

# CIDEPINT

## ANALES

View metadata, citation and similar papers at [core.ac.uk](http://core.ac.uk)

brought to you by  **CORE**  
provided by Aquatic Commons

CENTRO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO  
EN TECNOLOGIA DE PINTURAS  
CIC – CONICET

# 1982

# **C**IDEPINT

ANALES

CENTRO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO  
EN TECNOLOGIA DE PINTURAS  
CIC - CONICET

1982

---

COMITE DE REPRESENTANTES

---

Dr. José J. Podestá e Ing. Jorge Vilche (CIC)

Ing. Ascensio C. Lara (CONICET)

Dr. Justo P. Sosa (ex-LEMIT)

---

DIRECTOR

---

Dr. Vicente J. D. Rascio

---

RESPONSABLES DE AREAS

---

Dr. Vicente F. Vetere  
Estudios electroquímicos aplicados a problemas  
de corrosión y anticorrosión

Ing. Quím. Alberto C. Aznar  
Propiedades fisicoquímicas de películas de pintura

Ing. Quím. Juan J. Caprari  
Propiedades protectoras de películas de pintura

Ing. Quím. Carlos A. Giúdice  
Estudios en planta piloto

Lic. Mirta E. Stupak  
Incrustaciones biológicas

Dr. Reynaldo C. Castells  
Cromatografía

Lic. Raúl L. Pérez Duprat  
Espectrofotometría

Tco. Quím. Rodolfo R. Iasi  
Absorción atómica

Diagramación: Sra. Elba D. Ardenghi de Lacabe

Impresión: Empresa Copias 55

Editor: CIDEPINT  
52 entre 121 y 122  
1900 - La Plata  
Argentina

ESTUDIOS ECOLOGICOS SOBRE LAS COMUNIDADES INCRUSTANTES  
DE PUERTO QUEQUEN (ARGENTINA)  
II. CARACTERISTICAS DEL MACROFOULING\*

DR. RICARDO BASTIDA\*\* Y LIC. GUSTAVO BRANKEVICH\*\*\*

\* Trabajo realizado por convenio con el Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP)

\*\* INIDEP y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

\*\*\* Dirección de la Energía de la Provincia de Buenos Aires (DEBA)

---

## SUMMARY\*

---

The present study has been divided in two papers, one has been published recently and dealt with the problems created by fouling growth in the Quequén Power Station (Buenos Aires Province, Argentina), environmental characteristics of the area, methods of study and general characteristics of microfouling.

In this second part, attention has been given to macrofouling organisms and evolution of the fouling community, providing a general view of the fouling problem and its effects on the cooling systems of the power station. Settlement of fouling organisms was studied on test panels exposed to normal light conditions as well as others receiving no light, in order to identify which species would find suitable conditions to development within the different sectors of the cooling system.

The most important macrofoulers at Puerto Quequén were found to be the following: *Merclerella enigmatica*, *Brachydontes rodriguezii*, *Mytilus platensis*, *Tubularia crocea* and *Gonothyrea loveni*.

Seasons of settlement of these organisms are clearly affected by water temperature; colonization starts with the rise of temperature in spring and ends in autumn, when temperatures start to decrease.

The evolution of the fouling community however, is not affected by variations in water temperature. This aspect was studied by examination of settlement on long-term panels, of which some were exposed to normal illumination conditions and other were suspended in internal sectors receiving no light. Colonization in both sectors presented significant differences, some of which are:

- the different species of Enteromorpha, while dominant in external panels, are completely absent from internal ones;
- *Sagartentus bandae* specimens are very abundant on the lower levels of internal panels, but do not settle on external ones;
- the hydroid *Tubularia crocea*, most abundant on internal panels, is replaced by *Gonothyrea loveni* on the external ones;
- heavy settlement of *Ciona intestinalis*, upon which become attached numerous specimens of *Botryllus schlosseri*, is observed on external panels;
- *Balanus amphitrite* settles readily on external panels in January to March, while poor colonization by this species is observed on internal ones.

The organisms which cause the most serious effects in the

Quequén Power Station, like *Mercierella enigmatica*, *Mytilus platen-  
sis* and *Brachydontes rodriguezi*, settle and grow successfully on  
both internal and external panels.

Seasonal variations in the amount of fouling growth (expres-  
sed in terms of weight) follows no definite pattern and biomass va-  
lues differ from those observed in Mar del Plata and Puerto Belgra-  
no. This can be mainly attributed to the marked seasonal changes in  
temperature and salinity in the Quequén area, as well as the accumu-  
lation of large amounts of sediments during periods of heavy rain-  
fall.

From a qualitative point of view, the fouling communities of  
Quequén present more similarities with those developing in Puerto  
Belgrano on account of affinities in certain environmental condi-  
tions in both harbours.

---

\* Bastida, R. & Brankevich, G.- Ecological aspects of fouling com-  
munities of Puerto Quequén (Argentina). II. Macrofouling. CIDE-  
PINT-Anales, 1982, 155-193.

---

## INTRODUCCION

---

En una primera parte del presente trabajo se dieron a conocer las motivaciones de los estudios realizados en la central termoeléctrica de Puerto Quequén, la tipificación ambiental del área, la metodología aplicada y las características del microfouling local (<sup>5</sup>, <sup>6</sup>).

En esta segunda parte el esfuerzo ha estado centrado en el estudio del macrofouling y la evolución de la comunidad. Ambas partes brindan un panorama suficientemente amplio del fouling de Puerto Quequén y de la repercusión del mismo en los sistemas de refrigeración de la central de DEBA.

En base a estos estudios puede considerarse que se cuenta actualmente con la información básica para poder desarrollar sistemas eficientes de control antifouling o para iniciar ensayos particulares sobre aquellas especies incrustantes que han sido identificadas como las más perjudiciales desde el punto de vista práctico.

---

## CICLOS DE FIJACION DE LOS PRINCIPALES ORGANISMOS INCRUSTANTES

---

De las especies del macrofouling registradas durante el presente ensayo, se seleccionaron aquellas más significativas para graficar su ciclo de fijación.

Se ha considerado por separado la colonización que se produce en los paneles de las zonas externa e interna (<sup>5</sup>, <sup>6</sup>), en función de las condiciones ecológicas diferentes que predominan en cada una de ellas.

Los gráficos de fijación de los organismos fueron realizados en base a una escala de abundancia relativa, que incluye cuatro categorías (abundante, frecuente, escasa y rara) y que se indica con trazos de distinto grosor. Los tres niveles de profundidad en que se ubican los paneles han sido denominados B, C y D, siendo el primero el más superficial y el último el más profundo. En cada uno de los gráficos, y a los efectos de realizar comparaciones, se incluye el ciclo de fijación en los paneles externos e internos, que se indica con los subíndices "E" e "I" respectivamente.



### *Enteromorpha* spp. (fig. 1)

Este género está representado en el área de estudio por *Enteromorpha intestinalis* y otra especie aún no identificada.

La etapa inicial de la colonización ha sido considerada en el trabajo referente al microfouling <sup>(6)</sup>, ocupándonos en esta oportunidad de los ejemplares observables a simple vista. El ciclo de colonización se extiende fundamentalmente desde el inicio del ensayo hasta el mes de mayo, con una clara preferencia por los niveles B y C, que son los más iluminados.

La mayor densidad en la fijación durante el presente período se observa en primavera y otoño, notándose una menor densidad durante los meses de más alta temperatura. Estas algas han estado ausentes durante todo este ciclo en los paneles internos. Comparando el ciclo de fijación en su etapa de microfouling <sup>(6)</sup> con el presente, podemos deducir que los claros que se observan en los niveles C y D en los meses de noviembre, diciembre y enero, corresponden a una exclusión por competencia con el resto de los organismos del fouling más que a una interrupción del ciclo de fijación.

### *Gonothyraea loveni* (fig. 1)

Este hidrozoo presenta ciclos de fijación semejantes en ambas zonas de estudio, tanto en densidad como en duración. La colonización se extiende desde octubre hasta mayo/junio, con un predominio de máxima intensidad correspondiente al mes de noviembre. Se trata pues de organismos eurioicos, capaces de desarrollarse en condiciones ambientales muy variables.

### *Tubularia crocea* (fig. 1)

El ciclo de fijación de esta especie presenta claras diferencias en las dos zonas consideradas. En los paneles externos se observa una colonización poco importante, restringida al mes de abril. En los paneles internos, en cambio, el ciclo de fijación se extiende de enero a abril, con un período de intensa colonización entre enero y febrero.

Las diferencias observadas deben atribuirse a la distinta intensidad luminosa que caracteriza cada uno de los sectores. Ello coincide además con lo observado en ambientes naturales, en donde *Tubularia crocea* coloniza preferentemente zonas de baja iluminación. Debido a dicha característica, este organismo puede desempeñar un papel importante dentro de los sistemas de refrigeración y en inspecciones realizadas en años anteriores fue detectada en forma abundante. Sin embargo, debido a su ciclo de vida breve y a la ausencia de un exoesqueleto calcáreo resulta menos perjudicial

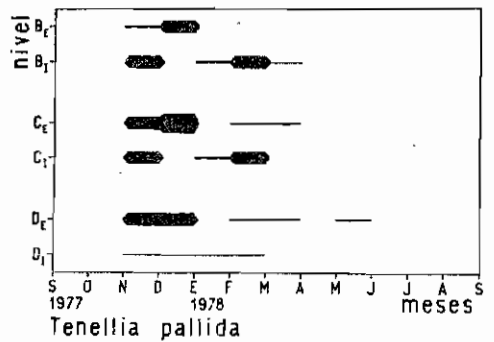
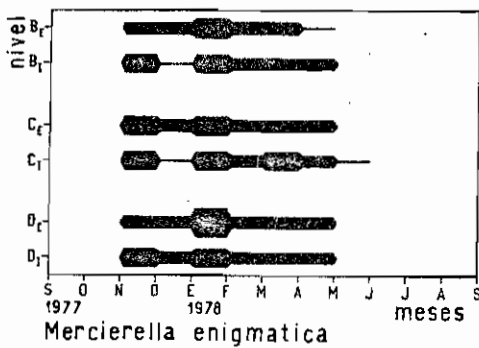
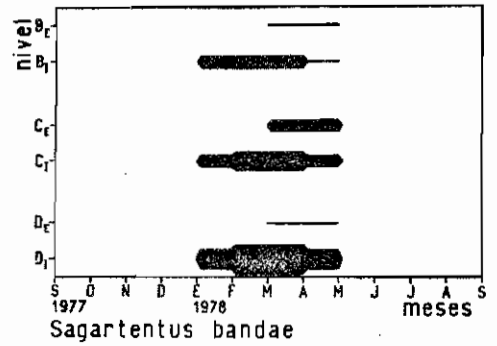
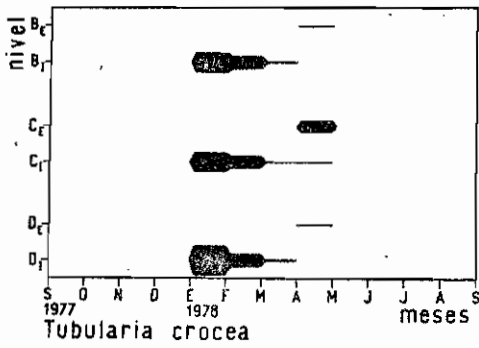
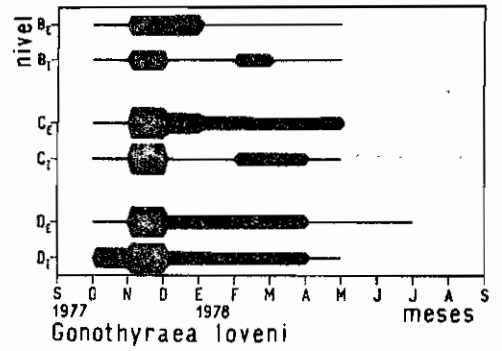
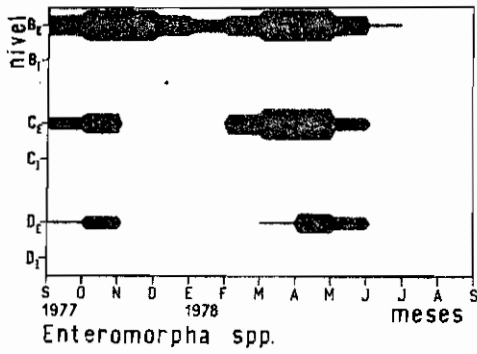


Figura 1.- Ciclos de fijación sobre paneles mensuales

que otras especies detectadas en la zona.

### *Sagartentus bandae* (fig. 1)

Este antozoario presenta también claras diferencias en su ciclo de fijación en ambas zonas. En los paneles externos la fijación se extiende desde marzo hasta mayo y se produce en bajas densidades. En la zona interna el ciclo de colonización es más amplio, extendiéndose desde enero hasta mayo; la colonización se produce en alta densidad principalmente en el panel más profundo. También en este caso el factor determinante de las diferencias observadas es probablemente la luz.

### *Mercierella enigmatica* (fig. 1)

Su presencia tan abundante en las comunidades incrustantes de Puerto Quequén, se debe a las condiciones que prevalecen en la zona y que resultan favorables para el desarrollo de la especie, tales como las bajas salinidades y la moda calma. Durante el presente período su ciclo de fijación se ha extendido entre noviembre y mayo, siendo los registros semejantes en ambas zonas de estudio.

Coincidiendo con lo observado en el puerto de Mar del Plata durante varios años consecutivos, el ciclo de reproducción y fijación de *Mercierella enigmatica* está condicionado por la temperatura del agua (<sup>1</sup>). La fijación comienza en noviembre/diciembre, cuando la temperatura media del agua se aproxima a los 15°C, intensificándose la colonización con el aumento de la temperatura durante la época estival y prolongándose mientras la temperatura no descienda de los 15°C.

Este control por parte de la temperatura tiene lugar durante el proceso reproductivo y el desarrollo de las etapas larvales; los ejemplares adultos son capaces de soportar sin mayor inconveniente un amplio intervalo de variación térmica.

Debido a esta relación tan estrecha entre el ciclo de fijación y la temperatura es posible, en base al registro de este último factor, predecir el momento de inicio de la colonización y programar en forma más precisa el sistema de control a aplicar.

### *Tenellia pallida* (fig. 1)

Este nudibranquio vive íntimamente asociado a los campanuláridos, en virtud de que basa su alimentación exclusivamente sobre estos hidrozoo; en ellos encuentra también refugio y deposita sus puestas. Por este motivo el ciclo de *Tenellia pallida* siempre es coincidente con el de los campanuláridos. El mismo se extiende entre noviembre y mayo, es decir que se inicia poco después del comienzo de la fijación de campanuláridos y finaliza poco tiempo antes.

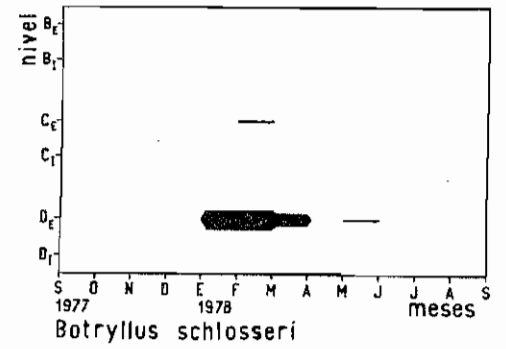
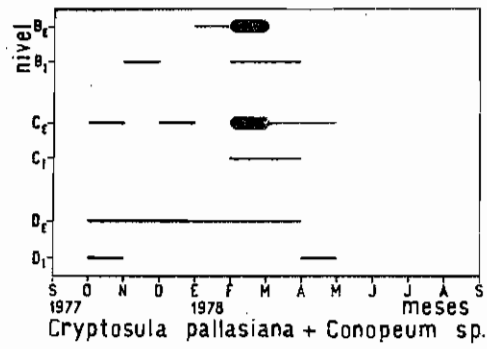
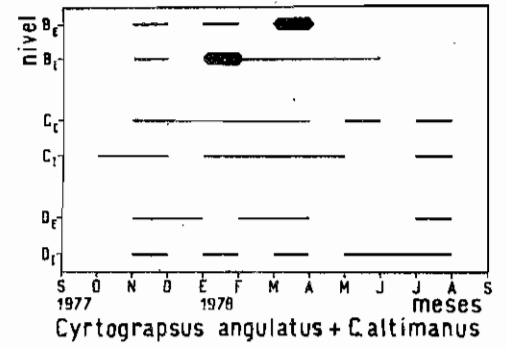
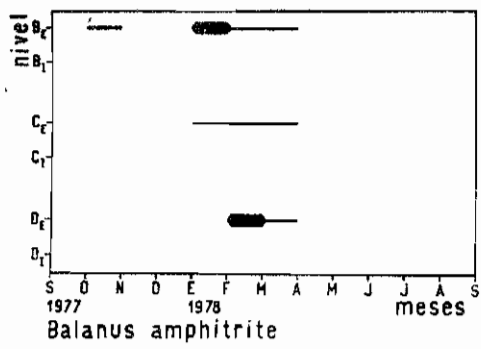
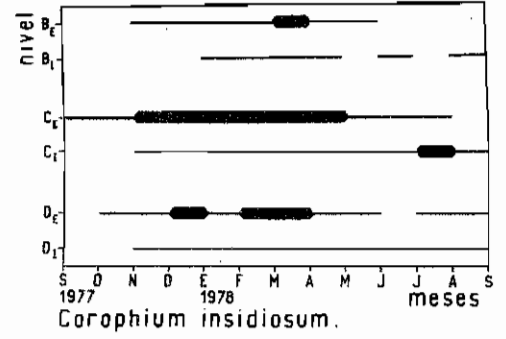
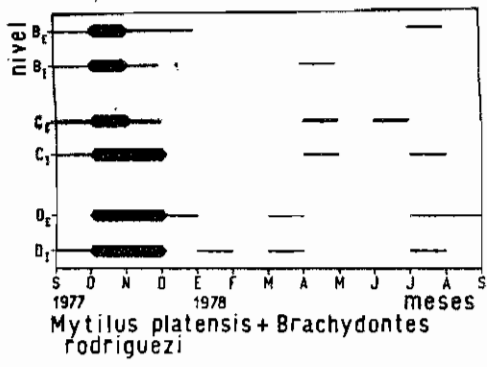


Figura 2.- Ciclos de fijación sobre paneles mensuales

La fijación difiere levemente en ambas zonas, principalmente en lo que se refiere a la abundancia.

*Mytilus platensis* + *Brachydontes rodriguezi* (fig. 2)

El análisis de las muestras provenientes de paneles mensuales no ha permitido diferenciar ambas especies, ya que se trata en todos los casos de ejemplares juveniles; por tal motivo se las ha graficado en forma conjunta. Cabe señalar que ambas especies han sido registradas en el sistema de refrigeración de la central durante inspecciones realizadas en años anteriores.

Estos organismos pueden ser considerados los más perjudiciales de las comunidades incrustantes locales, ya que sus valvas son las que ocasionan los taponamientos en los tubos de condensación.

El ciclo de fijación se extiende a lo largo de casi todo el año, con algunas interrupciones, tanto en la zona externa como interna pero el período de colonización más intenso transcurre entre octubre y diciembre; durante el resto del año ambas especies se fijan en forma esporádica y en bajas densidades.

Como puede observarse en el gráfico correspondiente, las diferencias entre las dos zonas son mínimas y poco significativas.

*Corophium insidiosum* (fig. 2)

Este anfípodo se fija a los sustratos experimentales a lo largo de casi todo el año. Existen sin embargo ciertas diferencias en la fijación registrada en ambas zonas; la externa suele ser colonizada en mayor densidad.

La acción perjudicial de este organismo radica fundamentalmente en sus hábitos tubícolas, ya que sus tubos pueden formar tapices de considerable espesor y promover a su vez el asentamiento de otras especies.

*Balanus amphitrite* (fig. 2)

Constituye uno de los componentes incrustantes más agresivos por sus efectivos sistemas de fijación. Sin embargo se ignora el papel que esta especie desempeña en los sistemas de refrigeración de la central, ya que durante la presente experiencia *Balanus amphitrite* ha sido registrado exclusivamente en los paneles externos. En dicha zona se ha fijado en bajas densidades y con un ciclo que se extiende entre enero y abril.

En otras áreas portuarias (Puerto Belgrano y Mar del Plata) los cirripedios presentan un ciclo de fijación más prolongado, ligado directamente con el aumento de la temperatura de las aguas, así como también una mayor abundancia (1, 2, 8, 13).

TABLA I.- LISTA DE ORGANISMOS DEL MACROFOULING REGISTRADOS SOBRE PANELES EXPERIMENTALES EMPLAZADOS EN LA CENTRAL TERMoeLECTRICA DE LA DIRECCION DE LA ENERGIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES (DEBA) EN PUERTO QUEQUEN, PERIODO 1977/78

|                                      |                                      |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| ALGAS                                | CRUSTACEOS                           |
| Clorofitas                           | Isópodos                             |
| <i>Enteromorpha intestinalis</i>     | <i>Idotea</i> sp.                    |
| <i>Enteromorpha</i> sp.              | <i>Sphaeroma</i> cf. <i>serratum</i> |
|                                      | Gnathiidae indet.                    |
| CELEENTERADOS (=CNIDARIOS)           |                                      |
| Hidrozoos                            | Anfípodos                            |
| <i>Gonothyræa loveni</i>             | <i>Caprella</i> sp.                  |
| <i>Tubularia crocea</i>              | <i>Corophium insidiosum</i>          |
|                                      | Gammaridae indet.                    |
| Antozoos                             | Cirripedios                          |
| <i>Sagartentus bandae</i>            | <i>Balanus amphitrite</i>            |
| ANELIDOS                             | Decápodos                            |
| <i>Halosydna</i> sp.                 | <i>Cyrtograpsus altimanus</i>        |
| <i>Mercierella enigmatica</i>        | <i>Cyrtograpsus angulatus</i>        |
| <i>Polydora ligni</i>                |                                      |
| Phyllodoceidae indet.                | TUNICADOS                            |
| Spirorbidae indet.                   | <i>Botryllus schlosseri</i>          |
| Syllidae indet.                      | <i>Ciona intestinalis</i>            |
| Errantia indet.                      |                                      |
| BRIOZOOS                             | PECES                                |
| <i>Bugula flabellata</i>             | <i>Hypleurochilus fissicornis</i>    |
| <i>Conopeum</i> sp.                  |                                      |
| <i>Cryptosula pallasiana</i>         |                                      |
| MOLUSCOS                             |                                      |
| <i>Aloidis iheringiana</i>           |                                      |
| <i>Anachis</i> sp.                   |                                      |
| <i>Brachydontes rodriguezi</i>       |                                      |
| <i>Mytilus platensis</i>             |                                      |
| <i>Pododesmus</i> cf. <i>leloiri</i> |                                      |
| <i>Tenellia pallida</i>              |                                      |
| <i>Siphonaria lessoni</i>            |                                      |

Su ausencia en los paneles internos durante la presente oportunidad no significa que esta especie sea incapaz de colonizar las tuberías de refrigeración, ya que ha sido registrada en dicha zona durante inspecciones realizadas en años previos, si bien en bajas densidades.

*Cyrtograpsus angulatus* + *C. altimanus* (fig. 2)

Son las únicas dos especies de decápodos braquiuros registradas en las comunidades incrustantes locales. La colonización se produce tanto en los paneles externos como internos, con un principal ciclo de fijación correspondiente al verano, hecho que coincide con lo observado durante diversos años en el puerto de Mar del Plata y Puerto Belgrano (<sup>1</sup>, <sup>10</sup>, <sup>13</sup>).

Cabe señalar que en Puerto Quequén ambas especies son capaces de fijarse en mínimas cantidades a lo largo del año.

*Cryptosula pallasiana* + *Conopeum* sp. (fig. 2)

Estas dos especies de briozoos incrustantes han sido graficadas conjuntamente. Durante el presente ensayo, su ciclo de fijación se ha extendido entre octubre y abril. Ambas colonizan tanto los paneles externos como los internos, en bajas densidades; en los primeros, la colonización ha sido levemente más intensa y con menos interrupciones.

*Botryllus schlosseri* (fig. 2)

Este tunicado colonial ha sido registrado exclusivamente en los paneles externos, por lo cual puede deducirse que las condiciones reinantes en los sistemas de refrigeración no son propicias para su desarrollo.

Presenta un ciclo de fijación que se extiende entre enero y abril, con una colonización complementaria en el mes de mayo. Muestra claras preferencias por colonizar el panel ubicado a mayor profundidad (panel D).

Tal como ocurre con otras especies, su desarrollo se ve favorecido por las bajas salinidades. En Puerto Belgrano, donde también se registran valores de salinidad relativamente bajos, *Botryllus schlosseri* constituye uno de los principales tunicados de las comunidades incrustantes.

---

## EVOLUCION DE LAS COMUNIDADES INCRUSTANTES

---

A los efectos de conocer la evolución de las comunidades in-

crustantes de Puerto Quequén, se emplearon paneles acumulativos (<sup>5</sup>, <sup>6</sup>), que permitieron efectuar muestreos cuatrimestrales sucesivos hasta completar el año de estudios; es decir que se conoció el grado de evolución de la comunidad con un máximo de cuatro meses de vida en distintas estaciones del año, previéndose para estudios futuros muestreos anuales. Cabe señalar que en las descripciones que se detallan a continuación no han sido considerados la mayoría de los componentes del microfouling.

#### PRIMER CUATRIMESTRE (paneles externos)

##### Un mes de inmersión (26/08/77-20/09/77)

Los paneles se caracterizan por la presencia de la película inicial bien formada, con dominio exclusivo de organismos microscópicos.

Nivel B: Predominan las algas verdes del género *Enteromorpha*, presentando un tamaño pequeño y disminuyendo su número hacia la zona inferior del panel.

Nivel C: La película inicial no cubre totalmente el sustrato. Se observa una pequeña estratificación en las clorofitas, siendo más abundantes en la zona superior del panel.

Nivel D: El sustrato se presenta con un mínimo de fijación; la colonización de las clorofitas es poco frecuente, disminuyendo su número en comparación con los niveles superiores.

##### Dos meses de inmersión (26/08/77-26/10/77)

Los paneles presentan un cambio en su apariencia general por hallarse cubiertos por detrito, el cual se incrementa hacia los niveles inferiores.

Nivel B: La película inicial está perfectamente formada. Dentro de los componentes puede citarse la presencia de campanuláridos de la especie *Gonothyrax loveni* en forma escasa y mitílidos juveniles en forma frecuente.

Nivel C: Se caracteriza por la dominancia de *Enteromorpha* spp., que forma un cordón en la mitad del panel, donde los organismos llegan a medir 8 cm de longitud; mitílidos y campanuláridos permanecen con la misma frecuencia que en el nivel B.

Nivel D: El detrito es mucho más abundante que en los niveles superiores. Los mitílidos son frecuentes y los campanuláridos escasos, al igual que en los niveles B y C.

##### Tres meses de inmersión (26/08/77-30/11/77)

La comunidad se ha desarrollado en forma considerable, aumentando el número y diversidad de los organismos en todos los niveles.



Nivel B: El nivel se encuentra cubierto por *Gonothyrea loveni*, siendo dominante y aumentando su número hacia la zona inferior del panel. Los ejemplares de *Enteromorpha* spp. se encuentran en forma poco frecuente, preferentemente en la zona superior del panel. Los mitílidos juveniles están presentes con una frecuencia menor que en el mes anterior. Comienza la colonización del sustrato por parte de los serpulidos de la especie *Mercierella enigmatica*.

Nivel C: Los campanuláridos dominan este nivel cubriendo la totalidad de la superficie. Se encuentran mitílidos escasamente representados.

Nivel D: La composición del panel es similar al nivel anterior, siendo dominante *Gonothyrea loveni*; se observan individuos juveniles del tunicado *Ciona intestinalis*, en forma rara.

#### Cuatro meses de inmersión (26/08/77-28/12/77)

*Mercierella enigmatica* ha igualado en dominancia a los campanuláridos, que han reducido su número en forma considerable.

Nivel B: Se observan ejemplares de *Enteromorpha* spp. de pequeño tamaño en la mitad superior del panel; *Mercierella enigmatica* y *Gonothyrea loveni* cubren la superficie restante en forma abundante.

Nivel C: La totalidad de la superficie está cubierta por *Mercierella enigmatica* y *Gonothyrea loveni*. Los mitílidos son raros en este nivel.

Nivel D: Muy similar al nivel anterior en cuanto a la frecuencia de *Gonothyrea loveni* y *Mercierella enigmatica*; ha aumentado el número de mitílidos. Se encuentran individuos juveniles de antozoos de la especie *Sagartentus bandae*.

#### SEGUNDO CUATRIMESTRE (paneles externos)

##### Un mes de inmersión (28/12/77-30/01/78)

La comunidad está dominada por *Mercierella enigmatica* en todos los niveles de profundidad; es de remarcar la colonización del sustrato por parte de cirripedios de la especie *Balanus amphitrite*.

Nivel B: El panel se encuentra cubierto por *Enteromorpha* spp. de pequeño tamaño. *Mercierella enigmatica* cubre la superficie tendiendo a formar acumulaciones en la zona superior del panel. Por primera vez se observa la colonización del sustrato por parte de *Balanus amphitrite* en este nivel.

Nivel C: *Enteromorpha* spp. cubre la superficie de fijación en forma de finos filamentos. *Mercierella enigmatica* es frecuente

en toda la superficie del panel. *Balanus amphitrite* es raro, observándose un solo ejemplar en el centro del panel.

Nivel D: La especie dominante en este nivel es *Mercierella enigmatica*, que cubre la totalidad de la superficie. Se observan tunificados coloniales de la especie *Botryllus schlosseri* irregularmente distribuidos.

#### *Dos meses de inmersión (28/12/77-01/03/78)*

*Mercierella enigmatica* sigue siendo el organismo dominante de la comunidad; los campanuláridos son frecuentes, aumentando su número en los niveles inferiores. El número de cirripedios permanece constante.

Nivel B: *Mercierella enigmatica* cubre el panel en forma abundante y heterogénea, prevaleciendo en la mitad superior. *Enteromorpha* spp. es frecuente en las zonas no cubiertas por los serpúlidos. *Balanus amphitrite* ha aumentado de tamaño con respecto al mes anterior, no observándose diferencias en su número.

Nivel C: *Mercierella enigmatica* cubre la superficie en su totalidad. *Gonothyrea loveni* ha aumentado en número con respecto al nivel B, tendiendo a cubrir a los serpúlidos. *Balanus amphitrite* se encuentra en forma escasa, al igual que pequeñas colonias de briozoos incrustantes de la especie *Cryptosula pallasiana* y *Conopeum* sp. Los mitílidos son raros.

Nivel D: Los campanuláridos son los dominantes en este nivel, observándose una disminución en el número de serpúlidos en comparación con los niveles superiores. *Balanus amphitrite*, al igual que los mitílidos, se encuentra presente en forma rara.

#### *Tres meses de inmersión (28/12/77-30/03/78)*

Pérdida del sistema de paneles por rotura del enganche de un alma soporte.

#### *Cuatro meses de inmersión (28/12/77-03/05/78)*

La comunidad ha evolucionado considerablemente, existiendo una marcada heterogeneidad en los grupos de organismos que la forman. Se observan variaciones en los organismos dominantes, según el nivel de profundidad estudiado.

Nivel B: La comunidad mantiene la composición esbozada en el primer mes de acumulación, diferenciándose básicamente en el número de organismos de cada especie. *Mercierella enigmatica* continúa siendo dominante, prevaleciendo en la zona inferior del panel. En los espacios libres se encuentran ejemplares de *Enteromorpha* spp., de pequeño tamaño. *Balanus amphitrite* es frecuente y no presenta una distribución definida.

Nivel C: *Mercierella enigmatica* forma dos grandes cúmulos en la parte superior e inferior del panel, respectivamente, dejando el centro del mismo con una mínima colonización. *Enteromorpha* spp. presenta tamaños pequeños y ocupa los lugares libres no colonizados por los serpulidos. Por primera vez se observan hidrozooos de la especie *Tubularia crocea* distribuidos en tres grupos bien diferenciados sobre el panel. Sobre estos hidrozooos se han encontrado individuos pequeños de ascidias de la especie *Ciona intestinalis*. Los mitílidos son frecuentes, ubicados preferentemente sobre los tubos de *Mercierella enigmatica*. La colonización por parte de los cirripedios es escasa, a diferencia del nivel B. Se observan colonias de *Cryptosula pallasiana* y *Conopeum* sp. con frecuencia sobre el sustrato.

Nivel D: Se caracteriza por la espesa capa de organismos que impide completamente divisar el sustrato, siendo *Ciona intestinalis* el principal constituyente de la comunidad. Sobre estos organismos se han depositado colonias de *Botryllus schlosseri* y algas rojas. *Mercierella enigmatica* es escasa, presentando una distribución irregular. *Tubularia crocea* se encuentra restringida al borde del panel. Por debajo de la capa de tunicados se puede observar una colonia de *Cryptosula pallasiana*, ocupando el centro del panel.

#### TERCER CUATRIMESTRE (paneles externos)

Un mes de inmersión (03/05/78-31/05/78)

La comunidad se presenta integrada principalmente por *Enteromorpha* spp., de pequeño tamaño, disminuyendo su número hacia el nivel inferior.

Nivel B: *Enteromorpha* spp. ha colonizado la superficie en forma homogénea, observándose la presencia de *Zoothamnium* sp. en la zona inferior del panel.

Nivel C: Al igual que en el nivel anterior, *Enteromorpha* spp. y *Zoothamnium* sp. son los organismos dominantes, distribuyéndose en forma homogénea por toda la superficie.

Nivel D: *Zoothamnium* sp. sigue siendo abundante, pero *Enteromorpha* spp. ha reducido su número. Se encuentra a *Gonothyrea loveini* en forma escasa, sin presentar ninguna colonia de importancia.

Dos meses de inmersión (03/05/78-28/06/78)

La comunidad no ha evolucionado en forma notable, perdurando el cuadro bosquejado el mes anterior.

Nivel B: *Enteromorpha* spp. domina este nivel, predominando los individuos de talla pequeña. En el tercio inferior del panel se observan colonias de *Zoothamnium* sp. en forma frecuente.

Nivel C: *Enteromorpha* spp., al igual que en el nivel B, es el

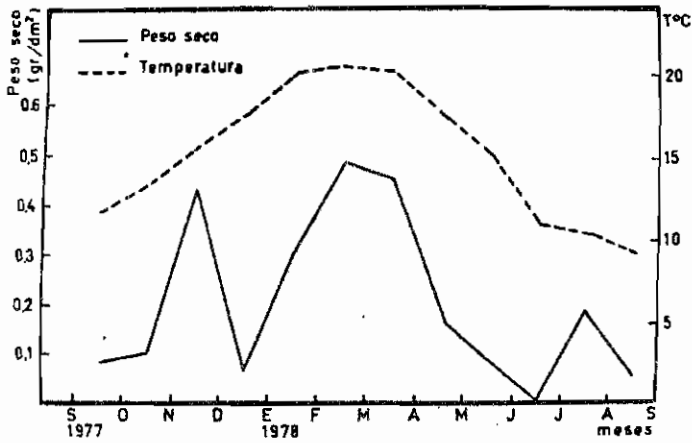


Figura 3.- Fluctuaciones de la temperatura del agua y de la biomasa en paneles mensuales externos (promedio de los valores obtenidos en los niveles B, C y D)

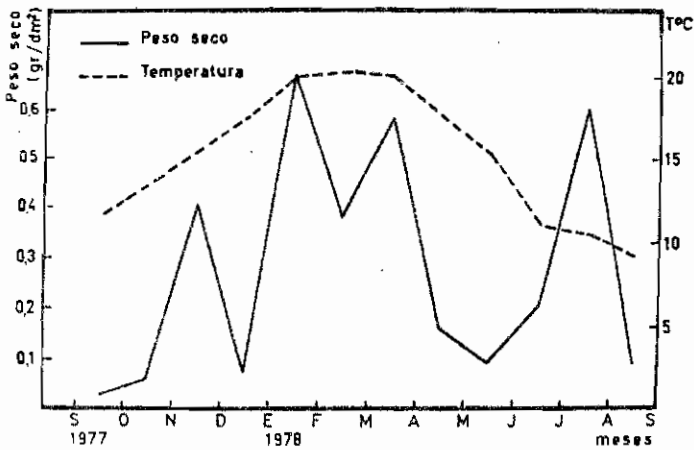


Figura 4.- Fluctuaciones de la temperatura del agua y de la biomasa en paneles mensuales internos (promedio de los valores obtenidos en los niveles B, C y D)

organismo dominante; *Zoothamnium* sp. se encuentra restringido a la mitad inferior del panel.

Nivel D: Se encuentra cubierto por una fina película compuesta principalmente por *Enteromorpha* spp., la que muestra una clara disminución en su número con respecto a los niveles superiores. *Mercierella enigmatica* es escasa y sus individuos presentan un tamaño muy pequeño.

#### Tres meses de inmersión (03/05/78-02/08/78)

Los paneles se encuentran cubiertos por detrito en forma abundante. La comunidad presenta una mínima evolución, no detectándose ninguna especie dominante.

Nivel B: La superficie de fijación se encuentra contaminada por fuel oil, presentando una escasa colonización por parte de mitílidos juveniles, *Enteromorpha* spp. y *Zoothamnium* sp.

Nivel C: El detrito es abundante, recubriendo a la mayoría de los organismos de la comunidad. Se observan mitílidos juveniles, *Enteromorpha* spp. y *Zoothamnium* sp. en forma rara.

Nivel D: Este nivel es el que presenta mayor diversidad de organismos. *Ciona intestinalis* es de tamaño pequeño y su número es escaso al igual que *Mercierella enigmatica* y *Botryllus schlosseri*. Las algas verdes han reducido su número en forma similar a lo ocurrido en muestreos anteriores cuando se desciende en profundidad.

#### Cuatro meses de inmersión (03/05/78-30/08/78)

La comunidad ha sufrido una pequeña evolución dada por la colonización del sustrato por *Gonothyraea loveni* en los niveles inferiores.

Nivel B: El panel presenta una mínima colonización, dada principalmente por *Enteromorpha* spp. de pequeño tamaño.

Nivel C: *Enteromorpha* spp. se presenta en toda la superficie de fijación; se observan mitílidos en forma escasa.

Nivel D: Se observan campanuláridos, sin que se formen colonias de importancia. *Mercierella enigmatica* presenta una distribución irregular, siendo su tamaño pequeño. Los mitílidos son escasos.

Durante el primer cuatrimestre la dominancia en la comunidad fue ejercida por diferentes grupos de organismos. En los dos primeros meses es el alga *Enteromorpha* spp. la que prevalece en la comunidad; es de remarcar la aparición de mitílidos en el segundo mes de inmersión, puesto que estos organismos, junto con *Mercierella enig-*

*matica* son los principales causantes de los problemas en los circuitos de refrigeración de la central.

En los paneles con tres y cuatro meses de inmersión, la comunidad sufre una evolución marcada por el dominio de *Gonothyraea loveni* en el tercer mes y la aparición de *Mercierella enigmatica* en el mismo período, la cual colonizará en forma abundante los paneles pertenecientes al cuarto mes, compitiendo con los campanuláridos en el nivel D. *Enteromorpha* spp. queda restringida a pequeños espacios libres ubicados entre los tubos de serpúlidos y las colonias de campanuláridos.

Como organismos no dominantes podemos citar a *Ciona intestinalis*, que coloniza el sustrato en el tercer mes y *Sagartentus bandae*, que se encuentra bien representada en el cuarto mes. Estas especies han colonizado las superficies de fijación en forma rara durante este período.

El segundo cuatrimestre se caracterizó por el amplio dominio de *Mercierella enigmatica* sobre el resto de los organismos componentes de la comunidad, principalmente en los niveles superiores. Los cirrípedos de la especie *Balanus amphitrite* han colonizado el sustrato desde el principio de este período.

Durante el segundo mes de inmersión, *Mercierella enigmatica* es desplazada por *Gonothyraea loveni* en el nivel D, situación que se prolonga hasta el último mes, durante el cual son *Ciona intestinalis* y *Botryllus schlosseri* los dominantes, desplazando a los hidrozooos al borde del panel.

A lo largo de este segundo período de muestreos, se observan las primeras colonias de Briozoos incrustantes de la especie *Criptosula pallasiana* y *Conopeum* sp., las cuales nunca llegan a ser dominantes.

El tercer cuatrimestre vuelve a caracterizarse por el dominio de *Enteromorpha* spp., compartido con el ciliado *Zoothamnium* sp. Este esquema perdura hasta el cuarto mes de inmersión, en el cual comienza una incipiente colonización por parte de los campanuláridos, preferentemente en el nivel D.

Recapitulando esta serie de datos, puede observarse que durante el segundo cuatrimestre la comunidad presenta la mayor diversidad de especies y abundancia de organismos, lo cual está directamente vinculado con las temperaturas más altas registradas en el año.

Por su parte, el primer cuatrimestre reviste una importancia particular, ya que durante su transcurso se registran por primera vez tres especies altamente agresivas para el sistema de refrigeración de la central: *Mercierella enigmatica*, *Mytilus platensis* y *Brachydontes rodriguezii*.

PRIMER CUATRIMESTRE (paneles internos)

Un mes de inmersión (26/08/77-20/09/77)

La comunidad está constituida por una fina película inicial, compuesta principalmente por detrito y organismos microscópicos.

Nivel B: Presenta una mínima colonización, que corresponde principalmente a ciliados del género *Zoothamnium*. Se observan campanuláridos y mitílidos en forma rara.

Nivel C: La superficie del panel presenta un cuadro similar al bosquejado para el nivel B, aumentando la frecuencia de *Gonothyrea loveni*.

Nivel D: Se mantiene el esquema ya descrito, observándose una disminución en la cantidad de detrito depositado.

Dos y tres meses de inmersión (26/08/77-30/11/77)

No se realizaron los correspondientes muestreos debido a causas funcionales de la central.

Cuatro meses de inmersión (26/08/77-28/12/77)

La dominancia es compartida por *Mercierella enigmatica* y *Gonothyrea loveni*, las cuales se distribuyen en todos los niveles de profundidad.

Nivel B: *Mercierella enigmatica* ha colonizado toda la superficie en forma frecuente, no así *Gonothyrea loveni* que se encuentra restringida a la mitad inferior del panel.

Nivel C: Los campanuláridos cubren la superficie en forma abundante; se observa una reducción en el número de *Mercierella enigmatica* respecto al nivel B. Se encuentran mitílidos juveniles en forma escasa.

Nivel D: Antozoos de la especie *Sagartentus bandae* han colonizado la zona inferior del panel; *Gonothyrea loveni* sigue siendo dominante en este nivel. *Mercierella enigmatica* es frecuente, con una distribución irregular. Los mitílidos son escasos.

SEGUNDO CUATRIMESTRE (paneles internos)

Un mes de inmersión (28/12/77-30/01/78)

La comunidad está dominada por *Mercierella enigmatica*, la cual coloniza todos los niveles.

Nivel B: *Mercierella enigmatica* cubre la superficie en forma frecuente y homogénea. *Gonothyrea loveni* se ubica en la zona inferior izquierda del panel, distinguiéndose colonias en los bordes laterales. *Sagartentus bandae* ha colonizado el tercio inferior en forma escasa.

Nivel C: *Mercierella enigmatica* sigue siendo dominante, aumentando el número comparado con el nivel B. *Gonothyrea loveni*

se observa en forma frecuente, predominando en la zona inferior del panel. *Sagartentus bandae* se distribuye en forma homogénea, presentando individuos de un mayor tamaño que en el nivel superior.

Nivel D: *Sagartentus bandae* ha colonizado en forma homogénea este nivel, produciéndose un aumento significativo en su número. *Mercierella enigmatica* presenta una distribución similar a la del nivel C. Los hidrozooos de la especie *Tubularia crocea* son frecuentes, colonizando gran parte de la superficie de fijación. Los mitílidos son escasos.

#### Dos meses de inmersión (28/12/77-01/03/78)

La composición de la comunidad permanece constante, produciéndose un aumento en el número de ejemplares.

Nivel B: *Mercierella enigmatica* prevalece sobre los otros organismos; *Gonothyrea loveni* se presenta en forma escasa, limitándose a los bordes del panel. *Sagartentus bandae* ha aumentado su número en comparación con el mes anterior.

Nivel C: Los campanuláridos cubren la superficie en forma homogénea, depositándose sobre ellos gran cantidad de detrito. *Mercierella enigmatica* forma acumulaciones de organismos en distintos sectores de la superficie. *Sagartentus bandae* es frecuente, distribuyéndose en forma homogénea.

Nivel D: *Sagartentus bandae* es abundante, colonizando el sustrato en toda su extensión. *Gonothyrea loveni* ha alcanzado en este nivel su mayor número, a diferencia de *Mercierella enigmatica* que sufre una significativa disminución en comparación con los niveles superiores.

#### Tres meses de inmersión (28/12/77-30/03/78)

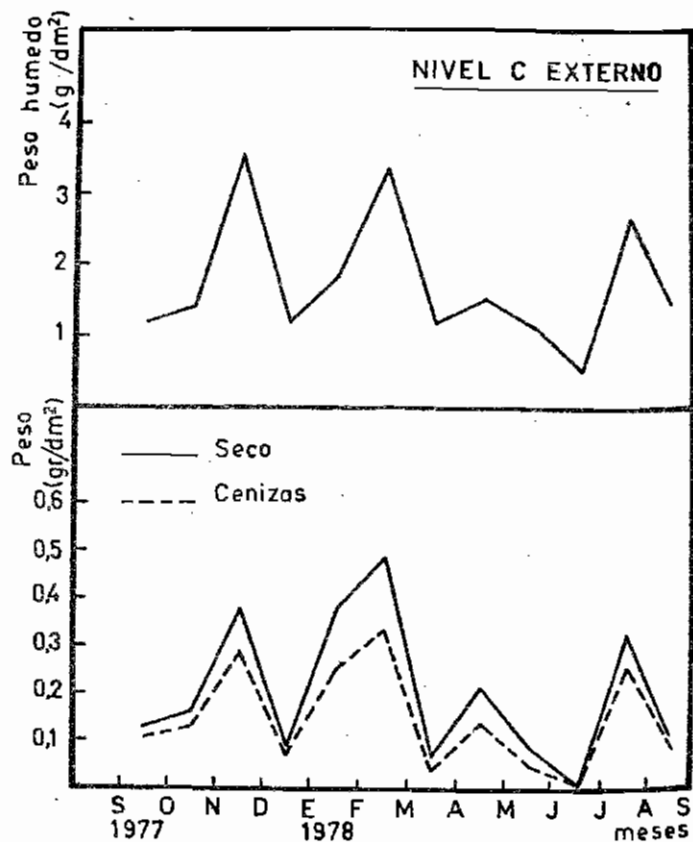
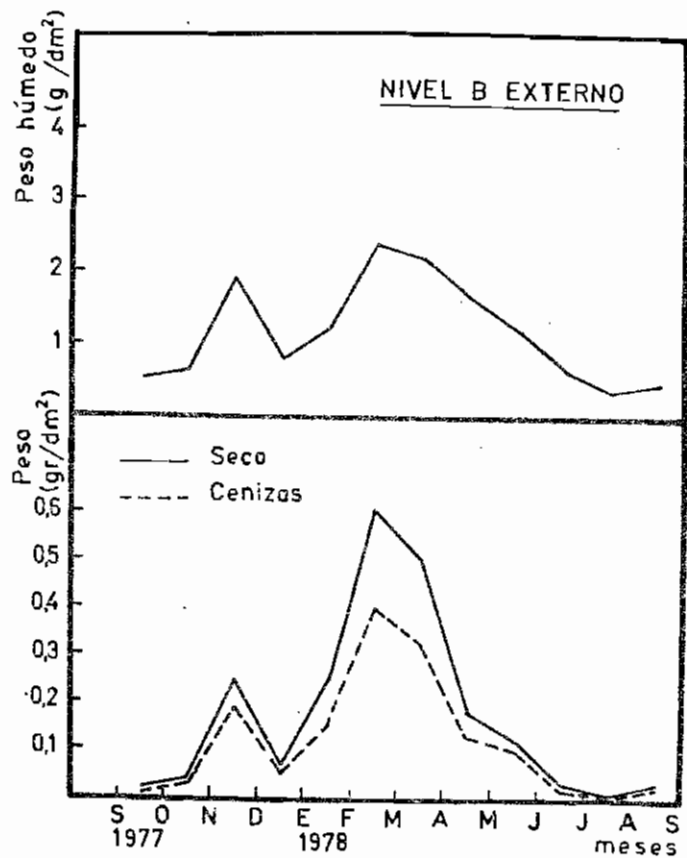
La evolución de la comunidad ha permanecido estable, presentando un cuadro muy similar al del mes anterior. *Mercierella enigmatica* domina el nivel superior, siendo los hidrozooos y *Sagartentus bandae* los que prevalecen en los inferiores.

Nivel B: *Mercierella enigmatica* es abundante y dominante en este nivel. *Sagartentus bandae* es escaso al igual que *Tubularia crocea*, la que se encuentra restringida al borde del panel; en el centro del mismo se observa a *Balanus amphitrite*, si bien en forma rara.

Nivel C: *Sagartentus bandae*, al igual que en muestreos anteriores ha aumentado en número al descender en profundidad. *Mercierella enigmatica* es abundante; *Tubularia crocea* continúa ocupando los bordes del panel, pero con cierta tendencia a colonizar el centro del mismo. Se encuentran colonias de *Cryptosula pallasiana* y *Conopeum* sp., con una distribución irregular.

Nivel D: La comunidad está dominada por los hidrozooos, que cu-





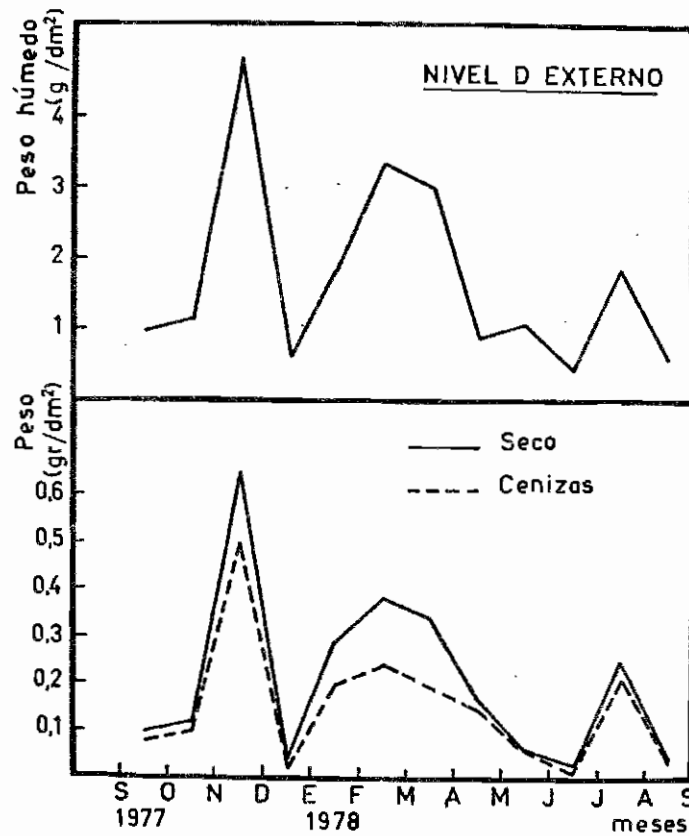


Figura 5.- Fluctuaciones de la biomasa de paneles mensuales externos en cada uno de los niveles de profundidad

bren la totalidad del sustrato. *Sagartentus bandae* es abundante, distribuyéndose en forma homogénea por todo el panel. *Mercierella enigmatica* queda restringida a pequeñas zonas. Se observan mitílidos juveniles en forma escasa y colonias de *Cryptosula pallasiana* en menor número que en el nivel C.

#### Cuatro meses de inmersión (28/12/77-03/05/78)

No se presentan grandes cambios en la comunidad, observándose únicamente un pequeño aumento en las colonias de *Cryptosula pallasiana*.

Nivel B: *Mercierella enigmatica* domina en este nivel formando compactas acumulaciones de organismos en toda la superficie. *Sagartentus bandae* es frecuente, con diferencias en el tamaño de los individuos. Los hidozoos son escasos, disponiéndose en la zona inferior del panel. *Cryptosula pallasiana* forma colonias pequeñas con una distribución irregular.

Nivel C: *Sagartentus bandae* y *Mercierella enigmatica* dominan el nivel. *Tubularia crocea* es frecuente, colonizando la totalidad de la superficie. Sobre los tubos de los serpúlidos se encuentran colonias de *Cryptosula pallasiana*.

Nivel D: El organismo dominante en este nivel es *Sagartentus bandae*, produciéndose una disminución en el número de *Mercierella enigmatica*. *Tubularia crocea* es frecuente y ocupa distintos sectores del panel. *Cryptosula pallasiana* forma dos colonias sobre el sustrato. Se encuentran mitílidos juveniles escasamente representados.

#### TERCER CUATRIMESTRE (paneles internos)

##### Un mes de inmersión (03/05/78-31/05/78)

Los paneles se encuentran cubiertos por una delgada película compuesta principalmente por detrito y el ciliado *Zoothamnium* sp.

Nivel B: El depósito de detrito es mínimo. *Zoothamnium* sp. es el organismo dominante.

Nivel C: *Zoothamnium* sp. prevalece en toda la superficie del panel, observándose un aumento en la cantidad de detrito depositado.

Nivel D: Muy similar a los dos superiores; *Zoothamnium* sp. cubre la superficie; el detrito es escaso.

##### Dos meses de inmersión (03/05/78-28/06/78)

La comunidad no presenta mayores diferencias en comparación con el mes anterior, observándose solamente un aumento en la cantidad de detrito depositado.

Nivel B: *Zoothamnium* sp. cubre en forma abundante el panel, existiendo una mayor concentración de organismos en la mitad inferior del mismo.

Nivel C: Muy similar al nivel B, siendo *Zoothamnium* sp. el organismo dominante,

Nivel D: El panel se encuentra cubierto en forma frecuente por *Zoothamnium* sp., que se encuentra distribuido homogéneamente en la superficie.

#### *Tres meses de inmersión (03/05/78-02/08/78)*

La comunidad sufre una pequeña evolución, caracterizada por la colonización del sustrato por parte de serpúlidos y mitflidos.

Nivel B: Este nivel se encuentra contaminado por fuel oil, lo que impide el desarrollo normal de la comunidad. El detrito es abundante. Se encuentra *Zoothamnium* sp. en la mitad inferior del panel y un serpúlido juvenil en el margen izquierdo.

Nivel C: La acumulación de detrito es menor en este nivel. El organismo dominante es *Zoothamnium* sp. y cabe destacar la colonización del sustrato por mitflidos juveniles.

Nivel D: Este nivel presenta una gran similitud con los superiores, donde *Zoothamnium* sp. es dominante. *Mercierella enigmatica* se presenta en forma rara, al igual que los mitflidos.

#### *Cuatro meses de inmersión (03/05/78-30/08/78)*

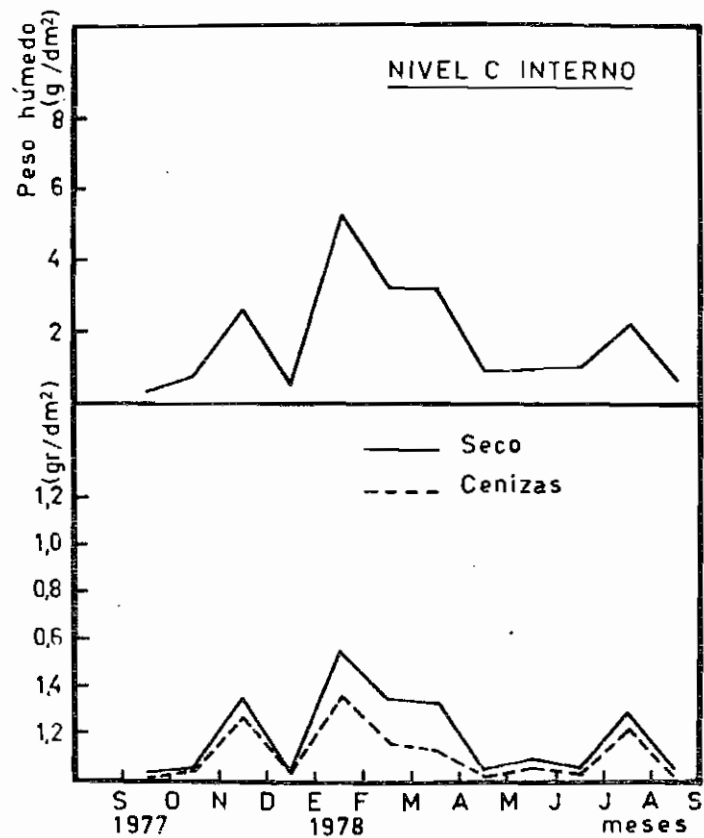
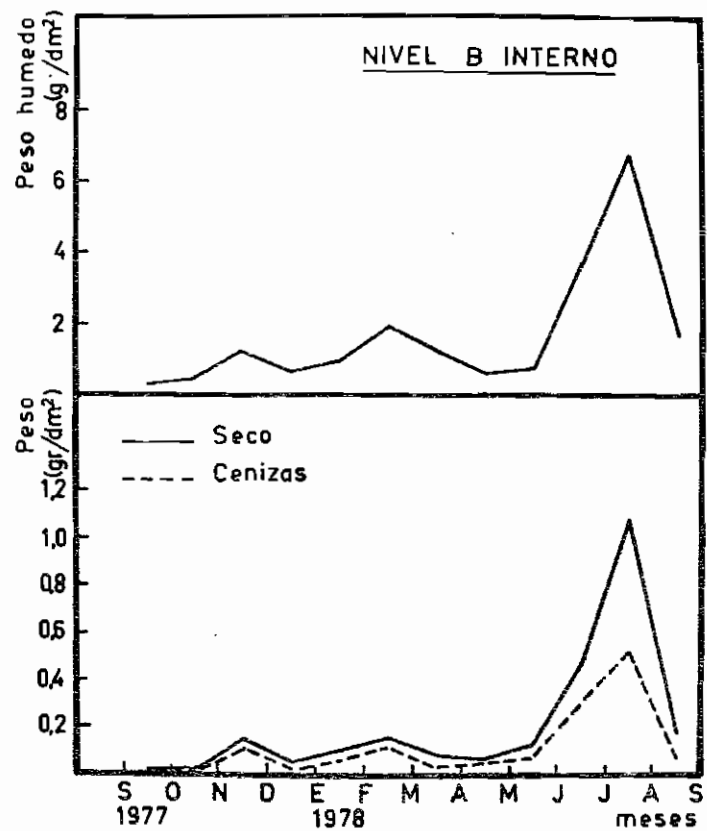
La comunidad presenta una composición similar a la registrada el mes anterior, sin variantes en las especies colonizadoras. El detrito depositado ha permanecido estable.

Nivel B: *Zoothamnium* sp. es el organismo dominante, cubriendo la superficie en forma homogénea. Se observan individuos juveniles de *Mercierella enigmatica* dispersos sobre el panel.

Nivel C: Presentan una composición similar al nivel B, siendo *Zoothamnium* sp. el organismo dominante. *Mercierella enigmatica* se encuentra en forma rara, al igual que otro poliqueto de la familia Spirorbidae.

Nivel D: Aumenta el número de serpúlidos en forma poco significativa, observándose una proporción similar en la colonización de estos últimos con respecto a los espirorbidos.

Durante el primer cuatrimestre la comunidad presenta en su comienzo una película o "film" inicial constituido principalmente por detrito y organismos microscópicos, en particular el ciliado



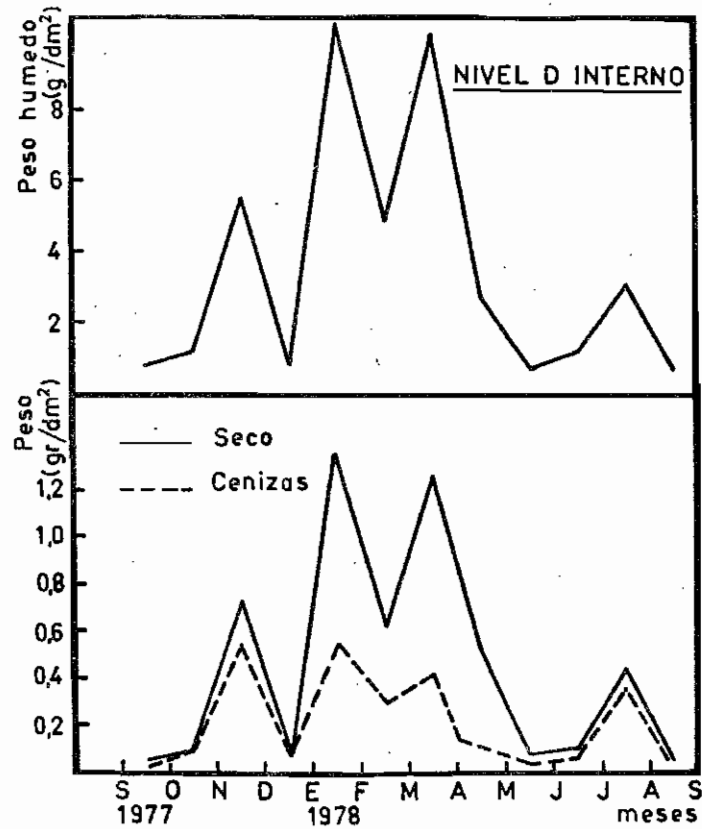


Figura 6.- Fluctuaciones de la biomasa de paneles mensuales internos en cada uno de los niveles de profundidad

*Zoothamnium* sp. Se observan en forma rara mitílidos y serpúlidos. Luego se produce una etapa que se caracteriza por el dominio de *Mercierella enigmatica* y *Gonothyrea loveni* sobre los otros grupos de organismos. En el último nivel se observa la colonización de la superficie por *Sagartentus bandae*, que se constituye en especie dominante en etapas posteriores.

En el transcurso del segundo cuatrimestre se producen las mayores acumulaciones de organismos sobre los paneles. La evolución de la comunidad durante este período se manifiesta en un aumento en el número de organismos, puesto que los grupos que han colonizado los sustratos en el primer mes se mantienen hasta el final.

*Mercierella enigmatica* domina ampliamente los niveles superiores, disminuyendo su número hacia el nivel inferior. Ocurre lo inverso con *Sagartentus bandae*, que prevalece en las zonas profundas, reduciendo su número hacia la superficie. Los hidrozooos también sufren una gradación en la cantidad de colonias por nivel, aumentando en forma considerable hacia los niveles más profundos. En los paneles con un grado mayor de evolución, se aprecia el desplazamiento de *Gonothyrea loveni* por parte de *Tubularia crocea*. Los briozoos incrustantes nunca llegan a ser dominantes en ninguno de los niveles.

El tercer cuatrimestre se caracteriza por la mínima colonización. Al igual que en el comienzo de la experiencia, *Zoothamnium* sp. es el organismo dominante. Esta merma en la fijación se mantiene hasta el cuarto mes, durante el cual se observa un incremento en la colonización del sustrato por distintos grupos de organismos tales como serpúlidos, mitílidos y campanuláridos.

---

#### FLUCTUACIONES DE LA BIOMASA EN LAS COMUNIDADES INCRUSTANTES

---

Con la finalidad de determinar las características de las comunidades incrustantes desde un punto de vista cuantitativo, se analizaron los valores de biomasa registrados tanto sobre paneles mensuales como acumulativos. A través de los primeros se obtuvieron los valores de biomasa alcanzados luego de 30 días de inmersión a lo largo de un período anual. De acuerdo al programa de muestreo aplicado en este ensayo, los paneles acumulativos brindaron datos de biomasa de la comunidad a lo largo de tres períodos cuatrimestrales sucesivos de inmersión.

Los estudios realizados en otras áreas portuarias de la pro-

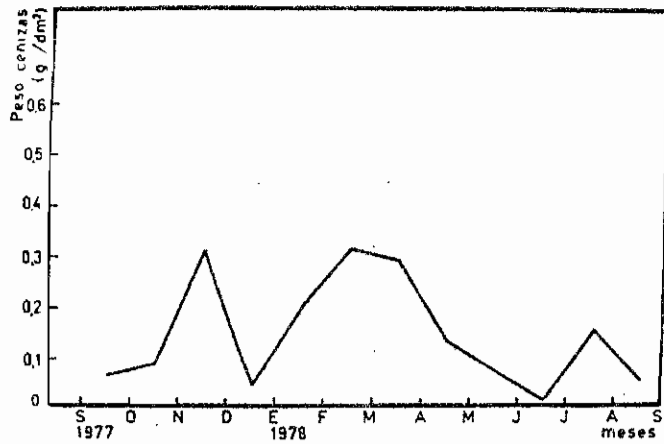
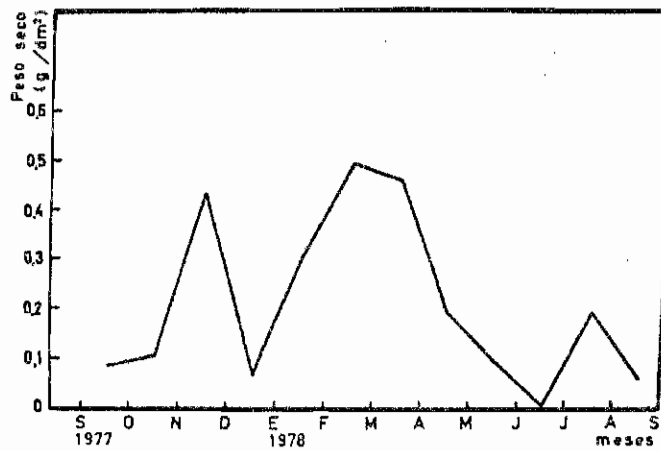
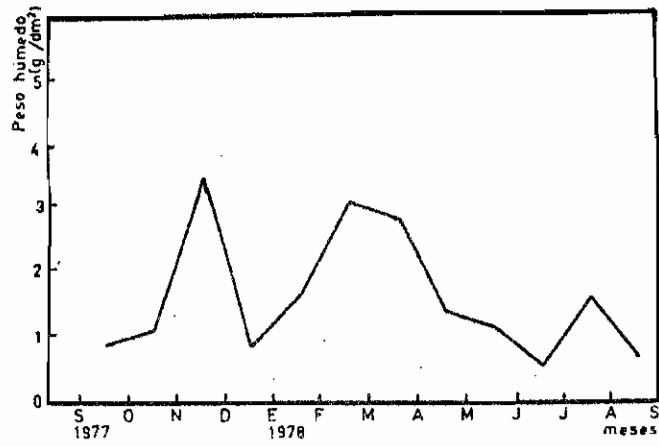


Figura 7.- Fluctuaciones de la biomasa de paneles mensuales externos (promedio de los valores obtenidos en los niveles B, C y D)



vincia de Buenos Aires han indicado claramente la influencia que ejerce la temperatura del agua sobre la biomasa y el grado de complejidad de las incrustaciones en los paneles de tipo mensual (<sup>1</sup>, <sup>13</sup>). Vale decir que durante los períodos de elevada temperatura se registraron los valores máximos de biomasa, mientras que a temperaturas mínimas corresponden valores muy bajos de biomasa y estados poco evolucionados de la comunidad.

Observando los gráficos que relacionan biomasa (expresada en peso seco) con temperatura media del agua (fig. 3 y 4) de los paneles externos e internos, se ve que se producen fluctuaciones en los valores de biomasa que se apartan del esquema observado en otros puertos (puerto de Mar del Plata y Puerto Belgrano). La biomasa correspondiente a los paneles externos (fig. 3) va ascendiendo junto con la temperatura, pero entre diciembre y enero se produce un brusco descenso que no se correlaciona con los valores de la temperatura del agua. Este descenso es real y no es el resultado de promediar los valores de biomasa de los distintos niveles de profundidad. Analizando la figura 5, puede observarse que en cada uno de los niveles queda registrado este descenso en la biomasa.

Este fenómeno se ha debido en parte a que entre noviembre y diciembre se produjo una intensa colonización de *Mercierella enigmatica*, descendiendo bruscamente durante el mes siguiente, para volver a incrementarse durante enero/febrero. Estas fluctuaciones, que han repercutido sobre los valores de biomasa, pueden deberse a circunstancias diversas, entre ellas cambios bruscos, no registrados, en las condiciones ambientales.

A partir del mes de enero, la biomasa aumenta hasta alcanzar sus valores máximos en coincidencia con las máximas temperaturas de febrero/marzo (<sup>5</sup>, <sup>6</sup>), para luego descender nuevamente junto con la temperatura. Sin embargo, entre julio y agosto se produce un incremento que también resulta inesperado, considerando las bajas temperaturas de esos meses.

Este pico no corresponde a un aumento real de la biomasa, sino que se debe a la gran cantidad de detrito que se acumula en los paneles, como consecuencia de un mayor arrastre de sedimentos por grandes crecidas del río.

El valor máximo de biomasa (expresado en peso seco) en los paneles externos, es de aproximadamente 0,5 g/dm<sup>2</sup>, valor que resulta bajo si se lo compara con los registros en el puerto de Mar del Plata (3,48 g/dm<sup>2</sup> para 1973-1974 y 6,75 g/dm<sup>2</sup> para 1976-1977) (<sup>13</sup>).

Analizando la curva de biomasa de los paneles internos en relación con la temperatura (fig. 4), se observa que se produce el descenso ya mencionado entre diciembre y enero. Este descenso queda también registrado en cada uno de los niveles de profundidad (fig. 6). En cuanto al incremento que se observa entre julio y agosto, también se repite en cada uno de los niveles, pero en forma más intensa en

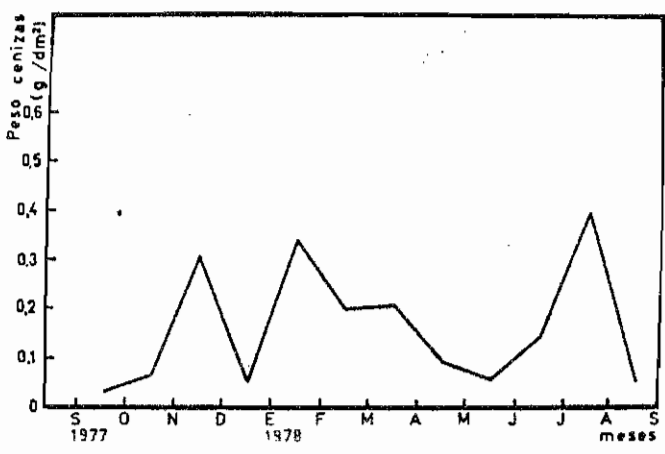
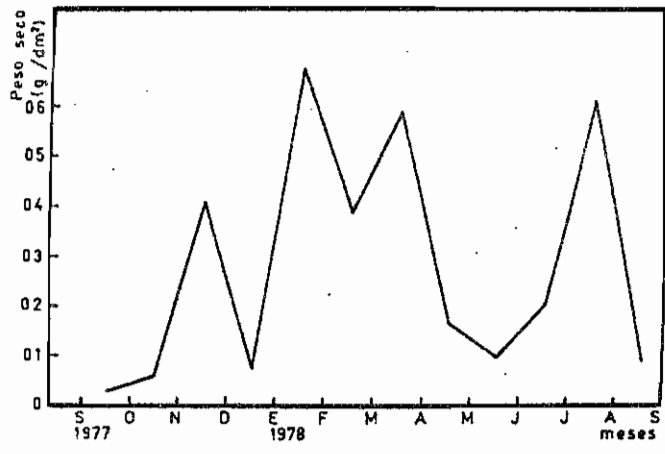
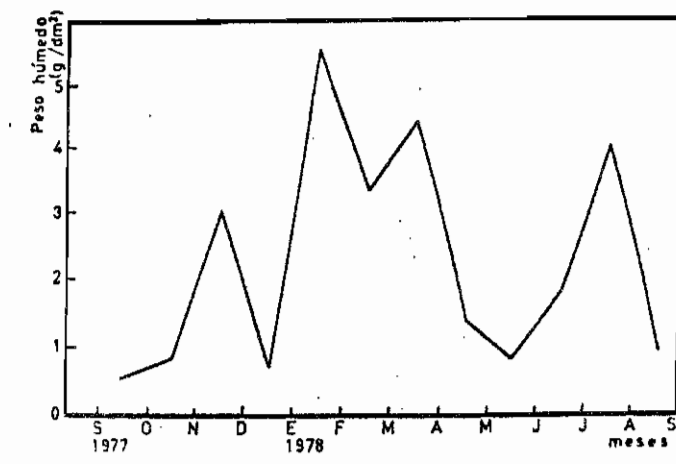


Figura 8.- Fluctuaciones de la biomasa de paneles mensuales internos (promedio de los valores obtenidos en los niveles B, C y D)

el nivel B. Con respecto al valor máximo de biomasa (expresado en peso seco) en los paneles internos, se observa que es levemente más alto que el registrado en los paneles externos (aproximadamente  $0,65 \text{ g/dm}^2$  en peso seco).

En cuanto a los paneles acumulativos, en los externos (fig. 9) puede observarse durante el primer cuatrimestre que la biomasa de la comunidad va aumentando paulatinamente hasta llegar a un máximo al tercer mes de inmersión, seguido de un descenso en el cuarto mes. Durante el segundo cuatrimestre se produce un incremento muy importante en la biomasa al segundo mes de inmersión, que culmina con un valor máximo de aproximadamente  $5,6 \text{ g/dm}^2$  (peso seco) al completarse el cuatrimestre. En el tercer cuatrimestre el incremento de biomasa es más lento, con un máximo al tercer mes de inmersión y un leve descenso en el último mes.

De los tres niveles de profundidad analizados, el valor máximo de biomasa se obtiene en el panel D durante el segundo cuatrimestre (fig. 11).

En los paneles internos (fig. 10), durante el primer cuatrimestre la biomasa de la comunidad va aumentando en forma paulatina, hasta llegar a un valor máximo al final del período de inmersión. Durante el segundo cuatrimestre, el valor máximo de biomasa se obtiene a los 60 días de inmersión (aproximadamente  $6,9 \text{ g/dm}^2$  en peso seco), produciéndose un paulatino descenso durante los dos últimos meses. En el tercer cuatrimestre el aumento de biomasa se produce más lentamente, llegando a un valor máximo al tercer mes de inmersión para luego descender durante el cuarto y último mes.

Al igual que en los paneles externos, el valor máximo de biomasa corresponde al nivel D y se produce durante el segundo cuatrimestre (fig. 12).

El análisis comparativo de los paneles externos e internos indica que no existen mayores diferencias entre ambos.

Según lo observado en el puerto de Mar del Plata y en Puerto Belgrano, la biomasa de paneles acumulativos guarda una relación menos estrecha con el factor temperatura, ejerciendo una influencia directa exclusivamente durante los primeros meses de evolución de la comunidad (<sup>1, 13</sup>). Dado que durante el presente ensayo los paneles acumulativos han permanecido sumergidos por períodos cuatrimestrales, la influencia de la temperatura resulta bastante evidente. Es por ello que en todos los niveles de profundidad estudiados, los valores más altos de biomasa corresponden al período estival, mientras que los mínimos se producen en los meses más fríos.

Cabe señalar que el pico que se registra durante el tercer cuatrimestre responde a una sobrevaloración de la biomasa acumu-

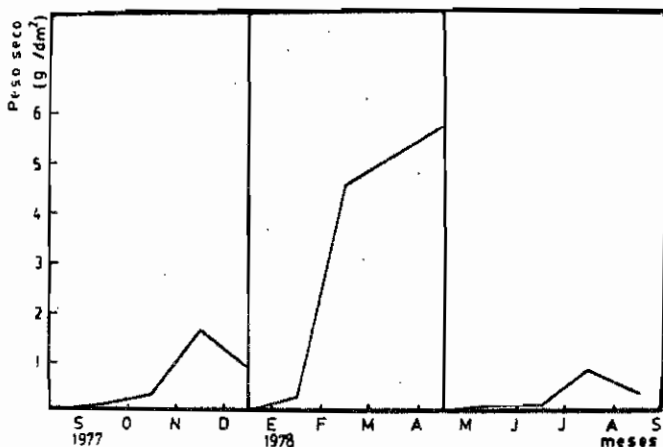


Figura 9.- Fluctuaciones de la biomasa de paneles acumulativos externos (promedio de los valores obtenidos en los niveles B, C y D)

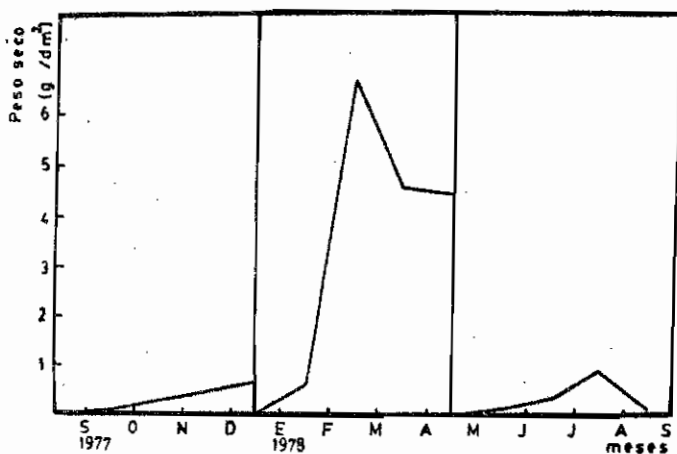


Figura 10.- Fluctuaciones de la biomasa de paneles acumulativos internos (promedio de los valores obtenidos en los niveles B, C y D)

lada, debido a la presencia de abundante detrito depositado durante grandes crecientes del río, ya señaladas anteriormente. Por la metodología empleada resulta imposible separar ambas fracciones en forma adecuada.

Los valores de biomasa obtenidos durante este ensayo sobre paneles acumulativos en periodos cuatrimestrales han resultado notablemente inferiores a los obtenidos en el puerto de Mar del Plata y en Puerto Belgrano en periodos semejantes. Esto no significa que en lapsos más prolongados de inmersión la comunidad no pueda alcanzar valores de biomasa comparables a los otros puertos mencionados.

---

## CONSIDERACIONES GENERALES

---

La zona de Puerto Quequén se caracteriza por presentar condiciones hidrológicas particulares en virtud de la influencia recíproca que se establece entre masas de agua de origen continental y marino. Estas características de tipo estuarial hacen que se produzcan marcadas variaciones en ciertos factores ambientales, como la salinidad, a lo largo del día y del año (<sup>5</sup>, <sup>6</sup>). Dichas condiciones favorecen, a su vez, el notable desarrollo de las poblaciones locales de *Mercierella enigmatica*, una de las especies de macrofouling más perjudiciales para los sistemas de refrigeración de la central emplazada en la zona.

La calidad de las aguas portuarias, en cambio, resulta superior a la de otros puertos, en virtud del limitado desarrollo industrial alcanzado hasta el momento y el buen sistema de renovación de las mismas.

La comunidad incrustante analizada, si bien presenta características peculiares de la zona, probablemente resulte más afín a la de Puerto Belgrano que a la de Mar del Plata.

Los ciclos de fijación de las principales especies estudiadas permiten tener una idea de las épocas del año en que los organismos colonizan los sustratos artificiales y el grado de intensidad con que pueden hacerlo. A su vez, el análisis paralelo de la fijación en los paneles externos e internos, ha permitido detectar cuales son las especies que encuentran condiciones propicias para su desarrollo en los sistemas de refrigeración. Esta información resulta de especial interés para el régimen que deberá seguir la central termoeléctrica en la aplicación de sistemas de control antiincrustante.

De las especies del macrofouling analizadas, las que podrían encontrarse con mayor frecuencia en los sistemas de refrigeración

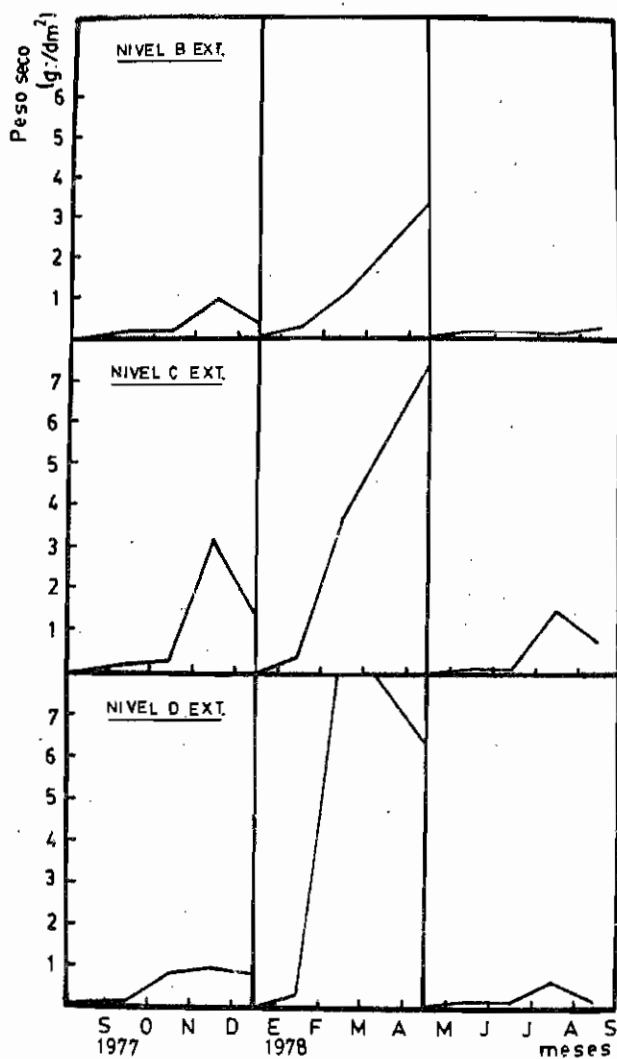


Figura 11

Fluctuaciones de la biomasa de paneles acumulativos externos en cada uno de los niveles de profundidad

serían: *Mercierella enigmatica*, *Brachydontes rodriguezi*, *Mytilus platensis*, *Tubularia crocea* y *Gonothyrea loveni*. En términos generales los ciclos de fijación de estos organismos están influenciados por la temperatura del agua, comenzando con el calentamiento de las mismas en primavera y prolongándose hasta su enfriamiento en otoño.

El desarrollo posterior de la comunidad suele estar al margen de las fluctuaciones térmicas del agua. Para el estudio de su evolución en el tiempo se utilizaron paneles acumulativos (<sup>5</sup>, <sup>6</sup>), ubicados en las zonas ya señaladas.

Haciendo una comparación del desarrollo de la comunidad en los paneles externos e internos, se observa una correlación entre las especies que han colonizado los sustratos, tiempo en que lo lograron y abundancia de organismos en los diferentes niveles de profundidad.

Las diferencias más significativas entre los organismos que han colonizado ambas zonas son:

- la dominancia de *Enteromorpha* spp. en los paneles externos durante gran parte del año, siendo nula en los internos;
- la abundancia de *Sagartentus bandae* en los niveles inferiores internos, no existiendo en los externos;
- el predominio de *Tubularia crocea* en la zona interna, comparada a la dominancia de *Gonothyrea loveni* en el exterior;
- la gran acumulación de *Ciona intestinalis* en los niveles inferiores externos, no encontrándose ningún ejemplar en el interior;
- la relación existente entre *Ciona intestinalis* y *Botryllus schlosseri* como su epibionte en los sistemas externos;
- la presencia de *Balanus amphitrite* en forma rara en los paneles internos, colonizando los externos en forma frecuente durante los meses de enero a marzo.

Considerando las especies más perjudiciales para el normal funcionamiento de la central, como son *Mercierella enigmatica*, *Mytilus platensis* y *Brachydontes rodriguezi*, existe una total correlación en la colonización y desarrollo de estos organismos en los dos lugares elegidos para el ensayo.

El panorama general de Puerto Quequén con respecto a los valores de biomasa registrados sobre los paneles experimentales ha resultado bastante complejo y se aparta, en cierta medida, de lo observado en el puerto de Mar del Plata y en Puerto Beigrano. Ello se debe, fundamentalmente, a los cambios que se producen, tanto en la temperatura como en la salinidad y el aporte de sedimentos du-

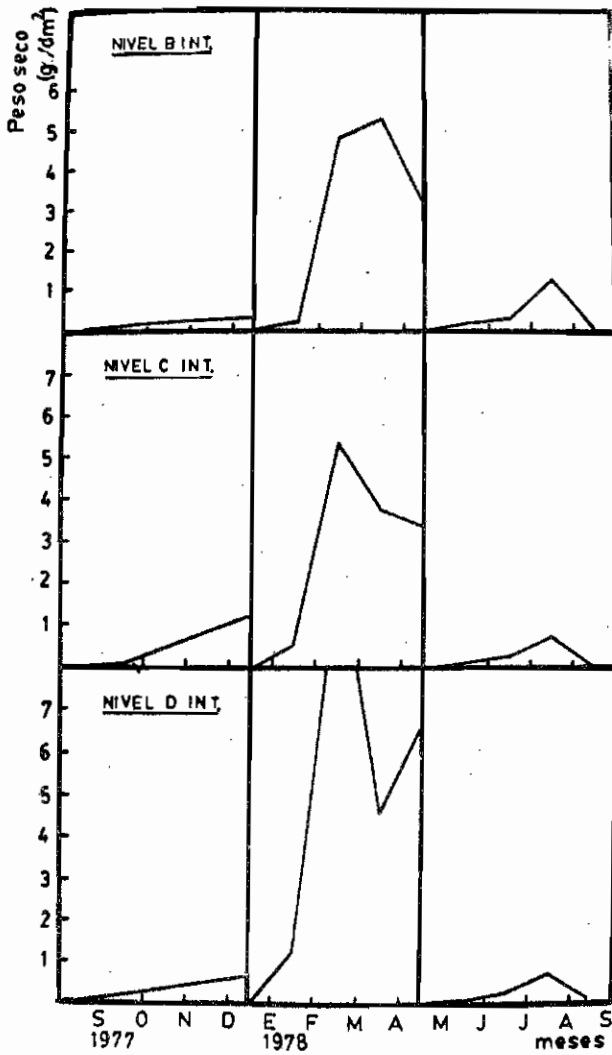


Figura 12:

Fluctuaciones de la biomasa de paneles acumulativos internos en cada uno de los niveles de profundidad



rante períodos de grandes crecientes del río Quequén.

### *Agradecimientos*

Los autores expresan su agradecimiento al personal de DEBA, CIDEPINT e INIDEP, que colaboró de diversas formas en el desarrollo del presente estudio; a la Dra. Zulma A. de Castellanos, por sus atenciones y facilidades de trabajo brindadas en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata; y a la Lic. Victoria Lichtschein de Bastida por su ayuda en la elaboración del manuscrito.

---

### BIBLIOGRAFIA

---

- (<sup>1</sup>) Bastida, R., 1970.- Las incrustaciones biológicas de las costas argentinas. La fijación mensual en el puerto de Mar del Plata durante tres años consecutivos. LEMIT, 4-1970: 1-55.
- (<sup>2</sup>) Bastida, R., 1971.- Las incrustaciones biológicas del puerto de Mar del Plata, período 1966/67. Rev. Mus. Arg. Csas. Nat. B. Rivadavia, Hidrobiol., 3 (2): 203-285.
- (<sup>3</sup>) Bastida, R., 1972.- Studies on the fouling communities along Argentine coasts. Proc. 3rd. Int. Congr. Mar. Corros. and Foul. (Gaythersburg, Maryland): 1-17.
- (<sup>4</sup>) Bastida, R., 1978.- Las incrustaciones biológicas (fouling) y su acción de deterioro sobre las estructuras sumergidas. CIDEPINT-Anales: 57-101.
- (<sup>5</sup>) Bastida, R. y G. Brankevich, 1980.- Estudios ecológicos preliminares de las comunidades incrustantes de Puerto Quequén (Argentina). V Congreso Int. de Corrosión Marina e Incrustaciones, 19-23 de mayo de 1980, Barcelona, España; Sección Biología Marina: 113-138.
- (<sup>6</sup>) Bastida, R. y G. Brankevich, 1981.- Estudios ecológicos sobre las comunidades incrustantes de Puerto Quequén (Argentina). I, Características del microfouling. CIDEPINT-Anales: 201-232.
- (<sup>7</sup>) Bastida, R., M.E.T. de Mandri, V.L. de Bastida y M. Stupak, 1980. Ecological aspects of marine fouling at the port of Mar del Plata (Argentina). V Congreso Int. de Corrosión Marina e Incrustaciones, 19-23 de mayo de 1980, Barcelona, Es-

paña; Sección Biología Marina: 299-320.

- (<sup>8</sup>) Bastida, R., E. Spivak, S. L'Hoste y H. E. Adabbo, 1974.- Las incrustaciones biológicas de Puerto Belgrano. I. Estudio de la fijación sobre paneles mensuales, período 1971/72. Corrosión y Protección, España, 8 (8): 11-31.
- (<sup>9</sup>) Bastida, R. y M. E. Stupak, 1979.- Las diatomeas de las comunidades incrustantes del puerto de Mar del Plata. CIDEPIINT-Anales: 91-167.
- (<sup>10</sup>) Bastida, R. y M. R. Torti, 1971.- Estudio preliminar de las incrustaciones biológicas de Puerto Belgrano (Argentina). LE-MIT-Anales, 3-1971: 45-75.
- (<sup>11</sup>) Boltovskoy, E. y A. Boltovskoy, 1968.- Foraminíferos y Tecamebas de la parte inferior del río Quequén Grande, provincia de Buenos Aires, Argentina (sistemática, distribución, ecología). Rev. Mus. Arg. Csas. Nat. B. Rivadavia, Hidrobiol., 2 (4): 127-172.
- (<sup>12</sup>) Servicio de Hidrografía Naval, 1958.- Derrotero Argentino, parte II, H. 202, Público, 373 pp.
- (<sup>13</sup>) Stupak, M. E., R. Bastida y P. Arias, 1980.- Las incrustaciones biológicas del puerto de Mar del Plata (Argentina), período 1976/77. CIDEPIINT-Anales: 173-231.
- (<sup>14</sup>) Woods Hole Oceanographic Institution, 1952.- Marine fouling and its prevention. U. S. Naval Institute, Annapolis, Maryland, 388 pp.