

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

ESCUELA SUPERIOR DE CIENCIAS MARINAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA
DE BAJA CALIFORNIA



ESCUELA SUPERIOR DE
CIENCIAS MARINAS
BIBLIOTECA

COLONIZACION DE UN SUSTRATO DURO ARTIFICIAL POR ORGANISMOS MARINOS BENTONICOS

Universidad Autónoma
de Baja California



BIBLIOTECA CENTRAL
ENSENADA

T E S I S
Que para obtener el título de
O C E A N O L O G O
p r e s e n t a
CARLOS ROBERTO DE ALBA PEREZ

ENSENADA, B. C.

1972

Con veneración y gratitud a mis adorados Padres Sr. Dr. Luis De Alba Luna y Sra. Livier P. de De Alba Luna a quienes por su abnegación y constante estímulo debo mi Carrera.

A mi querida Esposa Gladys e hijo.

A mis hermanos con cariño.

A mis familiares y amigos.

A mi Escuela.

El presente trabajo fué realizado en los laborato--
rios de la Escuela Superior de Ciencias Marinas y -
del Instituto de Investigaciones Oceanológicas de--
pendientes de la Universidad Autónoma de Baja Cali-
fornia. Actuando como Director de tesis el Biólogo--
Sergio A. Guzmán del Proo.

AGRADECIMIENTOS.

Al Biól. Sergio A. Guzmán del Proo Director de esta tesis y esposa Biól. Sara de la Campa de Guzmán, -- quienes me orientaron y dieron consejos acertados -- en la dirección y revisión de este trabajo.

Al Dr. Nicolás Grijalva O., Director de la Escuela Superior de Ciencias Marinas.

Al Ing. Quím. Héctor Díaz Lepe por su colaboración en el análisis de la composición de los bloques.

A todos mis amigos y compañeros que de una u otra forma me prestaron su valiosa ayuda y cooperación -- en la realización de este trabajo.

INDICE.

CAPITULO:	Página.
I. Introducción.	1
1. Antecedentes	4
2. Descripción del Area de Estudio.	7
II. Material y Métodos.	10
III. Resultados.	16
IV. Discusión	34
V. Conclusiones y Recomen- daciones.	45
VI. Resumen	49
VII. Literatura Citada	51

COLONIZACION DE UN SUSTRATO DURO ARTIFICIAL
POR ORGANISMOS MARINOS BENTONICOS.

CAPITULO I

I N T R O D U C C I O N .

El fondo marino o división bentónica, ofrece según sus --- características diversos medios donde los organismos están intí--- mamente ligados con el sustrato y el agua que los rodea. Nos -- daremos cuenta que el tipo de sustrato es de vital importancia--- para la fijación y desarrollo de determinado número y grupo de--- organismos animales y vegetales.

Así pues, en general, en un sustrato duro, rocoso e irregu--- lar, existirá un mayor número de fauna y flora bentónica, ya -- que éste ofrece un medio más estable para su fijación, protec--- ción y desarrollo. Mientras que, si la comparamos con el núme--- ro de individuos que existen en un sustrato arenoso, o lodoso, -- de superficie suave y regular, resultará que en este tipo de -- sustrato, los animales son muy escasos y los vegetales se puede decir que su presencia es nula, ya que necesitan una superficie dura para adherirse.

No únicamente los organismos bentónicos son más numerosos - en sustratos duros, sino que también muchas especies, como los- peces, prefieren habitar donde haya un sustrato irregular sólido, que les ofrezca protección, alimento y refugio.

Las costas de Baja California presentan en la zona infrali- toral, fondos irregulares, en su mayoría con grandes extensio---

nes de arena y algunos afloramientos rocosos, es en estas reducidas áreas de sustrato rocoso en donde se localizan los bancos de algas café gigantes (Macrocystis) que son muy abundantes y que tienen gran importancia y utilidad industrial, aquí mismo, en estos bosques submarinos, se hayan grandes cantidades de peces comerciales y otros organismos formando una comunidad característica. Pero fuera de esas áreas rocosas, la fauna y flora bentónica disminuye considerablemente, ya que el fondo arenoso francamente inestable, impide la fijación y desarrollo de algas marinas y de animales sésiles. En consecuencia los peces y demás organismos formadores de esa comunidad también disminuyen su abundancia.

Para mejorar las condiciones de los fondos arenosos de escasa vida e incrementar las poblaciones de flora y fauna se ha experimentado en algunos países como Estados Unidos y Japón, colocando en dichos fondos, sustratos artificiales de diferentes materiales, tales como tranvías, carrocerías de autos, roca despedazada, bloques de concreto y hormigón armado etc. (Carlisle, 1964) con el fin de que estos objetos sirvan de habitat artificial a organismos marinos y rehabilitar áreas de baja captura de pesca.

Los resultados de dichos trabajos experimentales, a través de censos periódicos, han demostrado un incremento en las comunidades biológicas y por consiguiente en la pesca comercial y deportiva en esas áreas.

Teniendo en cuenta las condiciones de escasa vida que pre-

valecen en algunos fondos arenosos de la Costa de Baja California, se pensó en efectuar un estudio experimental práctico, --- acondicionando un fondo arenoso cercano al Puerto de Ensenada - y utilizando como sustrato duro artificial bloques de concreto. Se llevó un registro continuo y se hicieron observaciones, de - los principales factores del medio ambiente que influyen en la colonización y desarrollo de los organismos y sus relaciones -- con otros. A través de este estudio, se pretende lograr un ne-- jor conocimiento sobre la utilidad práctica de como se puede me-- jorar o reacondicionar fondos carentes o sumamente pobre de vida animal y vegetal utilizando sustratos duros artificiales, - para incrementar la pesca en esos lugares.

1. ANTECEDENTES.

La colocación de objetos y materiales diversos en el fondo del mar, creando habitats artificiales con fines de aumentar las poblaciones de peces o de otros organismos, en áreas que por diferentes circunstancias naturales o causadas por el hombre han disminuído, no es ninguna novedad ó práctica reciente.

Los japoneses desde hace muchos años han estado cultivando y cosechando productos del mar, utilizando una gran variedad de métodos artificiales, desde "madrigueras" de concreto armado, hasta hundiendo barcos fuera de servicio. En los Estados Unidos de Norteamérica, el Departamento de Pesca y Caza y otras instituciones científicas y particulares han mostrado un gran interés por el mejoramiento de la pesca en áreas de baja producción o de intensa presión de captura. Uno de los métodos que han usado para incrementar las poblaciones de peces ha sido el uso de materiales tales como rocas, bloques de concreto, carrocerías de autos, tranvías, llantas y madrigueras de concreto. Colocándolos en el fondo, generalmente arenoso o con rocas aisladas, estos usualmente son llamados "arrecifes artificiales" - Turner (1964).

En el mes de mayo de 1958 en la costa de California E.U.A., se instaló un arrecife artificial con carrocerías de autos, se observó unos meses después una abundante vegetación, principalmente de algas gigantes Macrocystis, se observó además 49 especies de peces y la población tuvo un climax de cerca de 24,000-

peces semiresidentes. Para el mes de octubre de 1961 sólo es---
combros quedaban del habitat artificial hecho de carrocerías --
de autos, resultado de la corrosión del metal, Carlisle (1964).

Carlisle sugiere, que la roca despedazada es el mejor mate-
rial para la construcción de arrecifes artificiales. Las carro-
cerías de autos y de tranvías a pesar de ofrecer un atractivo -
potencial a los peces, estan limitados a una vida de 3 a 4 ---
años. Las madrigueras o "casas" de concreto ofrecen una cierta-
preferencia por parte de los peces, pero su costo es elevado.

Otro material que se ha usado con buenos resultados son --
las llantas de autos. Edmund (1969), reporta que un grupo de --
aficionados a la pesca deportiva, colocaron en la Costa de Flo-
rida E.U.A. cerca de 7,000 llantas en el fondo del mar, a una -
distancia de la Costa de 8 millas y a una profundidad de 18 a -
20 metros, observándose a los pocos meses un incremento en la -
captura de peces en esa área.

Durante éstos últimos años han sido varios los países que-
han arrojado al fondo del mar diferentes materiales para recon-
dicionar fondos carentes de sustrato duro y mejorar las condi-
ciones de vida a diferentes organismos marinos bentónicos. Basi-
camente estos sustratos artificiales sirven para congregar po-
blaciones de peces que se acercan a buscar protección y alimen-
to. No únicamente los peces salen beneficiados con estos sustra-
tos artificiales, sino que también se ha comprobado que las al-
gas encuentran un medio estable y sólido para su fijación y ---
desarrollo, cosa que no pudieron lograr en un fondo arenoso --

inestable. Se ha logrado rehabilitar bancos de Macrocystis e --
incrementar su superficie de fijación utilizando roca despeda--
zada colocándolo en el fondo arenoso cercana a bancos de Macro-
cystis. North (1963).

En general, en los estudios que se han hecho sobre los ---
arrecifes artificiales, las observaciones realizadas después --
de la colocación de un sustrato artificial han sido muy pocas y
no lo suficientemente frecuentes para dar la evaluación más pre
cisa de los efectos del medio ambiente, sobre la colonización -
paulatina por organismos marinos, sus sucesiones y competencia-
biótica.

2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .

a). Selección y localización del área.

Previamente a la colocación del habitat artificial se buscó una área de fondo arenoso, sin vegetación y escasa en animales bentónicos, Esta área fué seleccionada frente a un lugar -- conocido como Playa del Morro, a unos 5 kilómetros al norte de la Ciudad de Ensenada (fig. No. 1). El sitio que se seleccionó está a una profundidad de 8 metros tomando como relación el nivel medio de mareas y a una distancia de 150 metros de la orilla de la playa.

b). Fisiografía de la costa en el área de estudio.

La playa está en una pequeña ensenada de 700 mts. de longitud aproximadamente, con dos puntas basálticas sobresalientes - en cada extremo. Sobre ellas se encuentra una formación sedimentaria aluvial reciente. La costa es secundaria con acantilados de poca altura y la playa es corta, formada principalmente de cantos rodados en abundancia en el lado sur, y de arena en el lado norte. Esto es debido a que en el lado sur, la acción de las olas es más fuerte ya que la incidencia del oleaje es de -- dirección N.W. y la fuerza del oleaje predominante motiva movimientos de los cantos rodados hacia arriba acumulándolos por -- saltación en la parte superior de la playa.

La berna de la playa es de cantos rodados y con 4 ó 5 escalones. El frente de la playa es con pendiente muy inclinada, -- característica de las playas de cantos rodados. La terraza de -

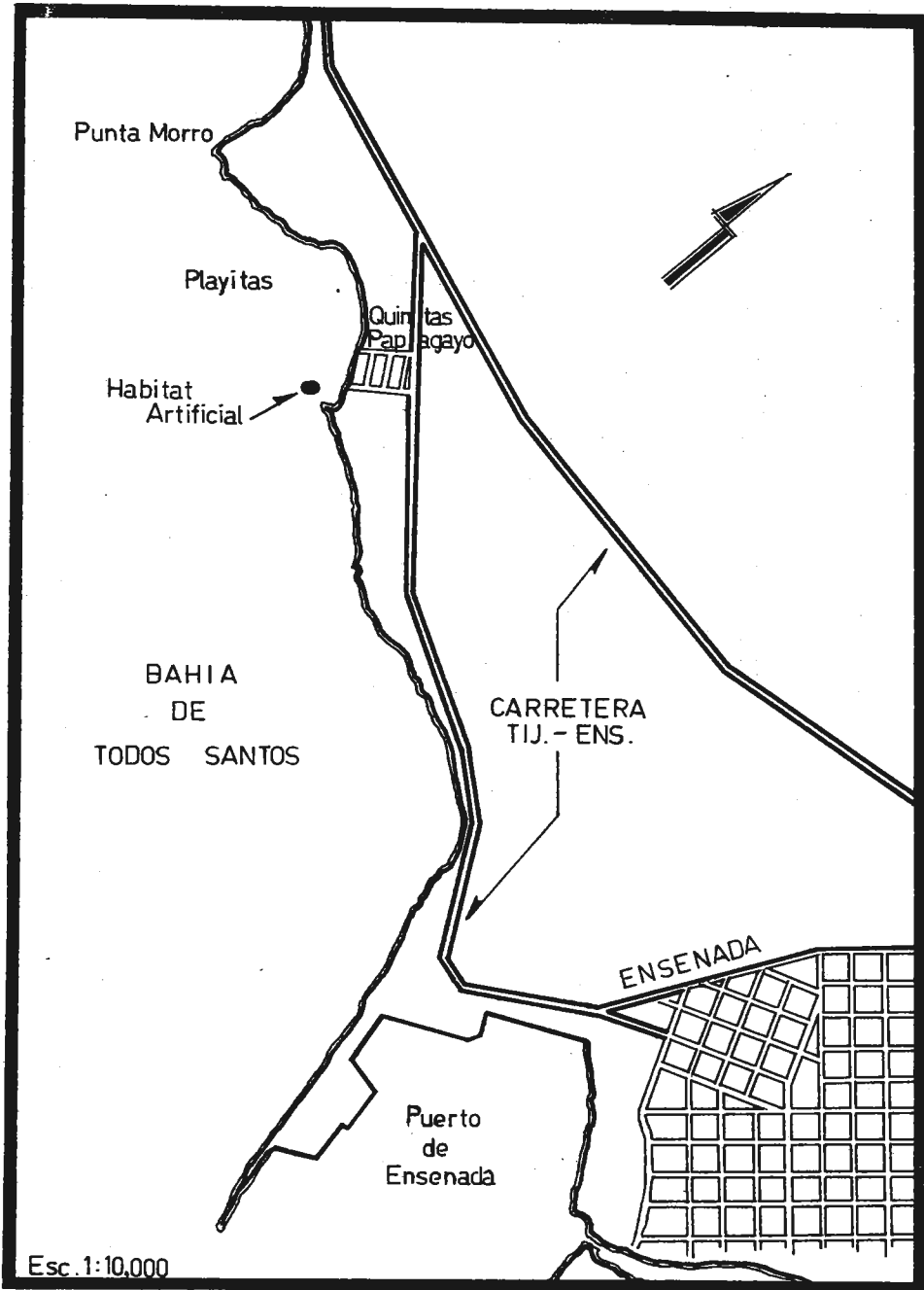


Fig 1 Mapa de localizacion del habitat artificial

la playa es arenosa y generalmente cubierta durante marea alta, la arena es fina y su pendiente suave. Shepard (1963).

c). Ciclos de la playa y procesos litorales.

La playa presenta dos ciclos alternantes que modifican su fisonomía y que concuerdan con las estaciones de invierno y verano.

En invierno cuando se presentan los vientos dominantes del noroeste, motivan fuertes marejadas y grandes olas que rompen en la parte alta de la playa y efectúan un acarreo hacia el mar del material fino no consolidado, produciendo un fenómeno de denudación que deja al descubierto los escalones más bajos de la berma de canto rodado y una pendiente muy inclinada de el frente de la playa. La terraza de la playa que generalmente está cubierta por el mar y sólo se ve en baja marea, también se ve reducido. Aunado a esta erosión por el fuerte oleaje se presenta además transporte de arena hacia el mar causado por el movimiento de corrientes de retorno. Estos procesos transportan arena y la depositan al perder su efecto, atrás de la zona de rompientes.

Durante el verano cuando las olas son pequeñas y de período largo, transportan arena hacia la parte alta de la playa y la depositan en esa zona, al retroceder la ola no tiene fuerza suficiente para llevarse el material y este se va acumulando -- extendiéndose la playa hacia el mar, fenómeno nominado como de acreción.

CAPITULO II

MATERIAL Y METODOS.

a). Material.

El material empleado como sustrato duro consistió en: 88 bloques de concreto, de 9 cm de alto, 14 cm de ancho y 30 cm de largo; 2 tubos de barro para drenaje de 40 cm de largo con 2 -- aberturas de 12 cm de diámetro y un tubo de fierro en codo de -- 40 cm de largo con 2 aberturas de 15 cm de diámetro. La composición de los bloques es de 10 partes de arena por uno de cemento, los compuestos químicos principales constituyentes de estos son: SiO_3 , CaCO_3 , Al_2O_3 y Fe_2O_3 . El tipo de bloque segun su construcción, es del tipo "prensado".

Para las observaciones submarinas se utilizaron aparatos -- de buceo autónomo.

Se utilizó una cámara submarina marca Calypso de 35 mm. -- para tomar fotografías bajo el agua. Para tomar muestras de -- agua de mar en el área se usaron 2 botellas de vidrio de 50 ml.

Se usó una brújula de pulso a prueba de agua para orienta-- ción y conocer la dirección de corrientes bajo el agua.

Para tomar las temperaturas del agua de mar se utilizó un-- termómetro de mercurio graduado de 0 a 50, en grados centígra-- dos, con una precisión de 0.1° protegido por una cubierta cilín-- drica metálica. Se usaron frascos de vidrio de diversos tamaños para la recolección de especímenes y su posterior identifica-- ción en el laboratorio. El material de laboratorio usado para -- analizar el oxígeno disuelto y salinidad de las muestras de agua

consistió en: pipetas, buretas, matraces y reactivos.

b). Métodos.

Antes de colocar los bloques, se llevó a cabo una inspección del fondo en el área, para asegurar que se trataba de una área muy escasa en organismos y así mismo se inspeccionaron los tipos de comunidades más próximas al área escogida.

Los bloques fueron lanzados desde una lancha de motor en el sitio escogido. Se acomodaron en el fondo arenoso a una profundidad de 8 metros, formando un rectángulo con su eje central orientado N/S casi paralelo a la línea de la playa; el lugar -- fué marcado con boyas.

El habitat experimental, ya colocado, tenía las siguientes características: longitud 5 m, ancho 1.20 m y altura 0.65 m con tres piezas de tubería colocadas en su parte central superior -- (fig. No. 2).

Periodicidad de las observaciones.

Las observaciones se efectuaron con una periodicidad de -- 15 días, durante 12 meses; siempre y cuando las condiciones climatológicas y estado del mar lo permitiese, ya que en algunas -- ocasiones hubo fuertes marejadas que hicieron imposible llevar -- esa frecuencia.

Criterio seguido en las observaciones.

Las observaciones hechas en cada inmersión fueron anotadas

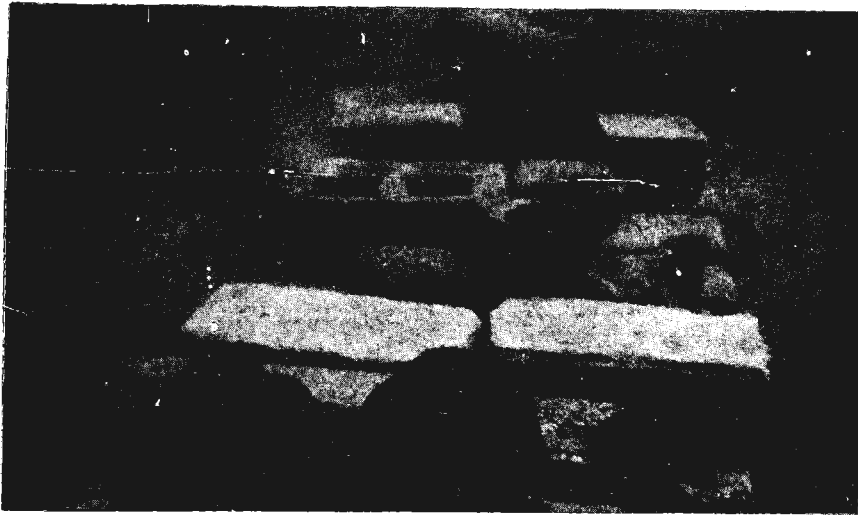


Fig. No. 2. Vista submarina del arrecife artificial recién instalado.

a lápiz sobre una hoja de plástico, según técnica usada por --- Carlisle (1964) y Fager (1966), anotándose sobre la hoja el tipo y cantidad de flora y fauna sesil macroscópica colonizadora del sustrato artificial; de los peces que nadaban sobre éste, y de la depositación de arena y otros objetos accidentales.

Los organismos fueron identificados hasta género. Aquellos de dudosa o difícil identificación in situ, fueron recolectados y colocados en frascos para ser clasificados posteriormente en el laboratorio.

Se tomaron fotografías submarinas, tanto de los peces que nadaban en el área, como, del habitat artificial en general, --- llevándose un orden de ellas y anotando la fecha en que fueron tomadas.

La cuantificación de los organismos animales bentónicos se hizo anotando el número de individuos del mismo género observados sobre los bloques en áreas de 1 m^2 , los peces, según el número de ellos que nadaban sobre de el habitat artificial considerando una área aproximada de 3 m^3 sobre este, y los organismos vegetales por porcentaje de abundancia sobre toda la superficie expuesta.

Registro de los principales factores ambientales.

Temperatura.- Se tomaron mediciones de superficie y del fondo - en cada inmersión.

Oxígeno y Salinidad.- Para la determinación de estos factores - se tomaron muestras de agua del fondo con 2 botellas de vidrio - de 50 ml bajando con ellas y abriéndolas directamente sobre la-

estación experimental. Una de las muestras era para determinar oxígeno disuelto siguiendo el método de Winkler modificado. La otra muestra se analizaba para conocer la salinidad por el método MOHR-Knudsen.

Corrientes de superficie.- Estas fueron estimadas por el método de botellas de deriva en dos ocasiones, en los meses de marzo y junio, arrojándose en cada ocasión 30 botellas de plástico, a una distancia de 500 metros del área de estudio hacia el N. y a 300 metros de la costa aproximadamente.

Corrientes del fondo.- Estas eran estimadas en el fondo, observando la dirección en la que algunos objetos (basura) eran transportados por la corriente, auxiliándose con una brújula y utilizando como punto de referencia los bloques de la estación.

Deposición de arena sobre el Sustrato Artificial.- El acarreo de sedimentos en el fondo y su deposición en la estación experimental, fué medida por medio de una varilla de plástico graduada en centímetros, que fué clavada en la arena junto a los bloques.

Deposición de Arena sobre la Playa, (fenómeno de acreción). - Para tener una idea del aporte de material hacia la playa, se hicieron observaciones cada quince días durante los meses de mayo, junio y julio de 1969, midiéndose los niveles que la arena iba cubriendo con respecto a marcas de pintura sobre la superficie de rocas basálticas de la playa que fueron señaladas a cada 30 cm hasta una altura de 150 m.

Las condiciones atmosféricas y del mar fueron también ---

observadas y anotadas en la libreta de campo.

CAPITULO III.

R E S U L T A D O S.

CARACTERISTICAS AMBIENTALES.

Temperatura.- Los datos obtenidos de la medición de este factor, están representados en la fig. No. 3.

La temperatura, al inicio de este estudio en el mes de -- septiembre, fué de 21°C en la superficie, siendo esta la más -- alta registrada, se observó que la temperatura entre la superfi-- cie y el fondo durante los primeros meses de septiembre a novi-- embre tenía una diferencia de un grado entre si. Esta diferen-- cia fué haciéndose menor al entrar el invierno, hasta que la -- temperatura fué casi la misma en toda la columna de agua.

La curva obtenida presenta un descenso al entrar el invier-- no, registrándose en el mes de diciembre la más baja temperatu-- ra que fué de 14.5°C en la superficie y de 14.3°C en el fondo, - ésta curva empieza a subir en el mes de marzo y continua su -- ascenso normal al aproximarse el verano.

Salinidad.- Como puede verse en la fig. No. 4 la salinidad en - el área de estudio, los primeros cuatro meses (Sept., Oct., -- Nov. Dic. 1968) fué constante, registrándose sin variación una-- salinidad de 33.70 ‰. En el mes de enero de 1969 la salini-- dad bajó a 33.0 ‰ y el día 15 de marzo de 1969 se registró - la más baja salinidad que fué de 32.0 ‰ coincidiendo esta -- baja con la presencia de fuertes y continuas precipitaciones -- pluviales durante todo el mes de febrero y parte de marzo. La -

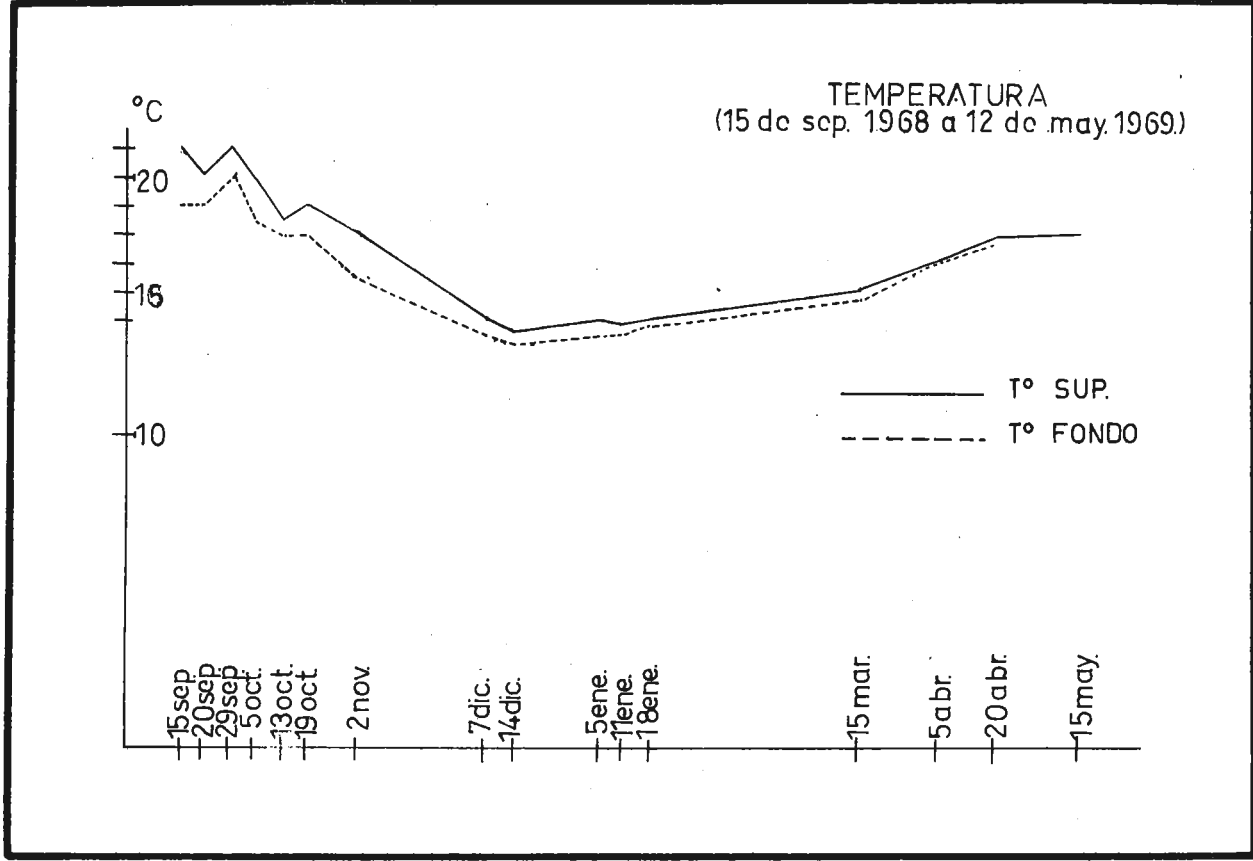


Fig. No. 3. Temperatura del agua de mar en el habitat artificial.

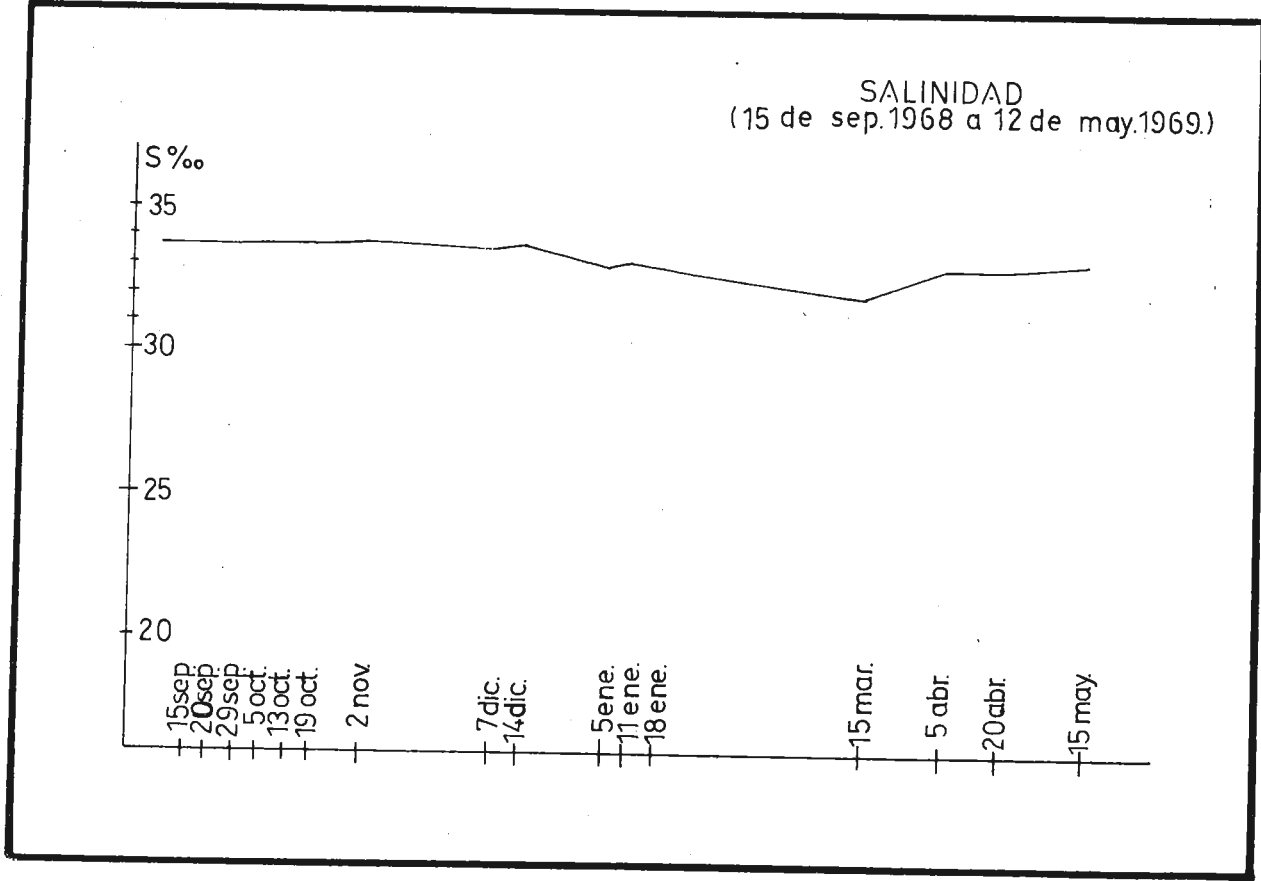


Fig. No. 4. Salinidad del agua de mar en el habitat artificial.

salinidad en el mes de abril aumentó a 33.0 ‰.

La salinidad promedio de septiembre de 1968 a mayo de 1969 fué de 33.5 ‰.

Oxígeno. En la fig. No. 5 se puede observar que de septiembre a enero no hubo un cambio notable en el contenido de oxígeno -- de las muestras analizadas, obteniéndose una cifra casi cons-- tante de 7.9 ml/l. En el mes de marzo de 1969 la cantidad de -- oxígeno disuelto aumentó a 8.6 ml/l. Este incremento posiblemente fué resultado de los efectos de aereación causadas por los -- fuertes oleajes y renovación por las lluvias que se presentaron en ese tiempo. Esta cifra se mantuvo constante hasta el mes de mayo mes en el que se realizó la última medición.

Corrientes de superficie y del fondo. -- De las observaciones hechas en el mes de marzo de 1969 y junio de 1969, se pudo determinar en marzo la presencia de una corriente cercana a la costa (a 200 metros) que fluye en dirección S. E. En el mes de junio ésta corriente no era tan evidente y su desplazamiento algo impreciso de determinar.

Los movimientos del mar en el fondo se manifestaban segun las condiciones de la superficie. Durante los meses de octubre y noviembre de 1968 y febrero de 1969 se presentaron fuertes -- marejadas, que provocaron desplazamientos turbulentos de agua -- en el fondo, causando efectos perjudiciales sobre el habitat -- artificial, al derrumbar los bloques de la posición en que fueron colocados y dañar a los organismos animales y vegetales que estaban en desarrollo.

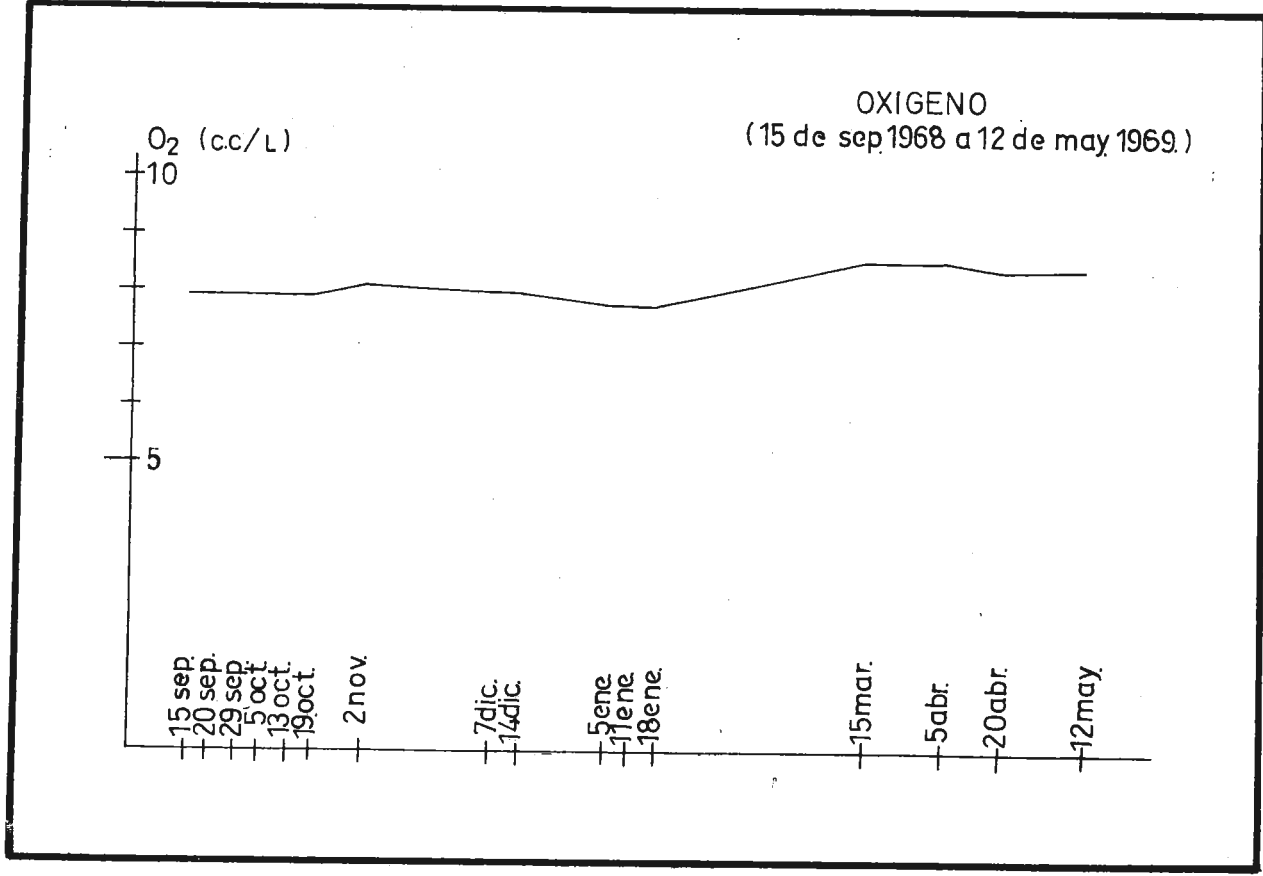


Fig. No. 5. Oxígeno disuelto en el agua de mar en el área del habitat artificial.

Deposición de Arena sobre el Habitat Artificial.- Los bloques empezaron a ser cubiertos por la arena a los 40 días de su instalación y gradualmente fué depositándose arena en ellos hasta quedar totalmente cubiertos cuando habían transcurrido 164 días en el mes de febrero de 1969. La medición de la deposición de arena sobre el habitat no se pudo llevar con exactitud ya que las observaciones no fueron lo suficientemente frecuentes para dar valores precisos sin embargo se pudo estimar en el mes de marzo una deposición total de arena sobre los bloques de 1.15 m a partir de la base de estos.

Transporte de Arena hacia la playa ó fenómeno de acreción.- Durante los meses de mayo, junio y julio de 1969, se observó y midió el fenómeno de acreción sobre la playa frente al área de estudio, notándose durante el mes de mayo una deposición de arena, de 65 cm sobre las marcas en la roca; en junio la deposición de arena fué reduciéndose alcanzando la marca de 80 cm de altura. En el mes de julio evidentemente no hubo una deposición notable y se piensa que el fenómeno de acreción llegó a su equilibrio estático, depositándose en total hasta el día 12 de julio 90 cm de arena sobre el nivel que tenía la playa al iniciarse su medición (figs. 6 y 7). Se observó que el frente de la playa se había nivelado y la arena cubría los escalones de canto rodado, formándose la playa típica de verano.

ORGANISMOS COLONIZADORES.

Los organismos que fueron observados sobre el habitat arti



Fig. No. 6. Nivel inicial de -
la arena de la playa. Marca 1
a 30 cm del piso arenoso. ---
Mayo 11 de 1969.



Fig. No. 7. Nivel alcanzado por la depositación de arena 90 cm el 12 de julio 1969.

ficial durante el presente estudio, están agrupados en la tabla No. 1 que muestra el número de organismos animales y porcentaje de organismos vegetales con relación al tiempo transcurrido.

FAUNA.

Peces.

Las observaciones periódicas mostraron que cierto tipo de peces residieron en forma casi permanente, éstos pertenecen al género Paralabrax de nombre comun "cabrilla sargacera".

Desde la instalación del habitat artificial, estos peces - mostraron una atracción evidente hacia el mismo. Se observaron nadando con toda normalidad sobre los bloques y por entre los - tubos. Otros peces que se observaron ocasionalmente y en escaso número, fueron los géneros Cymatogaster, Hyperprosopon y Oxyju- lis.

En la fig. No. 8 se puede ver graficamente el número de -- cabrillas observados y la altura de los bloques expuesta sobre la arena. Se notó que el número de peces se redujo al disminuir la altura del promontorio de bloques por la depositación de --- arena. Los peces fueron atraídos al habitat rapidamente, obser- vándose al instalar la estación experimental: 8 cabrillas y en la observación siguiente: 16 y 18 el 13 de octubre de 1968, que fué cuando se registró el mayor número de cabrillas sargaceras. A partir del 7 de diciembre de 1968 el número de peces en el -- habitat bajó a 3, como puede verse en la gráfica, coincidiendo - con una notoria reducción de la altura de los bloques debido a-

Fecha de observacion.	Sep.15	Sep.21	Sep.29	Oct. 5	Oct.13	Oct.19	Nov. 2	Dic. 7	Dic.14	Ene. 5	Ene.11	Ene. 18	Feb.
Dias Transcurridos.	-	6	14	20	28	34	48	82	89	110	116	123	164.
Superficie expuesta de los bloques	100 %	100 %	85 %	85 %	80 %	80 %	70 %	45 %	45 %	30 %	30 %	30 %	00.0 %
ANIMALES. -													
CLASE	GENERO												
	NUMERO												
PICES	Paralabrax sp.	8	16	15	16	18	10	15	3	0	3	0	0
	Cymatogaster sp.	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hyperprosopon sp.	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Oxyplis sp.	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Crustacea	Pagurus sp.	0	0	0	1	2	1	0	0	5	4	6	6
	Balanus sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0
Cephalopoda	Octopus sp.	1	1	1	1	1	2	2	2	0	0	0	0
Gastropoda.	Thais sp.	0	1	0	0	0	0	1	1	1	2	0	0
	Olivella sp.	0	0	0	10	8	15	10	5	2	5	5	0
	Tethys sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	Acmea sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	0
	Diodora sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Polychaeta.	Eupomatus sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	10	15	30	0
Hydrozoa.	Plumularia sp.	0	0	0	0	0	0	0	30%*	70%	80%	80%	85%
	Obelia sp.	0	0	0	0	0	0	0	50%*	70%	80%	80%	00.0%
ALGAS													
* Porcentaje sobre superficie de los bloques. -													
DIVISION	GENERO												
Chlorophyta	Cladofora sp.	0	0	0	5%	5%	10%	5%	0	5%	5%	15%	0
	Bryopsis sp.	0	0	0	0	0	5%	0	5%	5%	5%	5%	0
	Enteromorpha	0	0	0	5%	5%	5%	0	5%	5%	10%	10%	0
	Ulva sp.	0	0	0	15%	20%	35%	15%	10%	15%	25%	25%	35%
Phaeophyta.	Ectocarpus sp.	0	0	15%	25%	30%	40%	20%	5%	10%	15%	25%	0
	Colpomenia sp.	0	0	0	0	0	0	0	5%	10%	10%	20%	0
	Laminaria sp.	0	0	0	0	0	0	0	3%	5%	5%	5%	0
Rhodophyta.	Gigartina sp.	0	0	0	0	5%	0	5%	5%	10%	10%	10%	0
	Coralina sp.	0	0	0	10%	10%	15%	15%	25%	30%	40%	40%	0
	Gelidium sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	5%	5%	10%	0

Tabla No. 1. Organismos observados en el Habitat Artificial. De Septiembre 15 de 1968 a Enero 18 de 1969.

Universidad Autónoma
de Baja California



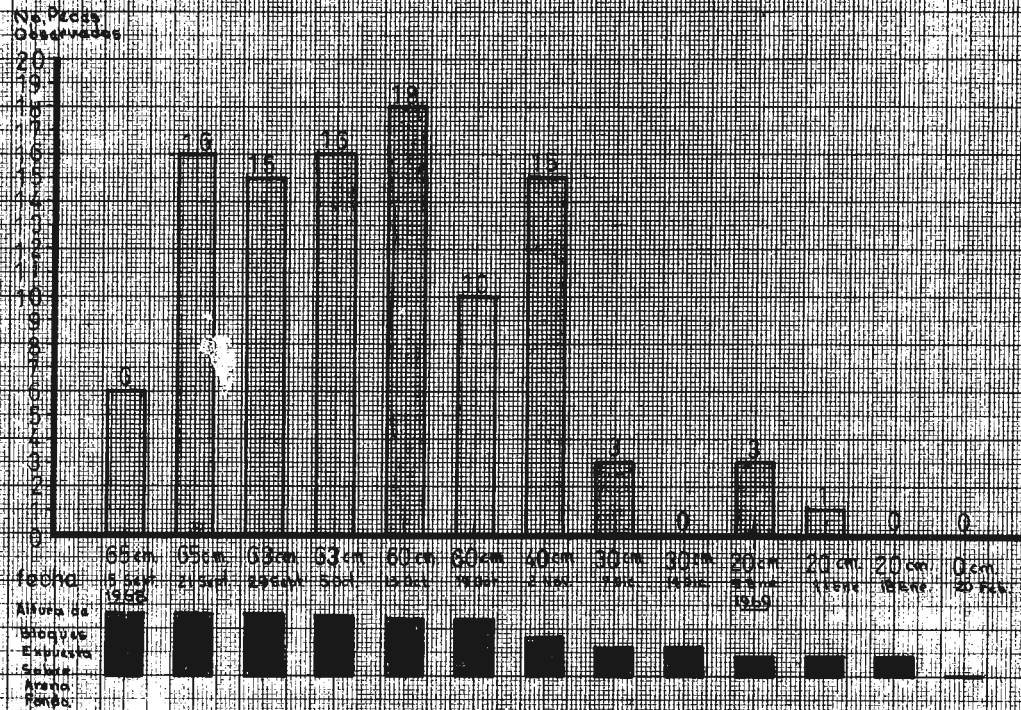


Fig. 8. Grafica mostrando el numero de Peces observados con respecto a la altura de los bloques expuestos y tiempo transcurrido.

la depositación de arena, y hundimiento de estos, de ahí en adelante los peces de este género fueron observados en menor número y en raras ocasiones.

Cefalópodos.

El primer huésped que se refugió en los bloques fué un pulpo pequeño, que salió de la concha vacía de un caracol y se alojó en la oquedad de los bloques (fig. No. 9). Este pulpo del género Octopus permaneció en el habitat durante 89 días, refugiándose en éstos el mismo día de la instalación. Un segundo pulpo, más grande, fué observado a los 48 días, oculto en un hueco de los bloques. Posteriormente los dos pulpos abandonaron el habitat cuando la sepultación de los bloques aumentó.

Gasterópodos.

Se observaron ciertos gasterópodos adultos como Acmea sp., Diodora sp. y Thais sp. que probablemente llegaron al habitat artificial por accidente entre pedazos de rizoides de algas como Macrocystis y otras, que fueron transportadas por corrientes, deteniéndose en los bloques y dando lugar a que estos animales semi-sésiles se fijaran a los bloques. Otros gasterópodos que llegaron al habitat fueron: Olivella y Tethys conocida como "vaca marina", Olivella fué visto continuamente y en número de 10 a 15 individuos repartidos sobre la superficie de los bloques, Tethys solamente se observó una vez.

Crustáceos.

Pequeños cangrejos ermitaños del género Pagurus alojados en caracoles vacíos de Olivella y Tegula fueron observados en



Fig. No. 9. Pulpo saliendo de un caracol va--
cío y dirigiéndose hacia el sustrato artifi--
cial. Fotografía tomada el mismo día de la --
instalación del habitat. Septiembre 15 de --
1968.

números de 4 a 6, principalmente en los meses de diciembre y --
enero.

Crustáceos sésiles que se desarrollaron sobre los bloques-
fueron: cirrípedos del género Balanus que se observaron en ene-
ro, en número de 3, dispuestos uno cerca del otro y de tamaño -
pequeño, aproximadamente 1 cm . Estos fueron vistos pocos días-
antes de que la arena cubriera por completo los bloques.

Poliquetos.

Pequeños poliquetos sedentarios con tubos de carbonato de-
calcio se desarrollaron sobre los bloques, observándose su pre-
sencia en el mes de enero, en número de 30 individuos formando-
grupos de ellos en distintas partes de el sustrato artificial.

Hidrozoarios.

Un gran número de colonias de hidrozoarios del género ---
Plumularia y Obelia cubrieron rapidamente el sustrato artifi---
cial, notándose un gran incremento a partir de diciembre en el-
que alcanzaron a cubrir un 75% de la superficie llegando a ser-
la población dominante.

FLORA.

Algas Macroscópicas.

Con respecto a las algas, se observó que a los 14 días, un
15% de la superficie superior de los bloques presentaban una ca-
pa de algas café filamentosas del género Ectocarpus y unas --
pocas algas verdes filamentosas del género Cladophora y Entero-

morpha.

Más tarde fueron predominando las algas feofíceas como --- Ectocarpus y Colpomenia siguiendo en abundancia las clorofíceas como Ulva y entre las rodofíceas el género Gigartina y Gelidium.

Hubo también algunas algas y plantas marinas que llegaron accidentalmente por las corrientes y quedaron detenidas entre los bloques tales como: Corallina y Bossea sp. pedazos de Macrocystis sp. y gran cantidad de Phyllospadix sp. ó zacate marino, pero ninguna desarrolló órganos de fijación.

Diatomeas.

Aunque éste estudio se refiere a los organismos colonizadores macroscópicos, se consideró importante incluir dentro del cuadro ambiental biótico a las diatomeas, ya que, son estas junto con las bacterias y ciertos protozoarios las primeras en colonizar sustratos rocosos desnudos y hacer propicio el sustrato para la fijación de esporas y larvas. De una muestra de una película de algas filamentosas que fueron colectadas raspando la superficie de uno de los bloques, se encontraron abundantes diatomeas, principalmente los géneros Licmophora, Climacosphenia, Fragilaria, Amphiroa, Navicula, Synedra y Grammatophora, en menor abundancia los géneros Eiddulphia, Nitzchia y Pleurosigma.

A causa de la perturbación por las marejadas características de la estación de invierno, se notó una disminución de la flora y fauna que estaban en desarrollo sobre los bloques, principalmente algas filamentosas como: Ectocarpus, Cladophora y Bryopsis y también Ulva, que por efecto de la fricción y acción

abrasiva de la arena contra los bloques, limpió materialmente -- las superficies más expuestas, acabando así con muchas de las -- algas y algunos animales sésiles.

En el mes de diciembre y enero, una vez que las condicio-- nes del mar se normalizaron, se notó un aumento en el desarrollo de individuos que soportaron la marejada y la reaparición de -- otros que habían sido eliminados, notándose un gran incremento en las colonias de hidrozoarios así como la aparición de orga-- nismos sedentarios, como poliquetos, tubícolas y cirrípedos. -- Las algas, aumentaron en abundancia volviendo a surgir aquellas que habían desaparecido, como las filamentosas, y otras espe-- cies como Gigartina y Gelidium aparecieron por primera vez.

Hasta ahora se ha señalado tanto flora y fauna por grupos-- y tal como vinieron apareciendo, Pero visto de una manera cuan-- titativa se aplicó una escala de abundancia relativa que ofrece una idea de la dominancia de ciertos grupos o individuos.

Para ello se utilizó una escala arbitraria de grado de pre-- sencia en: muy abundantes, abundantes y escasos. Lo más relevan-- te en éste estudio fué la magnitud de ciertas poblaciones que -- mostraron un crecimiento y disminución a causa de la acción de-- los factores físicos ambientales limitativos dando por resulta-- do fluctuaciones en las poblaciones.

Siguiendo ésta escala de abundancia relativa, las poblacio-- nes muy abundantes sobre el arrecife artificial fueron entre -- los animales: colonias de hidrozoarios del género Plumularia y -- Obelia y gasterópodos del género Olivella; abundantes fueron; --

cangrejos ermitaños del género Pagurus y poliquetos del género Eupomatus; escasos: Thais, Balanus, Acmea, Diodora y Octopus.

Entre los organismos vegetales fueron muy abundantes desde un principio algas filamentosas caféas como Ectocarpus, de las algas verdes Ulva y Cladophora; abundantes fueron, Enteromorpha y Colpomenia y escasas Gigartina, Gelidium y Laminaria.

En las poblaciones dominantes sésiles se pudo observar un crecimiento normal ascendente al principio, pero luego hubo una disminución a causa de factores extrínsecos de la población como son los cambios estacionales que produjeron las marejadas de octubre y noviembre que afectaron el desarrollo de los organismos al ser desprendidos por la abrasión de la arena contra la superficie de los bloques, volviendo a incrementar su crecimiento al normalizarse las condiciones ambientales. Sin embargo estas poblaciones se vieron limitadas en cuanto su densidad por la reducción del sustrato y acabaron por desaparecer al cubrirse los bloques de arena.

Antes de que la arena cubriera por completo los bloques — y cuando sólo quedaba expuesta un 30% de la superficie de los bloques, se hizo un censo final en el mes de enero, contándose un total de 49 organismos animales bentónicos, de estos 33 eran sésiles, 5 semi-sésiles y 11 de escasa locomoción. La población más abundante y dominante fueron colonias de hidrozoarios que cubrieron un 85% de la superficie expuesta. De los organismos vegetales se encontraron las siguientes algas y porcentajes de abundancia sobre la superficie expuesta; Cladophora sp. 15%, —

Bryopsis sp. 5%, Ulva sp. 35%, Ectocarpus 25%, Colpomenia sp. - 20%, Laminaria sp. 5%, Gigartina sp. 10%, Gelidium sp. 10% y -- una gran acumulación de pedazos y formas completas de algas calcáreas como Corallina y Bossea sp. En la siguiente observación-- en el mes de febrero de 1969 la arena había cubierto totalmente el sustrato artificial. Sin embargo las observaciones se continuaron con la idea de que al efectuarse el fenómeno de acreción sobre la playa, la arena que cubría los bloques sería transportada hacia la playa y la superficie de los bloques quedaría expuesta. Por esta razón se siguió con atención el depósito de -- arena sobre la playa. En el mes de junio de 1969, se dió por -- concluído el trabajo al no haber la reaparición esperada, cuando se verificó que los bloques aún se encontraban cubiertos por arena tocándose estos a una profundidad de 30 cm por abajo del fondo arenoso.

CAPITULO IV.

D I S C U S I O N.

Sustrato.

La superficie de los bloques de naturaleza áspera, rugosa y porosa constituyó un factor importante para la fijación de organismos animales y vegetales, cosa que quedó demostrada satisfactoriamente, por la rápida fijación de organismos bentónicos.

Aunque el material usado como sustrato no fué sometido previamente a su instalación, a un "curado" ó tratamiento con agua de mar, esto no fué un factor limitante ya que la colonización del sustrato fué hasta cierto punto rápida y efectiva.

Es probable que el material, después de un cierto tiempo - bajo el agua, se curó por la actividad química del agua y los organismos, lográndose un sustrato propicio para una rápida colonización.

La composición química de los bloques es posible que haya favorecido la fijación de diatomeas y otros organismos animales, por su contenido de Si y Ca, elementos que utilizan para la formación de sus estructuras externas.

Relación sustrato artificial - atracción de organismos animales adultos.

La relación entre el sustrato y la atracción de organismos adultos hacia éste fué muy evidente en ciertos grupos de individuos.

Entre los organismos animales que buscaron protección y -- refugio tan pronto como se instaló el habitat artificial debe -- incluirse a Octopus. La reacción de salir rápidamente de una -- concha vacía de caracol que le servía de morada y alojarse en -- los bloques, da muestra de que fue atraído hacia este para su -- mejor protección. Los dos pulpos que se refugiaron en el habi-- tat artificial presentaron un fototactismo negativo permanecien-- do ocultos en las oquedades de los bloques durante el día, pro-- bablemente saliendo por la noche para capturar su alimento, el-- cual consiste principalmente de pequeños peces y cangrejos.

Esto permite relacionar el hábito de alimentación nocturna y el refugio durante el día, que les proporcionan los bloques, -- encontrando en estos un lugar seguro y fuera del alcance de sus -- depredadores como la "morena" y otros peces que habitan los sus-- tratos rocosos en áreas cercanas.

La salida de estos dos pulpos del habitat artificial en el mes de enero, es muy probable que haya sido a consecuencias de la depositación de arena y reducción de superficie del sustra-- to.

Como se señaló en el capítulo anterior los peces del géne-- ro Paralabrax, mostraron una clara e interesante atracción --- hacia el habitat artificial, desde el momento de su instalación. Este fenómeno de atracción que tienen los peces hacia objetos -- sólidos, fenómeno conocido como tigmotropismo (Breder, 1959) -- explica el éxito de los arrecifes artificiales al atraer y re-- tener a los peces. Dicho fenómeno ha sido comprobado además a --

través de las observaciones realizadas por Carlisle y Turner -- (1964) en peces que fueron atraídos hacia arrecifes artificia-- les e instalaciones submarinas tales como pilotes y tuberías. -- Breder y Nigrelli (1935) describen Tigmotropismo como: el "de-- seo" de los peces de estar cerca de un objeto sólido.

Por otra parte la atracción de los peces hacia uno y otro-- de su misma especie, descrita como comportamiento de cardumen o escuela, también es explicación del éxito de los habitats arti-- ficiales, ya que al agruparse los peces atraen a otros de su -- misma especie e inclusive a otros de diferente especie.

La presencia persistente de Paralabrax en el habitat arti-- ficial, a diferencia de otros tipos de peces cuyo número y fre-- cuencia fué menor se explica como una atracción selectiva parti-- cular de este género de cabrilla, (fig. No. 10) Carlisle y -- Turner (op. cit.) indican que éste género es un poblador común-- de arrecifes artificiales. Esta cabrilla llamada sargacera tie-- ne como habitat natural los "bancos" de sargazo gigante del ti-- po de Macrocystis, este hecho hace pensar la razón por la que -- se ve atraída hacia objetos e instalaciones prominentes y expli-- ca por qué cuando disminuyó la altura expuesta de los bloques, -- por la depositación de arena los peces se fueron ausentando con -- forme se iba reduciendo el objeto de atracción, hasta ahuyentar -- se del área de estudio.

El sustrato artificial fué también un atractivo potencial-- para algunos animales invertebrados semi-sésiles y de locomo-- ción lenta que llegaron al habitat sobre pedazos de algas que --



Fig. No. 10. Vista de los peces del género - Paralabrax ó "cabrilla sargacera" nadando entre los bloques y tubos del habitat artificial, a los 30 días de su instalación. Nótese - ll cabrillas.

fueron transportados por corrientes y al detenerse en los bloques abandonaron su inestable sustrato para buscar refugio en uno más estable y sólido. Posiblemente así ocurrió con ciertos gasterópodos como los géneros Tethys, Acmea, Diodora y Thais. Estos géneros son típicos de superficies rocosas, y no cabe la posibilidad de que hayan llegado por sus propios medios, ya que el fondo arenoso se los impide. En cambio, otros invertebrados que llegaron al habitat artificial y que bien pudieron haber sido atraídos hacia los bloques y llegar hasta ellos por sus propios medios de locomoción, sin impedírsele el sustrato arenoso que los rodeaba, fueron algunos gasterópodos como Olivella que habita en los fondos arenosos y cangrejos ermitaños del género Pagurus que puede caminar sobre la arena. Posiblemente la tendencia de dirigirse hacia el habitat artificial fue motivada por la seguridad y alimento que encuentran en toda superficie sólida y estable.

Concretando, podemos inferir que la atracción ejercida por el sustrato artificial sobre estos animales fué debido principalmente al hecho de ser un objeto estable y sólido donde encontraron refugio, protección y alimento algunos de ellos.

Relación sustrato artificial-fijación de larvas de Invertebrados sésiles y esporas de algas.

Invertebrados Sésiles.

De los animales sésiles que se fijaron en el sustrato, los hidroides coloniales Plumularia y Obelia, el poliqueto Eupomatus y el cirrípedo Balanus todos ellos tienen en su ciclo bioló

gico un estadio de larva planctónica y posteriormente buscan el fondo para fijarse a un sustrato sólido. Aquí el arrecife artificial proporcionó dicho sustrato estable.

La fijación de estas larvas entre los 80 y 100 días de instalado el arrecife y no antes, se explica como la necesidad que tienen dichas larvas de que exista previamente una película formada por bacterias y diatomeas sobre el sustrato para su fijación. Wilson (1951, 1952) en estudios que realizó sobre la influencia del sustrato sobre la atracción de larvas de animales marinos, señala que las larvas de varios animales sésiles entre ellos de poliquetos y cirrípedos no se fijan en superficies limpias, pero lo hacen en grandes cantidades sobre las mismas superficies tan pronto como estas son cubiertas por bacterias u otra materia orgánica. Zobell (1946) también considera que las bacterias ayudan a la fijación de larvas de animales en la zona litoral y sublitoral. Es pues razonable asumir que tales organismos y sustancias orgánicas sobre el habitat artificial juegan un papel importante en hacer atractivo el sustrato artificial para la fijación de larvas.

Otra ventaja que los bloques ofrecieron para las larvas de animales sésiles fué la rugosidad y porosidad de estos, ya que las larvas son formas frágiles que requieren un lugar con estas características para completar su desarrollo. Sin embargo es posible que sólo las larvas más aptas y fuertes hayan podido completar su desarrollo ya que la continua abrasión por la arena fué un factor negativo para el desarrollo y supervivencia de

otros menos resistentes que no pudieron subsistir.

En cuanto a las esporas de las algas que se desarrollaron sobre los bloques, provinieron de otras algas adultas de comunidades cercanas localizadas al noroeste del habitat artificial, y fueron transportadas y dispersadas por corrientes que fluyen en dirección del mismo.

Antes de que se fijaran las esporas podemos suponer que -- las bacterias ya habían colonizado y modificado el sustrato y -- posteriormente al fijarse las diatomeas y algunos protozoarios -- hicieron finalmente que las esporas encontraran un medio adecuado para fijarse y germinar. Shelford et al (1935) y Wilson --- (1952) indican que la microfauna y microflora son los colonizadores iniciales de toda superficie desnuda y una vez que estos han cubierto el sustrato, lo hacen favorable a la fijación de -- esporas ya que encuentran una superficie lisa, estable y con -- sustancias orgánicas que favorecen a la rápida colonización -- por algas macroscópicas.

Sucesión y niveles tróficos de los organismos en el habitat artificial.

El fenómeno de sucesión dentro de la comunidad biótica --- colonizadora, se pudo evidenciar al observarse una secuencia ordenada en la colonización del sustrato artificial precedida por organismos vegetales y luego animales. Este proceso de colonización por organismos sobre una superficie desnuda y de nueva exposición es designada como sucesión primaria.

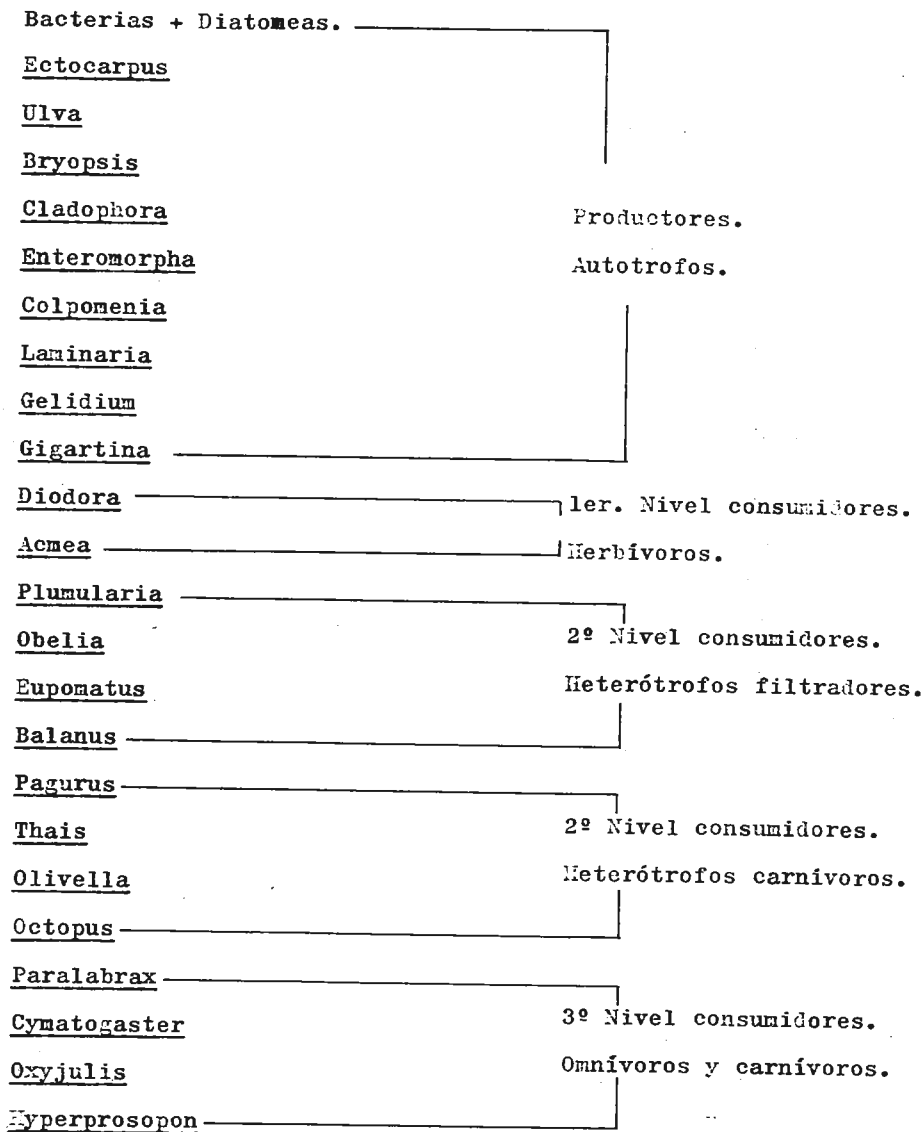
Los organismos vegetales y animales que colonizaron el --

Habitat ocuparon posiciones en la cadena alimenticia de este -- ecosistema pudiéndose distinguir 3 niveles tróficos fundamentales. El primer nivel de productores está constituido primeramente por algunas bacterias y diatomeas y luego algas macroscópicas, feofíceas, clorofíceas y rodofíceas. Posteriormente tenemos el primer nivel de consumidores herbívoros que se alimentan de las algas en desarrollo, integrado por los gasterópodos Diodora y Acmea. El segundo nivel de consumidores está formado por heterótrofos filtradores como colonias de hidroides, poliquetos sedentarios y cirrípedos que son típicos planctófagos, dentro de este segundo nivel de consumidores incluiremos a otro grupo de animales que son heterótrofos carnívoros estos son: el can-- grejo ermitaño Pagurus los gasterópodos Thais y Olivella y el -- cefalópodo Octopus. Y el tercer nivel está integrado por los -- peces géneros Paralabrax, Cymatogaster, Oxyjulis y Hyperproso-- pon que son carnívoros y posiblemente hasta omnívoros.

En la corta vida de este ecosistema (160 días) el equili-- brio de las poblaciones estuvo más influenciado por los facto-- res físicos tales como fricción y abrasión, marejadas, deposi-- tación de arena y hundimiento, que por las propias interaccio-- nes de los organismos de la comunidad, ya que los cambios ---- ambientales estacionales determinaron la eliminación de un por-- centaje elevado de estos individuos y finalmente su desapari-- ción total al quedar cubiertos por arena.

A continuación vemos un esquema de las secuencias de suce-- sión observada en la colonización del habitat artificial, y los

probables niveles tróficos de ellos.



Factores ambientales.

De los factores ambientales medidos algunos de ellos tuvieron una influencia positiva y otros negativa en relación con la colonización de el sustrato artificial.

Aquí se hablará de aquellos factores que fueron limitantes en el desarrollo de los organismos, en capítulos anteriores se ha mencionado los factores que favorecieron en la fijación y desarrollo de estos. De los factores ambientales negativos, podemos indicar la abrasión como uno de los factores limitantes, ya que, las partículas de arena transportadas por corrientes en el fondo, remueven los organismos en desarrollo al chocar contra las superficies de los bloques, reflejándose ésta acción en las fluctuaciones de las poblaciones colonizadoras, durante el tiempo que hubo fuertes movimientos de las masas de agua en el fondo causados por marejadas. Estos movimientos turbulentos en el fondo fueron también negativos pues provocaron que los bloques se derrumbaran y motivaron posteriormente un hundimiento de estos al ser desplazada la arena de la base de los bloques. Otro factor negativo fué el acarreo y depósito de material arenoso sobre de el habitat artificial causado por corrientes de retorno durante los fuertes oleajes de invierno, este factor fué determinante en la reducción paulatina del área habitable y

finalmente en la sepultación total del habitat artificial.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

En este estudio, a pesar de las condiciones físicas ambientales adversas que causaron la sepultación del habitat artificial, fué posible obtener resultados positivos que ponen en evidencia la utilidad práctica que tiene el uso de sustratos artificiales, para incrementar la fauna y flora en áreas cercanas a la costa con fondos arenosos inestables y escasos en organismos. También se pudo determinar los principales factores ambientales que influyeron limitando el desarrollo de los organismos colonizadores y aquellos factores que fueron favorables a la colonización.

Se observó que el sustrato artificial fué atractivo para ciertos organismos vegetales y animales en estadíos primarios de su vida encontrando en este un medio de fijación estable y sólido, requisito indispensable para poder subsistir y desarrollarse. Los animales adultos son atraídos al encontrar un sitio donde refugiarse y obtener alimento.

El fenómeno de tigmotropismo y de agregación ó cardumen de los peces, contribuyó al incremento de las poblaciones de peces, siendo atraídos por el arrecife artificial y congregándose en el área, encontrando en éste fundamentalmente protección.

Los bloques de concreto son un sustrato duro que por sus características favorecen la rápida colonización por organismos,

pero su duración bajo el mar es superada por rocas tipo basálticas.

Esta experiencia puede ser aprovechada para iniciar una serie de arrecifes artificiales en áreas cercanas a Ensenada con fondos arenosos, para incrementar la pesca comercial y deportiva, esta última de gran importancia económica por la gran afluencia de turistas que vienen hasta Ensenada precisamente a pescar. Estos arrecifes artificiales también pueden utilizarse como medio de formación de sustrato duros en habitats arenosos para el desarrollo de algas comerciales como Macrocystis y Gelidium, y de otras clases de moluscos sedentarios de interés comercial.

Las observaciones hechas durante el presente trabajo, nos pueden llevar a indicar algunas condiciones y factores que deben de tomarse en cuenta, para que la instalación de un habitat artificial de material semejante al usado en este estudio, rinda los mejores resultados tanto con el fin de ofrecer un sustrato estable para la fijación de organismos, así como de su preservación y duración a través del tiempo.

A continuación, se indican las condiciones que se deben tomar en consideración para la colocación de un habitat artificial:

- a) La profundidad en la que se coloquen los bloques deberá ser mayor de 10 metros. De acuerdo con estudios realizados por Inman (1960) indican que, el mayor intercambio de arena hacia fuera de la playa y hacia la playa ocurre a profundida--

des menores de 10 metros.

- b) No se deberá colocar un habitat artificial en lugares próximos a la desembocadura de ríos y acantilados de material no consolidado, ya que la principal fuente de sedimentos son los ríos, los cuales arrastran grandes cantidades de arena directamente al océano, y los acantilados de material no consolidado, son fácilmente erosionados por las olas, y este material puede ser transportado por corrientes asolvando el área.
- c) Se deberá procurar instalar el habitat artificial a una distancia de la costa lo suficientemente retirada para evitar los efectos de la acción de los sistemas de corrientes cercanos a la costa y además localizar y situar estos procesos, si se presentan en el área y determinar su área de influencia.
- d) No se deberá instalar un habitat artificial en pequeñas ensenadas o playas que esten bordeadas en sus extremos por salientes rocosos, ya que en estas, se intensifica el movimiento de arena entre la berma de la playa y el fondo, al originarse corrientes paralelas a la costa y corrientes de retorno, que transportan grandes cantidades de arena fuera de la playa durante las fuertes marejadas de invierno.
- e) Se deberá escoger un sitio donde las corrientes y flujo turbulento en el fondo sea mínimo, ya que la turbulencia motiva el desplazamiento de la arena alrededor de la base de los bloques y provoca el hundimiento de estos al formarse cuen-

cas y socavaciones, ocasionando también daños a los organismos en desarrollo.

- f) Preferentemente, se deberá escoger un sitio en donde la costa presente playas rocosas o de material consolidado, para que no haya movimientos y transporte de material fuera de la playa.
- g) La dirección y velocidad de las corrientes de superficie y de fondo dominantes en el área escogida deben conocerse, para determinar el origen posible de los organismos colonizadores del habitat.
- h) No deben colocarse arrecifes artificiales cerca de áreas contaminadas por desagües industriales o de Ciudades.
- i) Para mejores resultados, se recomienda arrojar materiales duros como bloques de concreto o rocas basálticas en cantidad suficiente para formar un promontorio de 2 a 3 metros de altura, la superficie dependerá de la extensión del área que se quiera reacondicionar.
- j) Se sugiere ensayar con otros tipos de materiales duros, además de los anteriormente mencionados, para comparar resultados. Principalmente aquellos que no son afectados por la composición química del agua de mar, tales como plásticos, plexiglass, baquelita, etc.

trabajos, pudiéndose aplicar ésta experiencia para un mayor incremento de la flora y fauna marina en áreas de fondos inestables y de escasa vida.

Se incluyen recomendaciones que se deberán seguir al pretender llevar a cabo la instalación de un arrecife artificial - similar al de éste estudio.

Universidad Autónoma
de Baja California



BIBLIOTECA CENTRAL
ENSENADA

LITERATURA CITADA.

BREDER, C. M. Jr. y R. F. NIGRELLI.

- (1935). The influence of temperature and other factors on ---
the winter aggregations of the sunfish, Lepomis ---
auritus, with critical remarks on the social beha---
vior of fishes. Ecology, 16:33-47.

BREDER, C. M. Jr.

- (1959). Studies on social groupings in fishes. American ---
Museum of Natural History. Bull., 4(117): 397-481.

CARLISLE, JOHN G. Jr., C. H. TURNER y E. E. EBERT.

- (1964). Artificial habitat in the marine environment. Cali---
fornia Department of Fish and Game, Fish Bull., ---
124:4-90.

COE, W. R. y V. E. ALLEN.

- (1942). Growth of sedentary marine organism on experimental-
blocks and plates for nine successive years. S.I.O.-
Bull. Technol., 4:101-130.

EDMUND, W. N.

- (1969). Fish Havens. Skin Diver, Petersen Publishing Co. --
Publ. March 56-58.

FAGER E. W.

- (1966). Equipment for use in ecological studies using scuba.
Limnology and Oceanography., 2(4):503-509.

INMAN, D. L.

- (1960). Shore processes. en Encyclopedia of science and Tech
nology. MacGraw-Hill Co. 300-306 pp.

INMAN, D. L. y D. FILLOUX.

- (1960). Beach cycles related to tide and local wind wave regime. The Journal of Geology. Univ. of Chicago Press, 68(2): 225-228.

NORTH, W.J.

- (1963). Kelp habitat improvement Project. Univ. of Calif. —
IMR 13:42-45.

SHELFORD, V. E.

- (1935). Some marine biotic communities of the Pacific Coast of North America. Ecology monograph, 5:251-292.

SHEPARD, F.P.

- (1963). Submarine Geology. SI.O. Harper & Row, Publ. N. York
(7): 167-173.

TURNER, CH. H. y E.E. EBERT.

- (1964). An Ecological Survey of a Marine environment prior to installation of a submarine outfall. California - Dept. of Fish and Game, 50(3): 176-187.

WILSON, D. P.

- (1951). Larval metamorphosis and the substratum. Ann. Biol., 27(7): 259-269.
- (1952). The Influence of the nature of the substratum on the metamorphosis of the larvae of marine animals, specially the larvae of Ophelia bicornis. Ann. de L'Institut. Oceanogr., 27:49-156.

ZOBELL, C. E.

- (1946). Marine Microbiology. Chronica Botanica Co. Waltham, - Mass. 240 pp.