



informe progresivo

nº
48

Diciembre
1996

Evaluación de los efectos de la contaminación en el macrobentos de la Bahía Carquín, Huacho. 1990-1991

Guadalupe Sánchez, Rita Orozco, Débora Alvarado 3

Evaluación de la contaminación marina en la Bahía Ferrol, Chimbote. 14 - 18 Julio 1994

*María Elena Jacinto, Rita Cabello, Manuel Guzmán,
Octavio Morón, Patricia Villanueva, José Córdova* 21

DGIO
20, 21

El Informe Progresivo es una serie de distribución nacional, que contiene artículos científicos y tecnológicos, con información de investigaciones en marcha, conferencias y otros documentos técnicos sobre temas marítimos .

Podrá ser citado como Inf. Prog. Inst. Mar Perú - Callao (mimeo)

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU (IMARPE)
Esq. Gamarra y Gral. Valle, Chucuito - Callao.
Apartado 22, Callao - Perú.
Tel. 4297630 - 4299811 Fax. 4656023
E - mail: imarpe + @amauta.rcp.net.pe

EVALUACION DE LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACION EN EL MACROBENTOS DE LA BAHIA CARQUIN, HUACHO. 1990-1991*

Guadalupe Sánchez
Dirección Oceanografía Química
DGIO.IMARPE

Rita Orozco
Ecología Marina
DOB.DGIO.IMARPE

Débora Alvarado
F.Ciencias Biológicas
U.N.M.de SAN MARCOS

CONTENIDO

Resumen	3
1. Introducción	4
2. Material y métodos	4
3. Resultados	6
3.1 Efluentes y evaluación rápida de cargas contaminantes	6
3.2 Contaminación microbiológica	6
3.3 Efectos sobre la comunidad béntica de sustrato rocoso	6
4. Discusión	7
5. Conclusiones	8
Agradecimiento	9
Referencias	9
Tablas	11
Figuras	14
Anexo	19

RESUMEN

Del 03 al 05 de octubre de 1990 se realizaron muestreos de la macrofauna bentónica de orilla rocosa en dos estaciones de la bahía de Carquín, en Punta Centinela y Punta Carquín Norte y una estación en el extremo norte de la bahía de Huacho, cerca a Carquín Sur. En este biotopo se encontró 13 especies de moluscos, 6 especies de crustáceos, 3 familias y 3 géneros de poliquetos, 3 especies de equinodermos y entre otros, actinias, isópodos, anfípodos y nemertinos.

Los parámetros de abundancia, biomasa y número de especies fueron similares en las estaciones 1 y 2, en la estación 3 se encontró mayor número de especies. Las especies de mayor dominancia fueron *Semimytilus algosus* y *Perumytilus purpuratus*.

Con la construcción de la curva ABC (Abundancia/Biomasa) se observa que las estaciones 1 y 3 no presentan perturbación. La curva SAB o de perturbación nos permite confirmar lo observado con las curvas ABC, en las cuales según patrones ya establecidos existe perturbación en la estación 2.

El 09 de abril y 16 de junio de 1991 se realizaron muestreos microbiológicos en las zonas de mezcla de agua de mar con efluentes de aguas servidas. En la estación 2, frente al pueblo de Carquín, se encontró valores de coliformes totales y fecales por encima de los límites permisibles según las modificaciones de la Ley General de Aguas dada en 1983, para la extracción de moluscos bivalvos.

* Este trabajo se publica en 1996 por su interés comparativo con trabajos recientes.

1. INTRODUCCION

La contaminación marina en la bahía de Carquín, Huacho, se presenta por el vertimiento continuo de desechos domésticos e industriales, los cuales afectan principalmente las zonas costeras, ya que se producen cambios en la disponibilidad y utilización de recursos (alimentos, nutrientes, espacio entre otros), dando lugar a la aparición de especies oportunistas, alterando la estructura de la comunidad que se refleja claramente en los patrones de abundancia y diversidad.

Los análisis de comunidades bénticas nos permiten determinar el grado o nivel de perturbación que presentan áreas contaminadas en comparación con resultados de comunidades equivalentes de áreas no contaminadas (GRAY, 1974).

La perturbación puede deberse al enriquecimiento del medio por materia orgánica, producto de la actividad del hombre, como también por procesos naturales. Sin embargo, la primera puede considerarse una de las más importantes causas de los cambios de la estructura faunística en ambientes bénticos del litoral (PEARSON Y ROSENBERG 1978).

En el Perú se han señalado siete ciudades como áreas críticas de contaminación, de acuerdo a la magnitud de la descarga de desechos industriales y domésticos (GALLARDO 1984); por lo cual es de mucha importancia evaluar el impacto de estos desechos en las comunidades bénticas marinas, el que no se conoce en su real magnitud. La estructura del macrobentos en áreas críticas del litoral peruano, como Chimbote y Pisco fueron analizadas (ROMERO 1990), comparándolas con un área control, señalando que el suministro de nutrientes y materia orgánica provenientes de los efluentes domésticos e industriales es uno de los factores que pueden causar daños irreparables al subsistema béntico y afectar indirectamente a los recursos hidrobióticos de importancia comercial.

El objetivo del presente estudio es el de evaluar el efecto de la contaminación marina sobre la macrofauna de la zona intermareal de la bahía de Carquín a través del análisis de comunidades bénticas de sustrato rocoso. Algunas de éstas son de importancia económica por constituir recursos de la pesca artesanal. Así mismo, determinar la calidad bacteriológica de las aguas marinas receptoras de la playa de Carquín que reciben las aguas residuales de descarga del río Huaura y a través de éstas, las aguas residuales de los alcantarillados de Huacho, Carquín, Huaura y otros poblados asentados a sus riberas; del penal de Carquín y de una fábrica de reducción de pescado.

2. MATERIAL Y METODOS

La bahía de Carquín está situada a 2 km al norte de Huacho entre el cerro Centinela (11°03'55" S, 77°38'08" W) y la Punta Carquín (11°05'23" S, 77°37'55" W). En la playa de la bahía se produce una fuerte rompiente y en ella descarga el río Huaura en forma permanente. En la boca del río presenta un banco de canto rodado que no permite en época de estiaje el vertimiento de sus aguas hacia el mar. El 09 de abril de 1991, fecha en que se efectuó el primer muestreo microbiológico, el río tuvo una descarga de flujo promedio de 28.233 l/seg, mientras que en el segundo muestreo realizado en junio de 1991, el promedio fue de 11.966 l/seg según el reporte mensual de la VII Región de Agricultura de Huacho.

En el área de estudio (fig. 1) se realizó, entre el 03 al 05 de octubre de 1990, un muestreo de comunidades bénticas de sustrato rocoso, para lo cual se seleccionaron puntos fijos de muestreo: estación 1 Punta Centinela (11°04'02" S, 77°38'09"W), estación 2 Punta Carquín Norte (11°05'13" S 77°37'43"W) y estación 3 en el extremo norte de la bahía de Huacho cerca a Punta Carquín Sur (11°05'34" S, 77°37'43"W). Las muestras se tomaron según el método del cuadrado, con un marco de metal de 20 cm de lado, obteniendo 5 réplicas en cada una de las estaciones.

Las muestras fueron tamizadas con mallas de nylal de 500 y 1000 μ , preservándolas con formol al 10% para su análisis. En el laboratorio se procedió a identificar y separar los organismos para determinar la composición de especies, siguiendo las claves de FAUCHAL (1977) y de HOBSON Y BANSE (1981) para el caso de los poliquetos; de ALAMO Y VALDIVIESO (1987) para los moluscos, obteniéndose posteriormente el número de individuos y el peso húmedo total.

En el estudio se han determinado las cargas contaminantes por efluentes líquidos mediante el método de evaluación rápida para desechos domésticos líquidos (WHO 1981), con el cual se estiman los valores de:

- DBO₅ = Demanda Bioquímica de Oxígeno,
- DQO = Demanda Química de Oxígeno,
- SS = Sólidos en Suspensión,
- STD = Sólidos Totales Disueltos,
- N = Nitrógeno y
- P = Fósforo.

Se efectuaron análisis microbiológicos de muestras de agua de mar obtenidas el 09 de abril y 16 de junio de 1991, frente al río Huaura (A), frente al pueblo de Carquín (B) y Punta Carquín Norte, letrinas (C). La metodología aplicada está recomendada por la OMS (1972) y la APHA (1976) de tubos múltiples para la determinación del número más probable (NMP) de bacterias coliformes totales y fecales x 100 ml. En estas mismas estaciones se determinaron salinidad, temperatura, oxígeno disuelto, siguiendo la metodología de WINKLER modificada por CARPENTER (1965), y para nutrientes la de STRICKLAND Y PARSONS (1972).

El análisis comunitario de orilla rocosa se realizó calculando los índices de similitud entre muestras en base a valores de abundancia, aplicando el programa ACOM (NAVARRO 1984). El análisis de clasificación se efectuó aplicando el método aritmético de agrupamiento UPGMA para obtener dendrogramas (Cluster analysis). También se calculó el índice de diversidad H' de SHANNON Y WIENER.

Para detectar la perturbación o stress se utilizó el método gráfico de las curvas SAB (especie, abundancia y biomasa) recomendado por Pearson y Rosemberg (1978) y se elaboraron las curvas ABC DE K-Dominancia (Curva Abundancia-Biomasa), según lo recomendado por WARWICK (1986).

3. RESULTADOS

3.1 Efluentes y evaluación rápida de cargas contaminantes

Los valores estimados de las principales cargas contaminantes arrojadas al mar provenientes de los efluentes de desechos domésticos, dieron los siguientes resultados: volumen de desecho $3\,382,09 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{año}$; DBO_5 $912,7 \text{ t/año}$; DQO $2.055,52 \text{ t/año}$; STD $1.691,05 \text{ t/año}$; N $152,59 \text{ t/año}$ y P $18,55 \text{ t/año}$ (tabla 1).

3.2 Contaminación microbiológica

Se determinaron los niveles de contaminación microbiológica que presentaba el agua de mar en la bahía de Carquín en los lugares muestreados. La carga bacteriana está representada por coliformes totales y fecales como indicadores de contaminación fecal.

Se obtuvieron valores de coliformes totales y fecales mayores de 1 100 NMP/100 ml frente al río Huaura y Punta Carquín Norte el 09 de abril y 16 de junio de 1991. En la estación B se detectó valores altos de coliformes totales y fecales mayores de 1 100 NMP/100 ml sólo en el mes de junio. En estas mismas estaciones se obtuvieron parámetros ambientales como temperatura, oxígeno y salinidad (tabla 2).

3.3 Efectos sobre la comunidad béntica de sustrato rocoso

En el análisis de dominancia de especies por estaciones se observa la presencia de especies oportunistas como es el caso de actinias en la estación 3, mientras que en las estaciones 1 y 2 se observa el mismo patrón de grupos taxonómicos con la predominancia de moluscos (figs. 2, 3, 4).

En el área se determinaron 13 especies de moluscos, 6 especies de crustáceos, 3 familias y 3 géneros de poliquetos, 3 especies de equinodermos y entre otros actinias, isópodos, anfípodos y nemertinos. Los organismos predominantes en abundancia y biomasa en las estaciones muestreadas fueron los mitílidos, en las estaciones 1 y 3 predominó *Perumytilus purpuratus* debido, a que en estas estaciones las orillas están expuestas a la acción de las olas y tienen una gran pendiente mientras que la estación 2, orilla protegida y suave oleaje el predominio es de *Semimytilus algosus* (tabla 3).

Los patrones de estructura comunitaria de orilla rocosa de Carquín fueron analizados para determinar el nivel de perturbación, para lo cual se aplicaron los métodos gráficos del ABC k-dominancia y la curva SAB. Las estaciones 1 y 3 no presentan perturbación y la estación 2 presenta una ligera perturbación (figs. 5, 6, 7). Con la curva SAB se observa perturbación o stress en la estación 2 (fig. 8).

En la tabla 4, se observa que el índice H' de SHANNON alcanzó los mayores valores en la estación 3 (Punta Carquín Sur) con el máximo de 2.907. Las estaciones 1 y 2 presentaron valores menores que oscilaron entre 2.202 y

0,831. Los valores del índice de equidad de PIELOU (EVENNESS) entre las estaciones 1, 2 y 3 fueron variables siendo el mayor de 0,644 en la estación 3, lo cual significa un alto enriquecimiento.

El dendrograma del análisis de similaridad entre las tres estaciones que presentaron macrofauna nos muestra dos agrupamientos, el primero formado por las estaciones 1 y 3 caracterizadas por tener grupos con altas dominancias como mitílidos, crustáceos y poliquetos y el segundo grupo formado por la estación 2 con mitílidos y poliquetos (fig. 9).

4. DISCUSION

Los valores de DBO5 y SS, en la Bahía Carquín, Huacho, están por encima de los límites permisibles vigentes por la Ley General de Aguas DL N° 17752 y sus modificaciones al Reglamento según DS N° 007-83-SA aprobando los Reglamentos I-II y III (anexo I) que establece valores límites para los diferentes usos del agua de mar.

En el agua de mar de recreación, zona de pesca de mariscos bivalvos y preservación de fauna acuática los valores de DBO5 y SS son de 10 y 100 mg/l respectivamente, esto podría ser atribuido a que el 10% de los efluentes doméstico e industriales se vierten a la playa sin ningún tratamiento, otra fuente contaminante sería la materia orgánica que descarga el río Huaura al mar, principalmente en la época de avenida de este río, según lo observado en abril de 1991.

El análisis microbiológico nos proporciona una clara información de la influencia de los colectores domésticos e industriales sobre el macrobentos de orilla rocosa.

Los valores de coliformes fecales encontrados en los meses de abril y junio fueron altos frente al río Huaura. Frente al pueblo de Carquín y Punta Carquín Norte estuvieron por encima de los límites permisibles dados por la Ley General de Aguas vigente para el Perú (anexo I). En el caso de zonas recreativas de contacto primario (baños y similares) para agua de mar, fijan los valores de coliformes fecales en 1 000 NMP/100ml y para zona de pesca de mariscos bivalvos de 200 NMP/100ml de coliformes totales y fecales. Sin embargo estos valores permisibles son altos, si se comparan con lo establecido por organismos internacionales como la World Health Organization (WHO 1977), los valores de colimetría no deben exceder de 1 000 coliformes totales/100ml para recreación ni 50 coliformes totales/100ml para la extracción de mariscos y la Comunidad Económica Europea (CEE 1975) donde los valores no deben exceder los 500 coliformes totales/100ml, ni 100 coliformes fecales/100ml para agua de recreación.

Debido a que las estaciones microbiológicas de muestreo se realizaron en zonas de mezcla del vertimiento de efluentes con el agua de mar, estas áreas son señaladas como áreas contaminadas y presentan la característica de ser aguas hipohalinas, lo que permite una permanencia y supervivencia de bacterias enteropatógenas en dicho medio.

Comparando los resultados de coliformes totales y fecales para las fecha señaladas de abril y junio de la estación B observamos que éstos se presentan bajos en el mes de abril y altos por encima de lo permisible en junio, esto se debería a que la

circulación de aguas muy costeras estaría limitada por la época de estiaje del río Huaura, lo que no permite mayor dilución de la mezcla en la zona intermareal, esto se correlaciona con los valores de salinidad para la misma época del año.

Los organismos de orilla rocosa encontrados en las estaciones muestreadas corresponden a una comunidad propia de la franja supra y mediolitoral, según el esquema de zonación de orilla rocosa descrita por PAREDES (1974).

PAREDES Y TARAZONA (1980) tipificaron 2 comunidades de mitílidos del mediolitoral rocoso de orillas expuestas y orillas protegidas de suave oleaje y en los resultados actuales según el análisis de macrobentos de orilla rocosa se observa que la distribución de los grupos taxonómicos de esta comunidad de mitílidos existe una fauna y flora acompañante con el predominio de los grupos de moluscos, poliquetos y crustáceos, coincidente con lo reportado en el mencionado trabajo.

Los parámetros de abundancia, biomasa y número de especies fueron similares en las estaciones 1 y 2 en la estación 3 se encontró mayor diversidad de especies. La dominancia de los mitílidos dificulta una apreciación clara del efecto de perturbación, a causa de su aparente adaptabilidad a la materia orgánica presente en el medio.

Los patrones de las curvas ABC (abundancia y biomasa) nos indican el grado de perturbación de una comunidad. Debido a las características ambientales de las estaciones 1 y 3, las comunidades de ambas no presentan perturbación y la estación 2 presenta una ligera perturbación. El «stress» causado por la contaminación produce una comunidad con altas abundancias y poca biomasa, las curvas SAB señalan el nivel de perturbación o «stress» entre las estaciones, los resultados obtenidos permiten apreciar una perturbación o stress en la estación 2, confirmando lo observado con la curva ABC, debido a que esta estación presenta una orilla de suave oleaje y en ésta descargan las aguas servidas de Carquín (letrinas) y del penal de Carquín. Así mismo, existe evidencia que la calidad del agua está afectada por la carga bacteriana, tal como se observa por los resultados de colimetría; así como por la carga contaminante de materia orgánica que ocasiona perturbación en la biota de la zona intermareal.

5. CONCLUSIONES

Del estudio realizado se ha obtenido las siguientes conclusiones:

- a. Los valores de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) y Sólidos en Suspensión (SS) obtenidos por evaluación rápida están por encima de los límites permisibles reglamentados por la Ley General de Aguas vigentes para el Perú.
- b. La carga bacteriana, representada por coliformes totales y fecales indicadores de contaminación fecal en el agua de mar de la bahía de Carquín, principalmente en lugares donde se mezclan con la descarga de efluentes domésticos e industriales y del río Huaura sobrepasa dichos límites permisibles.
- c. La predominancia de mitílidos en abundancia y biomasa en la zona del estudio permiten diferenciar dos comunidades una comunidad de *Perumytilus purpuratus*

tus y una comunidad de *Semimytilus algosus* en la bahía de Carquín y norte de la bahía de Huacho.

- d. La comunidad macrobéntica de orilla rocosa de Punta Carquín Norte en la bahía de Carquín se encuentra afectada por la contaminación, debido a la descarga de efluentes domésticos e industriales y del río Huaura presentando resultados de perturbación por los métodos gráficos SAB (especie, abundancia y biomasa) y ABC (curva abundancia-biomasa) de dominancia de especies.

Agradecimiento

Deseamos expresar nuestro agradecimiento al Profesor Dr. JUAN TARAZONA de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos por sus comentarios sobre los análisis de la comunidad béntica, y a la Blga. ALBERTINA KAMEYA de la Dirección de Taxonomía e Invertebrados Marinos, del Instituto del Mar del Perú, por la colaboración en la identificación de los invertebrados marinos, principalmente crustáceos.

Referencias

- ALAMO V, VALDIVIESO V. 1987. Lista Sistemática de Moluscos Marinos del Perú. Bol. Inst. Mar Perú. Vol. ext.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. 1976. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 14th Ed. 1193 pp.
- CARPENTER J. 1965. The Chesapeake Bay Institute Technique for the Winkler dissolved oxygen method. Limnology and Oceanography. 10(1):141-143.
- COUNCIL OF THE EUROPEAN ECONOMIC COMMUNITY. 1975 - Council directive concerning the quality of bathing water (10/160/ECC) official J. of the European Comms. L31/1:5:2:76, 1-7.
- FAUCHALD K. 1977. The polychaete worms.- Definitions and keys to the orders, families and genera. University of Southern California. Science Series 28:1 - 188.
- GALLARDO V. 1984. Revisión actualizada a 1983 de la contaminación marina proveniente de fuentes terrestres en la región del Pacífico Sudeste (Colombia, Chile, Ecuador, Panamá y Perú). CPPS 14:19-173
- GRAY J. 1974. Animal sediment relationship. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Reunne, 12:223-261.
- HOBSON K D, BANSE K.1981. Sedentariate and archiannelid polychaetes of British Columbia and Washington. Can.Bull. Fish Aquat.Sci. 209:1-144.
- MINISTERIO DE SALUD DEL PERÚ.1983. Modificaciones a los Artículos 81° y 82° Reglamentos de los Títulos I, II y III de la Ley General de Aguas. Decreto Supremo N°007-83-SA.Perú.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA. 1991. Informe Mensual de VII Región de Agricultura de Huacho.
- NAVARRO R A. 1984. Programa computacional para análisis numérico de comunidades: diversidad y sobreposición. Medio Ambiente,7: 82-87.
- ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD. 1972. Normas internacionales para el agua potable. 3ra. Edic.
- PAREDES C. 1974. Modelo de zonación en la orilla rocosa del Departamento de Lima. Rev. per. Biol. 1(2): 168-191.
- PAREDES C, TARAZONA J. 1980. Las comunidades de mitílidos del medio litoral rocoso del Departamento de Lima. Rev. per. Biol. 2(1): 59-72.
- PEARSON T, ROSENBERG R. 1978. Macrobenthic sucession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. Oceanogr.Mar.Biol.Ann.Rev. 16: 229-311.
- ROMERO L. 1990. Estructura del macrobentos en áreas críticas del litoral peruano. Informe para optar el Título Profesional de Biólogo en la UNM de San Marcos. 32 pp.
- STRICKLAND J, PARSONS T. 1965. Manual of Sea Water Analysis. Fish. Res. Bd. Canada. 125: 3-203 pp.
- WARWICK R M. 1986. A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. Mar. Biol. 92: 557-562.

- WORLD HEALTH ORGANIZATION. 1977. Health criteria and epidemiological studies related to coastal water pollution, Athens, 1-4.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. 1981. Guidelines for health related monitoring of coastal water quality. UN Environment Programme and WHO, Copenhagen, 165 p.

TABLA 1.- Determinación de parámetros contaminantes mediante el método de evaluación Rápida por Desechos Domésticos en la Bahía Carquín, Huacho.

Habitantes con servicio de alcantarillado *	
Población (10 ³ Hab.1991)	48,3
Volumen de desecho 10 ³ m ³ /anual	3 382,0
DBO ₅ (t/anual)	912,7
DQO (t/anual)	2 055,52
SS (t/anual)	926,6
SDT (t/anual)	1 691,1
N (t/anual)	152,59
P (t/anual)	18,55

* Se incluyó los habitantes de Huacho y Carquín, considerando 70% de la primera y 10% de la segunda, con servicio de alcantarillado.

TABLA 2.- Indicadores de contaminación microbiológica y algunos parámetros ambientales en agua de mar de la Bahía de Carquín, 09 de abril y 16 de junio de 1991.

	A Frente al río Huaura	B Centro Bahía Carquín	C Punta Carquín Norte
Coliformes Totales NMP/100ml			
-09 de abril 1991	>1 100	150	>1 100
-16 de junio 1991	>1 100	1 100	—
Coliformes Fecales NMP/100 ml			
-09 de abril 1991	>1 100	75	>1 100
-16 de junio 1991	>1 100	>1 100	—
Temperatura (%C)			
-09 de abril 1991	—	—	—
-16 de junio 1991	17.0	16.9	17.3
Oxígeno (mg/l)			
-09 de abril 1991	4,89	1,77	3,94
-16 de junio 1991	6,69	6,16	6,24
Salinidad(‰)			
-09 de abril 1991	—	28,537	33,717
-16 de junio 1991	33,750	33,553	35,088

NOTA.- Según WHO (1977) los estándares no deben exceder los 1 000 coliformes totales para recreación; 50 coliformes totales x 100 ml para extracción de mariscos. Según la CEE los estándares no deben exceder los 500 coliformes x 100 ml, ni 100 coliformes fecales x 100 ml para agua de recreación.

TABLA 3.- Densidades (ind/m²) y biomásas (g/m²) de macrobentos intermareal de orilla rocosa, obtenidos del muestreo del 03 al 05 de Octubre de 1990 en Carquín, Huacho.

Especies	Promedio densidades (individuos/m ²)			Promedio biomásas (gramos/m ²)		
	Estación 1	Estación 2	Estación 3	Estación 1	Estación 2	Estación 3
MOLUSCOS						
<i>Chiton granosus</i>	14,6	0	2,25	0,148	0,085	0,085
<i>Chiton</i> sp.	14,2	0	1,5	0,084	0	0,005
<i>Scurria variabilis</i>	13,8	8,2	26,25	0,262	0,094	1,7775
<i>Scurria virridula</i>	0	0	6,25	0	0	0,3125
<i>Fissurella limbata</i>	0	6	7,5	0	0,436	0,82
<i>Fissurella crassa</i>	0,8	2,6	3,25	0,208	0,394	0,325
<i>Collisella orbigny</i>	11,2	22,4	24,5	0,54	0,684	0,88
<i>Collisella</i> sp.	0,2	5,4	115	0,02	0,042	1,295
<i>Iselica</i> sp.	3,6	1,6	70,5	0,036	0,016	0,74
<i>Littorina peruviana</i>	0,4	0,2	1,25	0,018	0,064	0,025
<i>Tegula atra</i>	0,6	1	3,75	0,046	0,07	0,0875
<i>Perumytilus purpuratus</i>	191,4	366,6	952,5	236,14	410,762	1544,1
<i>Semimytilus algosus</i>	322	1607	468,25	156,162	452,402	314,9525
CRUSTACEOS						
<i>Petrolistes violaceus</i>	0	0	6,5	0	0	1,0275
<i>P. tuberculatus</i>	0	0	18,5	0	0	4,23
<i>Acantocyclus gayi</i>	0	0	2	0	0	1,634
<i>Jhelius cirratus</i>	8,4	29,4	15	0,4298	0,36	1,3975
<i>Balanus</i> sp.	2	0,4	0,25	0,192	0,064	0,0075
<i>Megabalanus</i> sp.	0	0	3	0	0	1,5925
POLIUQUETOS						
<i>Orbinidae</i>	0	0	187,25	0	0	2,115
<i>Polynoidae</i>	2	36,4	46	0,24	2,582	3,65
<i>Syllidae</i>	0,4	1,4	76,75	0,002	0,08	0,555
<i>Lumbrinereis</i> sp.	7	0	57,5	0,316	0	2,4575
<i>Neanthes</i> sp.	13,4	21	63,75	0,858	2,908	2,7925
<i>Phragmatopoma</i> sp.	0	0,2	1,25	0	0,008	0,025
EQUINODERMOS						
<i>Ophiactus kroyeri</i>	0	2,8	25	0	0,064	1,415
<i>Tetrapyrgus niger</i>	0,4	1,4	0	0,02	0,012	0
<i>Prisogaster niger</i>	0	0,2	0	0	0,004	0
OTROS						
<i>Actinias</i>	6,2	47,6	1037,25	0,308	0,44	24,8175
<i>Nemertinos</i>	0	0	2,5	0	0	0,155
<i>Isopodos</i>	8	4	14,25	0,04	0,014	0,09
<i>Anfípodos</i>	0	0,4	2	0	0,014	0,1475

TABLA 4.- Análisis comunitario de macrozoobentos de zona intermareal de sustrato rocoso en Carquín, Huaura Del 03 al 05 de Octubre de 1990.

Sitio	#spp	T.indiv.	H'	H'max	Evenness	Dominancia
1A	14	697	2,202	3,807	0,578	0,422
1B	8	354	1,445	3,000	0,482	0,518
1C	11	856	0,597	3,459	0,173	0,327
1D	11	642	0,995	3,459	0,288	0,712
1E	16	542	1,783	4,000	0,446	0,554
2A	11	1 015	1,418	3,459	0,410	0,590
2B	13	2 631	1,428	3,700	0,386	0,614
2C	6	1 390	0,831	2,585	0,321	0,679
2D	15	2 273	1,426	3,907	0,365	0,635
2E	17	3 642	1,081	4,087	0,265	0,735
3B	18	4 384	2,370	4,170	0,566	0,432
3C	26	5 232	2,907	4,700	0,618	0,382
3D	24	2 811	2,252	4,585	0,491	0,509
3E	19	539	2,734	4,248	0,644	0,356
Medi		929	1,676	3,798	0,431	0,569
d.s.		594	0,717	0,580	0,142	0,142

H' = Índice de Diversidad de Shannon y Wiener
 Evenness = Índice de Equidad de Pielou

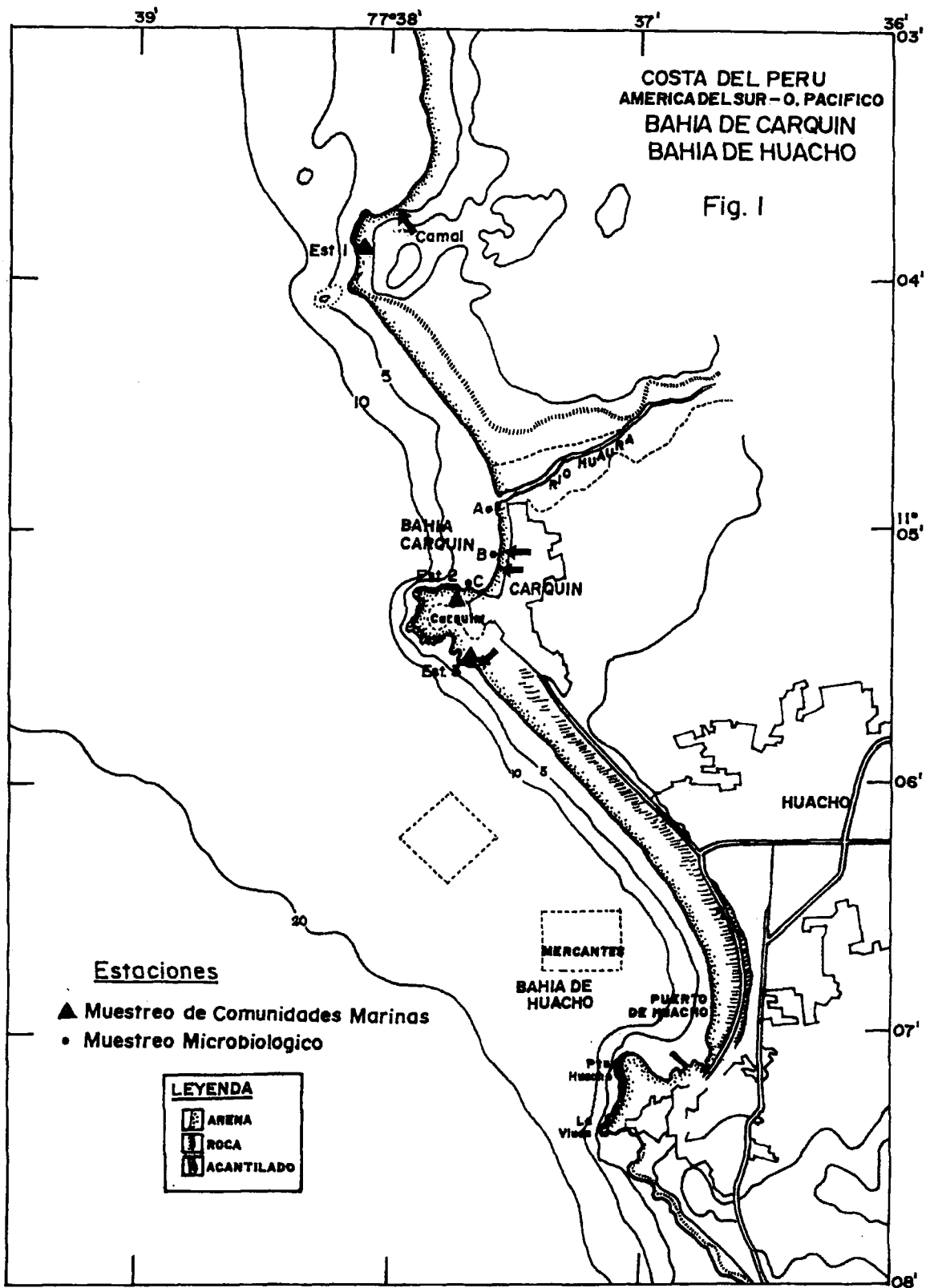


FIGURA 1. Area de las Bahías de Huacho y de Carquín, donde se efectuaron los estudios de contaminación 1990-1991.

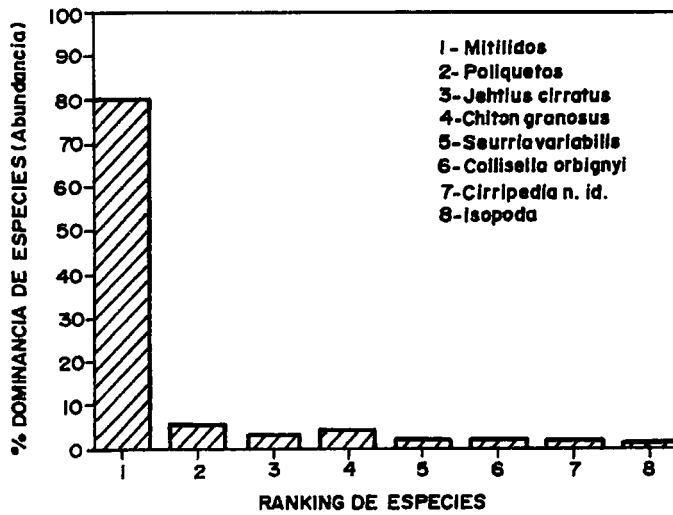


FIGURA 2. Dominancia de especies en la Estación 1 de muestreo de comunidades marinas. Sustrato duro. Carquín, Huacho. 1990.

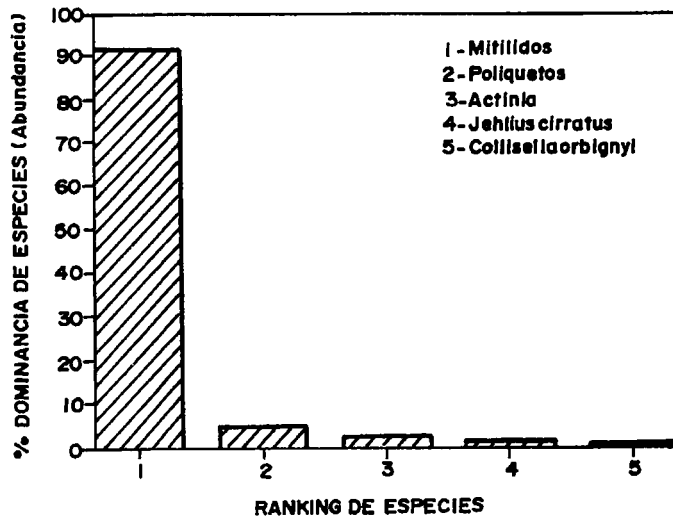


FIGURA 3. Dominancia de especies en la Estación 2 de muestreo de comunidades marinas. Sustrato duro. Carquín, Huacho. 1990.

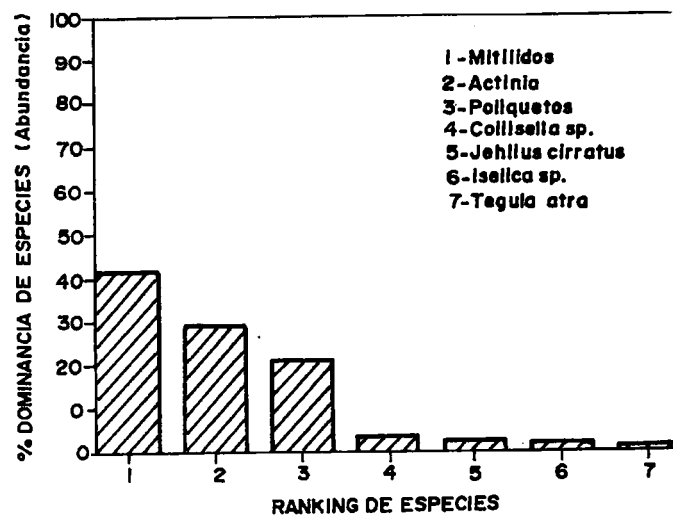


FIGURA 4. Dominancia de especies en la Estación 3 de muestreo de comunidades marinas. Sustrato duro. Carquín, Huacho. 1990.

FIGURA 5. Curva ABC (abundancia y biomasa)
Estación 1. Sustrato rocoso. Carquín, Huacho.
1990.

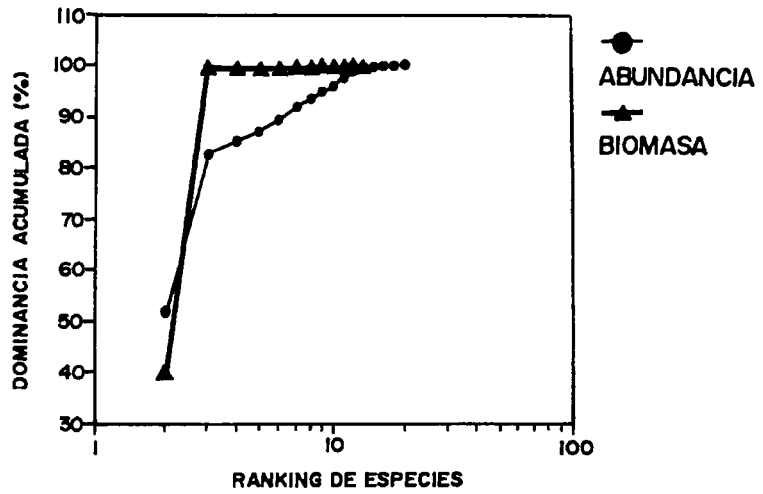


FIGURA 6. Curva ABC (abundancia y biomasa)
Estación 2. Sustrato rocoso. Carquín, Huacho.
1990.

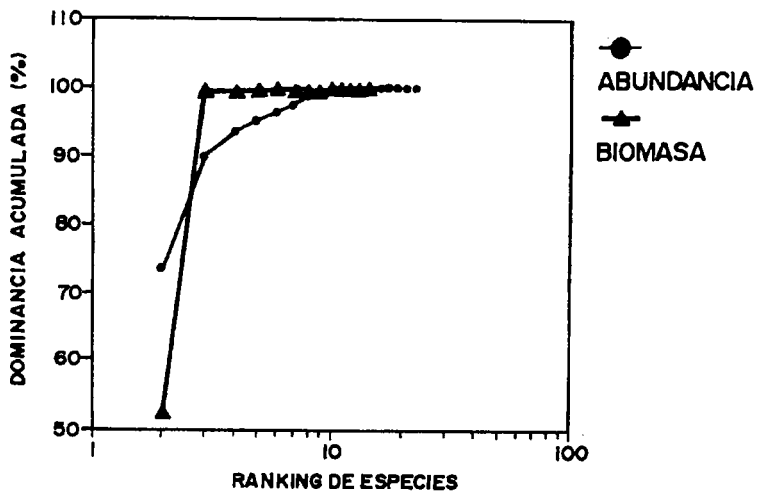
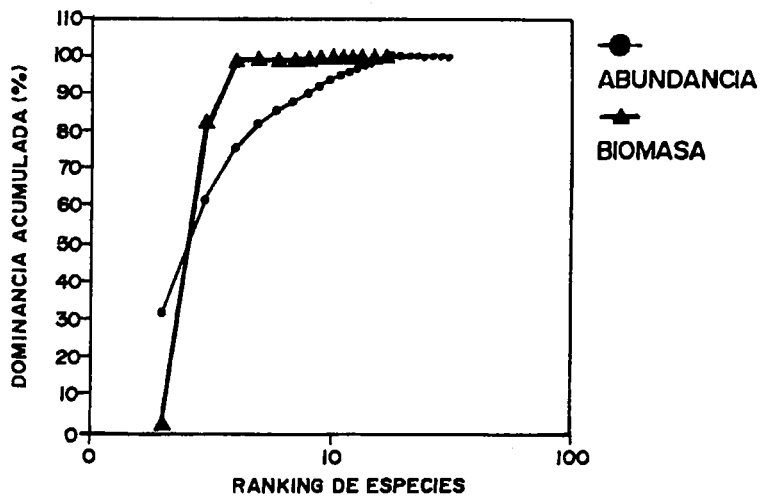


FIGURA 7. Curva ABC (abundancia y biomasa)
Estación 3. Sustrato rocoso. Carquín, Huacho.
1990.



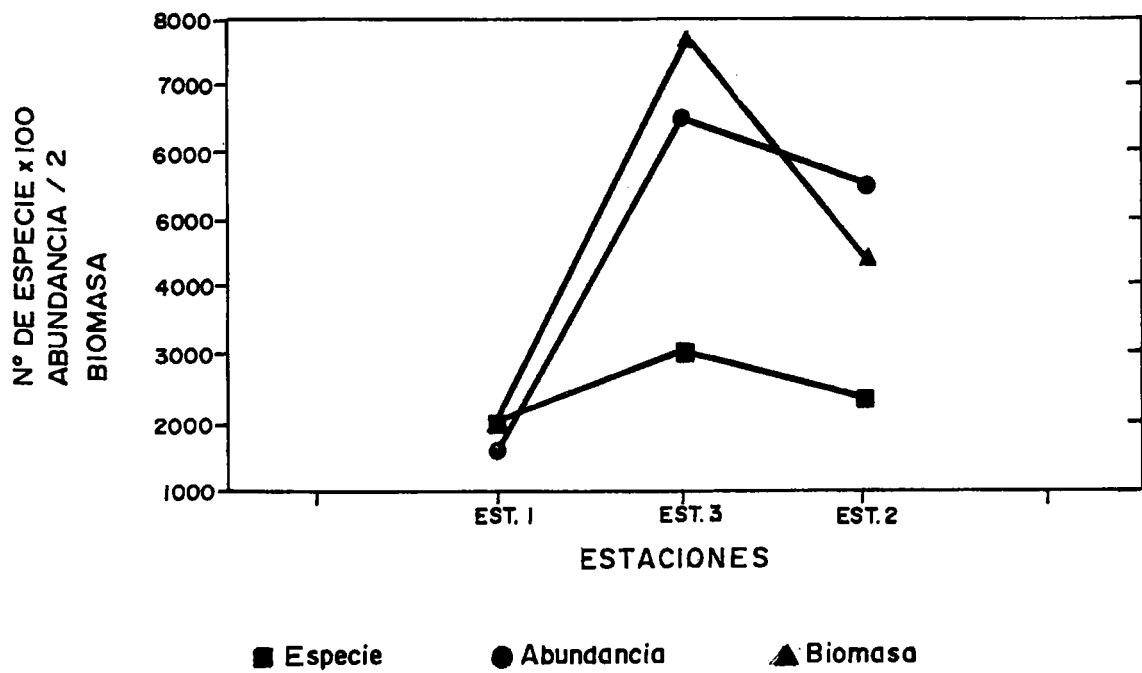


FIGURA 8. Curva SAB (especie, abundancia, biomasa) o de Perturbación. Carquín, Huacho. Sustrato rocoso 1990.

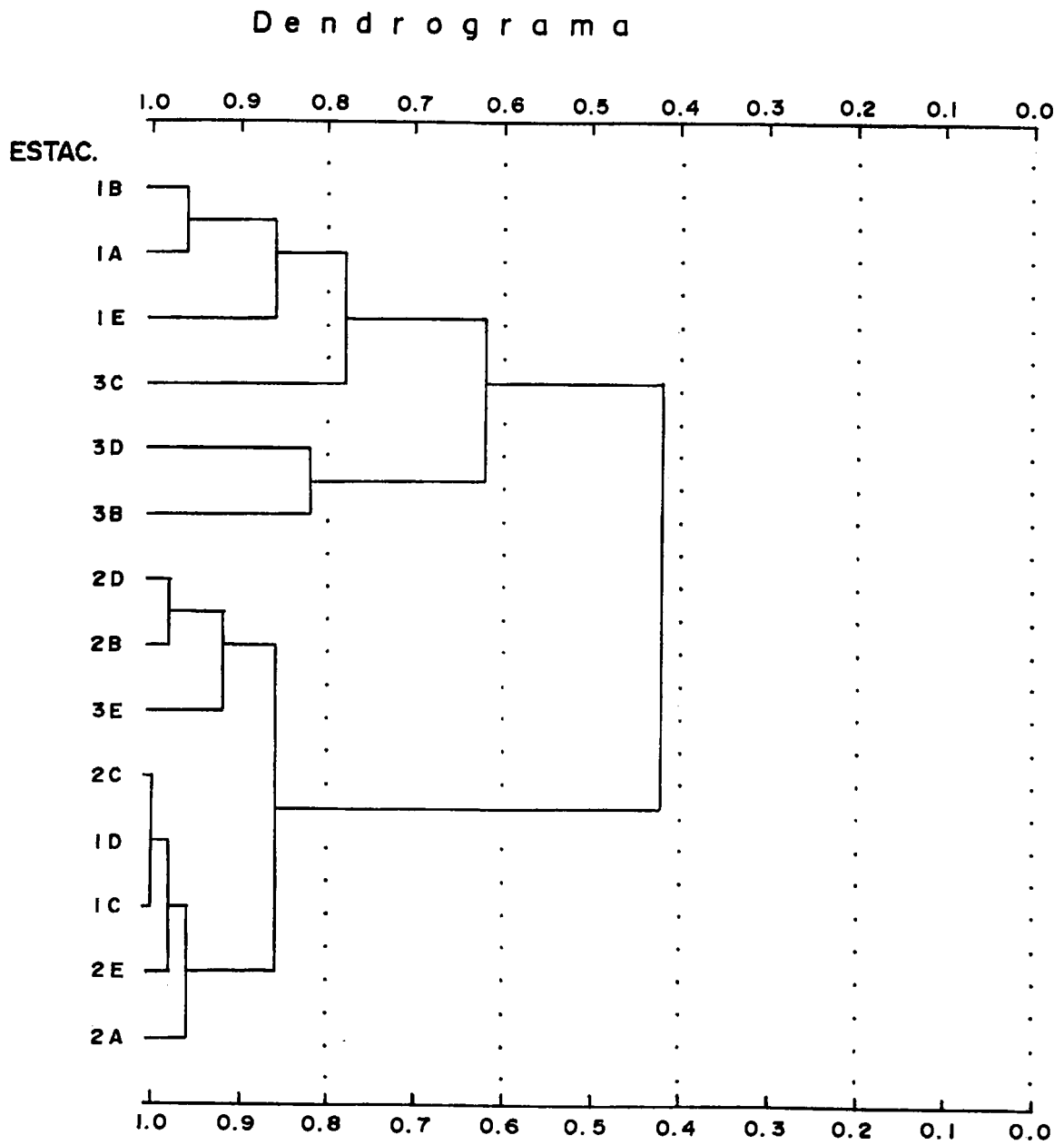


FIGURA 9. Índice de similitud de Morisita, modificado por Horn.

ANEXO I

**LEY GENERAL DE AGUAS D. L. N° 17752 Y SUS MODIFICACIONES
AL REGLAMENTO SEGUN EL DECRETO SUPREMO N° 007-83-S.A.**

**CLASIFICACION DE LOS CURSOS DE AGUA Y DE LA ZONA
COSTERA**

Denominación	Agua marítima			Expresado
	IV	V	VI	
Coliformes Totales	5000	1000	20000	NMP/100 ml
Coliformes Fecales	1000	200	4000	NMP/100 ml
Oxígeno disuelto (OD)	3	5	4	mg/l como O.D.
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	10	10	10	mg/l como DBO
pH	6-8.5	6-8.5	6-8.5	
Sólidos suspendidos (S.S)	100	+ 100	—	mg/l

IV : Aguas de zonas recreativas de contacto primario (Baños similar).

V : Agua de zona de pesca de mariscos bivalvos.

VI : Aguas de zona de preservación de fauna acuática y pesca recreativa o comercial.