los correspondientes a la serie de paneles mensuales como a la de acumulativos, considerados en cada uno de los cuatro niveles estudiados o en conjunto, se observa la estrecha correlación existente entre los valores de peso seco, húmedo y cenizas. Las inflexiones de las curvas se corresponden perfectamente en cualquiera de los tres pesos. Este

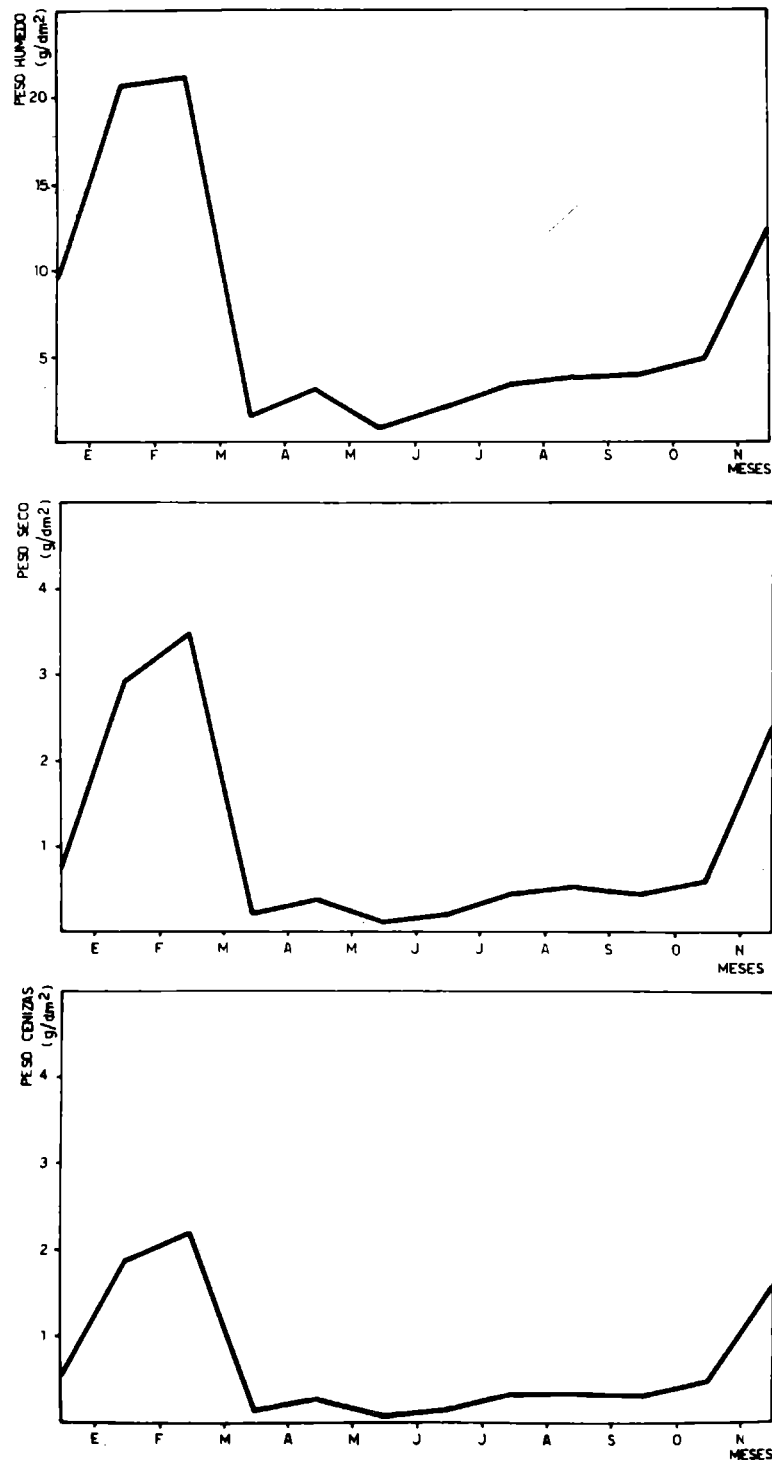


Fig. 4.- Biomasa del fouling de paneles mensuales; promedio de los valores obtenidos en los niveles A, B, C y D

hecho nos está indicando, por una parte, que el peso húmedo, pese a tratarse de una determinación con un margen de error bastante elevado debido a la dificultad de lograr un grado de humectación uniforme de las muestras, puede ser adoptado como un excelente valor de biomasa de fouling. Esto es importante, ya que en los estudios de este tipo suele trabajarse con un gran número de muestras y se requiere que los datos sean elaborados en forma rápida.

El peso húmedo, en cambio, no suele resultar de utilidad si se desea estudiar en particular alguna especie de la comunidad, dado que en ese caso la muestra es de un tamaño más reducido y el error del método conduce a la obtención de datos de dudoso valor.

Los valores de peso seco son los que proporcionan una idea más acertada de la biomasa y el margen de error es mucho más pequeño que en el caso anterior. Tiene como desventaja que el tratamiento de las muestras requiere un mayor tiempo y además las mismas no pueden ser empleadas para otros estudios biológicos luego de ser procesadas.

El peso de las cenizas por sí solo no brinda utilidad para conocer las fluctuaciones de biomasa del fouling. Sin embargo, constituye un buen complemento del peso seco en la evaluación del porcentaje de organismos con caparazones calcáreos. En nuestro caso los valores elevados del peso de cenizas nos están indicando una intensa fijación de cirripe-dios. Tiene como desventaja que es un método bastante trabajoso y que, en algunos casos, las muestras calcinadas suelen ser muy pequeñas.

La determinación de volumen del fouling por desplazamiento no fue realizada durante este ensayo, pero los datos obtenidos en trabajos previos (Bastida, Adabbo y Rascio, 1976) nos indican que se trata de un buen método para evaluar la biomasa del fouling, además de tener la ventaja de la rapidez en las determinaciones.

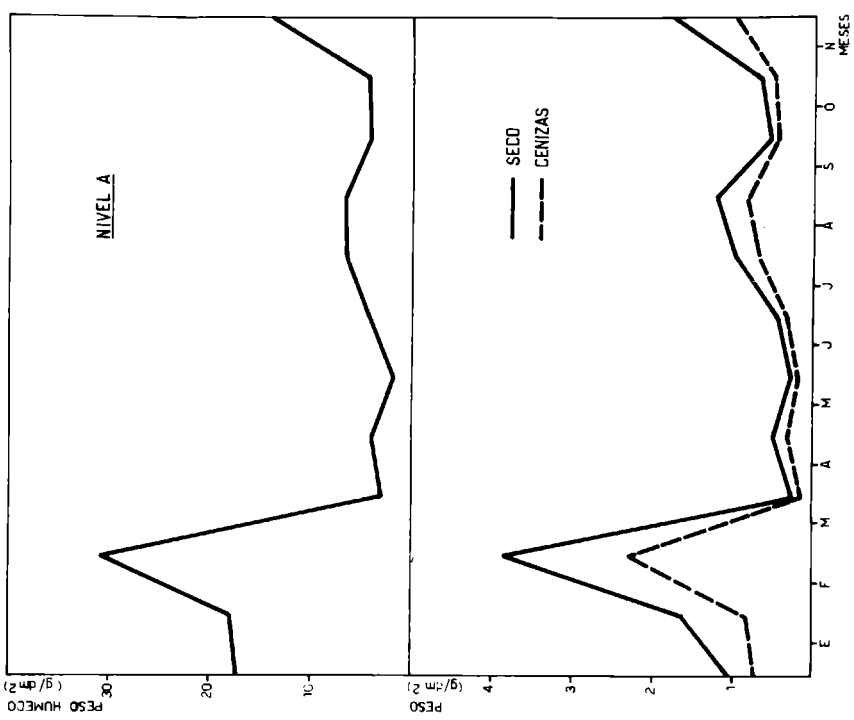
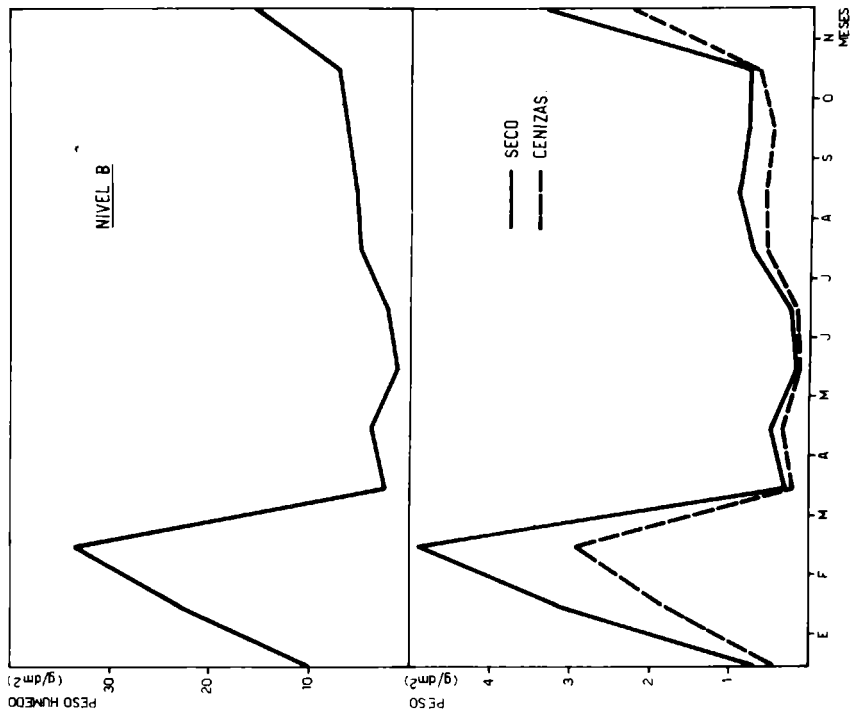
La intensidad de la fijación de fouling (paneles mensuales) en el puerto de Mar del Plata siempre ha estado vinculada estrechamente con la temperatura del agua. Esto ha sido observado y corroborado en estudios previos mediante el empleo del método de identificación de estados de desarrollo de la comunidad (Kawahara, 1962; Bastida, 1971 b) y su correla-

ción gráfica y estadística con los valores de temperatura del agua. Dado que el concepto de estados de desarrollo está vinculado en parte con los valores de biomasa, era de esperar que en la serie de paneles mensuales se presentara una correlación entre biomasa y temperatura del agua.

En la fig. 3 pueden observarse conjuntamente las curvas de temperatura media del agua y el peso seco de las muestras provenientes de paneles mensuales, expresados sobre unidad de superficie. Ambas curvas presentan una forma semejante, lo que de por sí nos está indicando la correlación de la fijación del fouling con el factor temperatura. Sin embargo, realizando un análisis más detallado, puede observarse a partir de marzo un brusco descenso que no se corresponde con el leve descenso de la temperatura. La mayor fijación de fouling se ha producido entre el 18/II/74 y el 18/III/74 con 3,48 g/dm², expresado en peso seco. A partir de allí se produce, en los treinta días subsiguientes, el mencionado descenso en el ritmo de fijación, alcanzando valores de 0,20 g/dm². Basándonos en los datos previos sobre estados de desarrollo del fouling, efectuados durante el período 1966/69 (Bastida, op. cit.), vemos que los meses de otoño corresponden a un estado II (E_{II}) de desarrollo y al subestado IIB y IIC, que significa mediana fijación.

Los valores de biomasa obtenidos a partir de marzo pueden considerarse mínimos y sin duda alguna responden a una anomalía de las condiciones ambientales. Los cálculos predictivos referentes a la configuración térmica de ese año indican que los valores mínimos de biomasa deberían corresponder al mes de setiembre, ya que en condiciones normales el estado I (E_I) de desarrollo, que sería aquel de menor biomasa, se produce por las temperaturas medias más bajas de los dos meses anteriores.

Cabe mencionar que, bajo condiciones normales, la fijación sobre paneles mensuales nunca desciende bruscamente de un mes a otro. Con el descenso mensual de la temperatura, se produce una menor fijación de organismos y un crecimiento más lento de los contingentes colonizadores. El proceso inverso, es decir el aumento de la fijación por incremento de la temperatura, puede presentarse en forma más



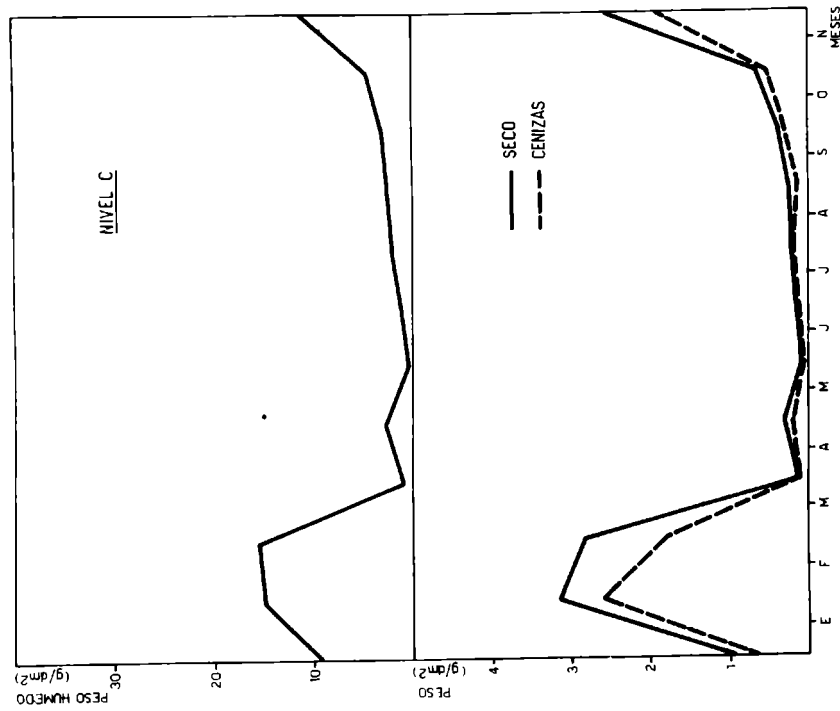
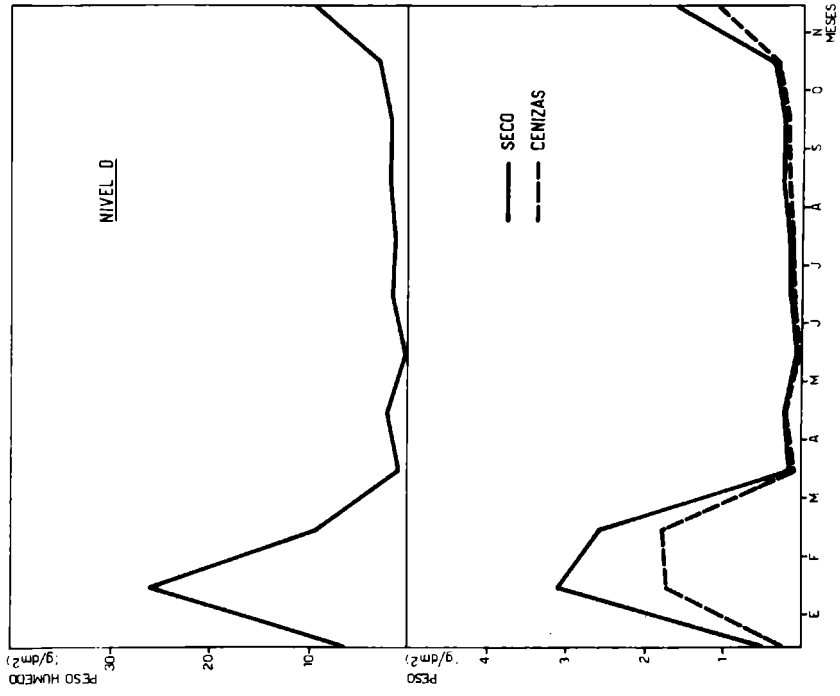


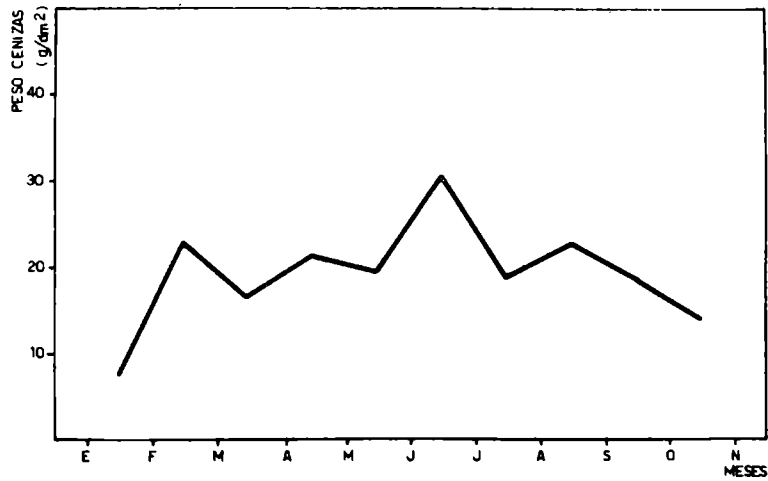
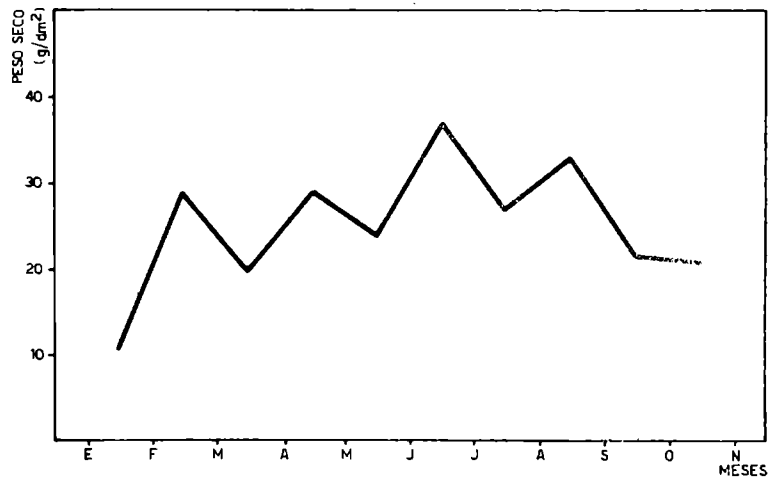
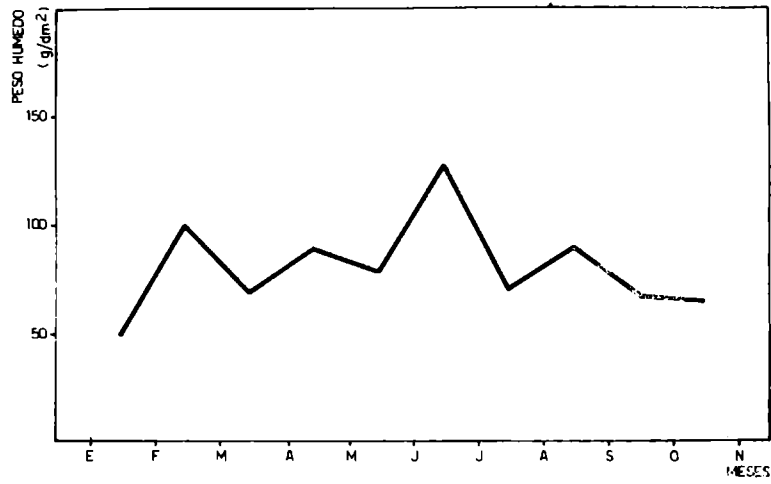
Fig. 5.- Biomasa del fouling de paneles mensuales en cada uno de los niveles de profundidad

bruscá, por lo tanto el aumento de biomasa que se observa al final del período (fig. 3 a 5) puede considerarse normal.

Con respecto a la velocidad con que se produce el aumento y el descenso del fouling, expresados en términos de estados de desarrollo, se puede señalar a título ilustrativo que para pasar de un E_{III} (máximo grado registrado para los paneles mensuales del área estudiada) a un E_I (mínimo grado registrado), son necesarios aproximadamente de cinco a ocho meses. En cambio para pasar de un E_I a un E_{III} , sólo se necesitan de tres a cuatro meses, debido a la influencia del aumento de la temperatura.

La temperatura del agua juega un papel distinto, según se analice la serie de paneles mensuales o acumulativos; ya se ha visto que en los paneles mensuales el grado de fijación o biomasa del fouling es directamente proporcional a la temperatura. En los paneles acumulativos (fig. 3, 6 y 7), la temperatura ejerce una influencia parcial, pudiéndose observar que las curvas térmicas y las de biomasa no se corresponden. Esto se debe básicamente a que la temperatura sólo influye en forma evidente durante el proceso inicial de colonización de los sustratos artificiales y durante las primeras etapas sucesionales de la comunidad. Es así que luego de dos meses de inmersión se llega a un valor de $10,48 \text{ g/cm}^2$ de peso seco, resultado de la fijación registrada durante sesenta días y del crecimiento de los mismos organismos desde el comienzo del ensayo. Las etapas posteriores hasta el momento de alcanzar un estado de tipo climáxico, se suceden al margen del factor temperatura, a manera de etapas ya establecidas dentro del proceso dinámico de la comunidad.

Comparando los gráficos de temperatura y biomasa de los paneles acumulativos (fig. 3, 6 y 7), solamente se observan coincidencias durante los primeros meses del ensayo, hasta llegar a $27,72 \text{ g/dm}^2$. Es lógico que esto sea así, pues los primeros meses corresponden a altas temperaturas del agua, lo cual queda expresado en el ambiente como una rápida y diversificada colonización de los sustratos duros y un marcado desarrollo de los individuos. De esta forma, la comunidad ya tiene los elementos básicos para su evolución y prosperará al margen de las fluctuaciones térmicas. Vemos así que, a pesar de que a partir de marzo la temperatura desciende en forma marcada, los valores de biomasa tienden a ir aumentando hasta



6.- Biomasa del fouling de paneles acumulativos, promedio de los valores obtenidos en los niveles A, B, C y D

alcanzar los máximos entre junio y julio (37,42 g/dm²).

Las diversas fluctuaciones de las curvas en paneles acumulativos responden a la dinámica interna de la comunidad y generalmente los descensos son consecuencia del cumplimiento del ciclo biológico por parte de los contingentes colonizadores.

Cabe señalar que durante este período se han registrado las fluctuaciones menos marcadas en los valores de biomasa. En años anteriores, ha podido observarse que en la serie de paneles acumulativos se presentan dos o tres estados de tipo climáxico. Estos estados generalmente se corresponden con los valores de mayor biomasa, tienen una corta duración y luego declinan notablemente al cumplir los integrantes de la comunidad sus ciclos biológicos respectivos. Luego de estos bruscos descensos, los paneles quedan casi totalmente desnudos y en condiciones de comenzar un nuevo ciclo de fijación, con la posterior evolución de una nueva comunidad.

Si bien las comunidades de los paneles acumulativos van siguiendo cierto ritmo fluctuante, en ningún caso se llegó a una declinación total. Esto se ha debido fundamentalmente a que durante el presente ensayo, Ciona intestinalis no se ha constituido en la especie dominante. Cuando este tunicado actúa como dominante a lo largo de todo el año, es responsable de más del 80 por ciento de la biomasa de la comunidad y a su vez se constituye en importante sustrato de los organismos que forman parte de la misma. Dado que debido a las condiciones ambientales del área portuaria, el crecimiento de Ciona intestinalis es notablemente acelerado, las etapas con características climácicas o de máxima maduración no suelen perdurar por mucho tiempo. Es así que los ejemplares de Ciona cumplen su ciclo de vida y se desprenden de los paneles, arrastrando con ellos gran parte de los componentes de la comunidad que sobre ellos se asientan.

Sin duda alguna, las comunidades asentadas sobre la balsa experimental siguen un ritmo particular, distinto al que puede observarse en aquellas que se encuentran sobre los sustratos naturales del área, así como sobre las construcciones portuarias. La balsa experimental, por una par-

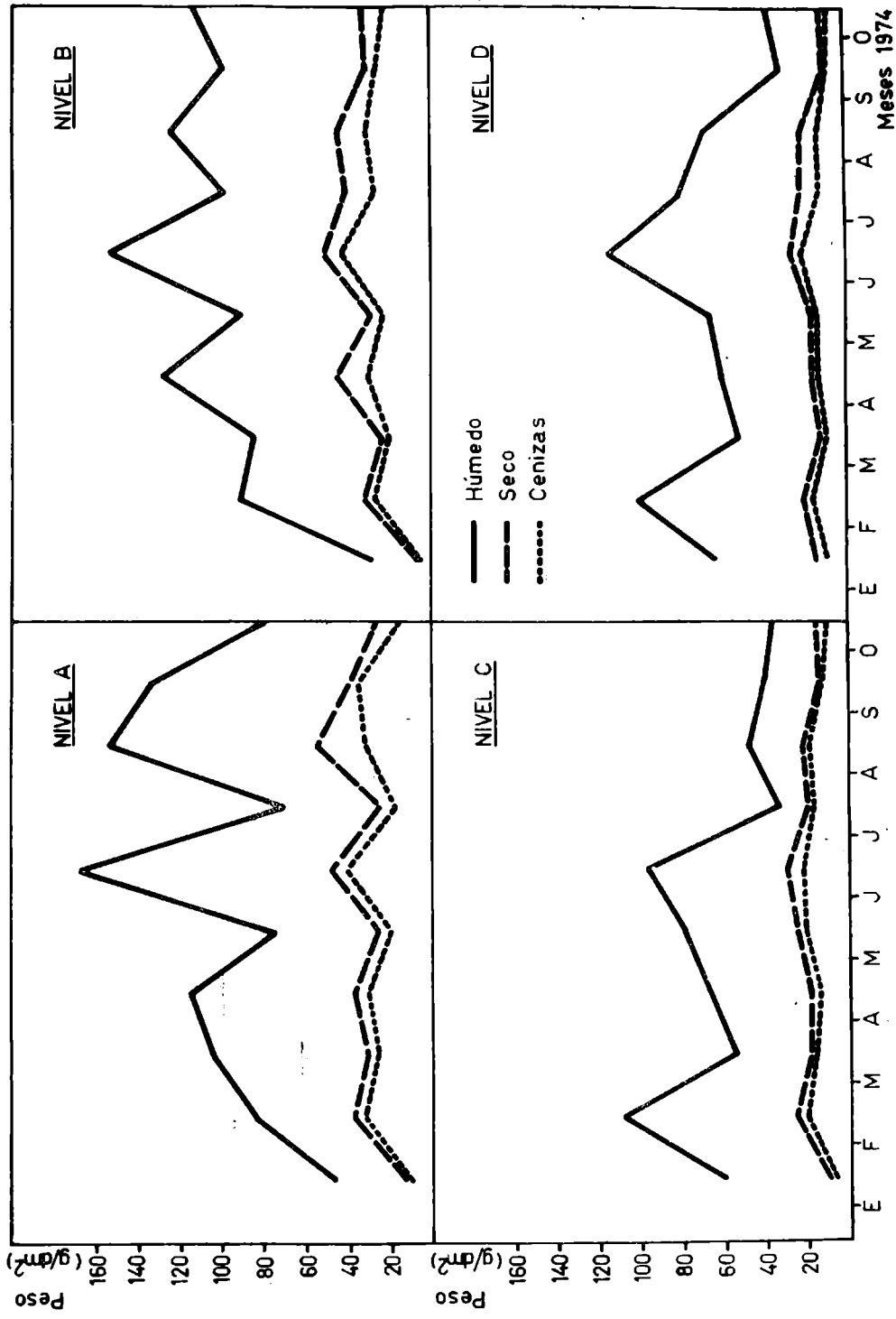


Fig. 7.- Biomasa del fouling de paneles acumulativos en cada uno de los niveles de profundidad

te, es un sustrato flotante, aislado del fondo y de las estructuras portuarias circundantes. Por otra parte, los paneles son sumergidos en forma simultánea, de tal manera que la colonización del sustrato, la evolución de la comunidad y su posterior declinación, tienen lugar también simultáneamente en todos ellos.

Estos procesos, que en la balsa se producen en forma generalizada, ocurren de manera localizada en las construcciones portuarias vecinas. Esto se debe a que en dichas zonas, la colonización no se produce en un mismo momento sino en distintas etapas, siguiendo un ritmo propio que escapa al control directo y periódico. A partir de allí pueden presentarse dos fenómenos, tendientes ambos al equilibrio del sistema. Uno de ellos sería la reiniciación del ciclo de colonización en las zonas que quedan al descubierto, tal como se observa sobre balsa experimental. El otro proceso sería la invasión por parte de los integrantes de la comunidad circundante, del sustrato expuesto (Bastida, 1971 a).

De acuerdo a nuestras observaciones, en las construcciones portuarias se presentan ambas alternativas a la vez, dependiendo el predominio de una u otra del estado de la comunidad y de la época del año.

Comparando una vez más la curva de biomasa de paneles acumulativos con aquella correspondiente a los mensuales, podemos observar que en la primera no se produce ningún descenso brusco entre febrero y marzo, como se ha presentado en los mensuales. Ya hemos señalado que el mismo no está regulado por la temperatura del agua y que se trata indudablemente de una anomalía ambiental. El hecho de que este descenso no se registrara en los paneles acumulativos nos está indicando que se trata de un factor que ha actuado sobre los procesos de reproducción o sobre la fijación y desarrollo larval.

En base a los valores de biomasa obtenidos durante el presente ensayo, pudo analizarse por primera vez la productividad de cada uno de los niveles en que están ubicados los paneles (A, B, C y D). Observando los gráficos correspondientes (fig. 5 y 7), tanto en paneles mensuales como en acumulativos, puede llegarse a la conclusión de que los niveles A (panel de línea) y B (primero de carena) son los de mayor biomasa. Por otra parte, cabe señalar que los paneles A y B

presentan una mayor diversidad específica, debido, entre otros factores, a la estratificación de los componentes vegetales y a su dominancia en aquellos niveles mejor iluminados.

CICLOS DE FIJACION REGISTRADOS SOBRE PANELES MENSUALES

En base al análisis de la serie de paneles mensuales, ha sido posible bosquejar los ciclos de colonización de las principales especies del fouling local. Los mismos se han venido registrando desde el inicio de las investigaciones sobre balsa experimental y constituyen elementos de referencia básicos para los estudios sobre comportamiento de pinturas antifouling (Rascio, Bastida y Caprari, 1969; Rascio y Caprari, 1968; 1969, 1970).

De las muestras coleccionadas a lo largo del ciclo anual, se obtuvieron datos de frecuencia relativa, utilizando la escala empleada en trabajos previos y semejantes a la de uso internacional (O.C.D.E., 1966; Bastida, 1971 a y b; Bastida y Adabbo, 1975). Los valores de abundante, frecuente, escaso y raro están representados por trazos de distinto grosor en los gráficos correspondientes, que se indican en las fig. 8 a 13. En aquellas especies altamente agresivas y de gran resistencia a la acción de los tóxicos (por ejemplo, cripedios), se efectuaron recuentos numéricos.

La continuidad en este tipo de observaciones permite además, realizar cálculos predictivos que resultan de gran utilidad práctica en relación a las fechas en que las embarcaciones deben ser carenadas o entrar en servicio.

DIATOMEAS

Estos vegetales juegan un rol muy importante durante las primeras etapas de las comunidades asentadas sobre paneles mensuales, ya sea en lo que se refiere a su participación en los fenómenos de sucesión ecológica, como así también en la trama trófica del fouling (Bastida y L'Hoste, 1976).

Las diatomeas han estado bien representadas en todos los estudios realizados hasta el presente, tanto cualitati-

va como cuantitativamente. Durante los primeros ensayos en balsa experimental, los integrantes del grupo fueron graficados en conjunto. Recién a partir del período 1969/70 fue posible representarlos gráficamente a nivel de género o especie, dependiendo de las dificultades surgidas en la determinación sistemática. De esta forma, ha sido posible conocer más profundamente el comportamiento del grupo, los sitios de fijación de las principales especies, su distribución vertical, etc. Estos aspectos están a su vez relacionados con la evolución y desarrollo de la comunidad toda, ya que el sustrato trófico fundamental lo constituyen el detrito y las diatomeas bentónicas.

Cabe mencionar que, para realizar un estudio ecológico profundo sobre alguna especie de diatomea en particular, sería necesario acortar notablemente la periodicidad de los muestreos. Las recolecciones mensuales resultan insuficientes, especialmente durante la estación cálida, ya que en esos meses las primeras etapas sucesionales de la comunidad se cumplen en los primeros días de inmersión. Luego de un cierto período, las diatomeas son desplazadas por otras especies (Bastida, 1971 a y b).

El ciclo de colonización de los sustratos artificiales comienza con la fijación de bacterias, que tiene lugar casi inmediatamente después de sumergidos los mismos. La concentración de bacterias puede ser muy importante, alcanzando valores de alrededor de 10^7 individuos/cm².

A continuación de las bacterias se hacen presentes las diatomeas, que logran fijarse luego de 48 horas de inmersión del sustrato, con concentraciones de hasta 10^4 individuos por centímetro cuadrado a los diez días de iniciada la colonización, en aquellos niveles bien iluminados. Su densidad disminuye a medida que aumenta la profundidad, llegando a desaparecer totalmente en los lugares donde la iluminación resulta insuficiente y donde deben competir, además, con otros organismos mejor adaptados a las condiciones de baja luminosidad.

Skeletonema costatum (fig. 8)

Es una de las especies de diatomeas planctónicas más importantes del ambiente portuario. Debido a su alta densidad

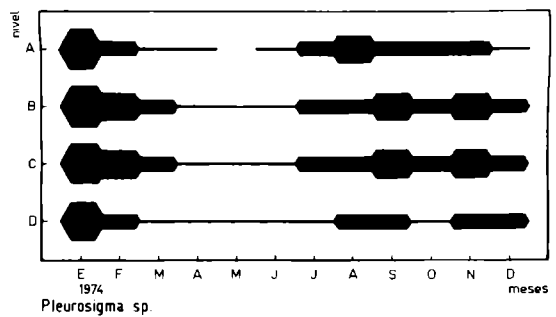
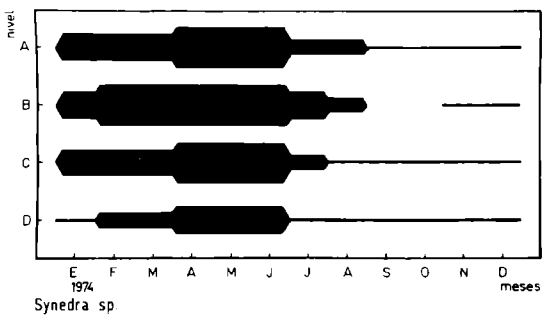
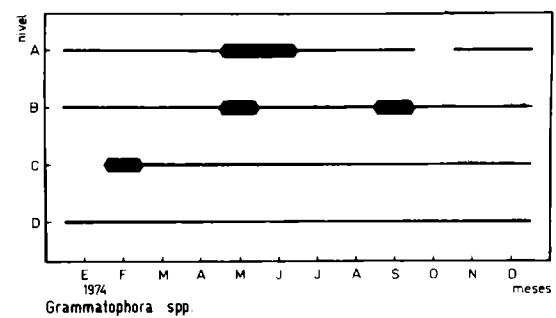
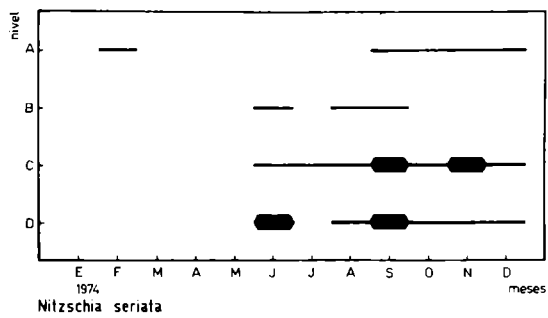
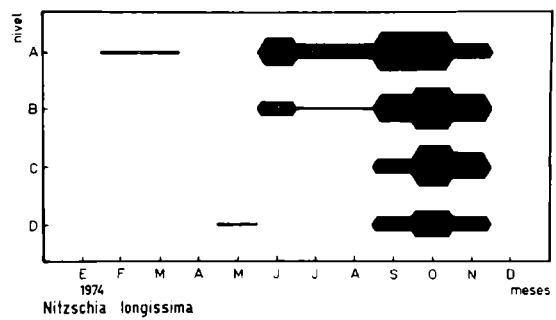
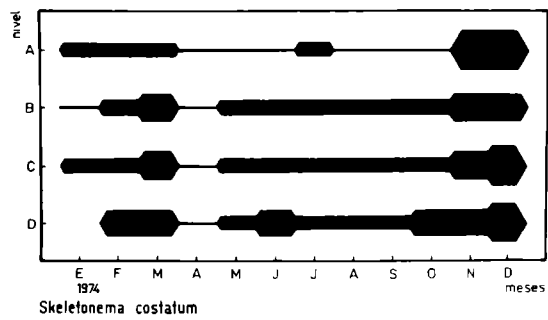


Fig. 8.- Ciclos de fijación sobre paneles mensuales (Mar del Plata, período 1973/74)

en la masa de agua, suele también encontrarse frecuentemente sobre los paneles experimentales.

Durante el presente ensayo, ha sido registrada en la balsa a lo largo de todo el año y en mayor cantidad en los niveles de carena, tal vez como consecuencia de la sedimentación que se produce al integrarse desde el plancton a los sustratos experimentales.

El período de mayor fijación tuvo lugar en el verano y ya entrada la primavera, alcanzando valores de densidad de colonización máxima entre marzo y abril, en los cuatro niveles. El ciclo de fijación ha sido semejante al registrado en años anteriores.

Skeletonema costatum encierra, además, gran importancia en las comunidades incrustantes, ya que constituye uno de los principales rubros tróficos para los organismos filtradores (Mercierella enigmatica, Hydroides elegans, Balanus trigonus y Ciona intestinalis, entre otros).

Nitzschia longissima (fig. 8)

Ha presentado un ciclo de fijación estacional, con un período de colonización principal que se extiende entre agosto y noviembre. La especie muestra cierta tendencia por colonizar los niveles superiores de la balsa, siendo el nivel D el de más baja densidad.

Durante el verano, esta diatomea fue registrada exclusivamente en el panel A, si bien en cantidades mínimas.

En el presente ensayo, Nitzschia longissima ha estado mejor representada que en años anteriores.

Nitzschia seriata (fig. 8)

La especie se registró en baja densidad y recién a partir del segundo semestre del ensayo. Pese a ello, ha estado cuantitativamente mejor representada que en años anteriores.

Al igual que Skeletonema costatum, coloniza en mayor medida los niveles inferiores de carena. Se trata de una diatomea de hábitos planctónicos que suele encontrarse sobre

los sustratos experimentales cuando su densidad en la masa de agua alcanza valores elevados.

Grammatophora spp. (fig. 8)

El género está representado, en nuestra zona de estudios, por dos especies que han sido graficadas conjuntamente, si bien Grammatophora marina es la más abundante. Su ciclo de fijación es de tipo anual, con un período de colonización más intensa que se extiende desde diciembre hasta julio. A partir de este último mes y hasta el final del ensayo, la colonización ha resultado mínima en los cuatro niveles.

Los individuos pertenecientes a este género muestran tendencia por colonizar los niveles superiores; de ahí que el panel D sea el que presenta comparativamente menor fijación a lo largo del año.

Con respecto a la colonización observada en años anteriores pueden detectarse ciertas diferencias. Por ejemplo, durante el período 1969/70, estas diatomeas estuvieron escasamente representadas en los meses de verano, pero la fijación se produjo en forma importante en la primavera.

Cabe mencionar que Grammatophora está presente en forma significativa en la dieta de varias especies de las comunidades incrustantes (Halosydnella australis, Siphonaria lessoni, Mytilus platensis, Idotea baltica y larvas de quiro-nómidos).

Synedra sp. (fig. 8)

Juega un papel importante en las comunidades incrustantes locales, tanto por su abundancia en ciertos períodos como por constituir uno de los recursos alimentarios fundamentales de numerosos integrantes de las mismas. Entre los principales pueden citarse Siphonaria lessoni, Mytilus platensis, Sphaeroma cf. serratum, Corophium cf. insidiosum, Balanus amphitrite y B. trigonus.

La especie ha estado presente a lo largo de todo el ciclo, con un período de mayor fijación entre mediados de diciembre y mediados de julio. A partir de allí y hasta el fi-

nal del ensayo, se observa mínima fijación en los cuatro niveles; el nivel D es el que presenta, comparativamente, menor densidad de colonización.

Pleurosigma sp. (fig. 8)

Se la registró a lo largo de todo el ensayo, con una fijación similar en los cuatro niveles de profundidad, si bien algo inferior en el panel D.

El ciclo presenta un primer período que comienza en diciembre, durante el cual se la encuentra en forma muy abundante. Luego la densidad declina paulatinamente, hasta hacerse mínima hacia mediados de marzo. La fijación continúa luego en baja cantidad hasta mediados de julio, mes en el que aumenta progresivamente hasta el final del ensayo. Sin embargo, no llega a alcanzar valores de densidad tan altos como en la primera parte del ciclo.

En el presente ensayo, la especie ha estado mejor representada que en años anteriores. Constituye, asimismo, un rubro alimentario de cierta importancia para algunas especies de las comunidades incrustantes locales (Hydroides elegans, Corophium cf. insidiosum y Ciona intestinalis).

Asterionella japonica (fig. 9)

Se ha fijado en baja densidad a lo largo de todos los ensayos realizados hasta la fecha. En el presente, su colonización se ha restringido casi exclusivamente al primer semestre, con una mayor intensidad en enero y febrero.

Su aparente vinculación con la estación cálida deberá ser confirmada en ensayos futuros, ya que en muestras de plancton ha sido registrada en forma abundante durante el mes de octubre.

Licmophora lyngbyei (fig. 9)

Es una especie con un ciclo de fijación anual que, en este último año, ha presentado dos claros períodos de mayor intensidad en la colonización, semejante a lo observado en Pleurosigma sp.

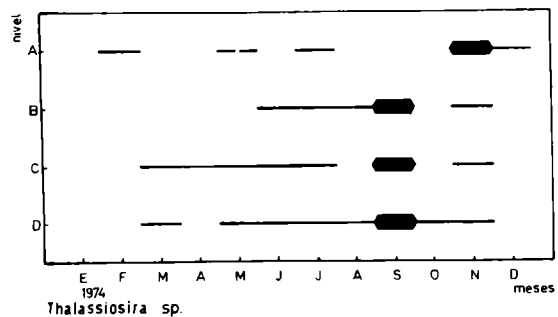
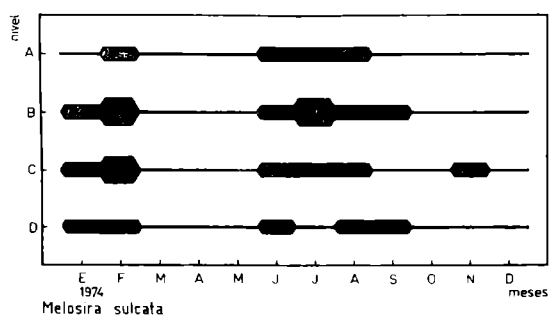
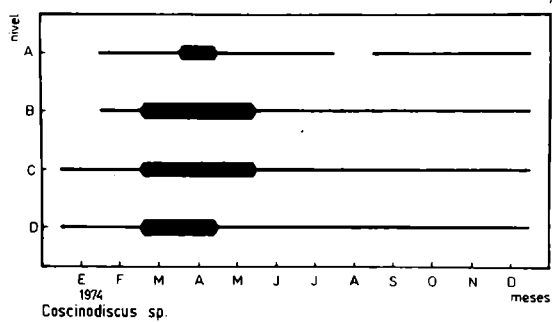
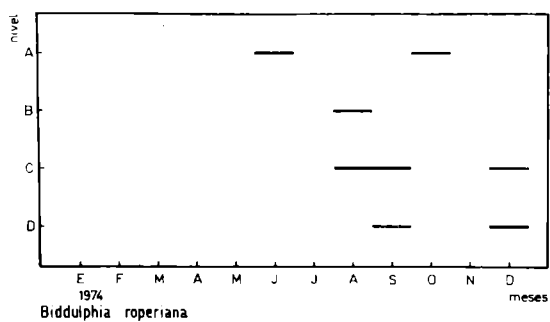
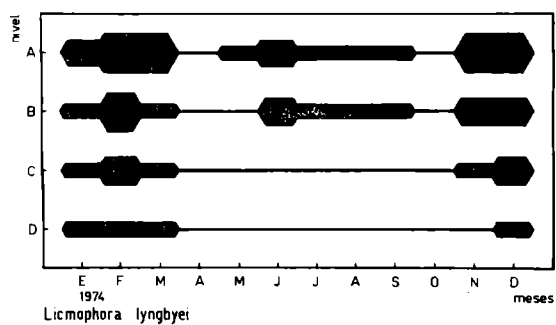
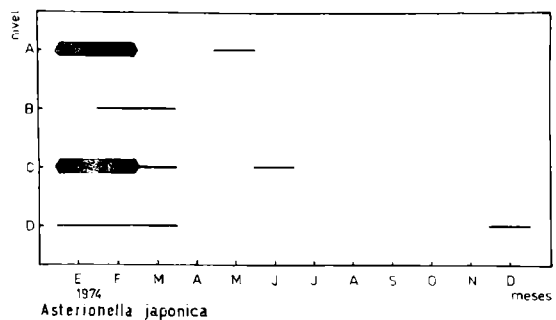


Fig. 9.- Ciclos de fijación sobre paneles mensuales (Mar del Plata, período 1973/74)

El primero de dichos períodos se extiende desde diciembre hasta mediados de marzo, fecha a partir de la cual la densidad desciende notablemente, especialmente en los niveles inferiores (C y D). Esta situación se prolonga hasta mediados de octubre; a partir de allí la colonización aumenta hasta el final del ensayo, en los cuatro niveles. También se observa en esta especie, una clara tendencia por colonizar los paneles superiores de la balsa experimental.

El ciclo de fijación de 1973/74 presenta ciertas diferencias con respecto a los observados en años anteriores. Así, durante el período 1969/70, esta especie alcanzó su máximo grado de colonización entre marzo y julio, mientras que en el resto del ciclo anual la misma fue mínima.

En cuanto a su importancia dentro de la comunidad, cabe señalar que es uno de los rubros vegetales fundamentales en la dieta de varias especies del fouling (Halosydnella australis, Hydroides elegans, Siphonaria lessoni, Mytilus platensis, Idotea baltica, Sphaeroma cf. serratatum, Corophium cf. insidiosum y Cyrtograpsus altimanus, entre los más importantes).

Biddulphia roperiana (fig. 9)

Si bien muy poco representada durante el presente ensayo, fue registrada en forma muy abundante en experiencias previas. Se ha graficado, en esta oportunidad, a los efectos de poder realizar comparaciones con otros años.

En este caso, la especie ha sido observada recién a partir del segundo semestre y en número muy reducido. En años anteriores, se presentaba como una especie de tipo estacional, con una colonización principal entre agosto y diciembre y sin preferencias batimétricas aparentes.

Coscinodiscus sp. (fig. 9)

Es otra diatomea de hábitos planctónicos que suele estar presente en baja densidad sobre los paneles experimentales. Al igual que lo observado en otras diatomeas planctónicas, tiende a colonizar en mayor densidad los niveles de carena.

La presencia de Coscinodiscus se registró a lo largo de

todo el ciclo anual, con un período de mayor fijación correspondiente a los meses de febrero y mayo.

Esta diatomea también integra la dieta de varias especies del fouling, si bien siempre lo hace en bajos porcentajes.

Melosira sulcata (fig. 9)

Esta especie se registró a lo largo de todo el ensayo, con un primer período de mayor fijación que se extiende entre diciembre y mediados de febrero. A partir de este último mes continúan los procesos de colonización en los cuatro niveles estudiados, si bien en muy baja densidad. A mediados de mayo se produce un nuevo incremento en la colonización, que continúa hasta mediados de setiembre. Luego, hasta el final del ensayo, la colonización es mínima.

Esta especie integra de manera importante la dieta de dos especies de moluscos del fouling (Siphonaria lessoni y Mytilus platensis). En ensayos previos, ha estado representada más abundantemente y con períodos de máxima fijación que no coinciden con los observados en esta oportunidad.

Thalassiosira sp. (fig. 9)

Se trata de una diatomea de hábitos planctónicos que se integra al fouling en baja densidad, sin llegar a conformar un ciclo de fijación definido.

Su período de colonización más evidente se produce en el mes de setiembre en los tres niveles más profundos, mientras que en noviembre se fija preponderantemente en el panel de línea de flotación.

Esta diatomea constituye parte del alimento de varios organismos filtradores del fouling (Ciona intestinalis, Mytilus platensis, Mercierella enigmatica, etc.) y es en la actualidad cultivada para ser empleada como alimento durante las experiencias sobre el desarrollo larval de cirripedios.

Navicula spp. (fig. 10)

Constituye otro de los géneros importantes del fouling

de Mar del Plata. En el gráfico correspondiente se consideran conjuntamente las distintas especies que lo integran, si bien cabe destacar que el ciclo está caracterizado fundamentalmente por Navicula cf. grevillei. Esta especie suele formar filamentos de varios centímetros de largo, fácilmente identificables a simple vista.

Al igual que lo observado en ensayos previos, el ciclo de fijación se extiende a lo largo de todo el año, si bien el período de colonización más importante tiene lugar recién en el segundo semestre.

Pinnularia sp. (fig. 10)

Muestra tendencia por colonizar en mayor densidad el panel de línea y el primero de carena, si bien también se encuentra presente en el nivel más profundo.

Esta diatomea ha estado presente en los paneles experimentales durante todo el ciclo anual, pero es recién a partir del segundo semestre cuando coloniza los sustratos en forma más importante.

Thalassionema nitzschioides (fig. 10)

Esta especie ha sido registrada en el fouling de Mar del Plata desde que se iniciaron las investigaciones sobre el tema. La característica principal es que siempre se presenta en muy bajas densidades y aparentemente sin preferencias batimétricas.

En este último período ha estado presente durante casi todo el año, con interrupciones breves y sin llegar a configurar un ciclo de fijación particular.

Stephanopyxis sp. (fig. 10)

Es uno de los géneros de diatomeas del fouling menos representado numéricamente, si bien su presencia se viene registrando desde varios años atrás.

Durante el presente período se la ha observado entre julio y agosto, colonizando los cuatro niveles de profundidad en muy baja densidad.

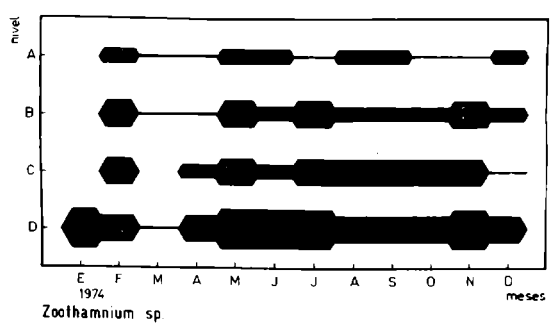
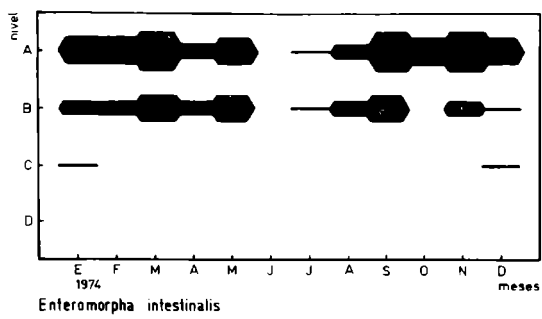
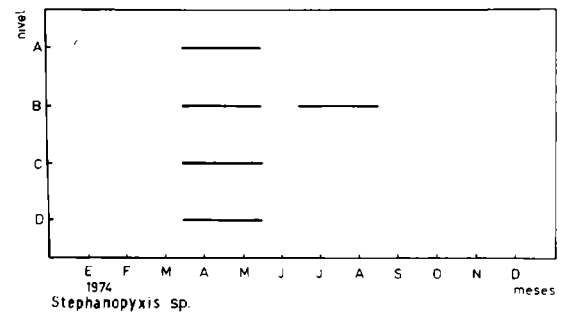
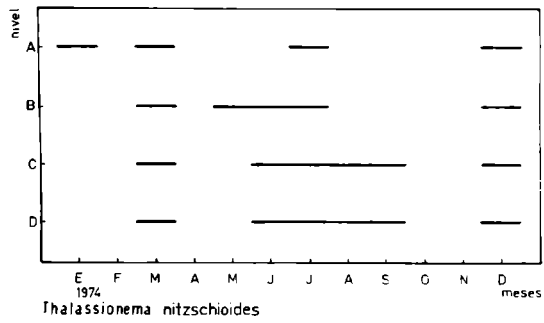
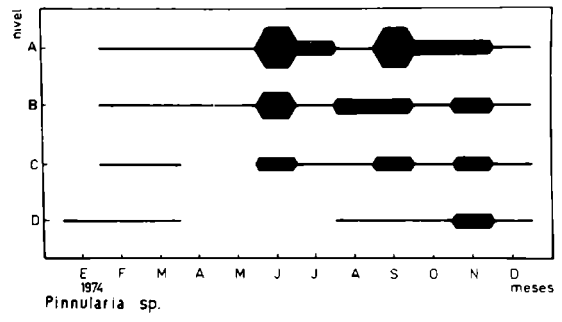
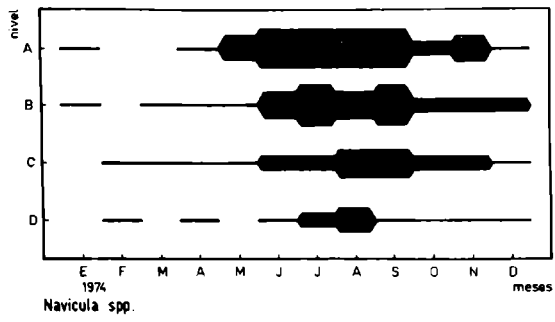


Fig. 10.- Ciclos de fijación sobre paneles mensuales (Mar del Plata, período 1973/74)

CLOROFITAS

Constituye el grupo de algas superiores mejor representado en los paneles mensuales y en particular en el nivel de línea de flotación. Esta dominancia inicial de las clorofitas en esos niveles es luego reemplazada por la del grupo de las rodofitas, en la posterior evolución del fouling sobre los paneles acumulativos.

Enteromorpha intestinalis (fig. 10)

Es la clorofita más importante de las comunidades incrustantes locales. Como característica principal del ciclo de esta especie, puede mencionarse su preferencia por colonizar el panel de línea y el primero de carena. Esta característica está regulada directamente por la penetración de la luz, ya que en otros puertos con aguas más transparentes, Enteromorpha intestinalis puede desarrollarse a mayor profundidad.

El ciclo de fijación, si bien puede ser considerado de tipo anual, muestra un hiatus coincidente con los meses de más bajas temperaturas; el ritmo de colonización aumenta nuevamente a partir de la primavera. Este esquema de fijación se repite en los diversos ensayos realizados (Bastida, 1971 a y b; Bastida y Adabbo, 1975).

Cabe mencionar que, además de Enteromorpha intestinalis, se registra la presencia de otras especies del género, como Enteromorpha prolifera y E. flexuosa.

Enteromorpha intestinalis constituye, desde el punto de vista práctico, uno de los géneros más perjudiciales, por su alta resistencia a los tóxicos y por su acelerado ritmo de crecimiento (Rascio y Bastida, 1973).

PROTOZOOS

Constituyen los organismos animales fundamentales durante las primeras etapas de colonización. En su mayor parte pertenecen al grupo de los ciliados y se los encuentra a lo largo de todo el año y en los cuatro niveles de profundidad estudiados. Juegan un papel muy importante, ingresando a la

comunidad posteriormente a la colonización por parte de bacterias y diatomeas, a las que utilizan como alimento. Ingieren, además, detrito orgánico que, por otra parte, siempre suele estar asociado con las bacterias.

A su vez, muchos de estos organismos intervienen en los procesos de degradación y transformación de los integrantes muertos de la comunidad y constituyen también el alimento de larvas de cirripedios, pelecípodos, copépodos, serpúlidos y de muchos organismos adultos de hábitos filtradores.

Este grupo está más densamente representado en el área portuaria que en las zonas externas, debido principalmente a la influencia de la contaminación local. Algunos ciliados, como en el caso de Zoothamnium, constituyen buenos indicadores de zonas contaminadas.

Zoothamnium sp. (fig. 10)

Es el protozoo más importante registrado en la balsa experimental durante el presente ensayo, coincidiendo con lo observado en la mayor parte de las experiencias realizadas desde 1965. Presenta un ciclo de fijación que se extiende a lo largo de todo el año, con ciertas fluctuaciones, pero sin llegar a delimitarse francos períodos de mayor intensidad. Muestra, en cambio, preferencia por colonizar en forma más densa los niveles inferiores de carena.

El período de fijación mínima tuvo lugar entre febrero y marzo, si bien esto puede deberse a un desplazamiento por evolución de la comunidad más que a un descenso en la colonización.

Este ciliado integra la dieta de Cyrotograpsus altimanus y Sphaeroma cf. serratum.

Vorticella sp. (fig. 11)

Es el otro ciliado sésil que se registra con frecuencia sobre los paneles experimentales, habiendo estado mejor representado durante este último ensayo que en años previos.

Probablemente se trate de un organismo de fijación anual, si bien presenta tres hiatus durante diciembre, abril y agosto. Muestra preferencia por colonizar los paneles de

carena, aunque ha sido observado en forma poco densa.

Condylostoma sp. (fig. 11)

Ha sido registrado en nuestra balsa experimental recién en los últimos años. En el presente ensayo ha colonizado los paneles mensuales durante gran parte del año, aunque en baja densidad y con varias interrupciones a lo largo del ciclo.

Si bien es capaz de colonizar los cuatro niveles de profundidad estudiados, resulta imposible determinar, por el momento, algún tipo de preferencia batimétrica, debido a la baja cantidad de ejemplares presentes en los paneles.

Acineta sp. (fig. 11)

Esta especie, junto con Ephelota sp. y Podophrya sp., integra el grupo de suctorios registrados en la balsa experimental que, hasta el presente, no habían sido graficados en sus ciclos de fijación.

Se ha comportado como un organismo de colonización estacional cuyo período más importante de fijación se extiende entre junio y setiembre, aunque pueden registrarse algunas colonizaciones aisladas durante el resto del año. Las menores densidades se registran sobre el panel de línea.

Ephelota sp. (fig. 11)

Durante el presente ensayo ha demostrado tener un ciclo de fijación estacional. El mismo comienza en enero y se extiende hasta marzo; luego se presenta una prolongada interrupción en los procesos de colonización, hasta que vuelve a registrárselo a partir de noviembre.

Tintinnopsis spp. (fig. 11)

Las especies que integran el género han sido graficadas en forma conjunta.

Estos organismos están presentes en los paneles mensuales a lo largo de todo el año, pero se observan algunos hiatus. El período de mayor colonización en los cuatro niveles

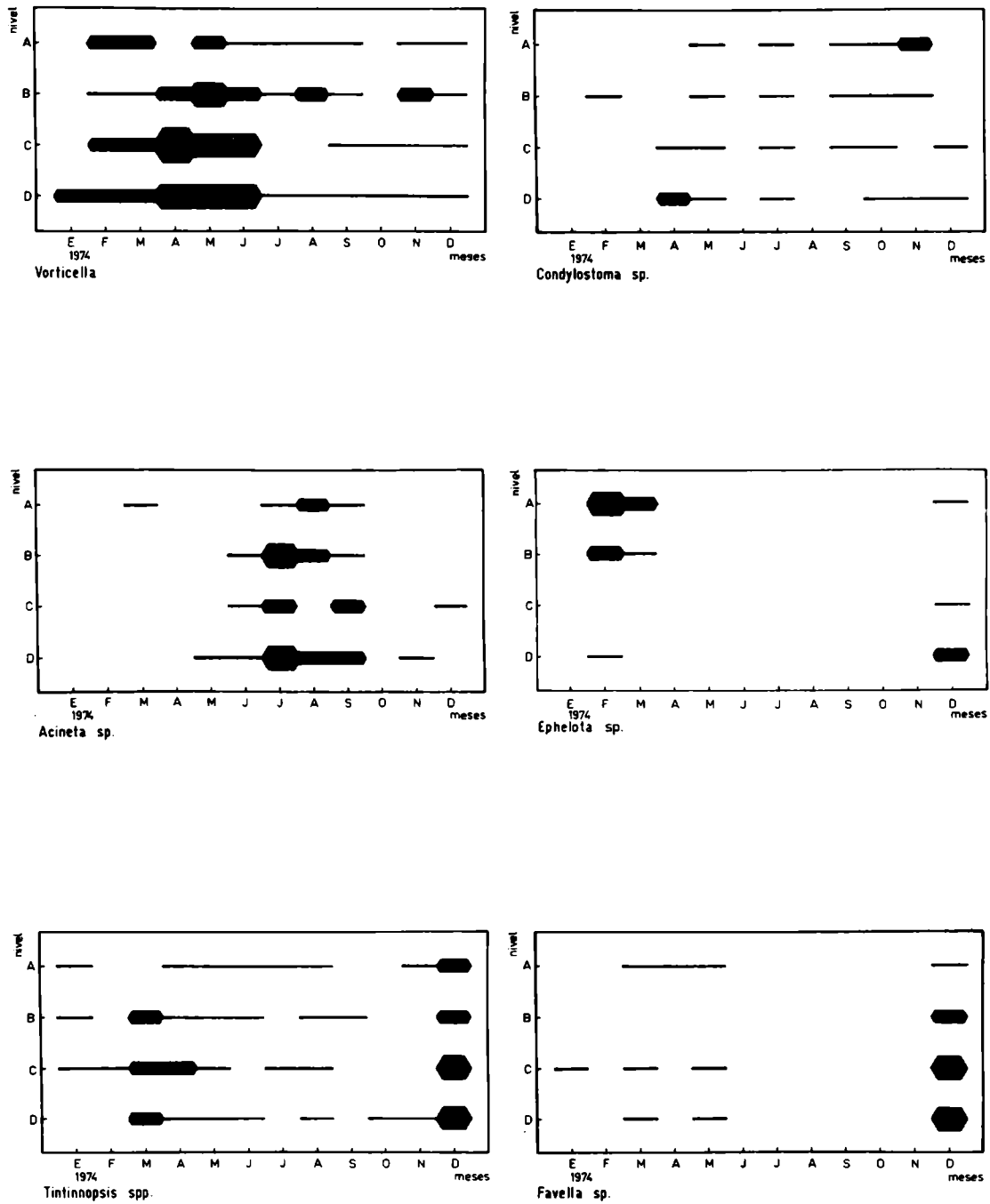


Fig. 11.- Ciclos de fijación sobre paneles mensuales (Mar del Plata, período 1973/74)

se extiende desde mediados de noviembre hasta fines del ensayo.

Durante ensayos previos, estos protozoos han evidenciado un patrón de fijación distinto al presente.

Favella sp. (fig. 11)

Este tintínido ha estado poco representado numéricamente. Si bien ha aparecido durante gran parte del año, no ha sido posible detectar un patrón definido de fijación; recién en el último mes del ensayo aparece en mayor densidad en los cuatro niveles de profundidad, coincidiendo en ello con el ciclo de Tintinnopsis.

Helicostomella sp. (fig. 12)

Por vez primera se ha graficado el ciclo de fijación de este tintínido. El mismo se caracteriza por estar presente en el fouling en bajas densidades.

Durante los primeros meses del ensayo ha logrado colonizar los cuatro niveles, conformando un primer período de fijación que se extiende entre enero y marzo. Luego se presenta un hiatus durante tres meses y vuelve a aparecer a partir de julio, pero exclusivamente sobre los niveles B y C.

Tintinnus sp. (fig. 12)

En este caso también se grafica por vez primera su ciclo de fijación. La colonización se ha producido en forma esporádica en algunos niveles de la balsa, hasta que a partir de octubre concreta un ciclo de fijación que incluye los cuatro niveles de profundidad. Al igual que en el caso anterior, Tintinnus sp. siempre ha estado presente en bajas densidades.

CELEENTERADOS

Este grupo está representado en la balsa experimental exclusivamente por hidrozoos, los que se caracterizan por presentar un crecimiento muy acelerado y por ser capaces de colonizar los cuatro niveles estudiados.

Resulta llamativa la casi total ausencia de actiniarios

en los paneles experimentales, pese a ser tan comunes sobre algunas zonas de las construcciones portuarias y a todo lo largo de la costa rocosa marplatense.

Gonothyraea inornata y Obelia angulosa (fig. 12)

Son los campanuláridos registrados en la balsa experimental; se fijan en forma simultánea cumpliendo un mismo ciclo, si bien la primera especie es siempre más abundante que la segunda. Se trata, como en otros casos, de especies de rápido crecimiento, capaces de madurar sexualmente en menos de treinta días, período en el cual logran con frecuencia completar su ciclo vital.

Durante el período 1973/74, dichas especies han presentado un ciclo de fijación estacional, con máxima colonización en los meses cálidos e interrupción de la misma entre agosto y octubre.

A partir del comienzo de los ensayos en 1965, se han observado marcadas variaciones en los ciclos de fijación de estos organismos. Así, durante ciertos ensayos presentaron un ciclo de fijación de tipo anual muy bien representado en los cuatro niveles, en otros hicieron su aparición en forma estacional y en uno de ellos estuvieron representados solamente por unos pocos ejemplares y durante un lapso muy breve (Bastida, 1971 b).

Tubularia crocea (fig. 12)

Este hidrozoo se caracteriza por distribuirse en los paneles experimentales en forma heterogénea, con tendencia a adherirse sobre los bordes o constituyendo densas agrupaciones en forma de mechones. Es una especie de crecimiento acelerado con un ciclo de fijación estacional que ha presentado notables variaciones a lo largo de los años de ensayo.

Durante el último ciclo, su presencia ha estado vinculada con los meses cálidos y no muestra predilección batimétrica alguna.

NEMATODES (fig. 12)

Se trata de un grupo muy importante en las comunidades

incrustantes de nuestra zona. El mismo esta representado por dos géneros y varias especies, pero se lo graficó en conjunto debido a la imposibilidad de efectuar determinaciones rápidas durante los recuentos. Están presentes a lo largo de todo el año en cada uno de los cuatro niveles estudiados. Los períodos de mayor fijación coinciden con los meses de iniciación y terminación del ensayo.

ANELIDOS

Son integrantes importantes del fouling de la mayor parte de los puertos del mundo. La acción que las diversas especies ejercen sobre los sustratos suele ser bastante variable. Por una parte, los serpúlidos (por ejemplo, Mercierella enigmatica, Hydroides elegans e H. plateni) pueden ser considerados como los más agresivos, si bien su presencia durante este último ensayo se ha visto disminuida con respecto a años anteriores.

Algunos de estos organismos, aparte de su acción perjudicial, pueden ser buenos indicadores de áreas contaminadas, como es el caso de la especie que se trata a continuación.

Polydora ligni (fig. 12)

Este organismo juega un papel fundamental en la dinámica del fouling del puerto de Mar del Plata. En los últimos años, ha pasado a ser una de las especies dominantes de las comunidades incrustantes.

Durante los primeros ciclos estudiados, la especie presentaba períodos de fijación con marcadas discontinuidades y la iniciación del ciclo variaba notablemente de un año a otro. Probablemente los cambios ambientales que han tenido lugar en la zona de estudio, entre ellos la contaminación, constituyen los factores responsables de este hecho.

El gráfico correspondiente al presente ensayo indica que Polydora ligni se ha convertido en una especie de fijación anual, con poblaciones muy densas en todos los niveles de profundidad de la balsa. Existe, sin embargo, un hiatus entre mediados de setiembre y el mes de octubre, que no ha sido posible vincular con las características ambientales

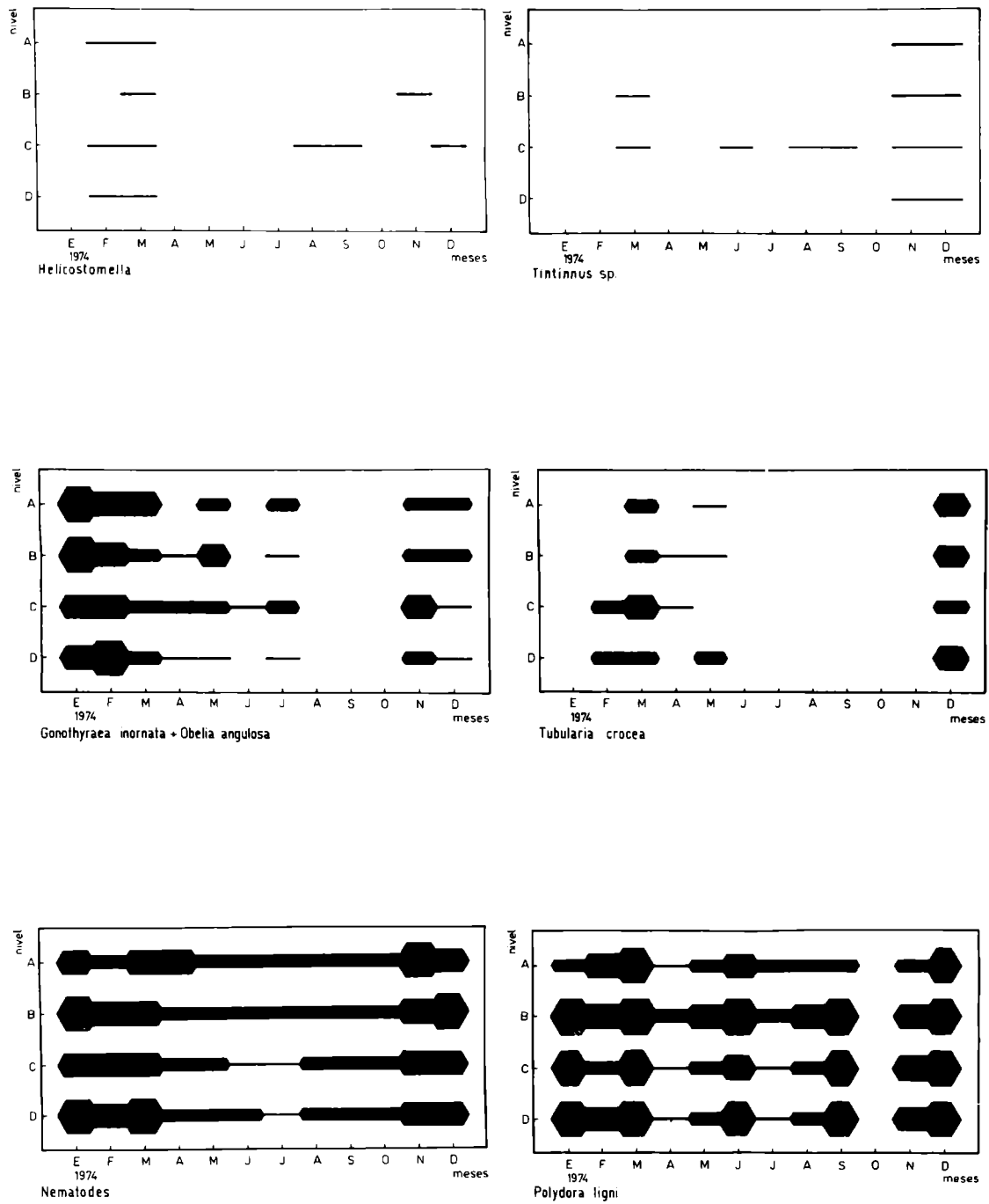


Fig. 12.- Ciclos de fijación sobre paneles mensuales (Mar del Plata, período 1973/74)

registradas.

La presencia de Polydora ligni en forma tan abundante constituye un serio problema para los ensayos con pinturas antiincrustantes, debido a la gran resistencia que presenta la especie frente a tóxicos inorgánicos y orgánicos.

MOLUSCOS

Este grupo suele estar bien representado en los niveles mediolitorales y superiores del infralitoral de la costa marplatense, especialmente en lo que a pelecípodos se refiere. Sin embargo, su participación en la colonización que se registra en la balsa experimental es bastante limitada. Ello se debe a las características de flotabilidad del sustrato y al lento crecimiento de muchas de las especies, en comparación con otras con las que debe competir por el espacio. Se ha observado que numerosos representantes del grupo necesitan para su fijación sobre los paneles que la comunidad incrustante se encuentre en un estado avanzado de desarrollo. En consecuencia, los paneles mensuales no llegan a brindar, en la mayor parte de los casos, las condiciones requeridas por varias de las especies y sólo es posible encontrarlas en forma representativa en los paneles acumulativos.

Excepción de lo anteriormente expresado la constituye la especie que se comenta a continuación.

Tenellia pallida (fig. 13)

Es el molusco más importante que se ha registrado sobre los paneles mensuales durante el presente ensayo. Se trata de una especie típicamente estacional, cuya fijación está íntimamente ligada a la presencia de los campanuláridos Gonothyraea inornata y Obelia angulosa, entre los cuales vive y que además utiliza como alimento. Su período de máxima colonización coincide con la llegada del primer contingente de campanuláridos que se registra durante el mes de diciembre, presentándose algunas fijaciones de menor importancia en el resto del año, pero siempre vinculadas con la presencia de los hidozoos.

La estrecha vinculación entre Tenellia pallida y los

campanuláridos viene registrándose desde la iniciación de los estudios de fouling en Mar del Plata.

CRUSTACEOS

Debido a la gran diversificación que presenta el grupo, se incluyen dentro del mismo desde especies altamente agresivas hasta otras que no afectan en absoluto a las construcciones sumergidas. Representando a estos dos casos extremos, se puede mencionar a los cirripedios y a los copépodos respectivamente, que por otra parte son los crustáceos más frecuentemente registrados sobre la balsa experimental. En cuanto al primero de estos grupos, es tratado en forma particular en el capítulo siguiente, considerando el papel importante que juegan sus integrantes en las comunidades incrustantes.

Tisbe gurneyi y Harpacticus pulvinatus (fig. 13)

Son los copépodos harpacticoides mejor representados en los paneles experimentales. Han estado presentes desde el comienzo del ensayo, en forma importante y en los cuatro niveles. Su densidad desciende a partir de marzo; durante el resto del año, hacen su aparición en forma esporádica y en bajas densidades. El número de individuos observados comienza a aumentar nuevamente a partir de mediados de noviembre.

Estas dos especies se integran a los paneles experimentales durante las etapas iniciales del fouling y su alimentación se basa sobre los componentes de la película inicial (detrito, bacterias, diatomeas, etc.). A su vez, estos copépodos constituyen el sustrato trófico de otros organismos que ingresan posteriormente a la comunidad (Balanus trigonus, Corophium cf. insidiosum, Halosydnella australis y Mercierella enigmatica).

Corophium cf. insidiosum (fig. 13)

Es el anfípodo mejor representado en el ambiente portuario. Al igual que otras especies del fouling, Corophium cf. insidiosum ha ido ampliando su ciclo de fijación a través del tiempo, si bien casi siempre su período de máxima fijación coincide con los meses cálidos.

En el presente ensayo, el ciclo ha quedado restringido al período diciembre-marzo, sin observarse otras fijaciones de importancia durante el resto del año, tales como las registradas en el trienio 1968/70. Por otra parte, se trata de una especie en la que no se han detectado preferencias de tipo batimétrico.

Cyrtograpsus angulatus (fig. 13)

Es el decápodo más importante del área portuaria, si bien en los paneles mensuales suele estar poco representado, ya que para que se produzca la colonización es necesario que la comunidad se encuentre en una etapa avanzada de desarrollo. Este estado se alcanza, en los paneles mensuales, exclusivamente durante los meses cálidos.

En el presente ciclo, Cyrtograpsus angulatus fue registrado entre diciembre y febrero, si bien en poca cantidad. En ensayos previos el ciclo de fijación se ha mantenido durante algunos meses más. La especie afin Cyrtograpsus altimanus, bastante frecuente en años anteriores, ha estado pobremente representada en este ensayo y muestra tendencia a desaparecer, no sólo en la balsa sino también en las construcciones portuarias.

BRIOZOOS

Es un grupo que suele ser importante en las comunidades portuarias de todo el mundo. Pese a ello, en el puerto de Mar del Plata estos organismos juegan un rol de menor importancia que en otros puertos estudiados, como es el caso de Puerto Belgrano. En este último, algunas especies llegan a ser dominantes durante ciertas etapas sucesionales de la comunidad.

En este ciclo, los briozoos han estado menos representados que en años anteriores.

Bugula sp. (fig. 13)

Es un organismo de fijación estacional cuya presencia está vinculada con los meses de más altas temperaturas. No se ha observado fijación de esta especie en el panel A y la

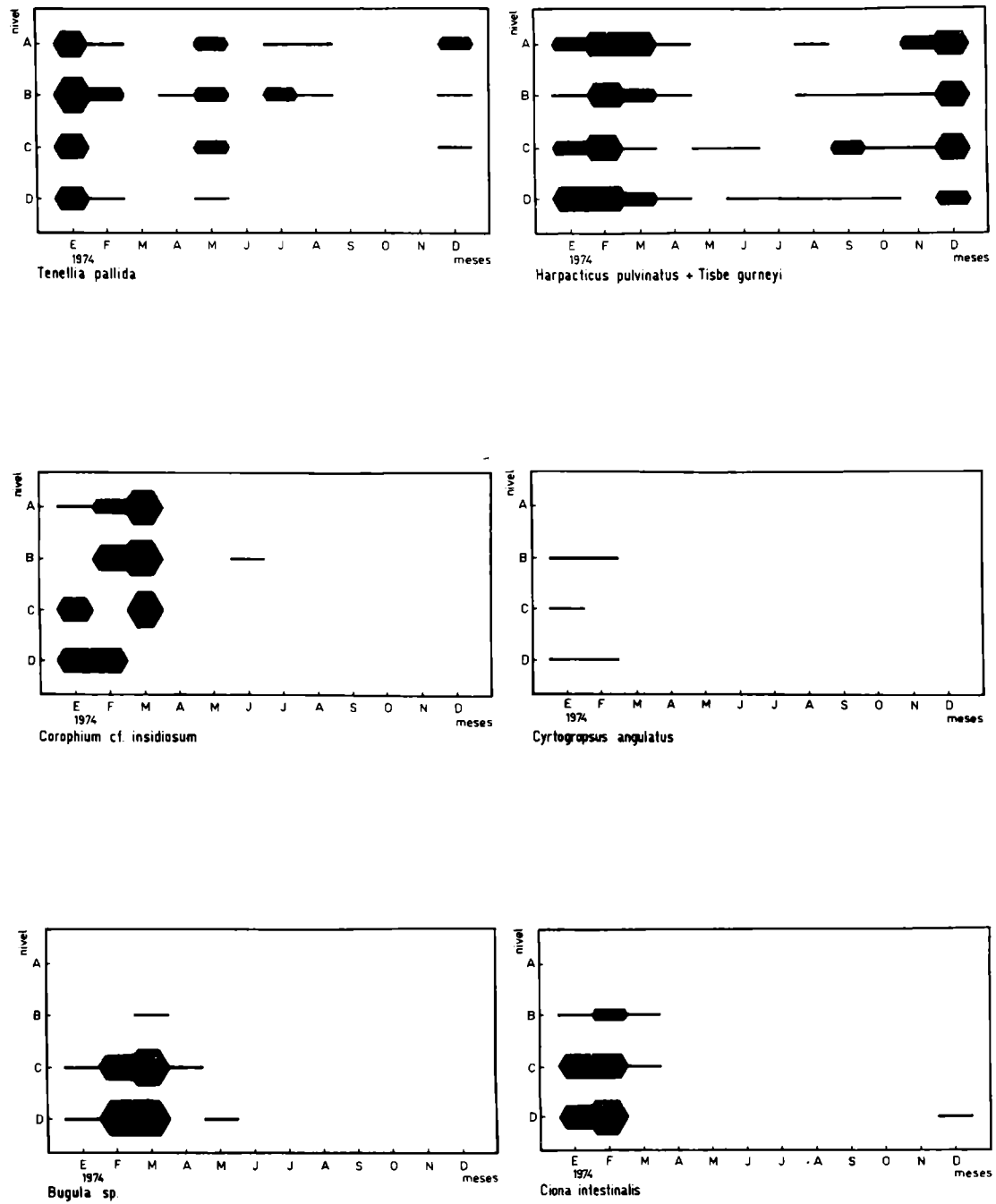


Fig. 13.- Ciclos de fijación sobre paneles mensuales (Mar del Plata, período 1973/74)

misma ha sido muy escasa en el panel B. El período de mayor colonización se extiende entre enero y marzo.

TUNICADOS

Si bien el grupo está representado por pocas especies en el puerto de Mar del Plata, constituyen organismos que integran el fouling en elevadas densidades y que, por otra parte, llegan a dominar ciertas etapas en la evolución de la comunidad.

Durante el presente ensayo, la presencia de estos organismos no ha sido registrada en igual medida que en años anteriores.

Ciona intestinalis (fig. 13)

Es la especie que caracteriza a las comunidades bentónicas del infralitoral portuario. Durante los primeros años de ensayo, Ciona intestinalis presentaba un ciclo de fijación de tipo anual, si bien con el correr del tiempo éste se ha transformado en un ciclo estacional.

En el presente ensayo, la especie ha colonizado los paneles experimentales entre diciembre y marzo, con tendencia a hacerlo en forma más numerosa sobre los paneles de carena más profundos, tal como ha sido observado durante ensayos previos (Bastida, 1971 a y b; Bastida y Adabbo, 1975).

La reducción en la duración del ciclo de fijación de esta especie ha repercutido notablemente en la sucesión ecológica del fouling que se observa sobre paneles acumulativos, ya que Ciona siempre había sido la especie dominante durante las etapas más maduras de la comunidad.

ASPECTOS GENERALES DE LA FIJACION DE CIRRIPIEDIOS

En el presente trabajo, al igual que en ensayos anterio-

res, se ha puesto especial énfasis en el estudio de los cirripedios. Motiva este interés el hecho de que se trata de organismos sumamente agresivos que causan gran perjuicio en sustratos sumergidos, tanto por su alta resistencia a los tóxicos como por la acción mecánica que ejercen sobre los mismos. Por tal motivo, se han realizado minuciosos recuentos de los organismos pertenecientes a este grupo, provenientes de paneles mensuales como así también de acumulativos.

De las cuatro especies de cirripedios registrados hasta el presente en el puerto de Mar del Plata, Balanus amphitrite, B. trigonus, B. improvisus y B. glandula, solamente las dos primeras encierran gran importancia desde el punto de vista del fouling. Balanus improvisus, por su parte, es una especie que ha ingresado recientemente a las comunidades incrustantes del área portuaria y se ignora su evolución en los próximos años. En cuanto a Balanus glandula, si bien muy importante en todo el mediolitoral portuario y recientemente en toda la costa marplatense, no suele estar presente sobre sustratos ubicados en el infralitoral; de ahí que no llegue a afectar a las estructuras sumergidas.

Balanus amphitrite y B. trigonus presentan un ciclo de fijación estacional semejante, vinculado en forma estrecha con la temperatura del agua. Los ejemplares asentados en la zona portuaria comienzan su proceso de maduración sexual en primavera, culminando con la eclosión de las larvas, que son retenidas en la cavidad del cuerpo hasta que se presentan las condiciones térmicas propicias para su liberación al exterior.

Balanus amphitrite presentó, durante el período 1973/1974, un ciclo de fijación que se extiende desde diciembre hasta mayo, mientras que en el caso de B. trigonus, se extiende entre diciembre y marzo; ambos ciclos coincidieron con temperaturas medias del agua que oscilaron entre 14,5 y 20,5°C. A lo largo de los años previos de estudio se ha podido observar que si bien ambas especies suelen iniciar conjuntamente la colonización de los paneles experimentales, Balanus trigonus la finaliza cierto tiempo antes (fig.14 y 15).

Cabe señalar que las dos especies en cuestión son las

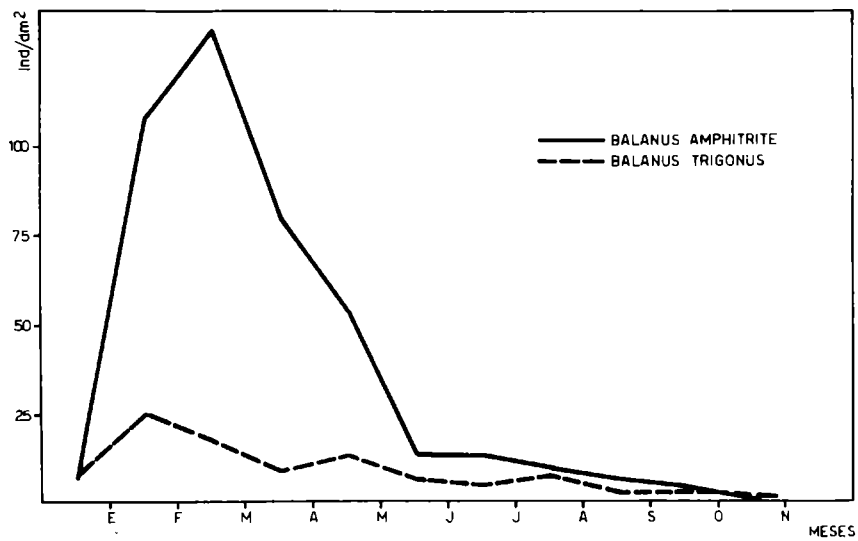
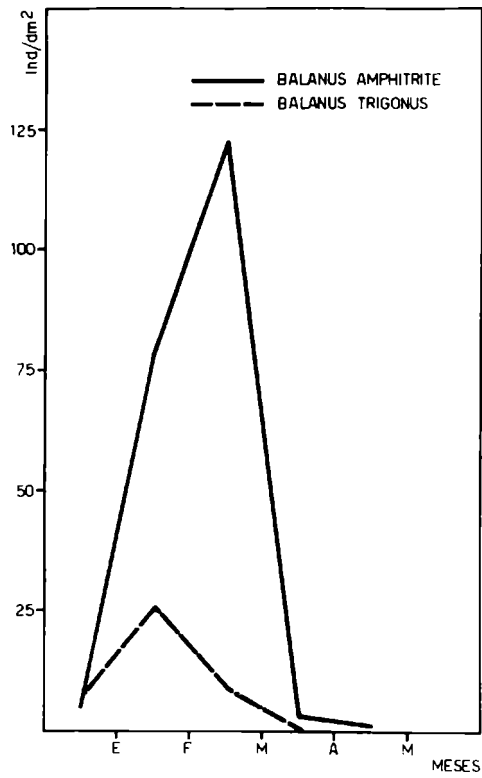


Fig. 14.- Fijación de Balanus amphitrite y B. trigonus sobre paneles mensuales (arriba) y acumulativos (abajo); promedio de los valores correspondientes a los niveles A, B, C y D

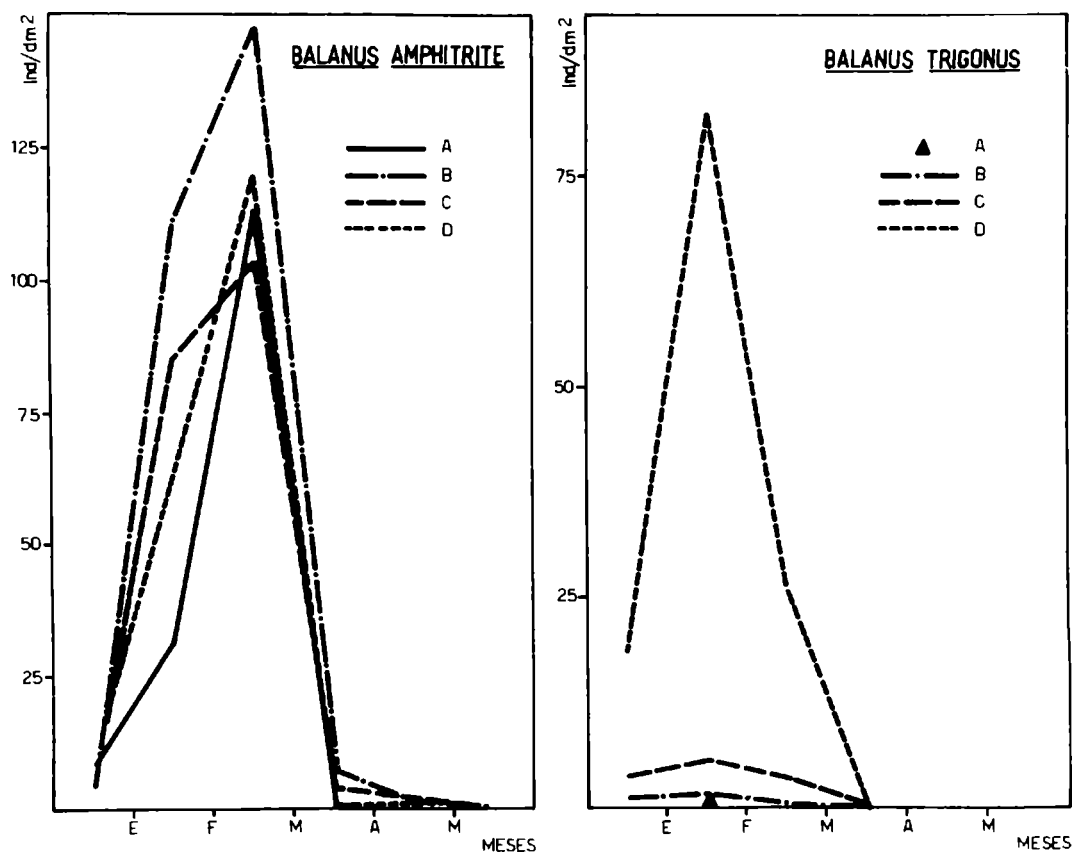


Fig. 15.- Fijación de Balanus amphitrite y B. trigonus sobre paneles mensuales en cada uno de los niveles de profundidad

que presentan mayor homogeneidad en la fijación a lo largo de estos últimos años, ya que las variaciones observadas entre uno y otro ensayo son mínimas, tanto en la duración del ciclo como en la densidad de las poblaciones (Bastida, 1971 b; Bastida y Adabbo, 1975). El ciclo de fijación típicamente estival de Balanus trigonus y B. amphitrite para el puerto de Mar del Plata también se observa para las mismas especies en el puerto de Auckland, Nueva Zelandia y se extiende entre setiembre y marzo (Skerman, 1959).

En nuestra zona de estudio, la máxima fijación mensual de Balanus amphitrite ha correspondido a mediados del mes de febrero, con una densidad media de 122 individuos/dm² (promedio de los paneles A, B, C y D), mientras que la de Balanus trigonus corresponde a mediados de enero, con una densi-

dad media de 25,25 individuos/dm² (promedio de los paneles A, B, C y D) (fig. 14). En zonas de aguas tropicales, ambas especies pueden fijarse a lo largo de todo el año, si bien presentando algunos períodos de mayor intensidad vinculados siempre con la temperatura del agua (Miyakasi, 1938; Edmonson e Ingram, 1939; Werner, 1957; Relini y Giordano, 1969).

La densidad de la fijación de cirripedios sobre paneles mensuales sufre importantes variaciones. Para ambas especies consideradas se observa una fijación inicial que se incrementa rápidamente hasta llegar a un nivel máximo, a partir del cual y coincidiendo con la finalización de la estación estival, desciende bruscamente (fig. 14 y 15). Por otra parte, las larvas de cirripedios presentes en el plancton siguen un modelo semejante al de la colonización de los sustratos: con el aumento de la temperatura del agua se nota un incremento notable en la densidad de las larvas, que culmina en un pico durante los meses de enero-febrero. A partir de ese momento se observa una clara disminución en la densidad de las larvas, lo cual indica un descenso en el ritmo de colonización de los sustratos experimentales.

Los contingentes colonizadores permanecen en los paneles acumulativos hasta octubre-noviembre, si bien la densidad desciende notablemente a partir de mayo (fig. 14 y 16). De esta forma, queda claramente evidenciada la renovación anual de las poblaciones de cirripedios sobre balsa experimental en el puerto de Mar del Plata.

Como ya se ha mencionado en trabajos previos (Bastida 1971 a y b), tanto Balanus amphitrite como B. trigonus presentan en el puerto de Mar del Plata un ritmo de crecimiento muy acelerado, debido principalmente a la gran disponibilidad alimentaria que ofrece dicho ambiente. Balanus amphitrite, luego de un mes de inmersión, es capaz de alcanzar una talla de 12 mm durante el mes de enero, mientras que B. trigonus puede llegar a los 8,5 mm de talla en el mes de febrero.

En los gráficos de fijación correspondientes a paneles mensuales y acumulativos, puede observarse claramente la distribución vertical que presentan estas dos especies de cirripedios. Balanus amphitrite, si bien se distribuye en los cuatro niveles de profundidad considerados, muestra

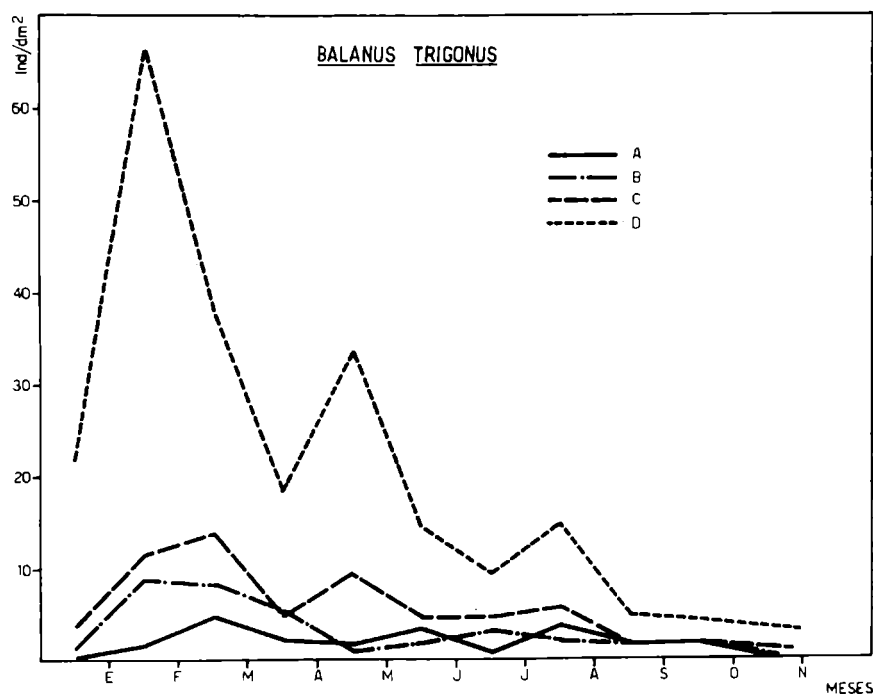
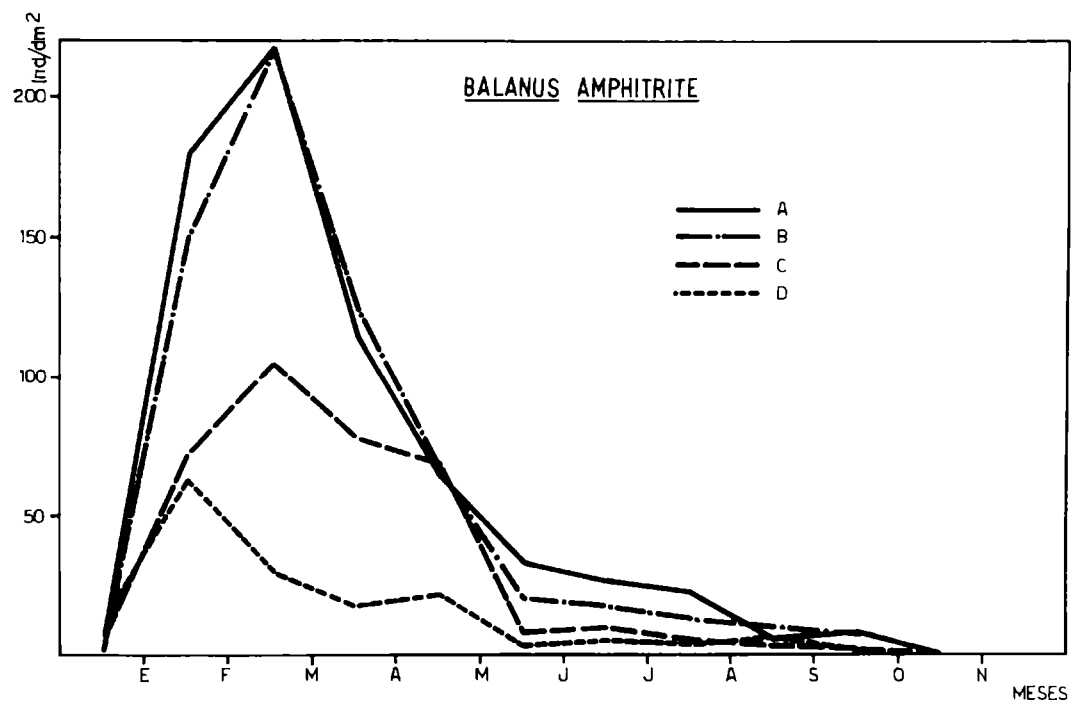


Fig. 16.- Fijacion de Balanus amphitrite y Balanus trigonus sobre paneles acumulativos en cada uno de los niveles de profundidad

una preferencia por los niveles superiores; B. trigonus, en cambio, tiende a fijarse en mayor densidad sobre los paneles inferiores, especialmente el D (fig. 15 y 16).

Este aspecto encierra gran importancia desde el punto de vista aplicado, pues en base a conocimientos de este tipo es posible determinar que sobre la línea de flotación de las embarcaciones no se producirán problemas con Balanus trigonus y todo el posible daño estará referido a B. amphitrite. En cambio en los niveles inferiores de carena, la acción perjudicial estará compartida en igual medida por ambos cirripedios.

Con el objeto de determinar los efectos de la competencia interespecífica y su influencia en la distribución vertical de los cirripedios, se llevó a cabo una sencilla experiencia durante el período 18/XII/73 - 18/III/74.

Dicha experiencia consistió en sumergir un bastidor con dos series de cuatro paneles de acrílico cada una. En una de las series, las especies potencialmente competidoras de los cirripedios se eliminaron mensualmente de todos los paneles. La otra serie, utilizada como testigo, no fue alterada. Luego de realizado el procedimiento el bastidor se sumergía de inmediato nuevamente.

Una vez finalizado el período experimental, ambas series de paneles fueron examinadas en el laboratorio. Los organismos que cubrían la superficies se eliminaron, dejando al descubierto las poblaciones de cirripedios. Por último, se retiró la capa de cirripedios con una espátula para la evaluación del peso de las cenizas por calcinación.

También se procedió al cálculo del área cubierta por los cirripedios. Para ello se tomaron fotografías de los paneles ya limpios, donde aparecían claramente las marcas de las basis. Se realizó una copia de las mismas sobre papel transparente, de donde se recortaron las zonas que aparecían colonizadas. Estos recortes se pesaron en balanza de precisión y a partir de allí se determinó el porcentaje del total que estaba cubierto por Balanus.

Los resultados del análisis indican que el principal competidor de los cirripedios en el panel de línea han sido las clorofitas del género Enteromorpha. Estas algas consti-

tuyen un cinturón de aproximadamente cinco centímetros de ancho, ya observado y caracterizado en otros ensayos (Bastida, 1971 a). Cuando se lo elimina artificialmente, la superficie cubierta por cirripedios aumenta en un 20 por ciento.

Este proceso de avance de los cirripedios sobre el cinturón de Enteromorpha también puede producirse en forma natural. Se ha observado que Siphonaria lessoni, mediante su acción de pastoreo, deja al descubierto áreas del panel que son rápidamente invadidas por cirripedios (Bastida, Capezzani y Torti, 1971). Esta invasión también puede producirse en épocas de declinación periódica de Enteromorpha, como las que se producen cuando ésta es reemplazada por rodofitas.

El principal competidor de los cirripedios en los niveles de carena ha sido la ascidia Ciona intestinalis. Uno de los mecanismos por los cuales se produce el desplazamiento es la disminución del espacio disponible para la fijación de las larvas de Balanus. En los paneles testigo se observan claramente las áreas libres, anteriormente ocupadas por Ciona y en las cuales no hay fijación de cirripedios.

Por otra parte, se produce una eliminación de individuos adultos, ya sea debido a la acumulación de sedimentos como resultado de la acción filtradora de Ciona o al recubrimiento directo por parte de la ascidia. Esto se evidencia por las conchillas de Balanus que aparecen vacías o por las improntas que dejan los individuos muertos al desprenderse.

En los paneles de carena, el nivel B es el que presenta una menor competencia espacial. Existe, pues, muy poca diferencia (alrededor del 5 por ciento) entre el área cubierta del panel testigo y del panel libre de competidores. En este caso, la competencia por exclusión de fijación ha predominado sobre la causante de mortalidad.

En el nivel C, en cambio, se observa una intensa competencia, con una diferencia de aproximadamente un 27 por ciento entre ambos paneles (testigo y alterado). Se observa, además, gran mortalidad de cirripedios en el panel testigo. Lo mismo ocurre en el nivel D, donde la diferencia de área cubierta es del 17 por ciento.

Estos resultados están vinculados con la distribución vertical de Ciona intestinalis, ya que la misma alcanza su máximo desarrollo a partir del nivel C (Bastida, 1971 a y b).

Una de las soluciones al problema de la competencia por el espacio es la epibiosis. Así, se han registrado ejemplares de Balanus sobre Cyrtograpsus, Brachydontes, Ulva y Enteromorpha (Bastida, 1971 a), e incluso en el presente ensayo, sobre Ciona. Cabe acotar que es una solución de éxito relativo, debido a la inestabilidad del sustrato, y aquellos ejemplares que la adoptan raramente alcanzan grandes tallas.

EVOLUCION DE LA COMUNIDAD SOBRE PANELES ACUMULATIVOS

Los estudios de comunidades incrustantes realizados sobre balsas experimentales no sólo tienen aplicación en la solución de problemas de tipo eminentemente práctico, sino que también han resultado de gran utilidad para obtener información ecológica sobre evolución de las comunidades bentónicas asentadas sobre sustratos duros.

Es bien conocido el hecho de que el proceso de sucesión ecológica ha sido referido y ejemplificado a través de comunidades vegetales terrestres, debido a la facilidad con que puede observarse el fenómeno en dicho ambiente. En el medio marino, en cambio, el estudio de estos procesos presenta grandes dificultades y por otra parte, los mismos ocurren frecuentemente de manera muy distinta a la que se observa en el ambiente terrestre.

Esto último ha inducido a muchos autores a poner en duda que la constitución de las comunidades bentónicas sea el resultado de un proceso de verdadera sucesión ecológica. Sin embargo, es evidente que al sumergir un sustrato duro inerte, como es el caso de los paneles experimentales utilizados en el presente estudio, se producen una serie de etapas en la colonización y posterior desarrollo de las po-

blaciones, que configuran un tipo particular de sucesión (Bastida, 1971 a y b).

Por medio de los estudios del fouling ha sido posible bosquejar los pasos fundamentales en la evolución de las comunidades bentónicas. Estas etapas pueden variar notablemente, ya que dependen de un conjunto complejo de factores químicos, físicos y biológicos, siendo particularmente importantes aquellos vinculados con las condiciones ambientales y las características de los organismos asentados en la zona donde se llevan a cabo las experiencias.

En base a las investigaciones realizadas en los puertos argentinos (Bastida, 1971 a 1976), se ha podido comprobar que ciertas etapas en la evolución de la comunidad se repiten siguiendo un modelo similar, al margen del factor latitudinal. Otras etapas, por su parte, presentan características particulares en cada una de las áreas estudiadas. Incluso en una misma zona, ellas pueden variar notablemente de un año a otro.

Estos hechos configuran de por sí un cuadro de gran complejidad que dificulta establecer en forma precisa las etapas sucesionales en la evolución de las comunidades incrustantes e invalidan la posibilidad de representar los pasos en la integración de las mismas mediante un esquema fijo, como han sugerido en su momento ciertos autores (Woods Hole Oceanographic Institution, 1952).

Los resultados de los ensayos sobre fouling realizados hasta el presente en nuestras costas, indican que el proceso de sucesión ecológica de comunidades bentónicas es sumamente rápido, especialmente si se lo compara con el de comunidades vegetales terrestres. Otro rasgo fundamental en la evolución de estas comunidades es que la sucesión estacional tiende a enmascarar el proceso evolutivo, haciéndose difícil el reconocimiento de una verdadera sucesión ecológica.

Tal vez la forma más simple de esquematizar el fenómeno de integración de comunidades incrustantes consista en representarlo mediante un circuito con un punto de partida (sustrato limpio), seguido por una "microsucesión básica" ("slime film" o película inicial) y una "macrosucesión secundaria", hasta llegar a una comunidad con rasgos de estabilidad. A este último punto puede arribarse por

distintas vías que dependerán, para una misma zona, de la época en que se sumerge el sustrato y de la dinámica de las especies locales (Bastida, 1971 a).

La importancia del "slime film" o película inicial ha sido mencionada por numerosos autores (Coe y Allen, 1937; ZoBell, 1937, 1938 y 1945; Hendey, 1951; Woods Hole Oceanographic Institution, 1952; Crisp, 1965; Bastida, 1971 a y b; entre otros). En base a estos estudios, ha podido determinarse en forma fehaciente la existencia de verdaderas etapas sucesionales en la evolución de las comunidades incrustantes, además de ciertos aspectos aplicados de gran importancia. Entre ellos puede mencionarse el hecho de que ciertas especies poseen, para su exitosa fijación, requerimientos estrictos vinculados con la presencia previa en el sustrato de determinados organismos o de condiciones físico-químicas particulares.

Las primeras etapas de desarrollo del fouling suelen transcurrir con mayor rapidez que las subsiguientes. Tal es así que para el puerto de Mar del Plata, en los meses cálidos, es necesario efectuar muestreos diarios para poder detectarlas, siendo por lo tanto insuficientes las inspecciones mensuales.

En el presente capítulo se comentan los fenómenos evolutivos básicos que se observan sobre los paneles acumulativos. Durante el primer mes de inmersión, las inspecciones fueron realizadas en forma continuada, a fin de analizar la integración de la película inicial; a partir de allí, las mismas se realizaron mensualmente.

En este ensayo, debido a la época de inmersión del sustrato experimental (18/XII/73), coincidente con un paulatino calentamiento de las aguas portuarias, los procesos de colonización inicial se han presentado en forma muy rápida. Ya en las primeras cuarenta y ocho horas de inmersión se registra una importante fijación y proliferación de bacterias; paralelamente se adhieren numerosas partículas de detrito, asociados en muchos casos con bacterias, así como protozoos, especialmente ciliados libres. De esta forma se concreta una primera alteración del sustrato original, referida especialmente a textura, dureza, brillo y pH.

Paulatinamente hacen su ingreso las diatomeas, en su

mayoría especies bentónicas, si bien también se registra la presencia de especies planctónicas como Skeletonema costatum, dominante en el plancton portuario en esa época del año. Entre las diatomeas bentónicas, las especies dominantes en los cuatro niveles son Pleurosigma y Synedra. Estas diatomeas, junto con los organismos mencionados anteriormente, van constituyendo el film inicial. De esta forma, se modifican notablemente las características del sustrato original que se convierte, por otra parte, en un medio rico en recursos alimentarios.

Las características tróficas del film inicial posibilitan el ingreso de nuevas especies y su posterior desarrollo. Así, transcurridos los diez primeros días de inmersión, la comunidad en formación se hace más compleja con la colonización por parte de otras especies de protozoos, tanto libres como sésiles, que tienden a compartir la dominancia con las diatomeas, especialmente en los niveles inferiores de carena. A partir de ese momento ingresan invertebrados libres de pequeña talla, tales como copépodos harpacticoides, rotíferos, nematodos y las larvas de los macrocomponentes de la comunidad.

En este estado de la colonización, tienden a diferenciarse claramente las características del panel de línea con respecto a los de carena. Cabe destacar que, desde el punto de vista ecológico, los paneles A, B, C y D deben ser divididos en tres zonas fundamentales:

- I. Zona homologable al piso mediolitoral, que incluye el cinturón de algas y la franja inmediatamente por debajo de éste (Bastida, 1971 a). Esta zona I comprende, aproximadamente, el tercio o la mitad superior de la porción sumergida del panel A o panel de línea.
- II. Zona de transición, que puede estar colonizada por componentes de distribución mediolitoral como infralitoral, si bien entre los organismos adultos, estos últimos suelen ser mayoría. Esta zona comprende la mitad inferior de la porción sumergida del panel A y el borde superior del primer panel de carena o panel B.

III. Zona de carena, que es homologable al piso infralitoral y donde no se encuentran elementos mediolitorales en el estado adulto. Esta zona comprende más de las tres cuartas partes del panel B y la totalidad del C y el D.

La diferenciación que surge entre el panel de línea y los paneles de carena reside fundamentalmente en la presencia del esbozo de cinturón algal que se observa en el primero, en las proximidades de la línea de flotación. Esto es consecuencia del desarrollo acelerado de una parte de los contingentes colonizadores que, en los inicios del proceso, se fijan en niveles no siempre propicios para su desarrollo y posteriormente desaparecen. El cinturón ha estado caracterizado, en esta parte del ensayo, por las clorofitas Enteromorpha y Ulva.

Una vez constituido este cinturón algal, se registra la puesta de huevos por parte de los insectos de la familia Chironomidae. Antes de transcurrido el mes eclosionan las larvas, que pastorean sobre las mencionadas algas, así como también sobre diversas especies de diatomeas.

Por debajo de esta zona de dominancia vegetal se observa la colonización de los cirripedios Balanus amphitrite y B. improvisus; algunos ejemplares han ingresado a los paneles paralelamente a la formación del film inicial y otros lo hacen en forma más tardía. En los niveles inferiores ingresa, por otra parte, Balanus trigonus.

Aprovechando el detrito que se deposita sobre los paneles, las larvas de Polydora ligni construyen sus habitáculos, contribuyendo a compactar el tapiz biológico. Por su parte, los campanuláridos Obelia angulosa y Gonothyraea inornata, cumplen la misma función, distribuyéndose desde el panel de línea hasta los niveles de carena. La presencia de estos hidrozoos condiciona el ingreso a la comunidad del nudibranquio Tenellia pallida, que se alimenta exclusivamente de los pólipos.

Luego de un mes de inmersión se establece, pues, una comunidad bastante evolucionada, con gran diversificación específica y con todos los elementos para autorregularse con el transcurso del tiempo, en su tendencia a lograr características de estabilidad. Resumiendo sus rasgos más

sobresalientes, se caracteriza por un cinturón algal constituido por Enteromorpha - Ulva - Chironomidae; por debajo de este nivel domina una asociación de Balanus amphitrite - B. improvisus - Polydora ligni y otra integrada por Obelia angulosa - Gonothyraea inornata - Tenellia pallida.

Cabe destacar que éste ha resultado un mes fundamental para el futuro desarrollo de la comunidad, no sólo por el alto índice de diversidad específica alcanzado, sino también por el notable ritmo de crecimiento logrado por varios de sus componentes. La clorofita Enteromorpha, por ejemplo, llega a una talla máxima de 28 cm, lo que arroja un promedio de crecimiento de un centímetro por día. Balanus amphitrite, por su parte, alcanza un diámetro máximo de 7 mm y las colonias de campanuláridos una altura de aproximadamente 2 cm.

Durante el segundo mes de inmersión, la comunidad no se ve mayormente modificada en cuanto a la diversidad de sus componentes. Entre las nuevas especies que ingresan, cabe mencionar a Siphonaria lessoni y Sphaeroma cf. serratum, que se asocian al cinturón algal, tanto por requerimientos de tipo trófico como por sus hábitos mediolitorales. En la zona de carena se fija Ciona intestinalis, que influye marcadamente en la evolución de la comunidad (Bastida, 1971 a y b).

El rasgo fundamental de esta etapa de desarrollo del fouling es el marcado aumento de talla de los ejemplares de las diversas especies, como así también el incremento en la densidad de los mismos. Esto trae aparejado un notable aumento en los valores de biomasa, aproximadamente diez veces mayores que los del mes precedente. Por otra parte, se suscitan claros procesos de competencia espacial; así, el cinturón de algas ha impedido la distribución de los cirripedios hacia la línea de flotación. En los paneles de carena, en cambio, es Ciona intestinalis la que no permite la fijación de nuevos contingentes de cirripedios en aquellos lugares donde se encuentra asentada.

Durante el tercer mes de inmersión, la comunidad no presenta mayores cambios en cuanto a las especies que la componen. Sin embargo, los organismos ya establecidos alcanzan sus tallas máximas y algunos ejemplares logran cumplir su ciclo biológico. De esta forma vuelve a incrementarse notablemente la biomasa del fouling y la comunidad adquiere ca-

racterísticas de estabilidad muy semejantes a las de aquellas establecidas sobre las construcciones portuarias vecinas. Entre las pocas especies que ingresan a los panales pueden mencionarse a los briozoos Bugula y Conopeum.

Durante el cuarto mes de inmersión, algunos componentes de la comunidad se han desprendido del sustrato experimental por haber completado su ciclo de vida. Este hecho queda claramente evidenciado por un descenso en los valores de biomasa. En el cinturón algal se producen modificaciones consistentes en un empobrecimiento de las especies anteriormente dominantes, que tienden a ser desplazadas por la rodofita Polysiphonia, la cual se encontraba inicialmente en baja densidad. Esta rodofita alcanza una talla de 10 cm aproximadamente, mientras que los ejemplares de Enteromorpha que aún permanecen sobre el panel llegan a medir 9 cm.

En cuanto a las poblaciones de cirripedios, éstas presentan modificaciones vinculadas con el aumento de la talla media y con un incremento en el índice de mortalidad de los individuos, si bien este último aspecto se compensa en cierta medida con el ingreso a la comunidad de nuevos contingentes colonizadores. La mortalidad registrada en este grupo ha promovido indirectamente un notable aumento de la población del isópodo Sphaeroma, que aprovecha los caparazones vacíos de los cirripedios como refugio. La población de campanuláridos, por su parte, permanece estable, notándose un incremento en la talla cuyo valor llega, en algunos ejemplares, a los 7 cm. En cambio los contingentes de Ciona y Polydora se ven notablemente reducidos por haber cumplido su ciclo biológico un alto porcentaje de los individuos.

Los eventos acontecidos en la comunidad hasta este momento traen como consecuencia la exposición parcial de sectores del sustrato, sobre los cuales tienen lugar fenómenos de recolonización, con dominancia de los componentes típicos de la película inicial. La comunidad continúa en este proceso de parcial declinación y reordenamiento durante el transcurso del quinto mes, época en que prolifera notablemente el briozoo Bowerbankia gracilis.

Al cumplirse el medio año de inmersión, puede observarse que el nivel de línea de flotación está dominado por Polysiphonia, estando ausentes del mismo las larvas de quiro-

nómidos. En el resto de los paneles la comunidad se caracteriza por la presencia de cirripedios, campanuláridos, Bowerbankia y Polydora.

En el séptimo mes de iniciado el ensayo, el fouling presenta un notable incremento en su biomasa, alcanzando de esta forma los valores más altos del ciclo. Este aumento en la biomasa se debe principalmente al notable desarrollo que han adquirido las poblaciones de campanuláridos, Bowerbankia y Polydora, al igual que otros componentes de la comunidad que, ante la falta de espacio, actúan como epibiontes de las mencionadas especies. En algunos sectores se producen agrupaciones muy densas del hidrozoo Tubularia crocea.

En los niveles superiores, el característico cinturón algal está constituido en su porción superficial por las clorofitas Ulva y Enteromorpha, e inmediatamente por debajo, por abundantes ejemplares de la rodofita Polysiphonia. Además, comienzan a renovarse las poblaciones de cirripedios, merced al ingreso en este nivel de ejemplares de Balanus improvisus, proceso que continúa durante el octavo mes de inmersión, pero siempre exclusivamente sobre el panel A. En cuanto al resto de la comunidad, no se observan modificaciones de importancia, salvo que las poblaciones de Balanus amphitrite y B. trigonus van reduciéndose paulatinamente por mortalidad de los adultos. Esta situación se prolonga durante el noveno mes y al arribar al décimo, se registran descensos en los valores de biomasa. Los mismos se estabilizan en el décimoprimer mes de inmersión, fecha en la cual finalizan las observaciones de paneles acumulativos.

En la tabla I se incluye la lista de todas las especies vegetales y animales que se han registrado en las comunidades incrustantes del puerto de Mar del Plata desde el comienzo de las investigaciones en la zona.

CONSIDERACIONES FINALES

Las características hidrológicas del puerto de Mar del Plata, durante este nuevo período de investigaciones, han

configurado un cuadro semejante al observado en años anteriores. Entre los factores que registran fluctuaciones particulares, cabe mencionar la salinidad, que ha seguido un ritmo propio, regulado fundamentalmente por las precipitaciones pluviales. Por otra parte, el pH, íntimamente vinculado con los procesos de contaminación local, ha presentado en algunos casos, valores inferiores a los normales.

Las investigaciones realizadas sobre balsa experimental han permitido obtener información muy precisa sobre los valores de biomasa de la comunidad incrustante, tanto sobre muestras mensuales como acumulativas. Por otra parte, ha quedado claramente establecido que cualquiera de los métodos empleados (peso húmedo, seco o cenizas), permite obtener datos de útil aplicación en estudios experimentales del fouling.

Por medio de estas determinaciones cuantitativas, puede concluirse que los valores de biomasa de paneles mensuales (comunidades de treinta días de vida) están íntimamente vinculados con la temperatura del agua. Teniendo en cuenta la relación directa entre ambos factores, es posible afirmar que el brusco descenso de la biomasa que se produce a partir de marzo corresponde a una anomalía ambiental no determinada. Por otra parte, los cálculos predictivos basados en la configuración térmica del presente período sugieren que dicho descenso debería haberse producido en el mes de setiembre, ya que en estudios previos se ha establecido que los valores más bajos de biomasa tienen lugar aproximadamente dos meses después de registrarse las temperaturas medias mínimas del año.

En cuanto a los valores de biomasa de paneles acumulativos, se observa que la temperatura ejerce sobre ellos una influencia distinta a la registrada sobre paneles mensuales; en los primeros, la temperatura del agua sólo influye en forma evidente durante el proceso inicial de colonización y en el transcurso de las primeras etapas sucesionales de la comunidad. De esta forma, los valores más altos pueden llegar incluso a coincidir con los meses más fríos del año, como en el presente ensayo.

Tanto los valores de biomasa como los estados de desarrollo alcanzados por el fouling en períodos de treinta días

indican que las comunidades del puerto de Mar del Plata son altamente agresivas. A pesar de tratarse de una zona templada, se registra durante parte del año una colonización semejante e incluso superior a la de zonas tropicales, por lo que esta área constituye un excelente medio para la evaluación de las propiedades tóxicas de pinturas antiincrustantes.

En base a la colonización registrada sobre paneles mensuales, ha sido posible bosquejar una vez más los ciclos de fijación de las principales especies. La comparación de estos nuevos datos con los obtenidos en años previos permite establecer que muchos organismos, como por ejemplo las diatomeas, pueden presentar ciclos muy variables, tanto en duración como en densidad de fijación. Estas variaciones no estarían reguladas en forma directa por los factores ambientales considerados en el presente estudio. Sin embargo, las preferencias batimétricas parecen mantenerse estables en el transcurso de los años e independientes de la configuración del ciclo de fijación.

Otras especies, por su parte, han presentado una marcada prolongación en la duración del ciclo, como es el caso de Polydora ligni. En esta especie, el mismo ha sufrido, con el correr del tiempo, una ampliación, principalmente favorecida por su afinidad con los ambientes contaminados y el simultáneo desplazamiento de otras especies sensibles a este factor. En otros organismos, en cambio, se ha producido una reducción en la duración del ciclo, como se observa en el tunicado Ciona intestinalis.

La estrecha relación existente entre los procesos de colonización y la temperatura del agua, ha quedado una vez más ejemplificado a través de la fijación de Balanus amphitrite y B. trigonus. También ha sido posible confirmar la asociación que se establece entre ciertos componentes de la comunidad, como es el caso de los campanuláridos (Obelia angulosa y Gonothyraea inornata) y el nudibranquio Tenellia pallida.

Los procesos de sucesión ecológica de comunidades incrustantes quedan evidenciados con el estudio de los paneles acumulativos. Los pasos básicos en la constitución de estas comunidades tienen lugar en los primeros meses de ensayo, coincidiendo con la época más cálida del año. Las etapas evolutivas se desarrollan en cortos períodos y a los pocos días de inmersión el sustrato experimental presenta un film o pelí-

cula inicial bien constituido, con la consiguiente transformación de sus características originales.

Luego del primer mes de inmersión, es posible diferenciar claramente el nivel de línea de flotación y los de carena. Básicamente, se define en los niveles superiores un cinturón algal dominado por las clorofitas Ulva y Enteromorpha que, con el correr del tiempo, tienden a ser reemplazadas por la rodofita Polysiphonia. En los niveles inferiores, se observa una dominancia de cirripedios (Balanus amphitrite, B. improvisus y B. trigonus), Polydora ligni y campanuláridos (Obelia angulosa y Gonothyraea inornata).

Con respecto a los valores de biomasa, la comunidad presenta una serie de oscilaciones, si bien en ningún momento se registran bruscos descensos como los que se producían en años anteriores, cuando la dominancia correspondía a Ciona intestinalis.

A medida que la comunidad adquiere un mayor grado de complejidad, se presentan claros procesos de competencia espacial, según ha quedado evidenciado en un ensayo particular realizado con Balanus amphitrite. Los resultados de este ensayo indican que, a nivel de línea de flotación, la mayor competencia se produce con Enteromorpha, que reduce la posibilidad de fijación de B. amphitrite en aproximadamente un 20 por ciento. En los niveles de carena, la competencia se suscita con Ciona intestinalis, que disminuye la fijación de cirripedios entre 5 y 27 por ciento, según se considere el panel B o el C respectivamente.

BIBLIOGRAFIA

- Bastida, R., 1968.- Preliminary notes on the marine fouling at the port of Mar del Plata (Argentina). *Compte Rendu 2nd. Int. Congr. mar. Fouling Corrosion* (Athens, Greece): 557-562.
- Bastida, R., 1971a.- Las incrustaciones biológicas en el puerto de Mar del Plata, período 1966/67. *Rev. Mus. Arg. Csas. Nat. B. Rivadavia, Hidrobiol.*, 3 (2): 205-285.

- Bastida, R., 1971b.- Las incrustaciones biológicas en las costas argentinas. La fijación mensual en el puerto de Mar del Plata durante tres años consecutivos. *Corrosión y Protección (España)*, 2 (1): 21-57.
- Bastida, R., 1972.- Studies of the Fouling Communities along Argentine Coasts. Proc. 3rd. Int. Congr. mar. Fouling Corrosion (Gaythersburg, Maryland): 1-17.
- Bastida, R. y H. Adabbo, 1975.- Fijación del fouling en el Puerto de Mar del Plata (período 1969/70). *LEMIT-ANALES*, 5-1975: 5-39.
- Bastida, R., H. Adabbo and V. Rascio, 1976.- Toxic action of antifouling paints with different toxicant concentrations. *Corrosion Marine-Fouling*, 1/76: 5-17.
- Bastida, R., D. Capezzani and M. Torti, 1971.- Fouling organisms in the port of Mar del Plata (Argentina). I. *Siphonaria lessona*: ecological and biometric aspects. *Marine Biology*, 10: 297-307.
- Bastida, R., J. J. Caprari y V. Rascio, 1969.- Las incrustaciones biológicas (fouling) y su control por medio de pinturas. *Actas IV Congr. Lat. Zool.*, Caracas, Venezuela.
- Bastida, R. y S. L'Hoste, 1976.- Estudio sobre las relaciones tróficas de las comunidades incrustantes del puerto de Mar del Plata. *LEMIT-ANALES*, 5-1976.
- Bastida, R., E. Spivak, S. L'Hoste y H. Adabbo, 1974.- Las incrustaciones biológicas de Puerto Belgrano. I. Estudio de la fijación sobre paneles mensuales, período 1971/72. *LEMIT-ANALES*, 5-1974, 97-165.
- Bastida, R. y M. R. Torti, 1975.- Estudio preliminar de las incrustaciones biológicas de Puerto Belgrano (Argentina). *LEMIT-ANALES*, 5-1971, 45-75.
- Crisp, D. J., 1965.- The Ecology of Marine Fouling. 5th. Symp. *Brit. Ecol. Soc.*: 99-117.
- Edmonson, C. and W. Ingram, 1939.- Fouling organisms in Hawaii. *Occ. Papers, Bernice P. Bishop Mus.*, 14: 251-300.
- Hendey, N., 1951.- Littoral Diatoms of Chichester Harbour, with special reference to fouling. *J. R. Micr. Soc.*, 71: 1-86.
- Kawahara, T., 1962.- Studies on the Marine Fouling Communities. I. Development of the fouling community. *Rep. Fac. Fish., Pref. Univ. Mie*, 4 (2): 27-41.
- Miyazaki, I., 1958.- On fouling organisms in the oyster farm. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 4 (5): 225-252.

- O.C.D.E., 1966.- Salissures marines. Recherches coopératives hydrologiques et biologiques. Dir. Aff. Sci., 84 pp.
- Rascio, V., 1973.- Pinturas antifouling o antiincrustantes, en: Estudios sobre corrosión metálica. SENID: 295-325.
- Rascio, V. y R. Bastida, 1973.- Contribución al estudio del comportamiento de las pinturas antiincrustantes. V. Acción de los tóxicos sobre algas a nivel de línea de flotación. LEMIT-ANALES, 4-1972, 43-61, Corrosión y Protección (España), 4 (3): 19-27.
- Rascio, V., R. Bastida y J. J. Caprari, 1969.- Contribución al comportamiento de las pinturas antiincrustantes. II. Influencia del contenido de tóxico. Peintures, Pigments, Vernis (Francia), 45 (11): 724-735.
- Rascio, V. y J. J. Caprari, 1968.- Contribution a l'étude du comportement des peintures antisalissures. Proc. 2nd. Congr. mar. Fouling Corrosion (Athens, Greece).
- Rascio, V. y J. J. Caprari, 1969.- Contribución al estudio de las pinturas antiincrustantes. I. Influencia del tipo de tóxico y de la solubilidad del vehículo. Peintures, Pigments, Vernis, 45 (2): 102-115.
- Rascio, V. y J. J. Caprari, 1970.- Contribución al estudio de las pinturas antiincrustantes. III. Nuevas experiencias realizadas en el Puerto de Mar del Plata, período 1968/70. Corrosión y Protección (España), 1 (4): 19-33.
- Relini, G. y E. Giordano, 1969.- Distribuzione verticale e insediamento delle quattro specie di balani presenti nel porto di Genova, Natura, Milano, 60 (4): 251-281.
- Skerman, T., 1958a.- Marine fouling at the port of Lyttelton. N. Zeal. J. Sci., 1 (2): 224-257.
- Skerman, T., 1958b.- Marine fouling at the port of Auckland. N. Zeal. J. Sci., 2 (1): 57-94.
- Werner, W. E., 1967.- The distribution and ecology of the barnacle Balanus trigonus. Bull. mar. sci., 17: 64-84.
- Woods Hole Oceanographic Institution, 1952.- Marine Fouling and Its Prevention. U.S. Naval Inst., Annapolis, Maryland, 388 pp.
- Zobell, C. E., 1957.- The influences of solid surfaces upon the physiological activities of bacteria in sea water. J. Bacteriol., 55: 186.
- Zobell, C. E., 1958.- The sequence of events in the fouling of submerged surfaces. Dig. Fed. Paint Varnish Prod. Clubs, 178: 579-585.

Zobell, C. E., 1946.- Marine Microbiology. Chronica Botanica,
Waltham, Mass., 240 pp.

LISTA DE ESPECIES REGISTRADAS SOBRE Balsa EXPERIMENTAL DESDE 1965 HASTA EL PRESENTE
EN EL PUERTO DE MAR DEL PLATA

ALGAS

Crisofitas

Actinoptichus sp.
Achnantes sp.
Amphora sp.
Asterionella japonica
Bacillaria sp.
Biddulphia roperiana
Biddulphia spp.
Chaetoceros sp.
Cocconeis sp.
Coccinodiscus sp.
Ditylum sp.
Fragilaria sp.
Grammatophora marina
Grammatophora sp.
Licmophora lyngbyei
Melosira sulcata
Navicula cf. grevillei
Navicula spp.
Nitzschia closterium
Nitzschia longissima
Nitzschia seriata
Opephora sp.
Pinnularia sp.
Plagiogramma sp.
Pleurosigma sp.
Rhizosolenia sp.
Skeletonema costatum
Stephanopyxis sp.
Synedra sp.
Thalassionema nitzschioides
Thalassiosira sp.
Thalassiotrix sp.
Triceratium sp.

Cianofitas

Lyngbia lutea
Microcoleus tenerinus
Phormidium corium

Clorofitas

Bryopsis plumosa
Cladophora sp.
Enteromorpha flexuosa
Enteromorpha intestinalis
Enteromorpha prolifera
Ulothrix pseudoflaccida

Feofitas

Ectocarpus confervoides
Petalonia fascia

Rodofitas

Bangia sp.
Callithamnion sp.
Ceramium sp.
Erythrocladia sp.
Polysiphonia sp.
Porphyra umbilicalis
Pterosiphonia sp.

PROTOZOOS

Dinoflagelados

Ceratium sp.
Dinophysis sp.
Exuviaella sp.
Goniodoma sp.
Peridinium sp.
Prorocentrum sp.

Silicoflagelados

Dictyocha sp.

Ciliados

Claustrofolliculina sp.
Codonella sp.
Colpidium sp.
Condylostoma sp.
Cothurnia sp.
Euplotes sp.
Favella sp.
Frontonia sp.
Helicostomella sp.
Lacrymaria sp.
Lagotia sp.
Mesodinium sp.
Petalotricha sp.
Tintinnopsis spp.
Tintinnus sp.
Trachelonema sp.
Vorticella sp.
Zoothamnium sp.

Suctorios

Acineta sp.
Ephelota sp.
Podophrya sp.

Rizópodos

Amoeba sp.
Bolivina sp.
Elphidium sp.
Quinqueloculina sp.

CELENERADOS

Gonothyrea inornata
Obelia angulosa
Ramirezia balsaea
Tubularia crocea

PLATELMINTOS indet.

NEMERTINOS indet.

RUTIFEROS -

Colurella sp.
Trichocerca sp.

ANELIDOS

Cirratulus cirratus
Dorvillea sp.
Eulalia sp.
Halosydnella australis
Hydroides elegans
Hydroides plateni
Lumbrinereis sp.
Mercierella enigmatica
Polydora ligni
Serpula sp.
Stauronereis sp.
Syllidea armata
Syllis gracilis
Syllis robertianae
Thelepus sp.
Tiposyllis prolixa

BRIOZOOS

Browerbankia gracilis
Bugula neritina
Bugula sp.
Conopeum sp.
Cryptosula pallasiana

MOLUSCOS

Buccinanops sp.
Brachydontes rodriguezii
Chaetopleura tehuelcha
Mytilus platensis
Pyrene isabellei
Pyrene paessleri
Polycera marplatensis
Saxicava aolida
Siphonaria lessoni
Tenellia pallida

PICNOGONIDOS

Achelia assimilis
Anoplodactylus petiolatus
Anoplodactylus pigmaeus
Anoplodactylus stictus
Tanystylum orbiculare

CRUSTACEOS

Copépodos

Harpacticus pulvinatus
Harpacticus sp.
Heterolaophonte pauciseta
Paraltheuta minuta
Paralaophonte meinerti
Robergurneya falklandiensis
Tisbe gurneyi

Isópodos

Idotea baltica
Sphaeroma cf. serratum

Anfípodos

Caprella dilatata
Corophium cf. insidiosum
Hyale sp.
Jassa sp.

Cirripedios

Balanus amphitrite
Balanus glandula
Balanus improvisus
Balanus trigonus

Decápodos

Cyrtograpsus altimanus
Cyrtograpsus angulatus
Coenophthalmus tridentatus
Pachycheles haigae
Pelidnota rotunda
Pilumnoides hassleri
Platyxanthus crenulatus

INSECTOS

Larvas Chironomidae

TUNICADOS

Botryllus schlosseri
Ciona intestinalis
Didemnidae
Molgula manhattensis
Molgula cf. occidentalis
Molgula robusta

PECES

Gobiosoma (Austrogobius) parri
Hypleurochilus fissicornis
Ribeiroclinus eigenmanni

T A B L A II

BIOMASA DEL FOULING DE PANELES MENSUALES. PUERTO DE MAR DEL PLATA, PERIODO, 18-XII-73/18-XII-74

| Periodo de inmersión | Nivel | Peso húmedo | | Peso seco | | Peso cenizas | |
|------------------------|-------|-------------|----------------------|-----------|----------------------|--------------|----------------------|
| | | (g) | (g/dm ²) | (g) | (g/dm ²) | (g) | (g/dm ²) |
| 18-XII-73/ 18-I-74 | A | 34,6 | 17,33 | 2,00 | 1,03 | 1,40 | 0,72 |
| | B | 41,8 | 9,72 | 2,59 | 0,56 | 1,70 | 0,40 |
| | C | 40,6 | 9,44 | 3,92 | 0,91 | 2,67 | 0,62 |
| | D | 26,3 | 6,11 | 1,96 | 0,46 | 1,08 | 0,25 |
| | Total | 143,3 | 9,44 | 10,27 | 0,68 | 6,85 | 0,46 |
| 18-I-74/ 18-II-74 | A | 35,0 | 18,00 | 3,17 | 1,62 | 1,62 | 0,83 |
| | B | 99,1 | 23,05 | 13,49 | 3,14 | 7,76 | 1,80 |
| | C | 64,5 | 15,04 | 13,50 | 3,14 | 11,22 | 2,61 |
| | D | 112,3 | 26,11 | 13,37 | 3,11 | 7,46 | 1,74 |
| | Total | 310,9 | 20,70 | 43,53 | 2,90 | 28,06 | 1,90 |
| 18-II-74/ 18-III-74 | A | 60,3 | 30,92 | 7,50 | 3,84 | 4,46 | 2,29 |
| | B | 146,2 | 33,63 | 21,00 | 4,88 | 12,57 | 2,92 |
| | C | 67,5 | 15,69 | 12,20 | 2,84 | 7,92 | 1,84 |
| | D | 40,5 | 9,42 | 11,00 | 2,56 | 7,71 | 1,79 |
| | Total | 314,5 | 21,18 | 51,70 | 3,48 | 32,66 | 2,20 |
| 18-III-74/ 18-IV-74 | A | 6,0 | 3,08 | 0,50 | 0,26 | 0,27 | 0,14 |
| | B | 10,5 | 2,44 | 1,20 | 0,28 | 0,82 | 0,19 |
| | C | 5,8 | 0,88 | 0,50 | 0,12 | 0,35 | 0,08 |
| | D | 4,1 | 0,95 | 0,70 | 0,16 | 0,46 | 0,11 |
| | Total | 26,4 | 1,64 | 2,90 | 0,20 | 1,90 | 0,13 |
| 18-IV-74/ 18-V-74 | A | 7,9 | 4,08 | 0,95 | 0,49 | 0,60 | 0,31 |
| | B | 17,1 | 3,98 | 2,03 | 0,47 | 1,43 | 0,33 |
| | C | 12,5 | 2,86 | 1,31 | 0,30 | 0,92 | 0,21 |
| | D | 9,5 | 2,16 | 1,06 | 0,25 | 0,99 | 0,23 |
| | Total | 46,7 | 3,14 | 5,35 | 0,36 | 3,94 | 0,27 |
| 18-V-74/ 18-VI-74 | A | 3,7 | 1,90 | 0,55 | 0,28 | 0,37 | 0,19 |
| | B | 3,4 | 1,26 | 0,71 | 0,16 | 0,51 | 0,12 |
| | C | 2,1 | 0,33 | 0,33 | 0,08 | 0,24 | 0,06 |
| | D | 1,5 | 0,20 | 0,24 | 0,06 | 0,17 | 0,04 |
| | Total | 12,6 | 0,85 | 1,83 | 0,12 | 1,29 | 0,09 |

| | | | | | | | |
|-------------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|
| 18-VI-74/ | A | 8,4 | 4,31 | 0,88 | 0,45 | 0,64 | 0,33 |
| | B | 9,6 | 2,23 | 1,05 | 0,24 | 0,69 | 0,16 |
| | C | 5,3 | 1,23 | 0,66 | 0,15 | 0,84 | 0,10 |
| | D | 6,9 | 1,60 | 0,66 | 0,15 | 0,46 | 0,11 |
| | Total | 30,2 | 2,03 | 3,25 | 0,22 | 2,23 | 0,15 |
| 18-VII-74/ | A | 13,9 | 6,62 | 1,88 | 0,96 | 1,32 | 0,67 |
| | B | 21,5 | 4,98 | 3,13 | 0,73 | 2,31 | 0,54 |
| | C | 9,3 | 2,16 | 0,90 | 0,21 | 0,74 | 0,17 |
| | D | 5,9 | 1,37 | 0,76 | 0,18 | 0,61 | 0,14 |
| | Total | 49,6 | 3,35 | 6,66 | 0,45 | 4,98 | 0,33 |
| 18-VIII-74/ | A | 13,1 | 6,74 | 2,36 | 1,21 | 1,61 | 0,82 |
| | B | 23,3 | 5,42 | 3,84 | 0,89 | 2,38 | 0,55 |
| | C | 11,2 | 2,60 | 0,99 | 0,23 | 0,55 | 0,13 |
| | D | 8,5 | 1,97 | 1,07 | 0,25 | 0,72 | 0,17 |
| | Total | 56,2 | 3,78 | 8,26 | 0,56 | 5,25 | 0,35 |
| 18-IX-74/ | A | 8,1 | 4,15 | 1,07 | 0,55 | 0,85 | 0,43 |
| | B | 27,5 | 6,39 | 3,18 | 0,79 | 2,01 | 0,47 |
| | C | 13,5 | 3,14 | 1,36 | 0,36 | 1,27 | 0,29 |
| | D | 7,8 | 1,81 | 0,94 | 0,22 | 0,72 | 0,17 |
| | Total | 56,9 | 3,83 | 6,96 | 0,47 | 4,85 | 0,33 |
| 18-X-74 | A | 8,5 | 4,36 | 1,32 | 0,68 | 0,99 | 0,51 |
| | B | 31,1 | 7,25 | 3,29 | 0,76 | 2,71 | 0,63 |
| | C | 20,2 | 6,69 | 2,80 | 0,65 | 2,27 | 0,53 |
| | D | 13,1 | 3,05 | 1,55 | 0,36 | 1,33 | 0,31 |
| | Total | 72,9 | 4,91 | 8,95 | 0,60 | 7,30 | 0,49 |
| 18-XI-74 | A | 27,8 | 14,26 | 3,37 | 1,73 | 1,91 | 0,98 |
| | B | 65,8 | 13,30 | 13,97 | 3,25 | 9,32 | 2,17 |
| | C | 49,2 | 11,64 | 11,20 | 2,60 | 8,18 | 1,90 |
| | D | 41,7 | 9,69 | 6,94 | 1,61 | 4,79 | 1,11 |
| | Total | 186,5 | 12,45 | 35,48 | 2,38 | 24,20 | 1,65 |

T A B L A III

BIOMASA DEL FOULING DE PANELES ACUMULATIVOS. PUERTO DE MAR DEL PLATA, PERIODO 18-A. 3-XIII-74

| Meses de imerección | Nivel | Peso húmedo | | Peso seco | | Peso cenizas | |
|------------------------|-------|-------------|----------------------|-----------|----------------------|--------------|----------------------|
| | | (g) | (g/dm ²) | (g) | (g/dm ²) | (g) | (g/dm ²) |
| 2 | A | 91,0 | 46,67 | 22,80 | 11,69 | 18,27 | 9,38 |
| | B | 123,0 | 28,60 | 29,50 | 6,86 | 23,56 | 5,48 |
| | C | 255,5 | 59,42 | 41,30 | 9,60 | 28,02 | 6,52 |
| | D | 271,5 | 63,09 | 62,00 | 14,42 | 42,15 | 9,80 |
| | Total | 740,8 | 49,89 | 155,60 | 10,48 | 111,99 | 7,54 |
| 3 | A | 165,5 | 84,87 | 73,50 | 37,69 | 62,63 | 32,13 |
| | B | 392,0 | 91,16 | 140,50 | 32,67 | 117,88 | 27,41 |
| | C | 471,2 | 109,58 | 111,20 | 25,86 | 88,96 | 20,69 |
| | D | 434,5 | 101,00 | 87,20 | 20,28 | 69,45 | 16,15 |
| | Total | 1 463,0 | 98,50 | 412,40 | 27,77 | 338,92 | 22,82 |
| 4 | A | 203,0 | 104,10 | 60,80 | 31,18 | 49,13 | 25,19 |
| | B | 366,0 | 85,11 | 102,00 | 23,72 | 87,44 | 20,33 |
| | C | 234,0 | 54,42 | 80,50 | 18,72 | 70,86 | 16,48 |
| | D | 224,5 | 52,21 | 52,00 | 12,09 | 41,38 | 9,62 |
| | Total | 1 027,5 | 69,19 | 295,30 | 19,89 | 248,81 | 16,49 |
| 5 | A | 224,3 | 115,03 | 71,80 | 36,82 | 61,11 | 31,34 |
| | B | 534,4 | 128,93 | 196,60 | 45,72 | 131,74 | 30,64 |
| | C | 290,6 | 67,58 | 79,30 | 18,44 | 61,25 | 14,24 |
| | D | 255,5 | 59,37 | 69,40 | 16,14 | 59,52 | 13,84 |
| | Total | 1 324,6 | 89,20 | 417,10 | 28,09 | 313,62 | 21,12 |
| 6 | A | 146,9 | 73,33 | 50,70 | 26,00 | 39,06 | 20,03 |
| | B | 395,0 | 91,86 | 124,20 | 28,88 | 98,39 | 22,88 |
| | C | 340,8 | 79,25 | 106,80 | 24,84 | 89,86 | 20,90 |
| | D | 279,4 | 64,95 | 74,30 | 17,28 | 59,95 | 13,94 |
| | Total | 1 162,1 | 74,26 | 356,00 | 24,00 | 287,26 | 19,34 |

| | | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 7 | A | 328,0 | 168,21 | 95,50 | 48,97 | 81,01 | 41,54 |
| | B | 663,0 | 154,20 | 219,50 | 51,04 | 185,64 | 43,17 |
| | C | 419,0 | 97,45 | 128,40 | 29,87 | 95,27 | 22,15 |
| | D | 493,5 | 114,76 | 112,50 | 26,12 | 92,42 | 21,49 |
| | Total | 1 903,5 | 128,18 | 555,70 | 177,42 | 454,34 | 100,59 |
| 8 | A | 139,5 | 71,54 | 48,95 | 25,10 | 36,21 | 18,57 |
| | B | 628,0 | 99,53 | 175,30 | 40,76 | 118,12 | 27,47 |
| | C | 144,7 | 33,65 | 85,50 | 19,89 | 70,87 | 16,48 |
| | D | 344,5 | 80,11 | 91,50 | 21,28 | 55,20 | 12,83 |
| | Total | 1 056,7 | 71,16 | 401,25 | 27,02 | 280,40 | 18,88 |
| 9 | A | 300,0 | 154,56 | 108,00 | 55,38 | 63,32 | 32,47 |
| | B | 538,0 | 125,11 | 193,05 | 44,89 | 136,50 | 31,74 |
| | C | 209,0 | 48,60 | 97,00 | 22,56 | 82,09 | 19,10 |
| | D | 292,5 | 68,02 | 90,60 | 21,07 | 57,30 | 13,32 |
| | Total | 1 239,5 | 90,47 | 488,65 | 122,90 | 339,21 | 22,84 |
| 10 | A | 263,0 | 134,87 | 79,20 | 40,61 | 69,84 | 35,81 |
| | B | 431,0 | 100,23 | 135,10 | 31,62 | 116,63 | 27,12 |
| | C | 177,0 | 41,16 | 62,90 | 14,65 | 57,08 | 13,27 |
| | D | 134,5 | 31,28 | 42,10 | 9,79 | 36,31 | 8,44 |
| | Total | 1 005,5 | 67,71 | 319,30 | 116,17 | 279,86 | 18,84 |
| 11 | A | 161,2 | 82,66 | 53,20 | 27,28 | 33,22 | 17,05 |
| | B | 492,5 | 114,53 | 162,10 | 33,06 | 98,53 | 22,91 |
| | C | 138,2 | 36,79 | 68,10 | 15,84 | 45,17 | 10,30 |
| | D | 160,1 | 37,25 | 48,20 | 11,21 | 32,41 | 7,33 |
| | Total | 972,0 | 63,50 | 311,60 | 107,39 | 209,33 | 15,09 |

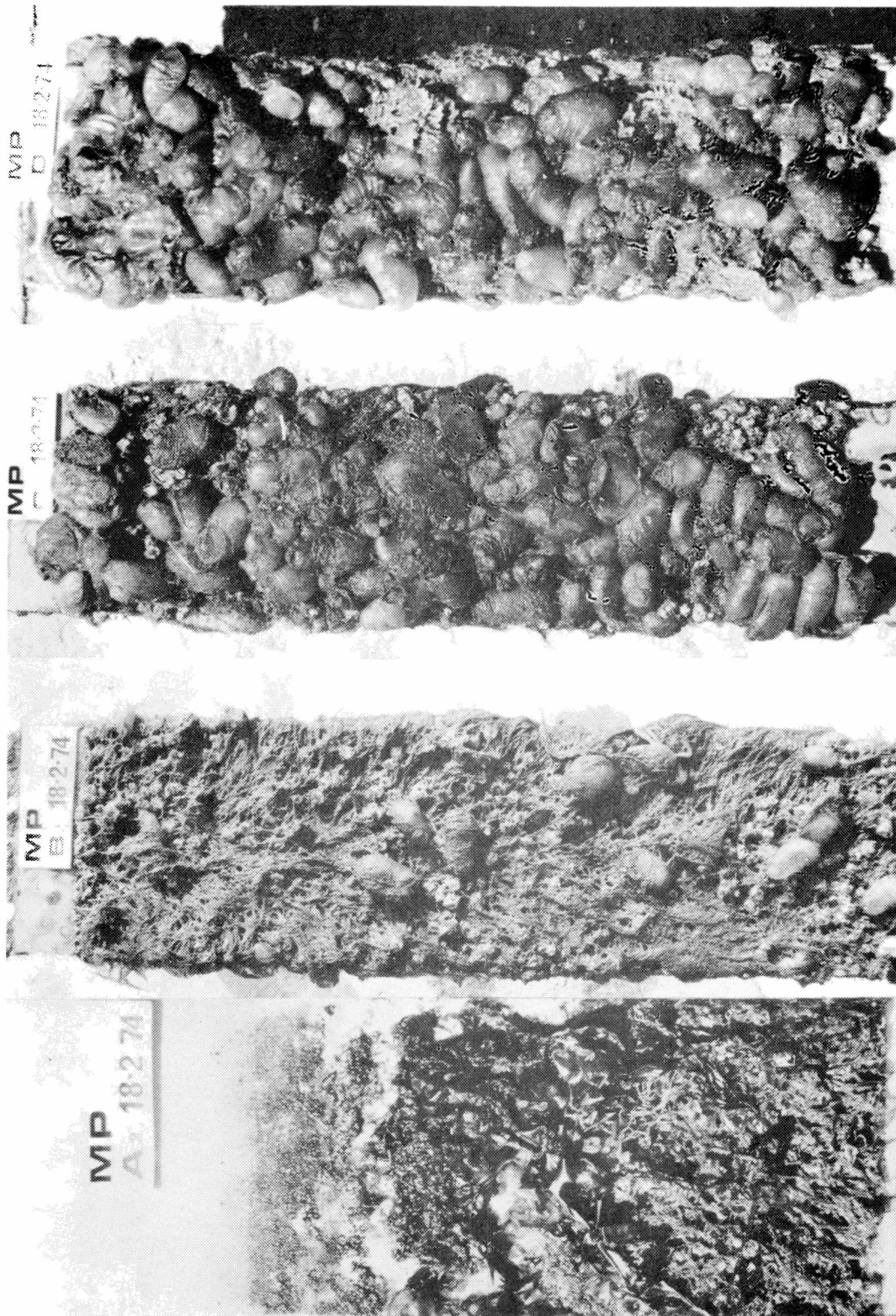


Fig. 17.- Paneles acumulativos luego de dos meses de inmersión

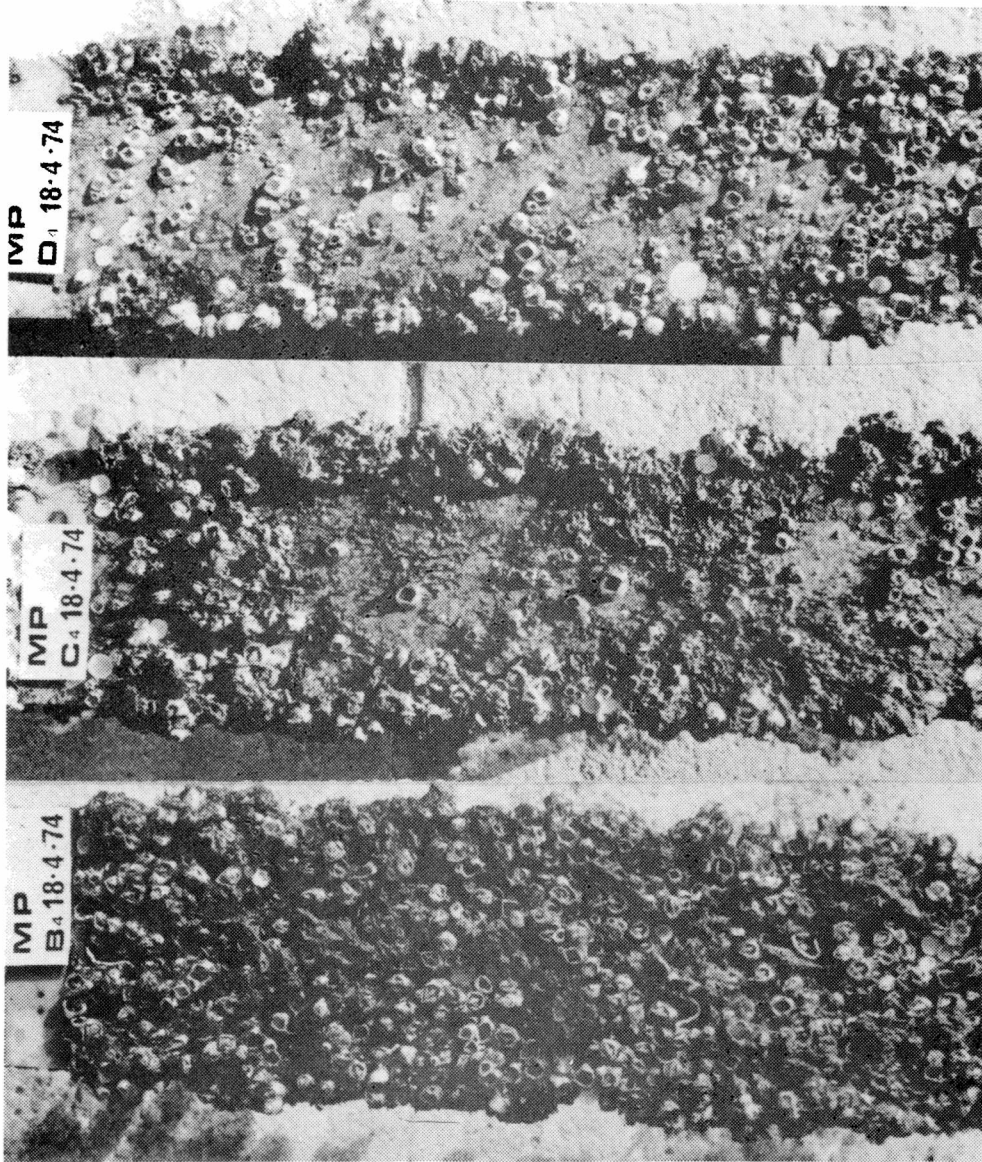


Fig. 18.- Paneles acumulativos luego de cuatro meses de inmersión

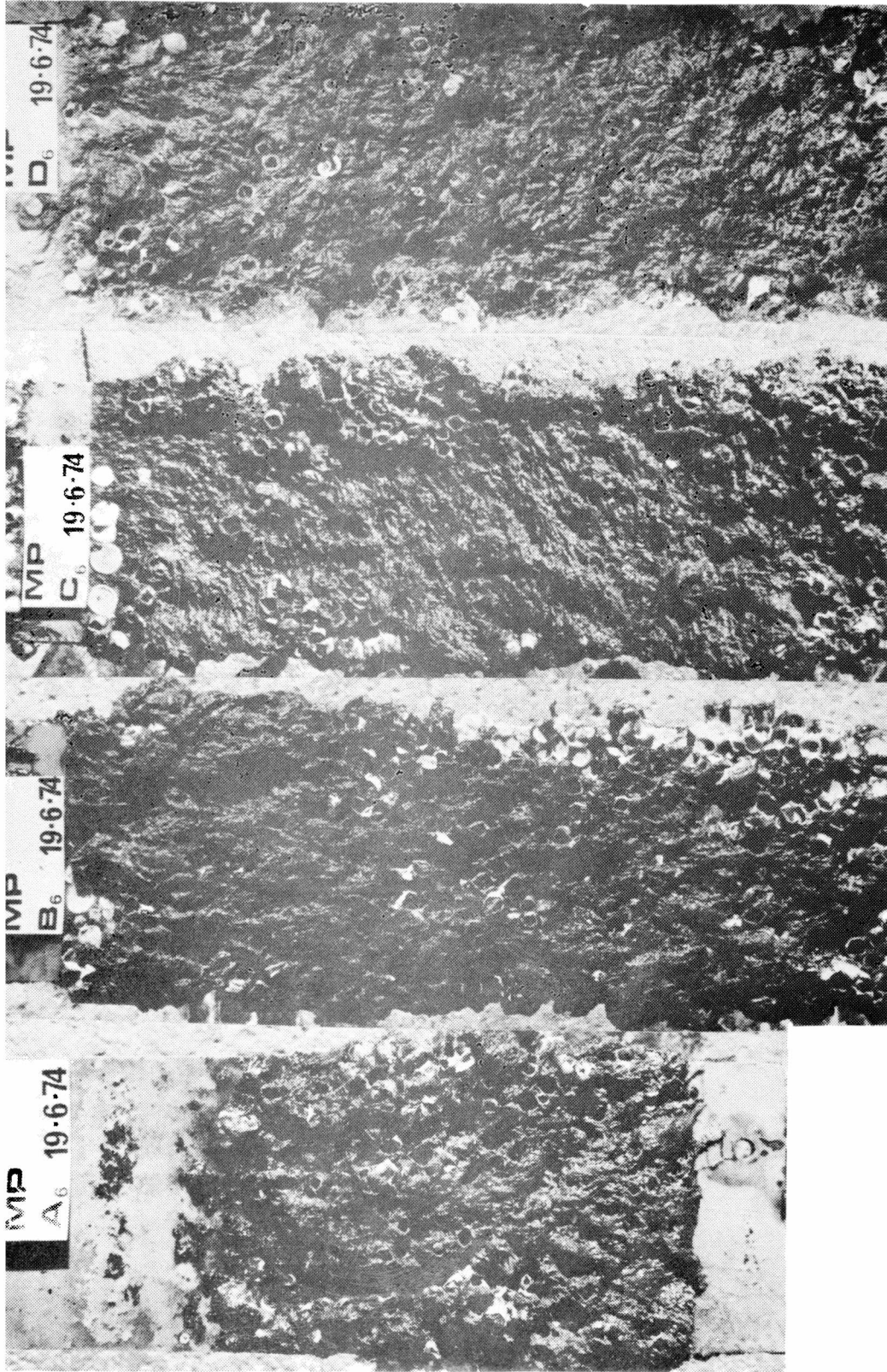


Fig. 19.- Paneles acumulativos luego de seis meses de inmersión

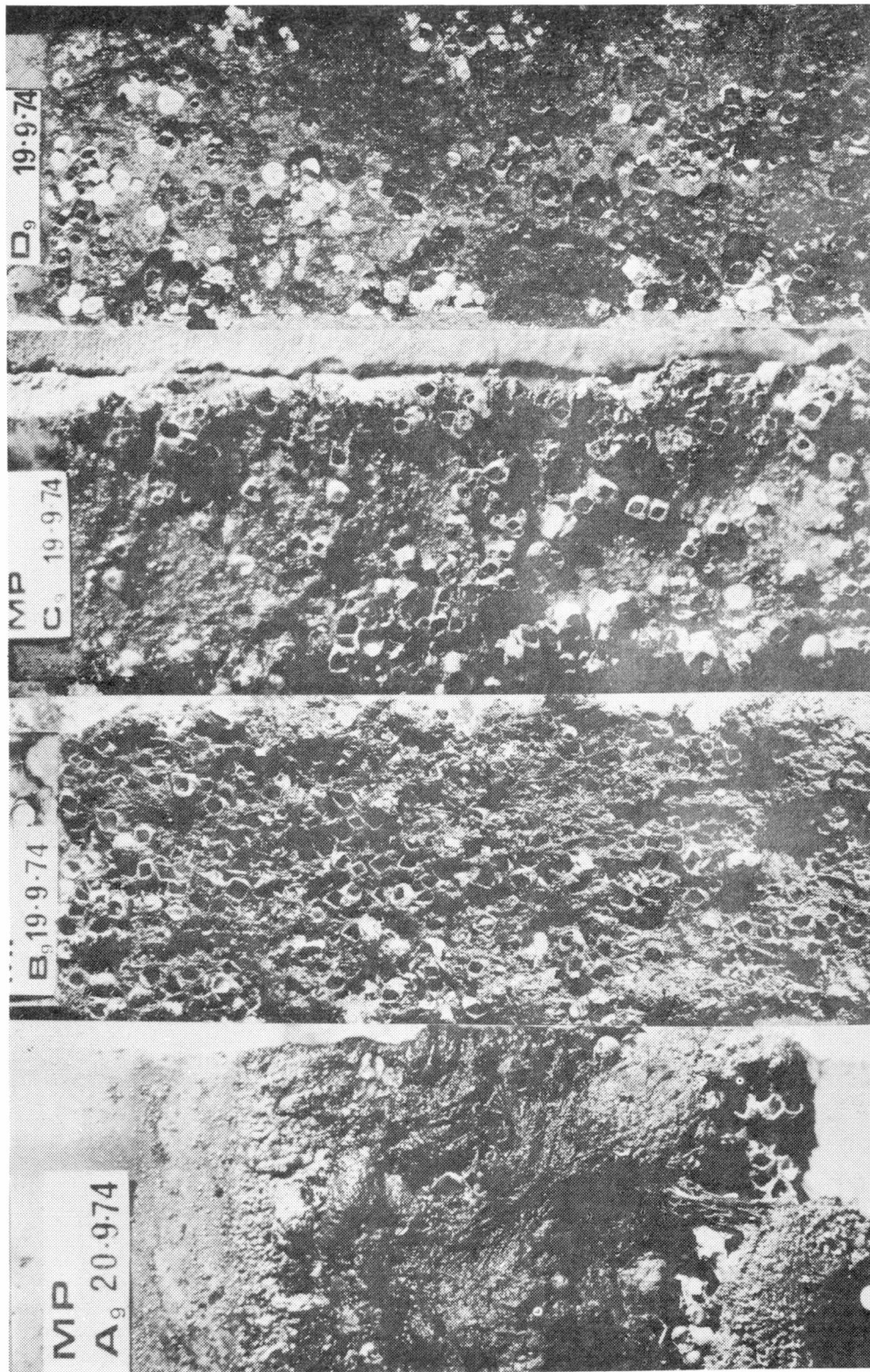


Fig. 20.- Paneles acumulativos luego de nueve meses de inmersión

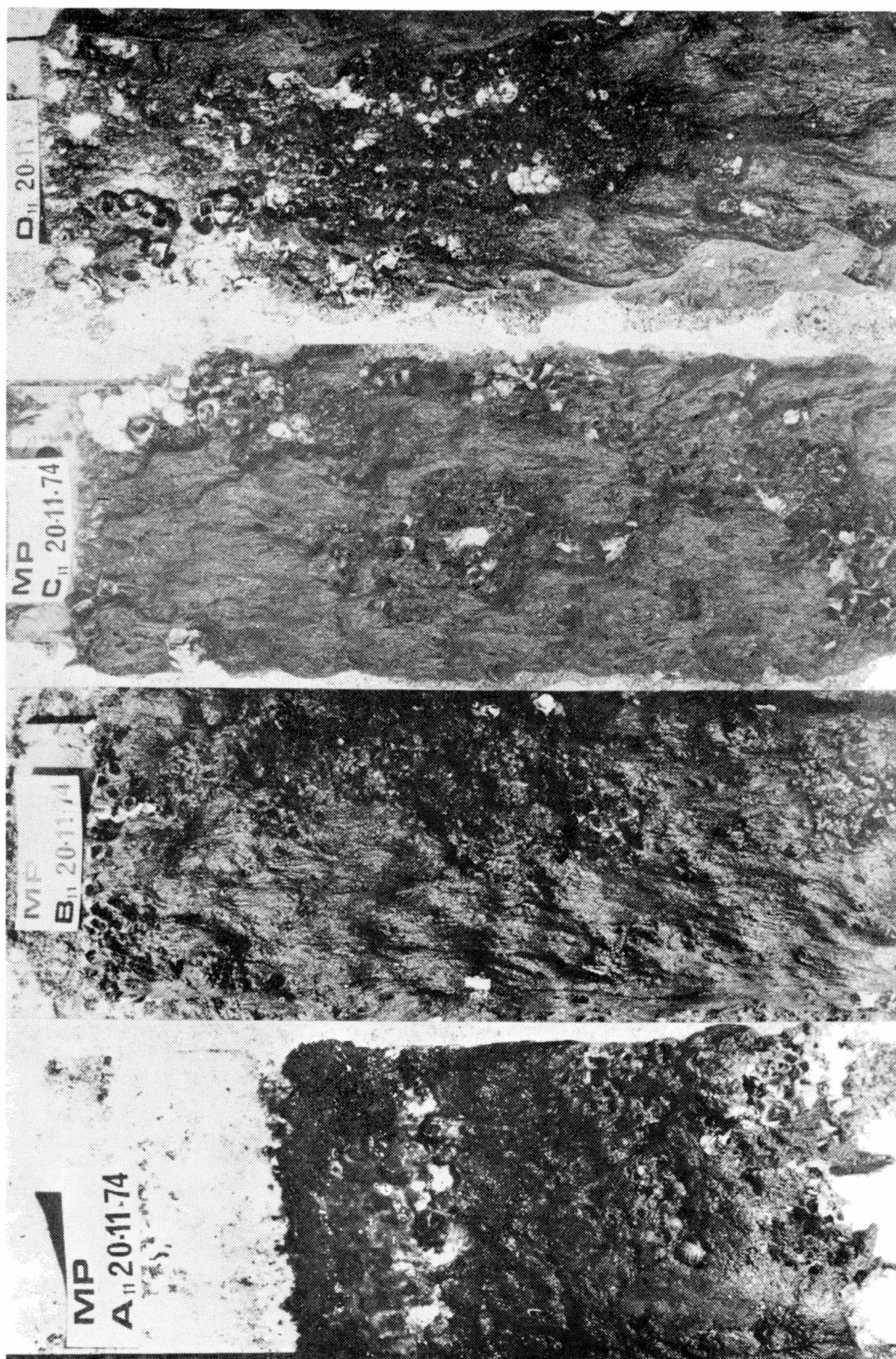


Fig. 21.- Paneles acumulativos luego de once meses de inmersión

NUEVAS CITAS PARA LA ICTIOFAUNA ARGENTINA Y
COMENTARIOS SOBRE ESPECIES POCO CONOCIDAS

Prof. María B. Cousseau *

Dr. Ricardo Bastida **

SERIE II, Nº 358

- * Instituto de Biología Marina de Mar del Plata; Miembro de la Carrera del Investigador del CONICET.
- ** LEMIT y Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de Pinturas (CIDEPINT); Miembro de la Carrera del Investigador del CONICET.

INTRODUCCION

En la colección ictiológica del Instituto de Biología Marina de Mar del Plata ingresaron, a partir del año 1971, varias especies que concitaron la atención de los autores por resultar nuevas para el área o poco frecuentes. Se consideró por lo tanto necesario divulgar la presencia de estos peces, brindar los dibujos o fotografías y una somera descripción de los caracteres externos de los mismos, con el fin de facilitar su reconocimiento. Se incluye además en la presente contribución la cita de tres especies que no pertenecen a la colección, Cetorhinus sp., Canthidermis maculatus (Bloch) y Mola mola (Linnaeus) a las que los autores tuvieron acceso por solicitud de quienes los habían pescado, deseosos de conocer la identidad de sus presas.

En la casi totalidad de los casos, los peces fueron entregados por pescadores del Puerto de Mar del Plata, de pesca costera y de altura y por pescadores de línea, quienes reconocieron de inmediato que se trataba de organismos poco comunes, cuando no desconocidos totalmente para ellos.

El ordenamiento sistemático de las especies se realizó según la clasificación de Greenwood et al. (1966). Para las mediciones y conteos efectuados, que figuran en la tabla I, se siguió el criterio de Hubbs y Lagler (1947). El análisis se hizo sobre material fijado, únicamente la coloración, cuando fue posible, se anotó en fresco.

Familia DACTYLOPTERIDAE

Dactylopterus volitans (Linnaeus) (fig. 1)

Trigla volitans Linnaeus. Syst. Nat. 10a. ed.: 502.1758.

(Mare Mediterráneo, Oceano, Pelago intertropicos).

Material examinado. Dos ejemplares de 552 y 515 mm LT. Localidad: Mar del Plata. Fecha: 24 de mayo de 1967 y 8 de junio de 1971. Arte de pesca: Red de arrastre. IBMCI Nº 100 y 140.

Caracteres externos distintivos. Cuerpo comprimido dorsoventralmente, notándose esto claramente en la cabeza, donde presenta una concavidad a la altura de los ojos.

La cabeza está cubierta de placas óseas con suturas bien visibles. Las dos placas posteriores de la región dorsal se prolongan en espinas fuertes, chatas y carenadas, que llegan hasta la mitad aproximadamente de la primera dorsal. A su vez, en las mejillas existe una placa que se prolonga ventralmente en forma de espina, que llega casi hasta el final de la base de la pectoral. Ojos grandes, no ocupan todo el espacio orbitario. Boca ínfera, rodeada por un reborde óseo que protege al labio inferior.

Cuerpo cubierto por escamas muy robustas y fuertemente implantadas, cada una presenta una quilla que tiende a hacerse más pronunciada en las zonas laterales del pedúnculo caudal. En la base de la aleta caudal se encuentran, a cada lado, dos escamas muy largas que constituyen carenas bien evidentes.

Entre la primera y la segunda aleta dorsal se encuentra una protuberancia ósea, que por su situación y forma puede confundirse con la base de un radio espinoso. Pectorales de base horizontal, con una parte anterior formada por seis radios y una posterior muy larga que llega, en los adultos, a la base de la caudal; en los ejemplares juveniles esta aleta es mucho más corta (Randall, 1968).

Coloración. Dorso pardo rojizo, aclarándose hacia el vientre, que toma color rosado. Pectorales pardo oscuro, con manchas azul brillante. Dorsales y caudal pardo amarillentas con bandas rojizas, anal transparente.

Costumbres. Existe muy poca información sobre el comportamiento de Dactylopterus volitans en su ambiente natural. Según referencias del Dr. Ricardo M. Mandojana, quien en dos oportunidades pudo observarlos durante sus inmersiones en Puerto Rico, estos peces se suelen encontrar en parejas sobre fondos blandos arenosos, reposando sobre sus aletas modificadas. Ante la presencia del buceador inmediatamente despliegan sus aletas pectorales, si bien reaccionan pausadamente y permiten que el observador se acerque hasta una distancia de 30 centímetros.

Cuando se desplazan por el fondo lo hacen como si cami-

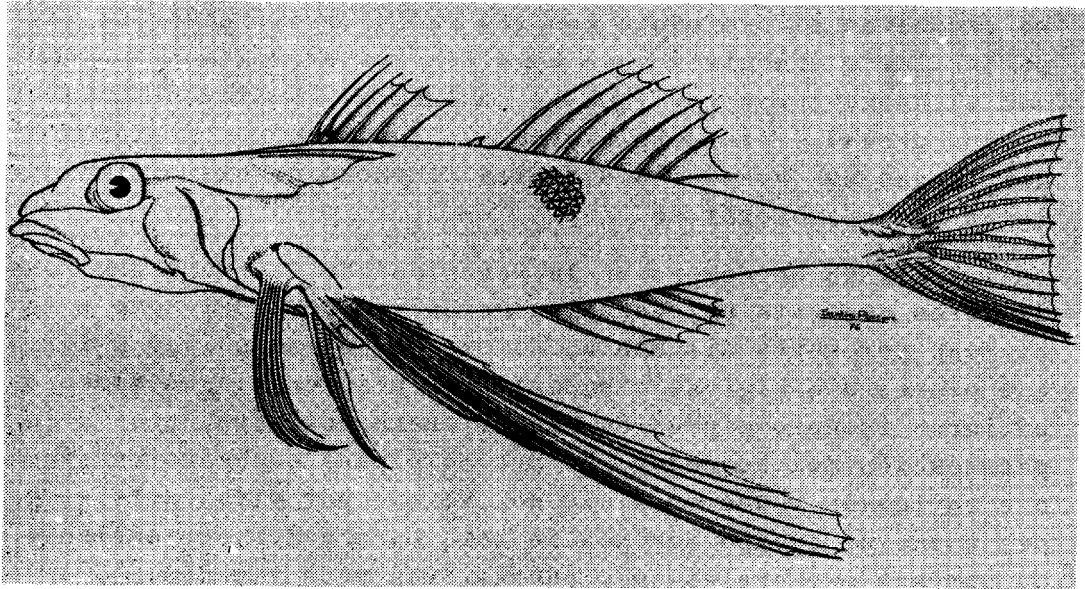


Fig. 1.- Dactylopterus volitans (Linnaeus)

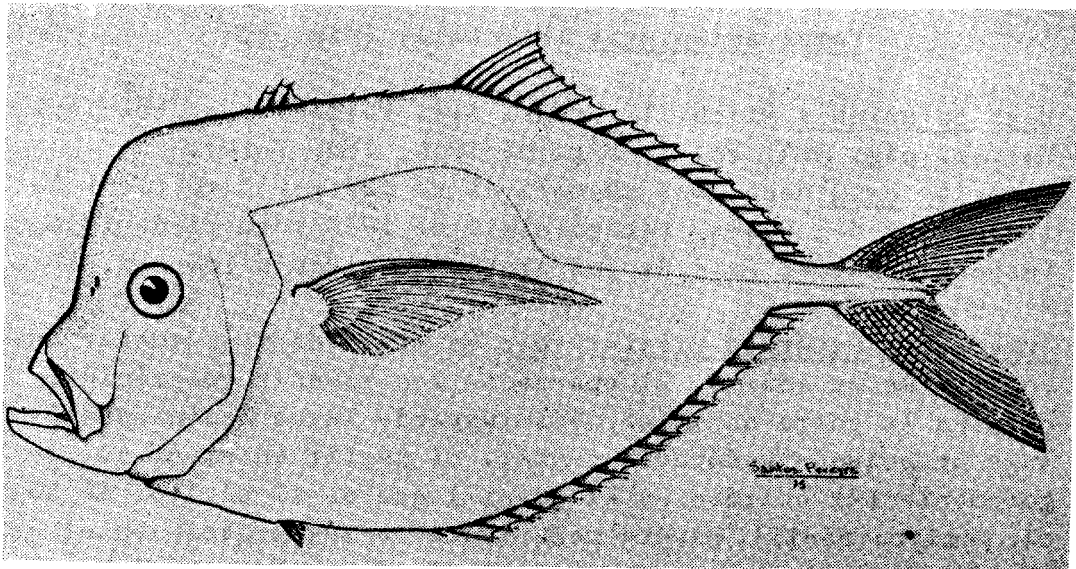


Fig. 2.- Vomer setapinnis (Mitchill)

naran, apoyándose sobre sus aletas pélvicas. Para alimentarse revuelven el sedimento con los radios modificados de las pectorales e inmediatamente engullen los organismos que quedan al descubierto (poliquetos, moluscos, crustáceos y pequeños peces). Para desplazarse sin contacto con el fondo despliegan sus grandes pectorales a manera de alas, simulando un vuelo subacuático.

Tratando de comprobar la veracidad de las versiones que aseguran que este pez es capaz de salir fuera del agua y planear por corta distancia, el Dr. Mandojana obligó a los ejemplares a dirigirse a superficie, pero en ningún momento hicieron intento alguno por salir fuera del agua, pese a la persecución del buceador. Es probable pues que esas versiones no tengan fundamento alguno, ya que por otra parte este pez posee un cuerpo muy pesado como para poder ser sostenido por sus pectorales que, además, son poco rígidas.

Distribución geográfica. Se distribuye desde Massachussets hasta Argentina (Cervigón, 1966; Randall, 1968) pero en este país su presencia es muy ocasional.

Familia CARANGIDAE

Vomer setapinnis (Mitchill) (fig. 2)

Zeus setapinnis Mitchill. Trans. Lit. Philos. Soc. New York. Vol. 1, pág. 384, Pl. 1, Fig. 9. 1814, (New York).

Material examinado: Dos ejemplares de 127 y 253 mm LT. Localidad: Mar del Plata. Fecha: abril de 1973 y marzo de 1974, respectivamente. Arte de pesca: red de cerco o lampara. IBMCI N° 193 y 218.

Caracteres externos distintivos. Se trata de un ejemplar juvenil y de un adulto. El cuerpo es fuertemente comprimido, alto en la parte anterior, disminuyendo luego hasta constituir un pequeño pedúnculo caudal. El perfil anterior es ligeramente más oblicuo en el juvenil que en el adulto. La boca, semiprotráctil, parece relativamente más pequeña en el juvenil, porque hay una mayor distancia entre ésta y el borde anterior del ojo.

El cuerpo está cubierto por escamas diminutas, con excepción de la región cefálica y la mitad anterior de la re-

gión dorsal que son desnudas. En la zona del pedúnculo caudal las escamas se hacen más notorias. La línea lateral en su primera porción forma una curva pronunciada hacia la región dorsal y a partir del 9º radio de la segunda dorsal, aproximadamente, se hace horizontal. En el pedúnculo caudal, al cual atraviesa en su línea media, está cubierta por escamas bien visibles (en el adulto) y constituye un esbozo de carena. Además de ésta hay dos carenas laterales, algo más pronunciadas, que coinciden con la base de los radios de la aleta caudal.

En el borde dorsal del cuerpo hay tres muñones que indicarían vestigios de radios. Siguen los radios duros de la primera dorsal, de los cuales el primero es el más alto y el único que aparentemente está unido al siguiente por una membrana interr radial.

Antes de la anal hay una quilla ósea con dos espinas, una próxima al radio duro que precede a los radios blandos y otra a mitad de la distancia entre la aleta y el ano. Esto se observa bien en el juvenil, en el adulto toda esta formación está cubierta por la piel. Como ya se dijo, hay un solo radio duro articulado que precede a la anal blanda.

Coloración: La coloración coincide exactamente con la descrita por Cervigón (1966): Dorso del cuerpo azul con los lados plateados. El opérculo presenta una mancha azul y otra negra más pequeña en su ángulo posterior. El extremo de la mandíbula inferior es negro. Aletas incoloras.

Distribución geográfica. Berg (1895) lo menciona para Montevideo, agregando que ésa pareciera ser su presencia más austral. Cervigón (op. cit.) cita también como límite sur de distribución de esta especie el Uruguay, mientras que Pozzi y Bordalé (1955) la ubican entre 35º30' y 38º00' S. En esta última latitud sin embargo podemos decir que es extremadamente rara.

Familia POMADASYDAE

Conodon nobilis (Linnaeus) (fig. 3)

Perca nobilis. Linnaeus. Syst. Nat. 10a. ed.: 191. 1758. (North America).

Material examinado. Un ejemplar de 303 mm LT. Localidad: Mar

del Plata. Fecha: enero de 1976. Arte de pesca: red de arrastre. IBMCI Nº 269. Leg.: Sr. Natalio Puglisi, patrón de la lancha "El Salvador".

Caracteres externos distintivos. No presenta el típico aspecto de un representante de la familia porque tiene características afines a los Sciaenidae, Sparidae y Serranidae. El ejemplar obtenido coincide con la descripción hecha por Cervigón (1966, pág. 471).

Cuerpo fusiforme, comprimido lateralmente, cubierto de escamas bien evidentes. Altura comprendida 3,1 en largo estándar. La cabeza es fuerte, presenta la boca terminal, levemente protráctil, con labios carnosos y dientes pequeños, cónicos, siendo los anteroinferiores más fuertes y redondeados que los superiores. En el mentón se encuentra un par de poros diminutos laterales y uno algo más grande en la línea media. El preopérculo es aserrado, con dentículos dirigidos hacia atrás en el borde posterior y hacia adelante en el borde inferior. El ángulo constituido por ambos bordes remata en una espina fuerte; según Cervigón (op. cit.) en este ángulo pueden encontrarse dos espinas. Opérculo con borde liso, cubierto por una membrana.

La aleta pectoral nace por delante de la dorsal y alcanza el origen del octavo radio espinoso de ésta. La anal presenta la segunda espina fuerte y más larga que las otras dos. Tiene, igual que la dorsal, un repliegue membranoso evidente y los radios blandos cubiertos de escamas diminutas. Escama axilar presente y bien evidente en la aleta ventral. Caudal levemente falcada.

Coloración. La coloración en fresco coincide totalmente con la descripción hecha por Cervigón (1966). Parte dorsal del cuerpo pardo grisáceo, aclarándose hacia la parte ventral, donde predomina un tono amarillento. Presenta ocho bandas pardo grisáceas, que se esfuman antes de llegar a la parte ventral. Aletas caudal, anal y ventrales amarillentas. Los ejemplares juveniles presentan otro patrón de coloración. En el animal fijado se mantienen las ocho bandas transversales color pardo oscuro, pero el tono amarillo pasa a ser blanco grisáceo.

Distribución geográfica. Los representantes de la Familia Pomadasyidae son habitantes típicos de zonas tropicales. La mayoría de ellos se encuentran en aguas claras de fondos coralinos o rocosos, pero Conodon habita generalmente en lugares de

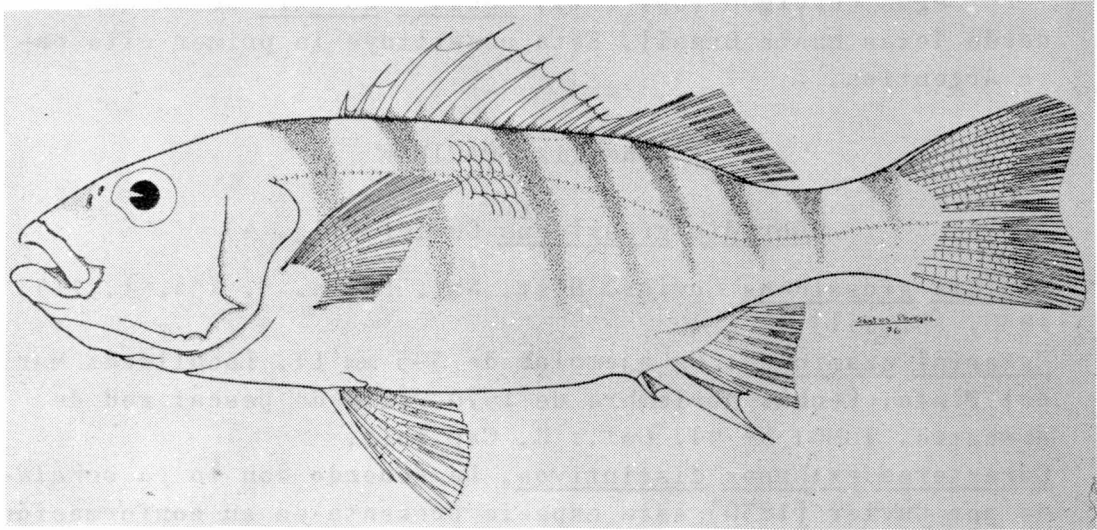


Fig. 3.- Conodon nobilis (Linnaeus)

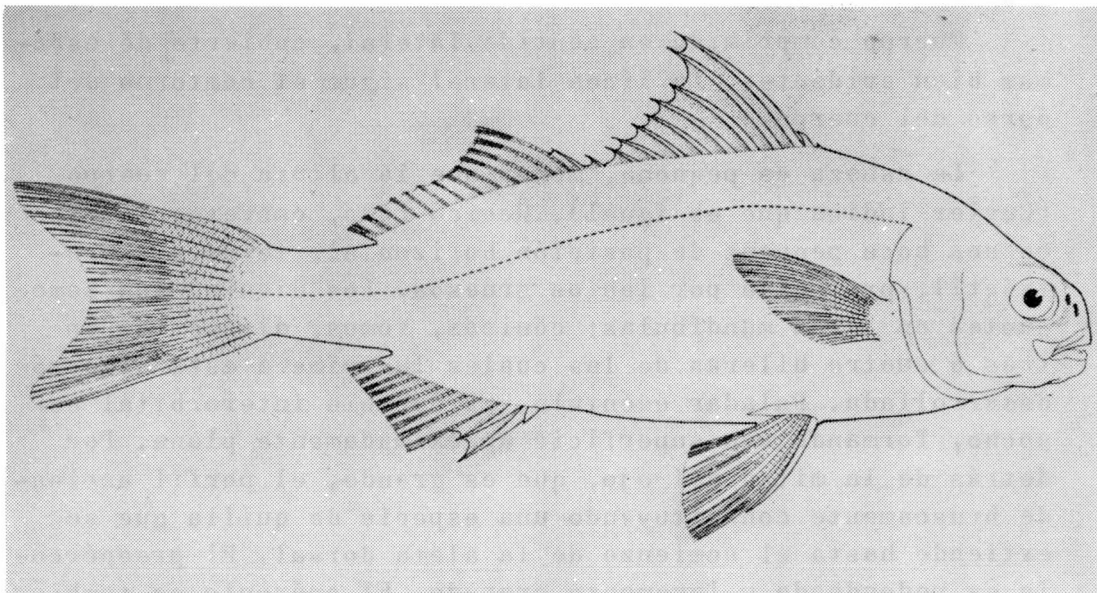


Fig. 4.- Boridia grossidens (Cuvier)

aguas turbias de fondo fangoso.

Según Cervigón (op. cit.) Conodon nobilis se encuentra desde Texas hasta Brasil. Esta constituye la primer cita para Argentina.

Familia SPARIDAE

Boridia grossidens Cuvier (fig. 4)

Boridia grossidens Cuvier. Hist. Nat. Poiss. 5. 154, t. 114. 1830. (Brasil).

Material examinado: Un ejemplar de 395 mm LT. Localidad: Mar del Plata. Fecha: noviembre de 1970. Arte de pesca: red de arrastre. IBMCI Nº 94. Col.: R. Capítoli.

Caracteres externos distintivos. De acuerdo con lo ya señalado por Cuvier (1830) esta especie presenta en su conformación general características que la asemejan más a un Sciaenidae que a un Sparidae.

El ejemplar obtenido por nosotros corresponde en líneas generales a la descripción original. En la presente se complementan las observaciones y aclaran algunos errores del trabajo de Cuvier.

Cuerpo comprimido en sentido lateral, cubierta de escamas bien evidentes. La línea lateral sigue el contorno del dorso del cuerpo.

La cabeza es pequeña, menor que la altura del cuerpo (Cuvier indica que es igual). Hocico romo, convexo, termina en una boca pequeña de posición horizontal, levemente protráctil, protegida por labios gruesos. Los dientes son semejantes en ambas mandíbulas; cónicos, romos, dispuestos en tres o cuatro hileras de las cuales la primera está algo más desarrollada. Paladar edéntulo. El espacio interorbital es ancho, formando una superficie aproximadamente plana. Por detrás de la mitad del ojo, que es grande, el perfil asciende bruscamente constituyendo una especie de quilla que se extiende hasta el comienzo de la aleta dorsal. El preopérculo es redondeado y levemente crenado. El opérculo es también redondeado y sin espinas. La cabeza es escamada, salvo en el hocico, en el suborbitario y sobre los maxilares.

La aleta dorsal presenta una gran escotadura que delimita claramente dos porciones. Estas pueden ser consideradas

Tabla 1.- CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS Y MERÍSTICAS DEL MATERIAL EXAMINADO

| Nombre científico | Dactylopterus | | Volitans | | Yomer | | Aetianthis | | Conodon | | nobilis | | Hordia | | Grossidens | | Paralanchurus | | brasilienis | | Polydactylus | | virginicus | | Polydactylus | | oligodon | | Centrolophus | | niger | | Alutera | | monoceros | | Laecephalus | | jaevatus | | Sphaerides | | pachicaeter | |
|-----------------------|---------------|-------|----------|------|-------|--------|------------|------|---------|--------|---------|------|--------|------|------------|------|---------------|-----|-------------|-----|--------------|----|------------|--|--------------|--|----------|--|--------------|--|-------|--|---------|--|-----------|--|-------------|--|----------|--|------------|--|-------------|--|
| | I | B | M | C | I | Nº | 100 | 180 | 193 | 218 | 269 | 94 | 186 | 186 | 203 | 266 | 202 | 267 | 271 | 192 | 237 | 16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Largo total | 352 | 315 | 127 | 253 | 303 | 395 | 222 | 182 | 213 | 232 | 545 | 298 | 508 | 457 | 525 | 321 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Largo est. | 291 | 260 | 101 | 202 | 255 | 310 | 178 | 145 | 161 | 178 | 450 | 265 | 437 | 363 | 423 | 269 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Largo cabeza | 69 | 56 | 31 | 57 | 82 | 78 | 38 | 31 | 41 | 45 | 90 | 55 | 121 | 110 | 124 | 95 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| En % l. cabeza | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Diámetro ojo | 23,2 | 26,8 | 22,6 | 24,6 | 27,8 | 25,6 | 21,0 | 25,8 | 26,8 | 31,1 | 18,9 | 27,6 | 16,5 | 22,3 | 19,7 | 18,9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Interorb. | 62,3 | 66,0 | - | - | 26,8 | - | - | - | - | - | - | 41,8 | - | 58,2 | 55,6 | 47,4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Post Orbit. | 46,4 | 44,6 | 38,7 | 42,1 | - | 53,8 | 50,0 | 64,5 | 65,8 | 60,0 | 55,5 | 54,5 | - | 30,0 | 31,4 | 46,8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recico | 27,5 | 30,3 | 45,2 | 40,3 | 29,3 | 20,5 | 19,7 | 19,3 | 14,6 | 15,5 | 26,7 | 24,5 | - | 47,3 | 53,2 | 44,2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| En % largo estándar | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Largo cabeza | 23,7 | 21,5 | 30,7 | 28,2 | 32,1 | 25,2 | 21,3 | 21,4 | 25,5 | 26,3 | 20,0 | 22,4 | 27,7 | 30,3 | 29,3 | 35,3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Altura cuerpo | 18,9 | 18,5 | 58,4 | 57,0 | 31,0 | 31,3 | 30,9 | 31,0 | 31,0 | 27,5 | 28,7 | 26,9 | 38,2 | 28,6 | 26,7 | 32,3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dist. pre Orb. | 34,0 | 32,3 | 35,6 | 28,7 | 36,5 | 33,9 | 27,5 | 26,2 | 31,7 | 30,9 | 28,4 | 26,1 | 26,8 | 65,6 | 65,5 | 74,3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dist. pre P. | 22,3 | 22,7 | 32,7 | 31,7 | 31,8 | 26,4 | 21,9 | 22,1 | 22,4 | 23,6 | 20,7 | 24,5 | 24,7 | 33,0 | 31,2 | 39,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dist. pre V. | 29,9 | 27,3 | 32,7 | 28,7 | 36,1 | 30,3 | 25,8 | 26,2 | 31,7 | 30,9 | 20,2 | 24,5 | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dist. pre A. | 62,2 | 58,8 | 43,6 | 45,5 | 71,4 | 65,8 | 64,0 | 62,1 | 56,5 | 53,4 | 55,5 | 57,4 | 57,4 | 66,1 | 65,2 | 79,9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Base D.I. | 12,4 | - | - | - | 29,4 | 27,7 | 18,6 | 15,2 | 12,4 | 10,7 | 52,4 | 51,0 | - | 11,0 | 10,2 | 5,2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Base D.II. | 20,6 | 11,9 | 43,6 | 46,0 | 20,4 | 24,5 | 50,3 | 49,4 | 16,1 | 16,8 | - | - | 33,6 | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Base anal | 13,4 | 20,8 | 50,5 | 51,0 | - | 18,1 | 10,7 | 10,7 | 21,1 | 24,1 | 24,7 | 27,7 | 33,9 | 10,5 | 9,4 | 4,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Base pectoral | 11,7 | 11,1 | 4,9 | 4,9 | 5,9 | 5,5 | 6,9 | 6,7 | - | - | 5,3 | 6,1 | 3,7 | 9,9 | 8,0 | 7,8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Altura D.I. | 12,0 | 8,1 | - | - | 13,7 | 15,2 | 12,3 | 13,9 | 13,7 | 12,9 | 6,2 | 7,3 | - | 16,8 | - | 11,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Altura D.II. | - | 2,6 | - | - | 5,9 | 9,0 | 7,1 | 10,1 | 11,7 | 13,0 | 18,0 | - | 7,5 | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Long. Pect. | 73,2 | 75,4 | 33,7 | 35,6 | 25,1 | 16,1 | 22,5 | 22,1 | 21,7 | 18,0 | 14,0 | 17,7 | 7,8 | 17,1 | 14,6 | 16,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Altura ped. C. | 4,8 | 3,1 | 4,9 | 4,4 | 10,2 | 10,3 | 10,1 | 11,0 | 14,9 | 12,9 | 7,5 | 7,3 | 6,9 | 6,6 | - | 7,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Caracteres merísticos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dorsal I | 11+IV | 11+IV | VIII | VII | III | X | X | X | X | VIII | - | - | I | 14 | - | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dorsal II | 8 | 8 | 1+21 | 1+21 | 1+15 | 1+13 | 1+33 | 1+32 | 1+12 | 1+12 | - | - | I+47 | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pectoral | 6+30 | 6+28 | 19 | 16 | 16 | 16 | 22 | 22 | 7+15 | 7+16 | 20 | 22 | 14 | 17 | 18 | 16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Anal | 6 | 6 | 1+17 | 1+17 | III+7 | III+10 | II+8 | II+8 | III+14 | III+14 | 22 | 22 | 50 | 13 | 13 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Branquiaspinas | - | - | - | - | - | - | - | - | 27 | 27 | 20 | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Esc. l. lat. | - | - | - | - | 53 | 54 | 61 | 62 | 58 | 73 | 174 | 175 | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

* Porción espinosa de la dorsal I.

** Porción blanda de la dorsal I.

como dos aletas y es una de las características mencionadas como afines a los Sciaenidae. La primera porción es más alta que la segunda, pudiendo retraerse en una vaina poco profunda. La primera espina es tan pequeña que puede pasar fácilmente desapercibida y no ha sido mencionada en la descripción original. La segunda es también pequeña, mientras que la tercera, notablemente desarrollada, es la más alta.

La segunda porción de la aleta dorsal presenta dos espinas seguidas por 13 radios blandos, siendo el último doble. Siguiendo a Cuvier, en el texto se señala este mismo valor cuando se refiere a los radios blandos pero en la indicación de los caracteres merísticos se citan 14. En lo que respecta a los radios duros, Cuvier señala solamente uno, por adoptar un criterio que consideramos erróneo basándose en la configuración de las membranas interradales.

Caudal levemente furcada, cubierta de escamas diminutas en casi toda su extensión. La aleta anal con tres espinas, de las cuales la segunda es la más fuerte. En la descripción de Cuvier se mencionan, en la anal, tres radios blandos, cuando en realidad se está haciendo referencia a estas tres espinas. Las aletas pectorales son cortas y están poco desarrolladas con respecto a las ventrales.

Coloración. El ejemplar, fijado, presenta color pardo oscuro en el dorso aclarándose hacia el vientre.

Distribución geográfica. Esta especie fue descrita por Cuvier (op. cit.) sobre la base de un ejemplar procedente de Brasil. En nuestro país lo citan Pozzi y Bordalé (1935) para la latitud 38°S, pero no fue observada por los autores y no se indica el origen de la información. En el catálogo de peces de Ringuelet y Arámburu (1960) figura también, pero no así en la lista de Nani (1954) por lo que esta cita constituye la primera específica para Mar del Plata.

Familia SCIAENIDAE

Paralonchurus brasiliensis (Steindachner) (fig. 5)

Genyonemus brasiliensis. Steindachner. Sitzber. Akad. Wiss. Wien., Wien, vol. 71: 468-479. (Pará, Brasil).

Material examinado: Dos ejemplares de 189 y 221 mm LT. Localidad: Mar del Plata. Fecha: 10 de agosto de 1972. Arte de

pesca: Red de arrastre. IBMCI Nº 186. Col.: J.J.Buono.
Caracteres externos distintivos. Cuerpo comprimido lateralmente. En el perfil dorsal se insinúa una concavidad a la altura de la cabeza y luego se hace fuertemente convexo.

La cabeza es muy pequeña en relación al resto del cuerpo, en el cual está contenida casi seis veces. Boca ínfera, no sobrepasa el borde posterior de la órbita. Narinas dobles, siendo muy grande el orificio cercano al ojo. Siguiendo el borde membranoso del opérculo hacia adelante se encuentra, de cada lado, una hilera de barbillones que termina en la sínfisis mentoniana con uno bífido. Preopérculo aserrado.

Coloración. En material preservado, coloración parduzca, más oscura en la parte dorsal. En el ejemplar más pequeño examinado se distinguen bien ocho barras verticales pardo oscuro que se inician sobre el dorso a la altura de la mitad de la aleta pectoral hasta el pedúnculo caudal. Las franjas van perdiendo definición hacia la parte ventral. Entre el borde dorsal y la base de la pectoral se encuentra una mancha circular, atravesada por la línea lateral.

Distribución geográfica. Jardim (1973) en su revisión de las especies de la familia Sciaenidae de la costa sur del Brasil da como distribución geográfica de Paralonchurus brasiliensis desde Panamá hasta Argentina. En la literatura de nuestro país figura citado por Berg (1895) para Mar del Plata como Polyclemus brasiliensis. Por referencia a Berg lo mencionan, con el mismo nombre científico, Pozzi y Bordalé (1935) dando como límites de distribución 35° a 38° S y Ringuelet y Arám-buru (1960) con su nombre actualizado. Por último Nani (1964) no lo nombra en su lista de peces desembarcados en Mar del Plata.

Los ejemplares aquí descritos fueron obtenidos en el material que es destinado a la industria de reducción. Proviene de la pesca de arrastre de la región costera de Mar del Plata. Se considera de interés incluirlos en esta lista de especies por ser un pez de captura muy ocasional en esta localidad.

Familia POLYNEMIDAE

Polydactylus virginicus (Linnaeus) (fig. 6)

Polynemus virginicus Linnaeus. Syst. Nat. 10a. ed.: 317.

1758. (América).

Material examinado. Un ejemplar de 213 mm LT. Localidad: Necochea, desembocadura del río Quequén. Fecha: enero de 1974. Arte de pesca: red costera pelágica, capturado en pesca de pejerrey. IBMCI Nº 203.

Caracteres externos distintivos. Cuerpo fusiforme, con hocico prominente. La boca, de posición inferior, presenta el extremo por detrás de la órbita. Ojo $3 \frac{3}{4}$ en cabeza, totalmente cubierto por una membrana adiposa. Perfil superior del cuerpo fuertemente convexo, inferior casi recto, altura del cuerpo 31,0 por ciento y el pedúnculo caudal 14,9 por ciento en largo estándar.

Escamas relativamente grandes, bien visibles, línea lateral entera, se hace convexa en su mitad anterior siguiendo el perfil del dorso.

La altura de la primera aleta dorsal es igual a la segunda, correspondiendo a un 13,0 por ciento en longitud estándar. Aleta caudal falcada, grande en relación al tamaño del animal, el borde interno de ambos lóbulos es cóncavo. Los radios libres de la aleta pectoral presentan un escalonamiento bien marcado, siendo el radio más pequeño casi la mitad del largo (fig. 6). La base de la anal está contenida 4,7 veces en el largo estándar.

Coloración. Según Cervigón (1966) es gris azulado en el dorso, amarillento plateado a los lados del cuerpo. Parte ventral plateada. Pectorales, ventrales y anal gris oscuro, casi negro. Dorsales y caudal más o menos amarillentas. En nuestro material, fijado, las pectorales son oscuras y todas las demás tienen la base amarillenta y los bordes grisáceos. El dorso es también oscuro.

Distribución geográfica. Según Randall (1968) habita desde la Bahía de Chesapeake hasta Brasil, siendo común en las Indias Occidentales. Dahl (1971) dice que es bastante común en la costa colombiana. Cervigón (1966) lo menciona como presente desde Nueva Jersey hasta Uruguay y Ringuelet y Arámburu (1960) lo citan en su catálogo con el nombre de barbado para Argentina y Uruguay. El ejemplar aquí descrito constituye el primer hallazgo para la costa bonaerense.

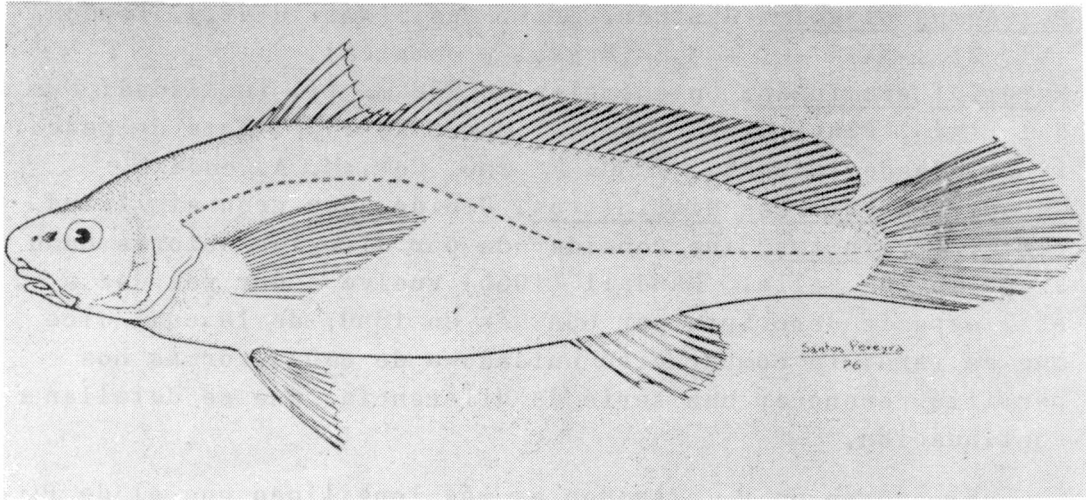


Fig. 5.- Paralonchurus brasiliensis (Steindachner)

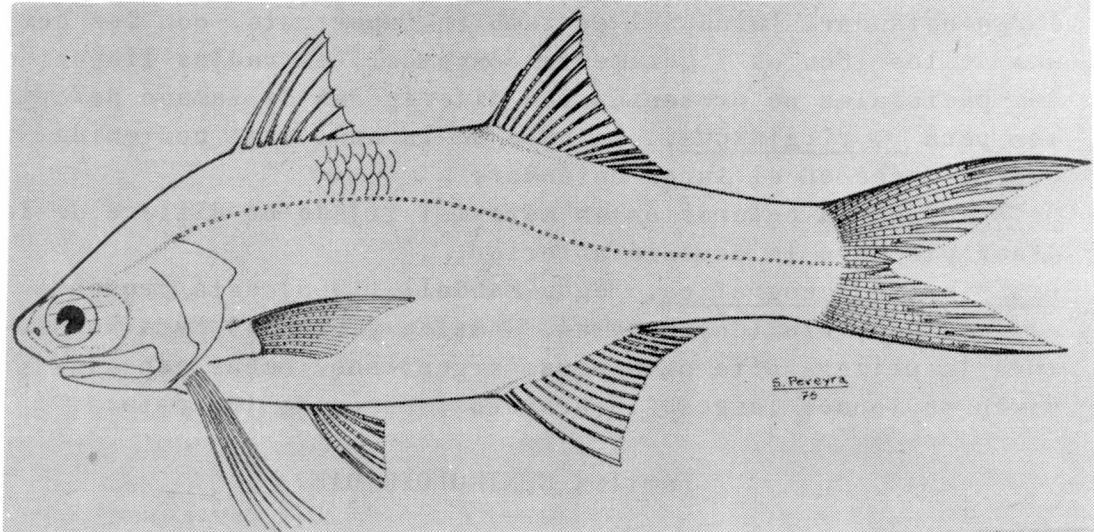


Fig. 6.- Polydactylus virginicus (Linnaeus)

Polydactylus oligodon (Günther) (fig. 7)

Polynemus oligodon Günther. Brit. Mus. (Nat. Hist.). London, vol. 2: I-XXII + 1 - 548 (Brasil y Jamaica).

Material examinado. Un ejemplar de 232 mm LT. Localidad: Mar del Plata, Playa Grande. Fecha: marzo de 1974. Arte de pesca: línea, desde la costa. IBMCI Nº 266. Col.: M. A. Scelzo.

Caracteres externos distintivos. Debido a su gran similitud con P. virginicus, fue considerada por diversos autores como sinónimo de ella. Randall (1966) vuelve a dar validez a esta especie descrita por Günther en 1860, de la cual dice que es rara. La comparación cuidadosa de ambas formas nos permitió reconocer una serie de diferencias que se detallan a continuación.

El cuerpo de P. oligodon es más longilíneo que el de P. virginicus, con el perfil superior e inferior semejantes entre sí, levemente convexos en la parte anterior. El pedúnculo caudal no es tan alto como en P. virginicus, pues constituye el 12,9 por ciento en largo estándar. Las escamas son pequeñas. La línea lateral, con mayor número de escamas, no presenta la curvatura anterior de la de P. virginicus.

La segunda aleta dorsal es más alta, 18,0 por ciento en largo estándar. La caudal es también importante, con los bordes de los lóbulos ligeramente convexos. Los radios libres de las pectorales no presentan las diferencias de tamaño descritas para P. virginicus. La base de la anal está contenida cuatro veces en el largo estándar.

Coloración. La coloración en material fijado no difiere de la descrita para la especie anterior.

Distribución geográfica. Según Randall (1968) está presente en Trinidad, Florida, Bahamas, Jamaica y Brasil. Esta constituye la primera cita para aguas argentinas. Ambas especies viven en fondos fangosos o arenosos, cerca de la costa.

Familia CENTROLOPHIDAE

Centrolophus niger (Gmelin) (fig. 8)

Perca nigra Gmelin. Lipsiae. Vol. 1: 1 - 1516. ("Rivers of Cornwall").

Material examinado. Un ejemplar de 545 mm LT. Localidad: Area

norte de pesca de merluza entre 38° y 39° S. Prof. 200 a 300 m. Fecha: abril de 1973. Arte de pesca: red de arrastre. IBMCI Nº 202. Un ejemplar de 298 mm LT. Localidad: Mar del Plata. Fecha: 20 de octubre de 1975. Arte de pesca: red de cerco o lampara. IBMCI Nº 267.

Caracteres externos distintivos. La descripción se basa en el ejemplar adulto. Cuerpo alargado, fusiforme, altura del cuerpo menos de tres veces en el largo estándar. Cabeza pequeña, 4,0 en largo estándar. Boca con el extremo libre hacia arriba, el posterior llega, en línea vertical, al borde anterior del ojo. Una sola hilera de dientes pequeños y uniformes en las quijadas superior e inferior. Paladar edéntulo, con una membrana que se fija en el borde anterior y queda libre hacia el interior de la boca, otro tanto se encuentra en la quijada inferior. Las narinas son evidentes, en la parte anterior del hocico. Porción dorsal de la cabeza, mejillas y preopérculos desnudos, con numerosos poros claramente visibles, mientras que los opérculos están cubiertos de pequeñas esoamas, semejantes a las del resto del cuerpo. El borde de los preopérculos es finamente denticulado. Siete radios branquiostegos.

La línea lateral presenta una ligera convexidad hacia el dorso en la parte anterior y termina en el límite de la longitud estándar, no se prolonga sobre la caudal. En la parte posterior se insinúa una carena.

La aleta dorsal nace por detrás de la base de la pectoral (más atrás que en la figura de Haedrich, 1967, fig. 15). La ventral se inserta levemente adelante de la base de la pectoral y presenta por detrás una concavidad en la cual se pliega. Dicha cavidad es desnuda y se une al lado interno de la aleta por una fina membrana. Las aletas dorsal y anal tienen la base carnosa y se encuentran totalmente cubiertas de escamas; por esta razón fue imposible efectuar el recuento de radios de la dorsal. Caudal falcada, con una base bien definida.

Coloración. En el adulto, fijado, el color es pardo oscuro uniforme. En el juvenil se pudo observar la coloración en fresco: dorso negro con reflejos azulado-violáceos. En los flancos el color es menos uniforme, constituyendo un marmorado con azul violáceo. En el vientre, sobre la línea media, hasta el ano, manchas irregulares grisáceas. Cabeza y ale-

tas totalmente negras.

Distribución geográfica. Krefft (1969) cita por primera vez a esta especie para aguas atlánticas sudoccidentales por un ejemplar obtenido durante la expedición del B/I alemán "Walther Herwig" en 33°43'S y 51°02'W, a 800 m de profundidad. El segundo hallazgo corresponde al ejemplar adulto aquí descrito, capturado por la flota de arrastre merluce-
ra argentina, a menor profundidad, y el tercero al juvenil pescado en 1975, en aguas costeras, con red pelágica, en pesca de anchoíta. Este hecho llama la atención por ser ésta una especie considerada típica de aguas profundas (Hae-
drich, 1967; Krefft, 1969).

Familia BALISTIDAE

Alutera monoceros (Linnaeus) (fig. 9)

Balistes monoceros Linnaeus. Syst. Nat. 10a.ed.: 327. 1758.
(Asia y América).

Material examinado. Un ejemplar de 508 mm LT. Localidad: Mar del Plata. Fecha: 27 de abril de 1976. Arte de pesca: red de arrastre. IBMCI Nº 271. Leg.: Salvador Arcidiácono, patrón de la lancha "Doctor Ciarlo II".

Caracteres externos distintivos. Cuerpo fuertemente comprimido, con su máxima altura en la parte media. El perfil inferior presenta una concavidad anterior que se extiende hasta el inicio de una quilla que llega hasta poca distancia del ano. Está recubierto de pequeñas escamas modificadas que otorgan a la piel una textura áspera, resultando muy difícil distinguir la línea lateral.

La cabeza está poco diferenciada del resto del cuerpo debido a la ausencia de opérculo. Este está reemplazado por una hendidura oblicua de 35 mm de largo que se inicia por delante del ojo y de la pectoral, terminando en la línea media de los mismos. Presenta en su extremo anterior una boca muy pequeña, con labios membranosos de color negro. En la quijada inferior se distinguen una serie de dientes triangulares y filosos que se unen constituyendo una placa dental. Los de la quijada superior no pudieron observarse por estar rotos.

La primera aleta dorsal está representada por una sola

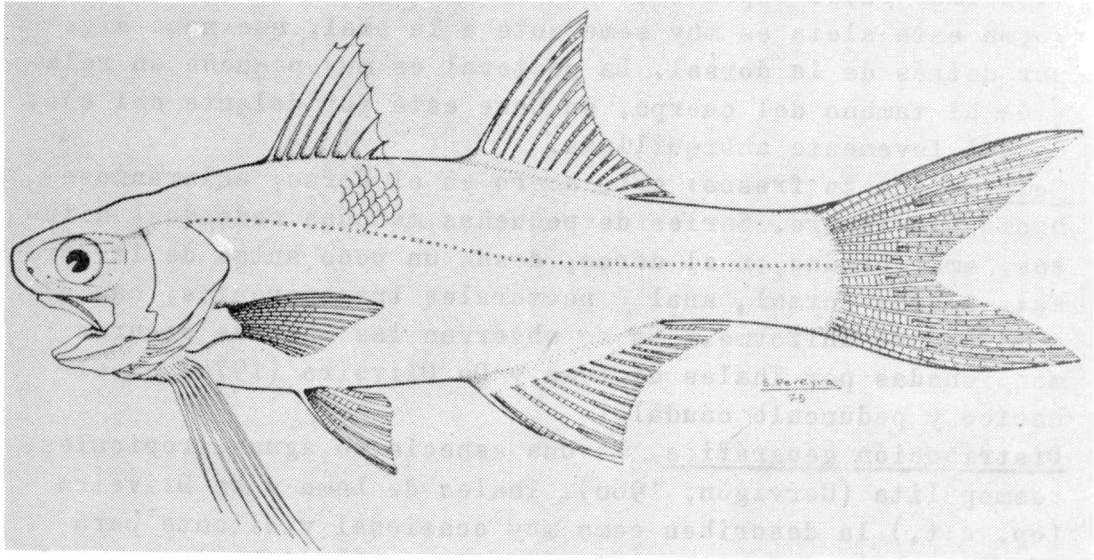


Fig. 7.- Polydactylus oligodon (Günther)

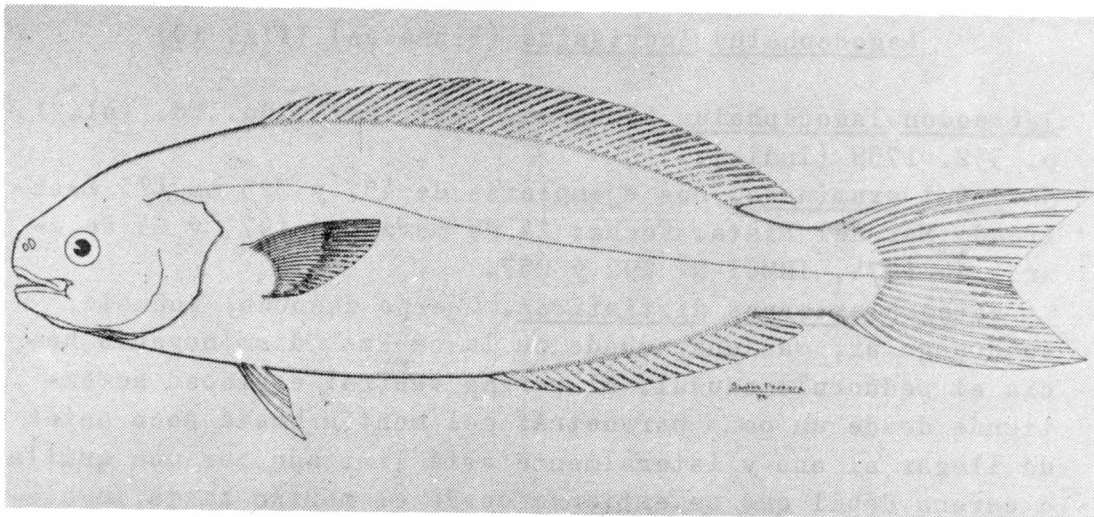


Fig. 8.- Centrolophus niger (Gmelin)

espina gruesa, corta, depresible y cubierta de pequeños denticulos. Hay un gran espacio hasta la dorsal blanda, que tiene el primer radio espinoso. Tanto en su ubicación como en su forma esta aleta es muy semejante a la anal, que nace algo por detrás de la dorsal. La pectoral es muy pequeña en relación al tamaño del cuerpo, su base está por delante del ojo. Caudal levemente ahorquillada.

Coloración. En fresco: gris acero en el dorso, aclarándose hacia el vientre. Series de pequeñas manchas redondas, difusas, amarronadas, en el dorso, desde un poco antes de la dorsal. Aletas dorsal, anal y pectorales transparentes, caudal gris oscuro uniforme. No se observan las manchas oscuras mencionadas por Thales de Lema y De Oliveira (1974) en el hocico y pedúnculo caudal.

Distribución geográfica. Es una especie de aguas tropicales, cosmopolita (Cervigón, 1966). Thales de Lema y De Oliveira (op. cit.) la describen como muy ocasional visitante para Río Grande do Sul, especificando que es la cita más austral existente hasta ese momento. La presencia en aguas marplatenses, para donde no había sido mencionada anteriormente, aumenta por lo tanto su rango de distribución en aguas sureñas.

Familia TETRAODONTIDAE

Lagocephalus laevigatus (Linnaeus) (fig. 10)

Tetraodon lagocephalus Linnaeus. Syst. Nat. 10a. Ed. Vol. 1. p. 332. 1758 (India).

Material examinado. Dos ejemplares de 457 y 525 mm LT. Localidad: Mar del Plata. Fecha: 14 de marzo de 1973 y 24 de abril de 1974. IBMCI Nº 192 y 237.

Caracteres externos distintivos. Cuerpo desnudo, robusto, cuadrangular, más ensanchado en la cabeza y disminuyendo hacia el pedúnculo caudal. El parche ventral espinoso se extiende desde un poco por detrás del mentón hasta poco antes de llegar al ano y lateralmente está limitado por una quilla o carena débil que se extiende desde el mentón hasta la aleta caudal. Dichas quillas son las que dan al cuerpo el aspecto cuadrangular.

Cabeza con ojos grandes, levemente alargados, con la membrana superior unida y la inferior libre. Boca terminal

pequeña, con labios carnosos y papilares. Los dientes modificados son muy fuertes. Aberturas nasales dobles y bien visibles, por delante y al mismo nivel del ojo. Las aberturas branquiales presentan un repliegue externo que ocupa toda la base de la pectoral y uno interno más corto.

Línea lateral muy curvada, recorriendo en su mitad anterior la región dorsal del pez. En la cabeza se ramifica delimitando claramente dos áreas oculares, dos post-oculares y una central o frontal. Aletas dorsal y anal insertadas a la misma altura. Son de forma y tamaño similar. Aleta caudal bien ahorquillada, los dos lóbulos semejantes.

Coloración. En material fijado, tonalidad grisáceo oscuro en el dorso, aclarándose hacia la parte ventral. Vientre blanco. Aletas pectorales y dorsal grisáceas, más oscuras en la base, anal amarillenta.

Distribución geográfica. Berg (1895) lo cita para Maldonado (Uruguay). Lahille (1921) lo menciona sin dar localidad. Pozzi y Bordalé (1936) lo indican como observado por ellos entre 35° y 38°S. Cervigón (1966) dice que se distribuye desde Massachussets hasta Argentina. Pese a las citas previas, este pez constituye un hallazgo muy raro para la zona.

Sphaeroides pachigaster (Müller y Troschel) (fig. 11)

Tetrodon pachigaster Müller y Troschel. Shomburgk. Hist. Barbados: 667. 1848 (Barbados).

Material examinado. Un ejemplar de 321 mm LT. Localidad: 35°14'S; 52°36'W. Prof: 140 m. Fecha: 8 de agosto de 1969. Arte de pesca: red de arrastre. IBMCI N° 16.

Caracteres externos distintivos. Esta especie fue descrita por Lahille en 1921 como Sphaeroides joani sobre la base de dos ejemplares pescados frente a Punta Médanos. Shipp (1975) en su monografía sobre los Tetraodontidae pasa este nombre a sinonimia de S. pachigaster. Hace referencia al trabajo de Lahille, especificando la total concordancia del material analizado por éste con las características de S. pachigaster.

En su aspecto general coincide con la forma de Lagocephalus laevigatus, si bien es más redondo. La zona ventral dilatada es desnuda. Se extiende desde la cabeza hasta el ano en sentido anteroposterior y lateralmente su delimitación no es tan marcada como en L. laevigatus.

Cabeza con ojos grandes, alargados, con la membrana superior unida y la inferior libre. La boca es pequeña, con labios muy carnosos, provistos de abundantes papilas dispuestas en hileras. Los dientes de ambas quijadas están unidos constituyendo placas dentarias. Aberturas nasales evidentes. Las aberturas branquiales son oblicuas y constituyen un repliegue carnoso en íntima relación con la base de las pectorales.

La configuración de la línea lateral es muy semejante a la de L. laevigatus. La aleta dorsal, similar en la forma y levemente más grande que la anal, está situada por delante de ésta. La pectoral es cuadrangular, de base ancha. Caudal truncada.

Coloración. La coloración en el ejemplar fijado (muy semejante a la que tenía en fresco) es marrón claro en el dorso, aclarándose hacia el vientre, que es blanco. Zonas dorsal y lateral con manchas circulares, de tamaño variable, color marrón oscuro. Aletas pectorales, dorsal y anal pardo amarillento, caudal pardo más oscuro.

Distribución geográfica. Según Shipp (op. cit.) esta especie habita, en aguas atlánticas occidentales, desde Nueva Jersey hasta Argentina. Según este autor, S. pachigaster vive en aguas relativamente profundas y es la más ampliamente difundida de las especies de su género. Su presencia en nuestras aguas es muy ocasional.

En la colección del Instituto de Biología Marina se cuenta también con dos especies de la Familia Sphyraenidae: Sphyraena guachancho Valenciennes y S. picudilla Poey. De la primera hay dos ejemplares; uno capturado en marzo de 1974 en Necochea (IBMCI Nº 216) y el otro en marzo de 1975 en Mar del Plata (IBMCI Nº 259). De S. picudilla hay un ejemplar pescado en Mar del Plata en mayo de 1976 (IBMCI Nº 273). En una próxima contribución se publicarán los datos correspondientes a ambas especies e información complementaria sobre S. picudilla.

Aparte de estas especies se tuvo ocasión de registrar la presencia en la zona de otras que, por su tamaño o por no haber ingresado a la institución, no se pudieron estudiar con mayor detalle. Dichas especies son:

- Familia Lamnidae. Cetorhinus sp. Un ejemplar macho de 5 me-

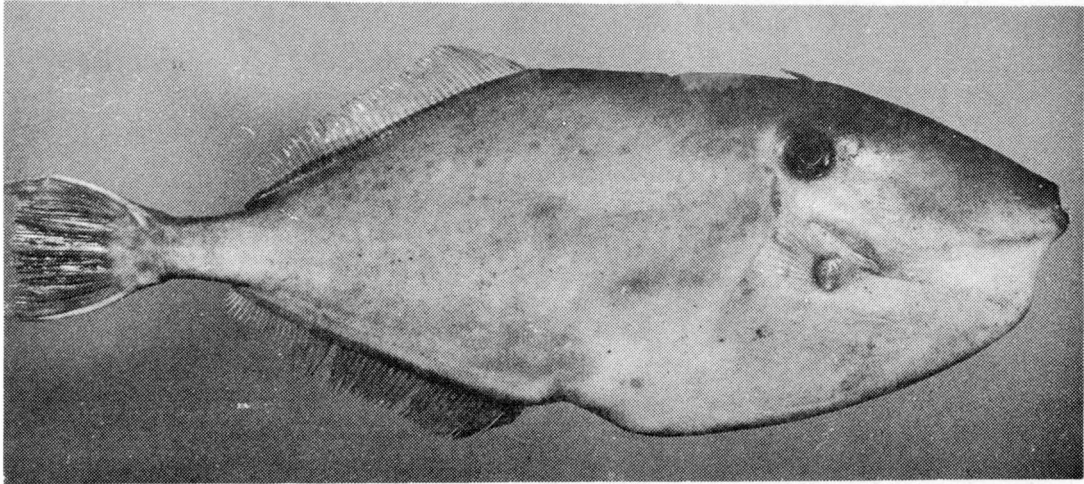


Fig. 9.- Alutera monoceros (Linnaeus)

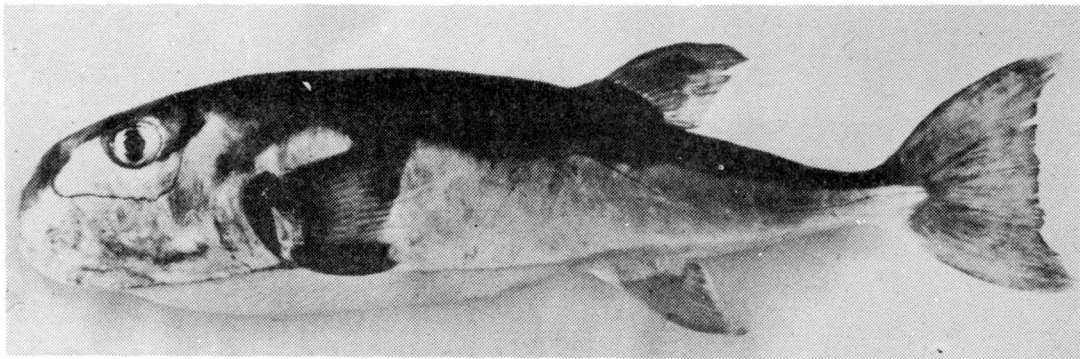


Fig. 10.- Lagocephalus laevigatus (Linnaeus)

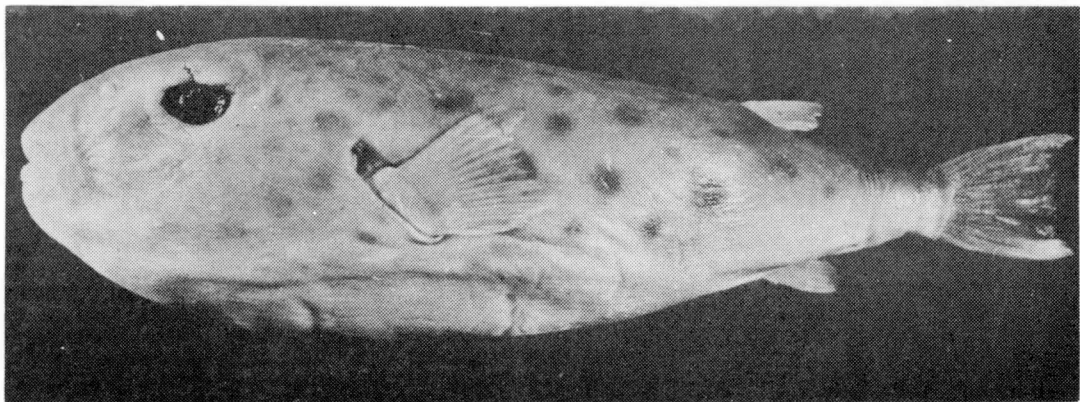


Fig. 11.- Sphaeroides pachigaster (Müller y Troschel)

tros de longitud aproximadamente y 1 000 kg de peso. Localidad: frente a Faro Querandí. Fecha: 16 de octubre de 1975. Capturado por la lancha "María Delia".

Siccardi (1960) ha descripto para el Atlántico Sudoccidental una especie a la que denominó C. normani, que difiere de C. maximus (Gunner) por la disposición de los dientes y proporciones del cuerpo. Al no haberse podido efectuar las mediciones y observaciones necesarias no ha sido posible definir específicamente este ejemplar.

- Familia Balistidae. Canthidermis maculatus (Bloch). Un ejemplar de unos 30 cm LT. Localidad: Camet (Mar del Plata). Fecha: 18 de febrero de 1974. Pescado con línea desde la costa. Este ejemplar fue identificado y devuelto a su colector.
- Familia Molidae. Mola mola (Linnaeus). Un ejemplar de 260 cm LT. Localidad: Miramar. Fecha: 4 de abril de 1975. Capturado desde la costa y arrastrado a la playa. Como característica peculiar, aparte de su gran tamaño, es que era totalmente blanco.

BIBLIOGRAFIA

- Berg, C. 1895. Enumeración sistemática y sinonímica de los peces de las costas argentinas y uruguayas. An. Mus. Nac. Bs. As. 4 (2): 1-83.
- Cervigón, F. 1966. - Los peces marinos de Venezuela. Mon. 11 y 12. Fundación La Salle, Caracas, Venezuela. 2 Tomos, 951 pág.
- Cervigón, F. y Cousseau, M. B. 1971. - Catálogo sistemático de la colección ictiológica del Instituto de Biología Marina. Cont. Inst. Biol. Mar. Mar del Plata, N° 169: 1-28.
- Cervigón, F. y Bastida, R. 1974. - Contribución al conocimiento de la fauna ictiológica de la Provincia de Buenos Aires (Argentina). An. Soc. Cient. Arg. 197 (I-III): 1-20.
- Cuvier, G. y Valenciennes, A. 1830. - Histoire Naturelle des Poissons. 5: 154.

- Dahl, 1971. - Los peces del norte de Colombia. INDERENA. Colombia, 1-391.
- Greenwood, P. H., Rosen, D. E., Weitzman, S. H. and Myers, G. S. 1966. - Phyletic studies of teleostean fishes, with a provisional classification of living forms. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. 131 (4): 341-455.
- Haedrich, R. L. 1967. - Stromateoid fishes. Systematics and a classification. Bull. Mus. Comp. Zool. 135 (2): 31-139.
- Hubbs, C. and Lagler, K. F. 1947. - Fishes of the great Lakes Region. University of Michigan Press, Ann. Arbor.,: 1-135.
- Jardim, L. F. A. 1973. - Sienideos marinhos da Costa do Brasil Sul (Acanthopterygii, Perciformes, Sciaenidae). Comun. Mus. Ci. PUCRS. Serie Zoología Nº 3: 1-64.
- Kreff, G. 1969. - Ergebnisse der Forschungsreisen des FFS "Walther Herwig" nach Südamerika. VI. Fische der Familia Centrolophidae (Perciformes, Stromateoidei) Arch. Fischer-eiwiss. 20 (1): 1-9.
- Lahille, F. 1921. - Enumeración de los peces cartilagosos, Plectognatos y Gimnótidos encontrados en las aguas argentinas. Min. Agr. de la Nación. Dir. Lab. e Inv. Agric. Ganad. Lab. Zool.: 1-41.
- Nani, A. 1964. - Variaciones estacionales de la fauna íctica del área de pesca de Mar del Plata. CARPAS/2/D Téc. 20: 1-21.
- Pozzi, A. J. y Bordalé, L. F. 1935. - Cuadro sistemático de los peces marinos de la República Argentina. An. Soc. Cient. Arg. 120 (IV): 145-192.
- Randall, J. E. 1966. - On the validity of the Western Atlantic threadfin fish Polydactylus oligodon (Günther). Bull. Mar. Sci. 16 (3): 599-602.
- Randall, J. E. 1968. Caribbean Reef Fishes. T.F. H. Pub. Inc.: 1-318.
- Ringuelet, R. A. y Arámburu, R. H. 1960.- Peces marinos de la República Argentina. Clave para el reconocimiento de Familias y Géneros. Catálogo crítico abreviado. Rev. Agro. Nº 5: 1-141.
- Shipp, R. L. - The pufferfishes (Tetraodontidae) of the Atlantic Ocean. Gulf Coast Res. Lab. Mus. 4: 1-154.
- Siccardi, E. 1960. - Cetorhinus en el Atlántico Sur (Elasmo-branchii: Cetorhinidae). Rev. Mus. Arg. Cienc. Nat. "B. Rivadavia". Ciencias Zoológicas 6 (2): 61-101.

- Thales De Lema, E. y De Oliveira, M. F. T., 1974. - Presença do Genero Alutera Cuvier 1817 no extremo sul do Brasil e contribuição ao conhecimento das especies (Tetraodontiformes, Balistoidei, Balistidae). Comun. Mus. Ci. PUCRGS, Porto Alegre, 5 : 1-8.
- Travassos, H. y Pinto Paiva, M. 1957. - Lista dos Sciaenidae marinhos brasileiros, contendo chave de identificação e proposto de "nomes vulgares oficiais". Bol. Inst. Oceanog. Sao Paulo, 7 (1 y 2): 139-170.

Agradecimientos. Los autores quieren dejar expresado su agradecimiento a la Asociación de Patronos Pescadores de Mar del Plata por el interés demostrado al avisar siempre que alguno de sus miembros llegaba a Puerto con ejemplares extraños; a los pescadores, profesionales o deportistas que se acercan al Instituto de Biología Marina para llevar sus hallazgos y a los profesionales y técnicos del citado Instituto que también participan en el enriquecimiento de la colección al aportar los peces que les resultan desconocidos.

ESTUDIO DE MATERIALES TERMOPLASTICOS
PARA DEMARCACION DE PAVIMENTOS

Dr. Wálter O. Bruzzoni *

Ing. Alberto C. Aznar

* Responsable del Area "Estudios de Propiedades Físico-Químicas de Películas de Pinturas" del CIDEPINT.

INTRODUCCION

Este trabajo se ha desarrollado con el objetivo fundamental de estudiar en forma comparativa, el comportamiento en servicio de materiales termoplásticos que son utilizados en señalización vial por las distintas Direcciones de Vialidad y Municipalidades del país.

Se trata además de establecer correlación de resultados en servicio con los de ensayos de laboratorio, y obtener una norma general de aplicación en las distintas reparticiones provinciales y nacionales.

Estos materiales son estudiados desde hace mucho tiempo, y generalmente la ejecución de los ensayos se realiza de acuerdo a especificaciones particulares de cada organismo. En las mismas es dable observar diferencias en los valores límite establecidos para requisitos tales como deslizamiento por calor, absorción de agua y adhesión al pavimento, y fundamentalmente en la técnica de ejecución de este último ensayo, considerado de gran valor informativo respecto del comportamiento del material en su uso real.

Estas diferencias observadas en la fijación de límites y en las técnicas de evaluación, unida a la falta de disponibilidad de resultados de ensayo en servicio que respalden aquellos valores es lo que nos ha llevado a realizar este trabajo con la finalidad propuesta.

OBTENCION DE MUESTRAS

Fueron remitidas por los fabricantes a pedido del Laboratorio, y se identificaron de la siguiente manera:

Muestra 1 (Fabricante A): Pintura termoplástica blanca reflectante G8418.

Muestra 2 (Fabricante A): Pintura termoplástica blanca reflectante G8418.

tante 551-913.

Muestra 3 (Fabricante A): Pintura termoplástica blanca reflectante 551-910.

Muestra 4 (Fabricante B): Material termoplástico blanco.

Muestra 5 (Fabricante C): Material termoplástico blanco 211-1196.

Muestra 6 (Fabricante C): Material termoplástico amarillo 211-1197.

Muestra 7 (Fabricante D): Material termoplástico blanco 32-101.

Muestra 8 (Fabricante D): Material termoplástico blanco 32-102.

Con cada una de las muestras fue remitido el correspondiente imprimador para pavimento asfáltico y de hormigón.

Se procedió a practicar el cuarteo de las distintas muestras a fin de separar porciones representativas para realizar los análisis químicos y ensayos físicos de laboratorio, destinando el material restante a la ejecución del ensayo en servicio.

PARTE EXPERIMENTAL

Las muestras fueron sometidas a distintos ensayos de laboratorio, con la finalidad de determinar las diferentes propiedades exigibles a este tipo de material. Además se analizaron químicamente para determinar su composición.

Con el objeto de conocer su real comportamiento práctico se realizó un ensayo en servicio sobre dos tipos de pavimento: asfáltico y de hormigón.

1. ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos practicados incluyen las siguientes deter-

minaciones:

Color

Realizado por apreciación visual.

Punto de ablandamiento

Se determinó empleando la técnica de aro y esfera establecida en el método ASTM D-36. Los resultados de este ensayo permiten fijar valores que aseguran la permanencia de la franja en servicio, sin sufrir deformaciones por efecto de temperaturas elevadas.

Comportamiento a la temperatura de aplicación

Se coloca el material trozado en un recipiente de acero de 6-7 cm de diámetro y 10 cm de altura, en cantidad suficiente para ocupar $3/4$ partes de su volumen en estado de fusión. Se calienta el material hasta la temperatura de aplicación indicada por el fabricante mientras se agita con espátula de acero y se mantiene en esas condiciones durante 15 minutos. Se deja enfriar a temperatura ambiente y se repite el ciclo tres veces más.

Por último el material fundido se vuelca sobre placa de fibrocemento en el interior de un marco metálico de 5x10 cm y 3 mm de espesor.

Paralelamente se prepara una probeta similar con material que no ha sufrido el tratamiento de calentamientos y enfriamientos sucesivos, a fin de tomarla como referencia.

Se considera que la muestra cumple el ensayo si durante el calentamiento no produce humos o vapores agresivos y si además la película no muestra ampollado, granulaciones o cambio de color respecto al testigo.

Con este ensayo se trata de determinar si el material mantiene sus características originales, aunque haya soportado calentamientos repetidos, como suele ocurrir corrientemente en la práctica.

Comportamiento a bajas temperaturas

Se emplea un panel de asbesto-cemento de aproximadamente 20 x 20 cm y 4 mm de espesor, y marco metálico que permite obtener una probeta de 5 x 10 cm y 3 mm de espesor, el

| Composición del material: | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| Pigmento y carga, % | 40,0 | 39,0 | 38,0 | 50,0 | 45,0 | 45,2 | 40,0 | 40,1 | |
| Esferas, % | 31,5 | 31,9 | 33,0 | 31,3 | 31,2 | 30,0 | 39,0 | 39,5 | |
| Material ligante (por diferencia), % | 28,5 | 29,1 | 29,0 | 18,7 | 23,8 | 24,8 | 21,0 | 20,4 | |
| Esfereas de vidrio incorporadas | | | | | | | | | |
| Indice de refracción, luz de tungsteno a 25°C | 1,510 | 1,510 | 1,510 | 1,500 | 1,500 | 1,500 | 1,520 | 1,520 | |
| Esfereas perfectas, % | 82 | 83 | 82 | 75 | 76 | 76 | 80 | 79 | |
| Granulometría, tamices USA Standard: | | | | | | | | | |
| Pasa tamiz 20, % | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| Pasa tamiz 40, % | 76 | 76 | 75 | 68 | 68 | 75 | 82 | 80 | |
| Pasa tamiz 60, % | 14 | 14 | 14 | 10 | 15 | 10 | 6 | 14 | |

ESFERAS DE VIDRIO PARA SEMBLAR

| | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|---|---|-------|-------|--|
| Indice de refracción, luz de tungsteno a 25°C | 1,520 | 1,520 | 1,520 | 1,500 | - | - | 1,520 | 1,520 | |
| Esfereas perfectas, % | 82 | 82 | 82 | 76 | - | - | 80 | 80 | |
| Granulometría, tamices USA Standard: | | | | | | | | | |
| Pasa tamiz 20, % | 100 | 100 | 100 | 100 | - | - | 100 | 100 | |
| Pasa tamiz 40, % | 80 | 80 | 80 | 67 | - | - | 78 | 78 | |
| Pasa tamiz 60, % | 10 | 10 | 10 | 12 | - | - | 12 | 12 | |

Clave de la tabla: Sat., satisfactorio; No Sat., no satisfactorio.

que debe ser lubricado en sus bordes interiores.

Se coloca el molde sobre el panel y se vierte dentro del marco el termoplástico fundido a su temperatura de aplicación. Se enrasa con espátula, se deja enfriar y se retira el marco metálico. Se lleva el panel a un gabinete refrigerado y se deja durante 24 horas a -5°C . Transcurrido ese lapso se observa. Se considera que el termoplástico cumple el ensayo si no se aprecia cuarteado o agrietado.

Con este ensayo se pretende obtener información respecto al comportamiento del material cuando debe soportar requerimientos de temperaturas bajas.

Resistencia a la depresión

El material termoplástico se calienta durante 4 horas a la temperatura de aplicación, se vuelca en un recipiente metálico de 10 cm de diámetro y 2-3 cm de altura y se deja enfriar. Se determina luego la dureza con durómetro shore A a las temperaturas de 20°C y 45°C de acuerdo al método ASTM D-1706-51, con un tiempo de ensayo de 15 segundos.

Con este ensayo se trata de determinar los límites de dureza del material compatibles con las exigencias de servicio, es decir lograr en laboratorio un método que mida la acción del peso de los vehículos sobre la banda de material, a diferentes temperaturas.

Escurecimiento por calentamiento a 70°C

Se prepara una probeta en forma similar a la indicada para realizar el ensayo de comportamiento a baja temperatura. Se traza una línea de referencia siguiendo la dirección de uno de los bordes angostos de la porción moldeada. Con este borde orientado hacia la parte inferior se coloca el panel en forma oblicua, con ángulo de 45 grados, en una estufa a 70°C durante 24 horas.

La posición del panel será tal que la línea de referencia conserve posición horizontal. Al cabo del tiempo indicado se mide el deslizamiento a partir de la línea de referencia.

Este ensayo aporta información con respecto a la estabilidad o indeformabilidad de la franja en ciertas condiciones de servicio, que involucra tanto las temperaturas norma-

les de verano como las variaciones que pueden ocurrir al nivel del pavimento.

Resistencia a la acción de la luz

Un panel de características similares al empleado en el ensayo anterior, se somete a la acción de la luz del Fade-Ometer Atlas durante 50 horas.

El material no habrá experimentado cambio sensible de color cuando se examina visualmente respecto a una probeta no expuesta que se toma como referencia.

Este ensayo pretende medir la permanencia del color frente a la acción de la luz solar y es indicativo de las características del pigmento responsable del color del producto.

Absorción de agua

En un marco como el usado para el ensayo de comportamiento a baja temperatura se vierte una porción de termoplástico fundido sobre un panel de hojalata previamente entalcado. Una vez que se ha enfriado, se retira el molde y se separa la base de hojalata.

La probeta así moldeada se pesa y se sumerge en agua destilada durante 24 horas a 25°C, siguiendo los lineamientos de la norma ASTM D-570-63.

La absorción se expresa en forma porcentual.

Con este ensayo se trata de obtener valores que den una idea de la impermeabilidad al agua que ofrece el termoplástico.

Es conocido el hecho que los materiales porosos sufren un deterioro mayor que los impermeables, cuando son sometidos a la acción de la intemperie.

Ensayo de adhesión

Este ensayo se realizó poniendo en práctica dos técnicas diferentes. Una primera, siguiendo los lineamientos de la norma ASTM C-321-56, y que es similar a la establecida en IRAM 1211. La segunda es una técnica propuesta por el LEMIT y se describe a continuación:

Se aplica el material termoplástico fundido, sobre una probeta de hormigón previamente imprimada, con un espesor de 3 mm formando dos bandas de 5 cm de ancho, separadas entre sí por una distancia de 2 cm, siendo la longitud de cada tramo de 10 cm.

Una vez que el material termoplástico ha adquirido la temperatura ambiente (aproximadamente 2 h) se aplica una espátula del mismo ancho de la banda, en la forma que se indica en la figura 1 y se hace caer sobre el extremo del mango una pesa de 500 g que describe un arco de 90° desde 30 cm de altura.

Luego se invierte la probeta y se ensaya por duplicado la porción restante de muestra.

Se considera que el material satisface el ensayo cuando no se produce separación en la interfase probeta/termoplástico. Se debe atribuir especial valor a las propiedades adhesivas del termoplástico, ya que esta característica se relaciona con las de desprendimiento que el material en servicio sufre por acción del tránsito.

Es común que el material aplicado en un camino sufra deterioro muy marcado casi exclusivamente por desprendimiento, sin que ocurra abrasión; de ahí que resulte muy importante disponer de un método práctico que mida aquella propiedad.

Composición

Se determinó el porcentaje de pigmento, de esferas y de material ligante y además las características refringentes y granulométricas de las esferas.

Los resultados de los ensayos descriptos se consignan en la tabla I.

2. ENSAYO EN SERVICIO

En la realización de este ensayo se emplearon dos zapatas construidas en el LEMIT (fig. 2), que permiten distribuir el termoplástico en forma manual en bandas de 3 mm de espesor y 10 cm de ancho.

Se aplicaron las muestras sobre pavimentos de hormigón



Fig. 1.- Ensayo de adhesión



Fig. 2.- Aplicación sobre pavimento para ensayo en servicio

y asfáltico en la Ruta Nacional 1, en jurisdicción de Gutierrez, partido de Berazategui. Para ello se limpió el pavimento por barrido y se imprimió la zona correspondiente a cada muestra con el material suministrado por el fabricante con ese fin. Luego de 30 minutos de secado se vertió cada muestra de termoplástico fundido a la temperatura de aplicación en una zapata y se distribuyó el material en bandas de sentido normal a la dirección de circulación del tránsito. Sobre pavimento asfáltico no fue aplicada la muestra nº 6 por resultar escasa la cantidad de material remitido.

Este ensayo se inició el 29-XI-74. Esta fecha se eligió en razón de haberse determinado en anteriores trabajos realizados en el LEMIT sobre pinturas para señalización vial, que los períodos octubre/diciembre y marzo/abril son los más adecuados para la aplicación de pinturas o termoplásticos, por la influencia que las condiciones climáticas tienen sobre las características superficiales del pavimento, y que gravitan sobre la adhesión del termoplástico.

Se realizaron inspecciones periódicas determinando las características de aspecto general, retención de suciedad, conservación del color y desprendimiento. Los resultados de esta experiencia en servicio se consignan en la tabla II. Además se ha practicado un registro fotográfico de las franjas. Las mismas componen el material gráfico que completa esta publicación.

Se estima que este ensayo, con respecto al de servicio normal, resulta en cierta medida acelerado, por la densidad de tránsito y por la posición de la franja con respecto al mismo. Es el que tiene mayor valor informativo de todos los realizados.

Se hace notar que, es sumamente importante disponer de valores de ensayos de laboratorio que aporten la información necesaria para predecir en tiempo relativamente breve el comportamiento del material en su vida útil, desde que el ensayo en servicio demanda períodos superiores al año de exposición.

Para ello es necesario determinar previamente la correlación de resultados entre ambos tipos de ensayos. Ese es el objeto de nuestro trabajo.

T A B L A II

ENSAYO DE TERMOPLASTICOS EN SERVICIO

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. <u>Exposición 270 días, pavimento de hormigón</u> | | | | | | | | |
| Aspecto de la banda..... | Bueno | Bueno | Bueno | Bueno | Bueno | Bueno | Bueno | Bueno |
| Retención de suciedad..... | Sat. | Sat. | Sat. | Sat. | Sat. | Sat. | Sat. | Sat. |
| Conservación del color..... | Sat. | Sat. | Sat. | Sat. | Sat. | Sat. | Sat. | Sat. |
| Desprendimiento en la zona de tránsito (ASTM D-913)..... | 8-10 | 8-10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 2. <u>Exposición 270 días, pavimento asfáltico</u> | | | | | | | | |
| Aspecto de la banda..... | Bueno | Bueno | Bueno | Bueno | Bueno | - | Bueno | Bueno |
| Retención de suciedad..... | Sat. | Sat. | Sat. | Sat. | Sat. | - | Sat. | Sat. |
| Conservación del color..... | Sat. | Sat. | Sat. | Sat. | Sat. | - | Sat. | Sat. |
| Desprendimiento en la zona de tránsito (ASTM D-913)..... | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | - | 8-10 | 8-10 |

3. Exposición 510 días, pavimento de hormigón

| | | | | | | | | |
|--|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Aspecto de la banda..... | Malo | Reg. | Bueno | Bueno | Bueno | Bueno | Bueno | Bueno |
| Retención de suciedad..... | - | Sat. | Sat. | Sat. | Sat. | Sat. | Sat. | Sat. |
| Conservación del color..... | - | Sat. | Sat. | Sat. | Sat. | Sat. | Sat. | Sat. |
| Desprendimiento en la zona de tránsito (ASTM D-913)..... | 0-2 | 6 | 10 | 8 | 8-10 | 8-10 | 8 | 10 |

4. Exposición 510 días, pavimento asfáltico

| | | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|---|-------|-------|-------|
| Aspecto de la banda..... | Bueno | Bueno | Bueno | Bueno | - | Bueno | Bueno | Bueno |
| Retención de suciedad..... | Sat. | Sat. | Sat. | Sat. | - | Sat. | Sat. | Sat. |
| Conservación del color..... | Sat. | Sat. | Sat. | Sat. | - | Sat. | Sat. | Sat. |
| Desprendimiento en la zona de tránsito (ASTM D-913)..... | 8-10 | 8-10 | 10 | 10 | - | 10 | 8-10 | 8-10 |

Clave de la tabla: Sat., satisfactorio; Reg., regular.

DISCUSION DE RESULTADOS

En el ensayo en servicio se observa que los termoplásticos presentan mejor comportamiento sobre pavimento asfáltico que sobre hormigón. En efecto, la totalidad de las muestras aplicadas sobre asfalto presenta, al cabo de 510 días de exposición, valores de desprendimiento entre 8-10 y 10 (tabla II, fig. 3). Sólo en el caso de los productos 1 y 2 hay un desprendimiento parcial, en la zona próxima a la banquina del camino, que aparentemente no puede atribuirse a defectos del material. Es de hacer notar que un ensayo de este tipo debería hacerse sobre un número mayor de franjas y aplicadas en lugares diferentes, a fin de evitar, de esa manera, errores de apreciación debidos a características particulares del pavimento. Eso no se ha hecho en esta oportunidad por no contar con la cantidad suficiente de muestra.

Sobre hormigón, luego de dicho lapso, las muestras 3 y 8 no presentan fallas (tabla II, fig. 5), con un valor de desprendimiento 10 de acuerdo a los patrones de ASTM D-913. Las muestras 5 y 6 presentan valores 8-10, y las muestras 4 y 7 valor 8. El deterioro es importante en las franjas correspondientes a los termoplásticos 1 y 2.

Los ensayos correspondientes a 270 días (tabla II, figuras 4 y 6), no permiten establecer mayores diferencias de comportamiento entre los distintos productos ensayados, estimándose que en todos los casos, para los dos pavimentos, los resultados han sido satisfactorios.

Con respecto a las experiencias de laboratorio, cuyos resultados se exponen en la tabla I, pueden hacerse las siguientes consideraciones:

El punto de ablandamiento varía dentro de un estrecho margen, entre 82 y 90, para las diferentes muestras ensayadas. Si consideramos que al cabo de 510 días de ensayo en servicio no se aprecia deformación de las franjas aplicadas sobre los pavimentos, resulta que dicho rango de temperaturas asegura la permanencia del material, sin que se produzcan deformaciones en la zona de ensayo, donde en época de verano la temperatura

del pavimento es elevada.

Todas las muestras se comportan satisfactoriamente frente a los cambios térmicos (temperatura de aplicación 180°C y baja temperatura - 5°C). Luego de ser sometida a estos ensayos, la película de las diferentes muestras no presenta cuarteado ni otra alteración visible.

Con respecto a la resistencia a la depresión, a temperaturas inferiores a 20°C todas las muestras ensayadas, presentan dureza shore A superior a 95, mientras que cuando la determinación se efectúa a 45°C, la dureza presenta variaciones entre un mínimo de 70 y un máximo de 91. Si se considera que las franjas en general no se han deformado por el paso de vehículos (excepción hecha de muestras 1 y 2, que presentan desprendimiento, debido a otras causas) se debe considerar en principio como valores aceptables una dureza mínima de 95 unidades shore A a 20°C y una mínima de 70 unidades shores A para temperatura de 45°C.

Las muestras ensayadas presentan valores muy bajos de escurrimiento por calor; los resultados varían entre 1 y 2 mm en las condiciones de ensayo, valores éstos que deben aceptarse como máximos debido a que permiten asegurar un buen comportamiento de la franja de termoplástico en servicio, como efectivamente ha ocurrido en este estudio.

La acción de la luz ultravioleta, en las condiciones de ensayo, no provoca alteraciones sobre la película de los termoplásticos ensayados. En este aspecto guarda relación con lo observado en servicio. No modificación de color en ninguno de los dos casos.

Las diferentes muestras presentan valores de absorción de agua del orden de 0,10 a 0,15. Esto significa que el grado de permeabilidad es similar en todos los casos y de bajo orden, lo que impide una destrucción prematura del material por penetración de humedad y posterior evaporación brusca por efecto térmico, durante su actividad en servicio.

Las muestras 3, 5, 6 y 8 que son las de mejor comportamiento en servicio, satisfacen el ensayo de adhesividad propuesto por este Laboratorio, y presentan además la mayor tensión de adhesión. Los valores obtenidos varían entre 10,6 y 11,6 kg/cm², ensayadas según ASTM C-321-56. Los termoplásti-

cos 4 y 7, presentan valores ligeramente inferiores a las anteriores (entre 9,2 y 8,9 kg/cm²) y satisfacen también el ensayo según la técnica LEMIT; además se comportan satisfactoriamente en servicio. Las muestras 1 y 2, cuyo deterioro en servicio es muy grande, exhiben valores de tensión de adhesión ASTM C-321-56 de 7,0 y 7,6 kg/cm², y tampoco satisfacen el ensayo de adhesividad según la técnica LEMIT.

Considerando el aspecto composición, puede establecerse que los productos estudiados presentan un contenido de esferas que varía entre el 30 y 39,5 por ciento, correspondiendo los valores más elevados a las muestras 7 y 8.

Un contenido mínimo de ligante asegura la cohesión del material y evita la desintegración de la franja; las características físico-químicas de dicho ligante juegan un rol fundamental en lo relativo a adhesión al pavimento.

El valor mínimo obtenido es de 18,7 por ciento, y corresponde a la muestra 4, que es una de las que se comporta bien a la adhesión por los diferentes métodos empleados y que, además presenta buen comportamiento en servicio.

Los restantes productos de buen comportamiento en servicio y de características adhesivas adecuadas, varían su contenido de ligante entre este límite inferior y 29,0 por ciento. También presentan contenido de este último orden las dos muestras que no satisfacen los ensayos de adhesividad (1 y 2) y que presentan deficiencias en servicio.

En lo que respecta a las esferas, se observan valores de refringencia similares (índice de refracción entre 1,500 y 1,520) lo que informa sobre la similitud de composición de las mismas. Presentan además poca variación en el grado de esfericidad (entre 75 y 82 por ciento). Se observa alguna diferencia en la granulometría, no muy marcada (valores de pasaje por tamiz n° 40, entre 67 y 80 por ciento).

Para efectuar un estudio crítico de las características de las esferas y la visibilidad nocturna que confieren al material al ser iluminado por los faros de los vehículos, se debe disponer de un medidor de visibilidad nocturna ("night visibility meter") que reproduzca las condiciones geométricas de incidencia y reflexión de la luz durante la iluminación en las condiciones de conducción de vehículos. No se dispone por

el momento de este equipo. Sin embargo se constató que todas las muestras aplicadas en servicio, cuando son iluminadas con los focos de un automóvil muestran buena visibilidad, al ser observadas desde la posición del conductor.

CONCLUSIONES

1. Los termoplásticos ensayados, que son muestras representativas de la calidad que es capaz de producir la industria nacional, se comportan en su totalidad en forma satisfactoria en el ensayo en servicio ejecutado en forma acelerada sobre pavimento asfáltico durante 510 días. El 75 por ciento de las muestras también exhibe buen comportamiento en el ensayo similar efectuado sobre pavimento de hormigón.

2. El color de las diferentes muestras se mantiene prácticamente sin alteraciones tanto en el ensayo en servicio como frente a la acción de la luz de arco.

3. El estrecho rango de variación del punto de ablandamiento que se observa en las diferentes muestras, asegura la permanencia de la franja en servicio, sin deformación. Las mismas soportan, además, sin alteraciones, los cambios térmicos.

4. La dureza que presentan los materiales ensayados en función de los cambios térmicos permite fijar límites mínimos que aseguren su indeformabilidad por efecto del paso de vehículos. Además presentan valores de escurrimiento por el calor lo suficientemente bajos como para que, en principio, puedan ser fijados como límite, desde que corresponden a materiales que se comportan adecuadamente en servicio.

5. Las muestras presentan valores de absorción de agua que indican alta impermeabilidad.

6. Los valores de adhesión obtenidos con los métodos de laboratorio tienen buena correlación con los del ensayo en servicio, lo que permite fijar límites para una especificación. Se considera que el método LEMIT, por su sencillez de ejecu-

ción, resultaría de valor práctico y podría eventualmente sustituir al método fijado en ASTM C-321-56.

7. La composición que presentan las distintas muestras ensayadas permiten fijar límites en el contenido de ligante que asegure cohesión del material terminado. Las esferas reflectantes constituyentes de las diferentes muestras son de características similares.

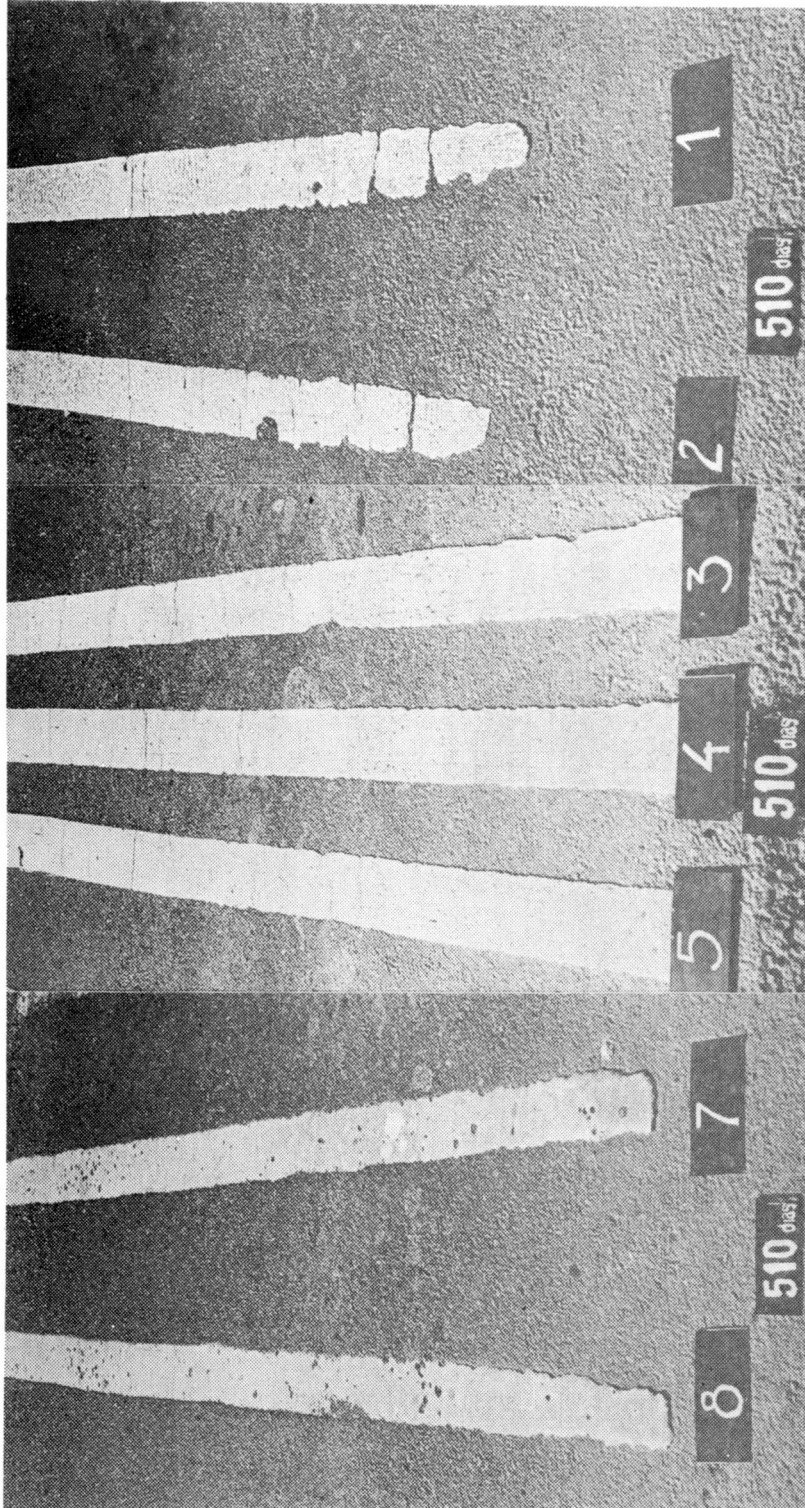


Fig. 5.- Termoplásticos aplicados sobre pavimento asfáltico luego de 510 días de ensayo en servicio

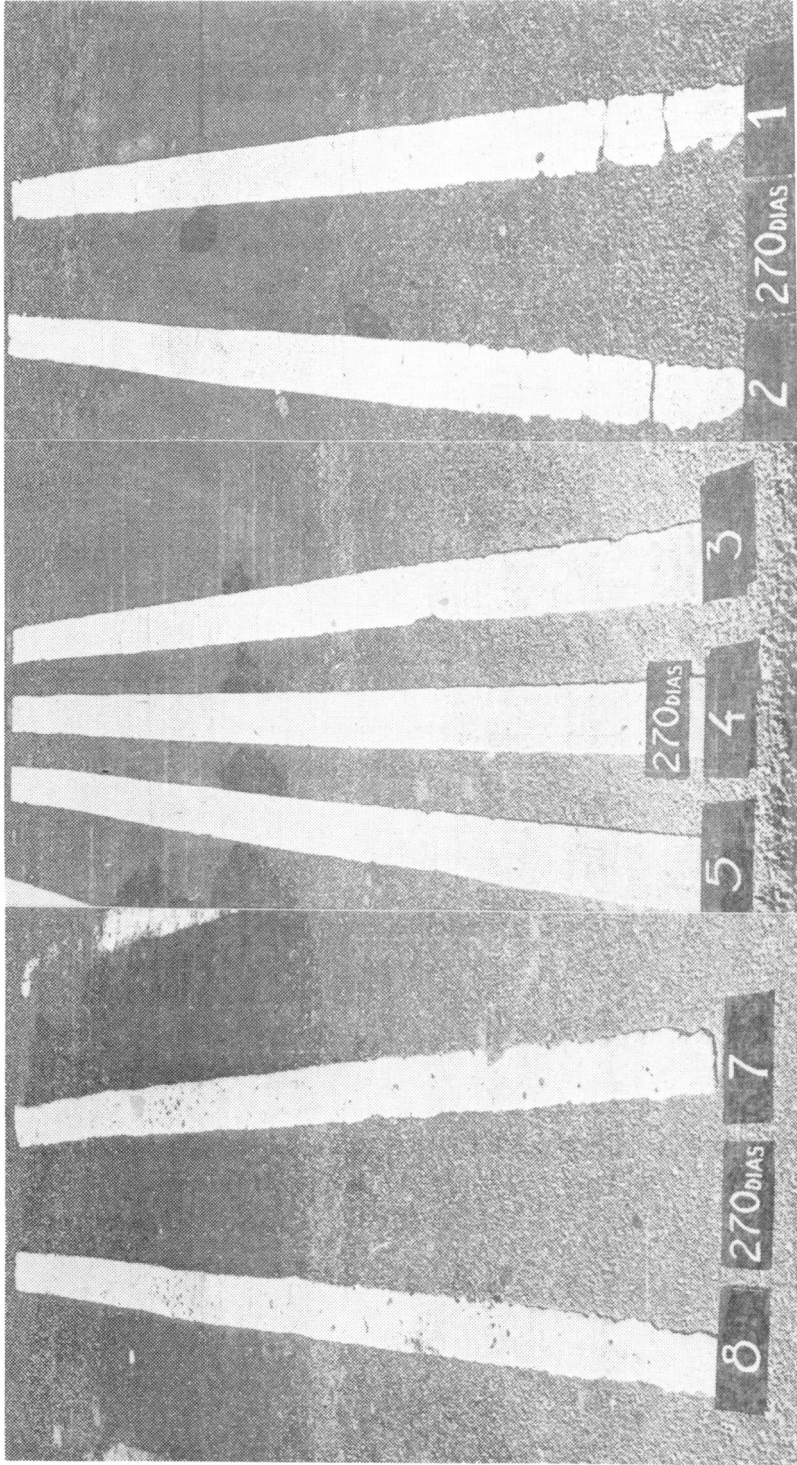


Fig. 4.- Termoplásticos aplicados sobre pavimento asfáltico luego de 270 días de ensayo en servicio

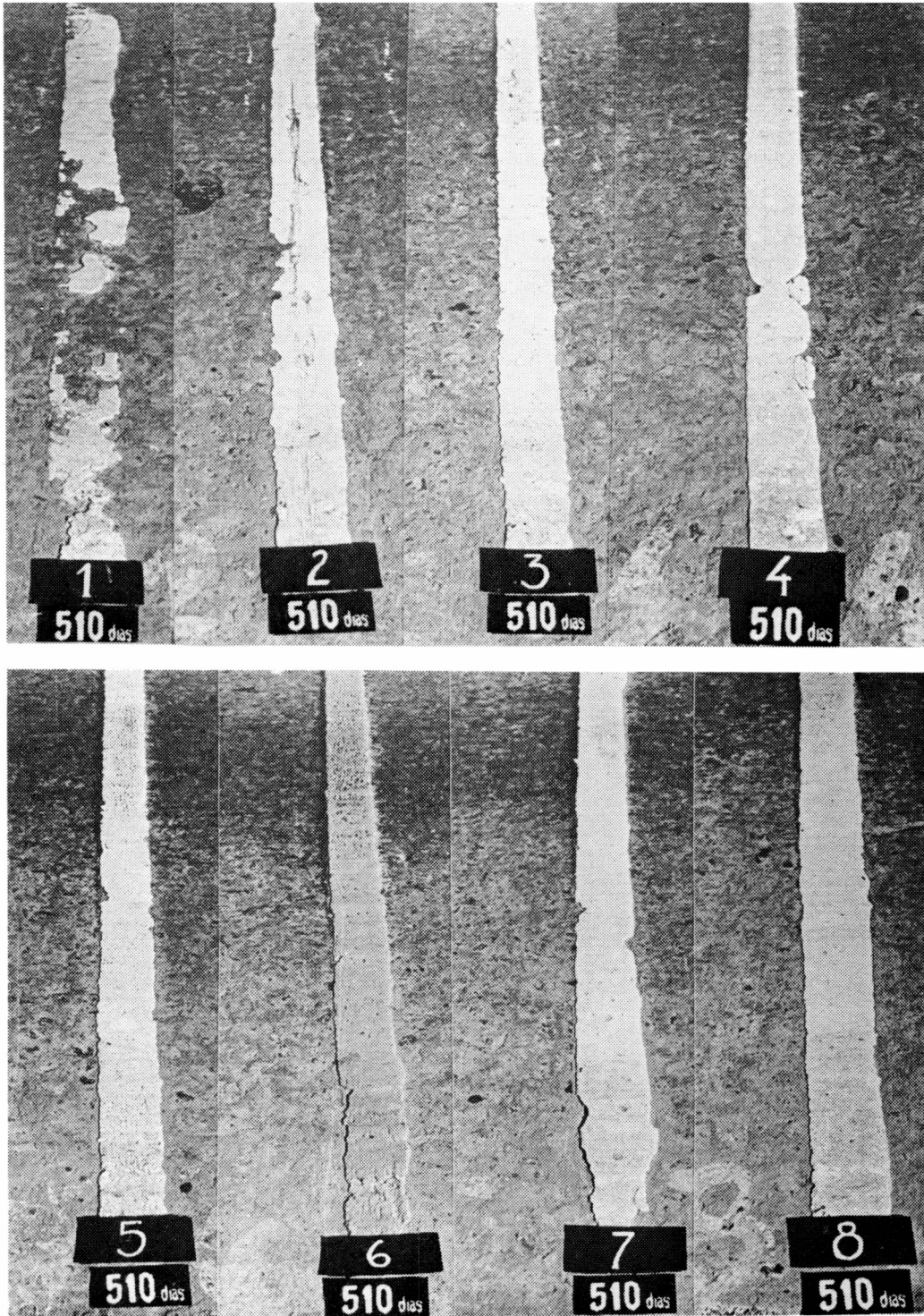


Fig. 5.- Termoplásticos aplicados sobre pavimento de hormi-
gón luego de 510 días de ensayo en servicio

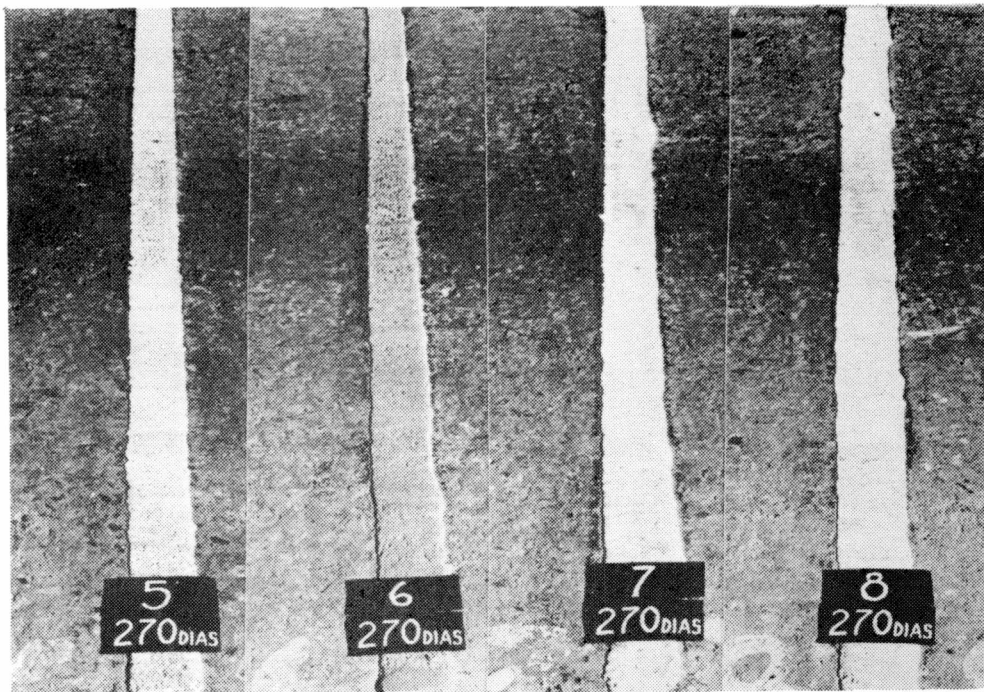
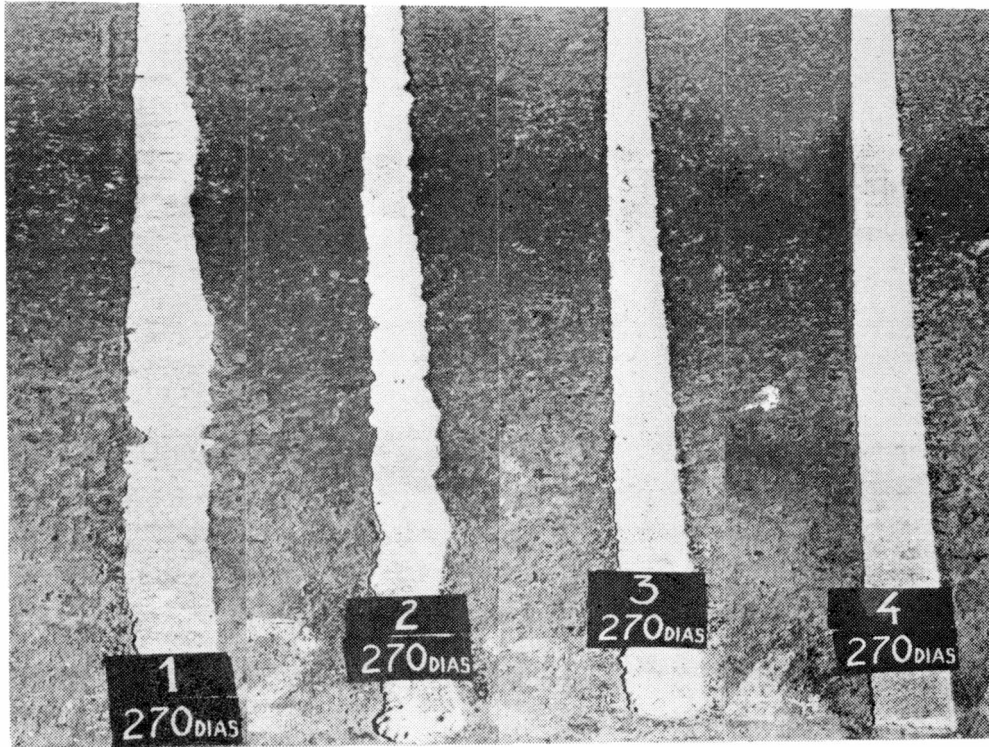


Fig. 6.- Termoplásticos aplicados sobre pavimento de hormigón luego de 270 días de ensayo en servicio

A P E N D I C E

PROYECTO DE ESPECIFICACION

En base a los resultados obtenidos, se proponen los siguientes ensayos y su respectivo límite como antecedente para la confección de una especificación.

Color: será similar al de la muestra convenida.

Punto de ablandamiento A y E, °C: mínimo 80.

Comportamiento a temperatura de aplicación (180°C): no se producirán humos ni vapores agresivos, no mostrará ampollado, granulaciones, cuarteado o cambios de color.

Comportamiento a baja temperatura (-5°C): no mostrará cuarteado o agrietado.

Resistencia a la depresión durómetro Shore A:

a) A 20°C, mínimo 95

b) A 45°C, mínimo 70

Escurrecimiento a 70°C, mm, máximo 2

Resistencia a la acción de la luz (50 h en Fade Ometer Atlas): no presentará alteración de color.

Absorción de agua (24 h a 45°C), %, máximo 0,15

Adhesión:

a) Técnica ASTM C-321-56, kg/cm², mínimo 9

b) Técnica LEMIT, cumplirá el ensayo (no se producirá separación en la interfase probeta/termoplástico).

Composición:

a) Ligante, %, mínimo 19; máximo 29

b) Esferas, %, mínimo 30

Esferas de vidrio incorporadas:

Índice de refracción a 25°C, mínimo 1,500

Esferas perfectas, %, mínimo 75

Granulometría:

Pasa tamiz 20, %, mínimo 100; pasa tamiz 40, %, mínimo 70 - máximo 80; pasa tamiz 60, %, máximo 15

Esferas de vidrio para sembrar:

Índice de refracción a 25°C, mínimo 1,500

Esferas perfectas, %, mínimo 75

Granulometría:

Pasa tamiz 20, %, mínimo 100; pasa tamiz 40, %, mínimo 70 - máximo 80; pasa tamiz 60, %, máximo 15

Abstracts of Papers in this Issue

U.D.C. 667.621:667.638.2

Rascio V., J. J. Caprari, B. del Amo and R. D. Ingeniero

RAFT TESTS OF ANTICORROSION PAINTS OF HIGH RESISTANCE

LEMIT-ANALES, 3-1977, 1/51 (Serie II, n° 353).

The optimizing of a series of anticorrosion paints tested previously in experimental rafts has been done. This is a new approach to this subject, before the application of that paints on ship bottoms.

Five anticorrosion pigments (lead oxide, basic lead silicochromate, basic lead sulfate-aluminium and two basic zinc chromates of different solubilities) were used in the formulations. The pigments and extenders were dispersed in a binder based in a phenolic varnish where different quantities of chlorinated rubber (20 cP) had been incorporated.

The paint systems were applied on plates with different surface treatment and tested in the experimental raft at Puerto Belgrano.

U.D.C. 667.637.27:621.791

Caprari J. J. and V. Rascio

COMPATIBILITY OF SHOP-PRIMERS WITH ANTICORROSION PAINTS FOR SHIPS' BOTTOMS

LEMIT-ANALES, 3-1977, 53/75 (Serie II, n° 354).

The shop-primers are employed in naval shipyards to protect the steel plates against corrosion during the construction period. These primers must be also compatible with the anticorrosion systems employed subsequently.

Different formulations of shop-primers were tested by accelerated exposure tests during 20 months at La Plata. Products based on zinc dust and zinc-aluminium demonstrated good exterior resistance and anticorrosion properties.

Over that panels anticorrosion marine paints were applied and submitted to raft trials in Mar del Plata's Harbour.

C.D.U. 667.621:667.638.2

Rascio V. J. D., J. J. Caprari, B. del Amo y R. D. Ingeniero
PINTURAS ANTICORROSIVAS PARA LA PROTECCION DE CARENAS DE BAR-
COS. VII. OPTIMIZACION DE FORMULACIONES

LEMIT-ANALES, 3-1977, 1/51 (Serie II, nº 353).

Se ha realizado la optimización de una serie de composiciones de pinturas anticorrosivas, ensayadas con anterioridad en balsas experimentales como etapa previa a la iniciación de experiencias sobre carenas de embarcaciones.

En las formulaciones se emplean cinco pigmentos anticorrosivos (minio, sílicocromato básico de plomo, sulfato de plomo-aluminio y cromatos básicos de cinc de diferente solubilidad). Los mismos fueron dispersados en un barniz de resina fenólica-aceite de tung, al cual se incorporaron diferentes proporciones de caucho clorado de 20 cP.

Sistemas de pinturas aplicados sobre paneles con diferente tratamiento de superficie, fueron ensayados en línea de flotación y en carena en la balsa de Puerto Belgrano.

C.D.U. 667.637.27:621.791

Caprari J. J. y V. J. D. Rascio

COMPATIBILIDAD DE PINTURAS DE PROTECCION TEMPORARIA ("SHOP-
PRIMERS") CON ESQUEMAS ANTICORROSIVOS PARA CARENAS

LEMIT-ANALES, 3-1977, 53/75 (Serie II, n 354).

Las pinturas de protección temporaria se emplean en la industria naval para mantener el acero sin oxidación durante la etapa constructiva. Dicho fondo debe ser, además, compatible con los esquemas protectores a aplicar.

Se han ensayado diferentes formulaciones de "shop-primers", exponiendo paneles a la intemperie durante un lapso de 20 meses. Productos a base de cinc y de cinc-aluminio son los que han mostrado mejores condiciones de resistencia, presentando buenas propiedades anticorrosivas. Sobre estos paneles pueden aplicarse esquemas para carena, los que cumplen con las exigencias establecidas para los ensayos en balsa.

Rozados E., V. Vetere and O. S. Eugeni

COMPATIBILITY OF PAINT COATINGS WITH CATHODIC PROTECTION BY IMPRESSED CURRENT. TENTATIVE FOR A LABORATORY METHOD

LEMIT-ANALES, 3-1977, 77/92 (Serie II, nº 355).

The paint systems employed jointly with cathodic protection must have chemical, electric and electrochemical compatibility.

An experimental model was made up to determine such aspects in static and dynamic conditions. A series of electrodes painted with different anticorrosive formulations were also prepared. The purpose of this research is to establish for each of them the rank of currents between the minimum value, under which there is a deterioration in the metal and the maximum value, which indicates the limit of the paint film resistance, before blistering or separation of the coat from the metallic substrate.

U.D.C. 667.637.233.3

Rascio V. and J. J. Caprari

CONTRIBUTION TO THE STUDY OF ANTIFOULING PAINT PROPERTIES XI. NEW CONSIDERATIONS ON VARIABLES OF COMPOSITION IN OLEO-RESINOUS FORMULATIONS

LEMIT-ANALES, 3-1977, 93/117 (Serie II, nº 356).

Raft trials were carried out in order to establish the influence of the type and quantity of extenders on the bioactivity of antifouling paints based on cuprous oxide and formulated with soluble oleoresinous binders.

Calcium carbonate, ferric oxide and zinc carbonate were tested as extenders in order to reduce the cost of the paints. It was observed that the use of the first of these substances within wide ranks does not alter the antifouling characteristics of the film after an immersion period of 15 months.

The binder may be replaced partially by the extenders, keeping constant the toxic contents, or the toxic and the binder may be simultaneously reduced.

Rozados E., V. Vetere y O. S. Eugeni

COMPATIBILIDAD DE REVESTIMIENTOS DE PINTURA CON PROTECCION CÁTODICA POR CORRIENTE IMPRESA. TENTATIVA DE UN METODO DE LABORATORIO

LEMIT-ANALES, 3-1977, 77/92 (Serie II, nº 355).

Los sistemas de pintura empleados conjuntamente con protección catódica por corriente impresa, deben tener compatibilidad química, eléctrica y electroquímica. Se diseñó un modelo de laboratorio tentativo a fin de determinar tales aspectos, en condiciones estáticas y dinámicas, y se prepararon una serie de electrodos los cuales fueron pintados con diferentes formulaciones anticorrosivas. Se trata de establecer, para cada una de ellas, el rango de corrientes comprendido entre el umbral o valor mínimo por debajo del cual se produce deterioro del metal de base, y el valor máximo que resiste el revestimiento de pintura sin ampollarse o separarse del sustrato metálico.

C.D.U. 667.637.233.3

Rascio V. J. D. y J. J. Caprari

CONTRIBUCION AL ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LAS PINTURAS ANTIINCRUSTANTES. XI. NUEVAS CONSIDERACIONES SOBRE VARIABLES DE COMPOSICION EN FORMULACIONES DE TIPO OLEORESINOSO

LEMIT-ANALES, 3-1977, 93/117 (Serie II, nº 356).

Se han continuado las experiencias en balsa destinadas a establecer la influencia del tipo y cantidad de inerte sobre la bioactividad de pinturas antiincrustantes a base de óxido cuproso, formuladas con vehículos oleoresinosos solubles en agua de mar.

Se ensayaron como inertes, con el objeto de reducir el costo, sustancias tales como carbonato de calcio, óxido férrico y carbonato de cinc. Se observó que el empleo de la primera de dichas sustancias, dentro de rangos amplios, no altera las características antiincrustantes de la película, a lo largo de un período de inmersión de 15 meses. Se puede reemplazar por carbonato de calcio (tiza) solamente el vehículo (manteniendo constante el contenido de tóxico) o puede reducirse simultáneamente el tóxico y el vehículo.

U.D.C. 591.5

Bastida R. et al.

ECOLOGICAL ASPECTS OF THE FOULING COMMUNITIES AT MAR DEL PLATA HARBOUR. PERIOD 1973/74

LEMIT-ANALES, 3-1977, 119/201 (Serie II, nº 357).

This paper deals with those benthic communities that colonize and develop over inert artificial substrates placed on an experimental raft at Mar del Plata Harbour. These studies have been carried out since 1965, being this the one belonging to the annual cycle 1973/74.

It has been emphasized the study on the biomass dynamics referred to the environmental factors. The cycles of fixation of the main species have been described and compared with those cycles registered on preceding years. Because of their high aggressivity and toxicity resistance special experiences have been performed with the barnacles Balanus amphitrite and B. trigonus.

U.D.C. 591.5

Cousseau M. B. y R. Bastida

NEW ADDITIONS TO THE LIST OF ARGENTINE MARINE FISHES WITH REMARKS ON LITTLE KNOWN SPECIES

LEMIT-ANALES, 3-1977, 203/229 (Serie II, nº 358).

The present paper deals with the incorporation of new specimens to the Ichthyological Collection of the Marine Biological Institute, Mar del Plata, Argentina. In most cases, they are tropical fishes that arrive occasionally during the summer months, probably associated with the displacement of the warm Brazil current. Some of them are recorded for the first time in the area. Descriptions are given of the following species: Dactylopterus volitans, Vomer setapinnis, Conodon nobilis, Boridia grossidens, Paralichthys brasiliensis, Polydactylus virginicus, P. oligodon, Centrolophus niger, Alutera monoceros, Lagocephalus laevigatus y Sphaeroides pachigaster.

C.D.U. 591.5

Bastida R. et al.

ASPECTOS ECOLOGICOS DE LAS COMUNIDADES INCRUSTANTES ("FOULING") DEL PUERTO DE MAR DEL PLATA (1973/74)

LEMIT-ANALES, 3-1977, 119/201 (Serie II, nº 357).

Esta investigación comprende el estudio integral de las comunidades bentónicas que colonizan y evolucionan sobre sustratos artificiales inertes ubicados en una balsa experimental fondeada en el Puerto de Mar del Plata. Estos ensayos se iniciaron en 1965 y el presente corresponde al período 1973/74.

En el mismo se analiza la dinámica de la biomasa del fouling y su relación con los factores ambientales, como asimismo los ciclos de fijación de las principales especies, siendo éstos comparados con los registrados en años anteriores. Por su alta agresividad y resistencia tóxica se han efectuado experimentos particulares con Balanus amphitrite y B. Trigonus. Se analizó además la sucesión ecológica de las comunidades.

C.D.U. 591.5

Cousseau M. B. y R. Bastida

NUEVAS CITAS PARA LA ICTIOFAUNA ARGENTINA Y COMENTARIOS SOBRE ESPECIES POCO CONOCIDAS

LEMIT-ANALES, 3-1977, 203/229 (Serie II, nº 358).

El presente trabajo está vinculado con la incorporación de nuevos especímenes a la Colección Ictiológica del Instituto de Biología Marina, Mar del Plata, Argentina. En la mayor parte de los casos se trata de peces tropicales que arriban ocasionalmente durante los meses de verano, probablemente asociados con desplazamientos de la corriente cálida del Brasil. Algunos de ellos han sido registrados por primera vez para el área, incluyéndose las descripciones de las siguientes especies: Dactylopterus volitans, Vomer setapinnis, Conodon nobilis, Boridia grossidens, Paralichthys brasiliensis, Polydactylus virginicus, P. oligodon, Centrolophus niger, Alutera monoceros, Lagocephalus laevigatus y Sphaeroides pachigaster.

U.D.C. 667.613.75:620.191.7

Bruzzoni, W. O. and C. A. Aznar

STUDY ON THERMOPLASTIC MATERIALS FOR ROAD DEMARCATION

LEMIT-ANALES, 3-1977, 231/259 (Serie II, nº 359).

In a comparative way it was studied the behaviour of some thermoplastic materials of the domestic production, which are used in road demarcation. It is our purpose to correlate the results in service with that obtained in laboratory tests.

The experiments on pavements were done applying the samples on asphalt and concrete. The bands were laid out perpendicularly to the sense of the road. They were periodically examined during the 510 days that the study lasted.

The best behaviour and adhesion were obtained with thermoplastics applied on asphaltic pavement.

Bruzzoni W. O. y A. C. Aznar

ESTUDIO DE MATERIALES TERMOPLASTICOS PARA DEMARCACION DE PAVIMENTOS

LEMIT-ANALES, 3-1977, 231/259 (Serie II, nº 359).

Se estudió en forma comparativa el comportamiento en servicio de materiales termoplásticos que son empleados en señalización vial, buscando correlacionar resultados en servicio con los obtenidos en ensayos de laboratorio.

Las experiencias sobre pavimento se realizaron aplicando las muestras tanto sobre asfalto como sobre hormigón. Las franjas se dispusieron en forma perpendicular a la dirección de desplazamiento de los vehículos, y se inspeccionaron periódicamente a lo largo de los 510 días que duró el estudio.

Se logró un mejor comportamiento (mejor adhesión) sobre pavimento asfáltico.

Este ejemplar se terminó de
imprimir el día 15 de setiem-
bre de 1978 en la Dirección
de Impresiones del Estado y
Boletín Oficial

Se permite la reproducción total o parcial de estos trabajos
siempre que se deje constancia de la fuente de origen