



# informe progresivo

nº  
**103**

**Abril  
1999**

## **Contaminación sobre el ecosistema marino del Callao en abril y setiembre 1997**

*Rita Orozco*  
*Sonia Castillo*  
*Elizabeth Fernández*  
*Clara Fierro*  
*Octavio Morón*  
*Juana Solís*  
*Georgina Flores* ..... 3

DGIO-49

Publicación periódica mensual de distribución nacional. Contiene información de investigaciones en marcha, conferencias y otros documentos técnicos sobre temas marítimos. EL INFORME PROGRESIVO tiene numeración consecutiva. Deberá ser citado como Inf. Prog. Inst. Mar Perú.

**INSTITUTO DEL MAR DEL PERU (IMARPE)**  
Esq. Gamarra y Gral. Valle, Chucuito, Callao.  
Apartado 22, Callao, Perú.  
Telf. 429-7630 / 420-2000 Fax: 465-6023  
Email: [imarpe+@imarpe.gob.pe](mailto:imarpe+@imarpe.gob.pe)

**Asesora científica**

*Dra. Norma Chirichigno Fonseca*

**Editor científico**

*Dr. Pedro G. Aguilar Fernández*

**© 1999. Instituto del Mar del Perú**

*Esquina Gamarra y General Valle*

*Apartado Postal 22*

*Callao, PERU*

*Teléfono 429-7630 / 420-2000*

*Fax (511) 465-6023*

*E-mail:imarpe+@imarpe.gob.pe*

*Hecho el depósito de ley N° 99-3180.*

*Reservados todos los derechos de reproducción total o parcial, la fotomecánica y los de traducción.*

**Impresión: Gráfica Técnica SRL.**

*Calle Los Talladores 184, Urb. El Artesano - Ate*

*Teléfono: 436-3140 / 437-5842*

*Tiraje: 300 ejemplares*

# CONTAMINACION SOBRE EL ECOSISTEMA MARINO DEL CALLAO EN ABRIL Y SETIEMBRE 1997

*Rita Orozco    Sonia Castillo    Elizabeth Fernández    Claria Fierro*

Area de Ecología Marina. Dirección de Oceanografía Biológica. DGIO. IMARPE

*Octavio Morón*

Dirección de Investigación y Pronósticos  
Oceanográficos. DGIO. IMARPE

*Juana Solis    y    Georgina Flores*

Dirección de Oceanografía Química.  
DGIO. IMARPE

## CONTENIDO

Resumen .....	3
1.- Introducción .....	4
2.- Metodología .....	4
3.- Resultados .....	6
3.1 Análisis de las condiciones físico-químicas .....	6
3.2 Demanda bioquímica de oxígeno .....	16
3.3 Calidad microbiológica .....	18
3.4 Evaluación del estado del macrobentos .....	21
4.- Discusión .....	28
5.- Conclusiones .....	31
6.- Agradecimientos .....	32
7.- Referencias .....	32

## RESUMEN

En los meses de abril y setiembre de 1997 se realizaron muestreos en la zona comprendida entre Ventanilla (11°51'14"S) y la Mar Brava (12° 05'32"S), de las bahías del Callao y Miraflores, en periodos donde la circulación marina presenta diferente comportamiento en cuanto a la dirección y velocidad, influyendo notablemente en la distribución de la carga contaminante.

En las bahías del Callao y de Miraflores se detectaron zonas de baja salinidad y deficiencia de oxígeno en el mes de abril, y en setiembre se registraron valores adecuados que cumplían los requisitos de calidad para la vida acuática.

En abril se registraron valores altos de coliformes y demanda bioquímica de oxígeno, los cuales sobrepasaron ampliamente los límites permisibles fijados en la Ley General de Aguas vigente, para las clases IV, V y VI de contacto primario, preservación de fauna acuática y pesca comercial; y en setiembre también se registraron elevados valores de coliformes, con la diferencia de bajos niveles de  $DBO_5$  que fueron menores de 10 mg/L.

Los muestreos efectuados en los meses de abril y setiembre se realizaron para verificar los efectos de la contaminación de tipo orgánico y comparar los resultados con los obtenidos en evaluaciones anteriores. El impacto de la contaminación sobre las comunidades macrobénticas de fondo blando continúa siendo grave, observándose cinco estaciones sin fauna en abril y dos en setiembre. Sin embargo, se apreció una mejoría de la calidad del medio marino y del estado del macrobentos en el mes de setiembre, lo que se tradujo en un mayor número de especies y

recolonización de estaciones sin fauna o con pobreza de especies; este hecho estaría influenciado por el Fenómeno El Niño, que produce condiciones ambientales apropiadas para algunas especies del macrobentos.

## 1. INTRODUCCION

En las bahías del Callao y Miraflores se desarrollan múltiples actividades industriales, recreacionales, transporte y deporte, por lo cual presentan la mayor carga orgánica que se traduce en elevados niveles de  $DBO_5$ , aproximadamente el 78,3% del total de procedencia doméstica vertida en el litoral peruano (SÁNCHEZ y OROZCO 1997). Asimismo, se tienen caracterizadas las principales fuentes de contaminación, tales como las descargas de los ríos Rímac y Chillón y de los colectores domésticos, industriales y agrícolas (SÁNCHEZ y MUÑOZ 1995). La zona central de la bahía del Callao presenta los mayores signos de eutroficación (anoxia permanente, elevados valores de materia orgánica, nutrientes y  $DBO_5$ ) lo que ha impactado gravemente sobre la distribución de la macrofauna bentónica en la bahía, causando una ausencia total de organismos en 11 estaciones en agosto y 5 estaciones en diciembre de 1996 (OROZCO *et al.* 1998b.).

El presente informe da a conocer la evaluación de los efectos de la contaminación en el ecosistema costero del Callao en los meses de abril y setiembre de 1997. Se observó que las corrientes mostraron comportamientos diferentes en cuanto a dirección y velocidad. La salinidad mostró valores bajos en abril con respecto a los registrados en setiembre, lo cual estaría relacionado con el menor caudal que presentaron los ríos en esta época del año (primavera).

Los niveles de coliformes totales y termotolerantes (fecales) fueron elevados en ambos períodos, presentándose focos de concentración frente a las principales fuentes de contaminación los colectores domésticos y la desembocadura de los ríos. La carga orgánica se midió a través de  $DBO_5$ , la cual registró valores elevados en abril influenciados por la descarga de los efluentes y ríos presentes en la bahía; en setiembre, al tener menor caudal y cambio de corrientes, hubo registros bajos de este parámetro.

La composición de especies del macrobentos cambia a lo largo de una gradiente de enriquecimiento orgánico en el ambiente acuático, así como por las condiciones físicas e hidroquímicas en la bahía. En el presente estudio, el objetivo fue evaluar el impacto de la contaminación de origen orgánico sobre la macroinfauna bentónica.

## 2. METODOLOGIA

En los meses de abril (23-25) y setiembre (25-27) de 1997 se realizaron prospecciones dentro del programa Evaluación de los Efectos de la Contaminación Marina en la zona comprendida entre Ventanilla ( $11^{\circ}51'14''S$ ) y la Mar Brava ( $12^{\circ}05'32''S$ ) y hasta 2 mn de la costa, aproximadamente. Ambos muestreos se realizaron a bordo de la embarcación "Minori" de 23 pies de eslora con motor fuera de borda. Las observaciones se realizaron siguiendo la carta de trayecto, se colectaron muestras de agua de mar en 34 estaciones: 20 corresponden a estaciones oceanográficas a dos niveles, superficie y fondo; y 14 en las playas (Fig. 1). La colección de

muestras a nivel de superficie y playas se realizaron con un balde plástico, mientras que las de fondo mediante la botella Niskin de 5 L de capacidad, además de termómetros de superficie y de inversión para medición de temperaturas.

Se registraron datos de temperatura y toma de muestras para la determinación posterior de la salinidad con el equipo Kahlsico R-10 en la sede central; además, se registraron datos de Corrientes Marinas utilizando correntómetros a la deriva en superficie y a 1,0 m de fondo.

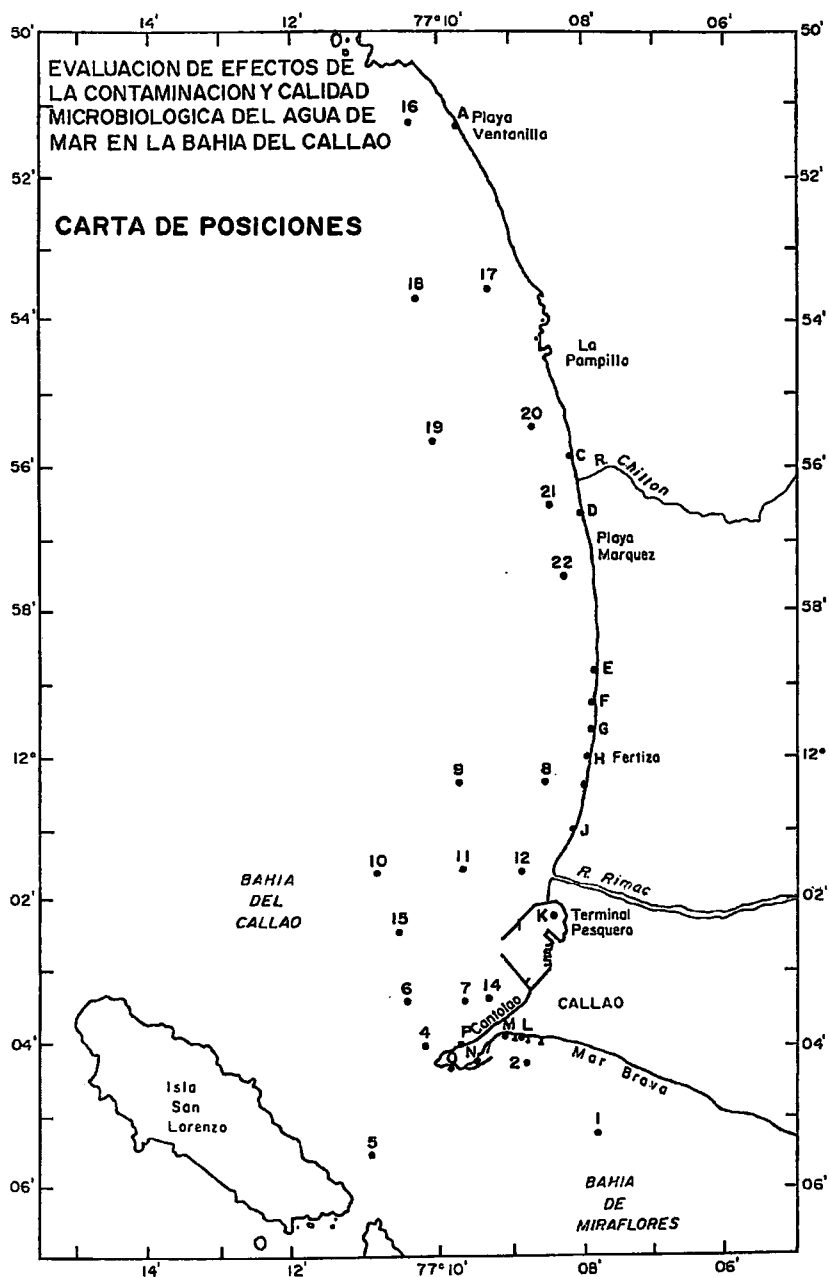


FIGURA 1. Carta de posiciones de las estaciones de muestreo por mar y playa (zona de mezcla) en el Callao durante 1997 (23-25 abril y 25-27 setiembre).

El oxígeno disuelto se determinó de acuerdo a la metodología de WINKLER, modificada por CARRIT y CARPENTER (1966).

Las muestras para la determinación de nutrientes (fosfatos, silicatos, nitratos y nitritos) se colectaron en frascos de polietileno de 250 mL y se preservaron en congelamiento hasta su respectivo análisis en el laboratorio de la sede central del IMARPE, empleando la técnica de STRICKLAND y PARSONS (1968).

Para determinar la Demanda Bioquímica de Oxígeno ( $DBO_5$ ) se utilizó la técnica descrita en International Standard (1983).

El método utilizado para detectar bacterias del grupo coliformes fue el del NMP (Tubos múltiples) y para heterótrofos el método de extensión superficial en placa descritos en American Public Health Association (APHA) (1992).

Las muestras de comunidades marinas fueron tomadas con una draga tipo Van-Veen de 0,05 m<sup>2</sup> de superficie de colecta y tamizadas con mallas de 500 m, almacenándolas en formol al 10 % en un frasco plástico de boca ancha para su posterior clasificación, identificación y análisis cualitativo y cuantitativo.

Se aplicó el programa ACOM (NAVARRO 1984) para realizar el análisis de similitud. Para ello se emplearon las matrices cuantitativas de abundancias sobre la base del índice de ordenamiento cuantitativo de MORISITA modificado por HORN y para el análisis de diversidad se empleó el índice de SHANNON y WIENER ( $H'$ ).

Se determinó la perturbación de las comunidades macrobentónicas empleándose las curvas ABC de k-dominancia recomendada por WARWICK (1986); de igual modo se evaluó cuantitativamente el grado de estrés a que se encuentran sometidas estas comunidades, aplicando el Índice de Proporción de Equidades de SHANNON y WIENER (SEP) (McMANUS y PAULY 1990).

### **3. RESULTADOS**

#### **3.1. Análisis de las condiciones físicas e hidroquímicas**

##### *Temperatura*

##### A nivel superficial

En abril, en la superficie del mar la temperatura se presentó en un rango de 18,7 a 22,7 °C, los bajos valores (<19,0 °C) se ubicaron en la parte externa del área de estudio y entre Fertiza y La Punta. Relacionadas con el foco de afloramiento frente al río Rímac (MORÓN 1994), hacia la costa y hacia los extremos norte y sur se registraron valores ascendentes; las temperaturas más elevadas (>22,5 °C) se presentaron entre La Pampilla y Playa Ventanilla (Figs. 2a y 2b).

En el mes de setiembre, la temperatura superficial del mar varió entre 17,8 °C y 19,8 °C con un promedio de 18,5 °C. En general, los valores de TSM han sido muy homogéneos registrándose los más bajos (<18,0 °C) frente a la desembocadura del río Rímac, y los valores más altos (>19,0

°C) frente a la playa Ventanilla por el norte; y por el sur frente a playa Carpayo, Mar Bella y Mar Brava (Fig. 2c).

Desde playa Ventanilla hasta La Punta (Bahía del Callao) se encontraron valores homogéneos hasta 2 mn de distancia a la costa, exceptuando la zona costera frente a Fertiza; y entre la desembocadura del río Chillón y Playa Márquez, y la desembocadura del río Rímac, se ubicó un núcleo a 1 mn de distancia a la costa, con valor mayor de 18,5 °C.

### A nivel de fondo

Cerca al fondo, en el mes de abril la temperatura fluctuó de 17,4 a 19,1 °C, con distribución de isotermas algo paralelas a la costa y valores ascendentes hacia la costa (Fig. 2b); los mínimos valores se observaron frente al río Rímac, aproximadamente 2 mn de la costa, mientras que los máximos valores se ubicaron próximos a las playas la Arenilla y Carpayo (Fig. 2d).

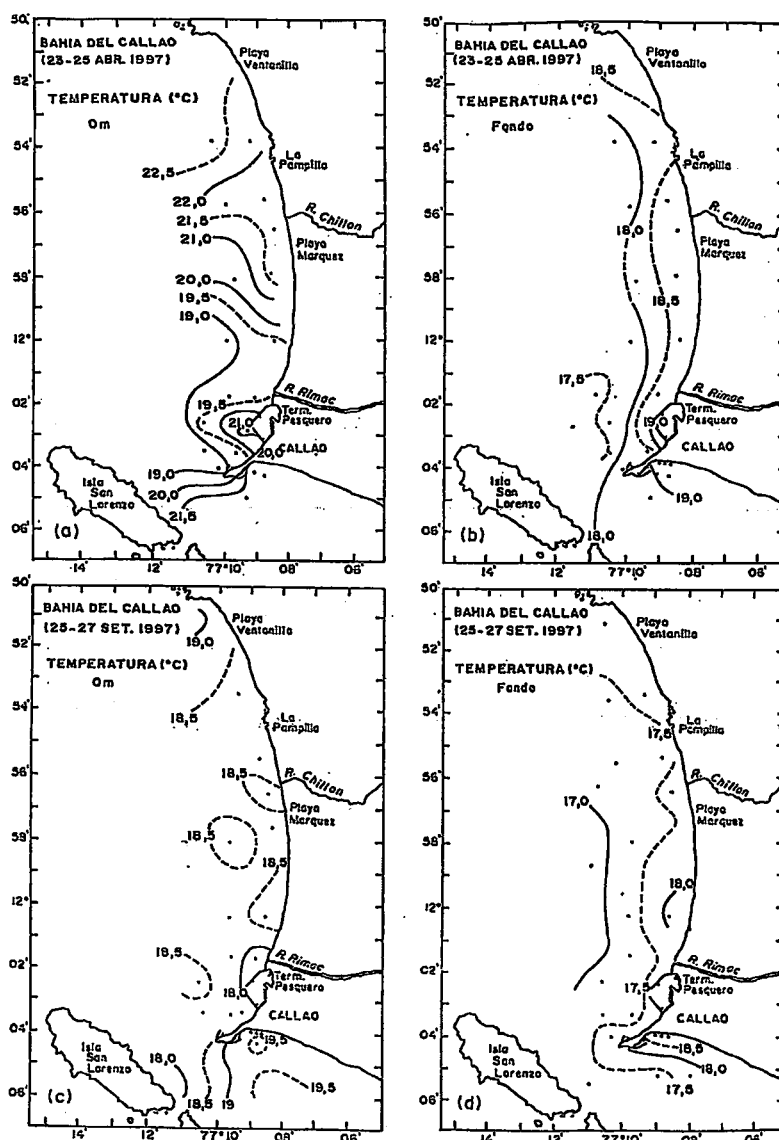


FIGURA 2. Distribución de la temperatura en superficie y fondo en el Callao, bahía de Callao y Miraflores, durante 1997. a) y b) 23-25 de abril, c) y d) 25-27 de setiembre.

En el mes de setiembre la temperatura varió entre 16,7 °C y 18,5 °C con promedio de 18,2 °C, la distribución de las isotermas se mostraron ascendentes hacia la costa predominando la de 17,5 °C, replegando la más elevadas (>18,0°) frente a Fertiza y frente a playa Carpayo, Marbella y Mar Brava (Bahía de Miraflores). Las temperaturas de menor valor (<de 17,0 °C) se encontraron fuera de las 3 mn paralelas a la costa.

## Salinidad

### A nivel superficial

En abril, la salinidad superficial presentó valores por debajo de lo normal, los mismos que fluctuaron entre 34,62 y 34,95 ‰; los bajos valores (menores de 34,9 ‰) se deben a la influencia

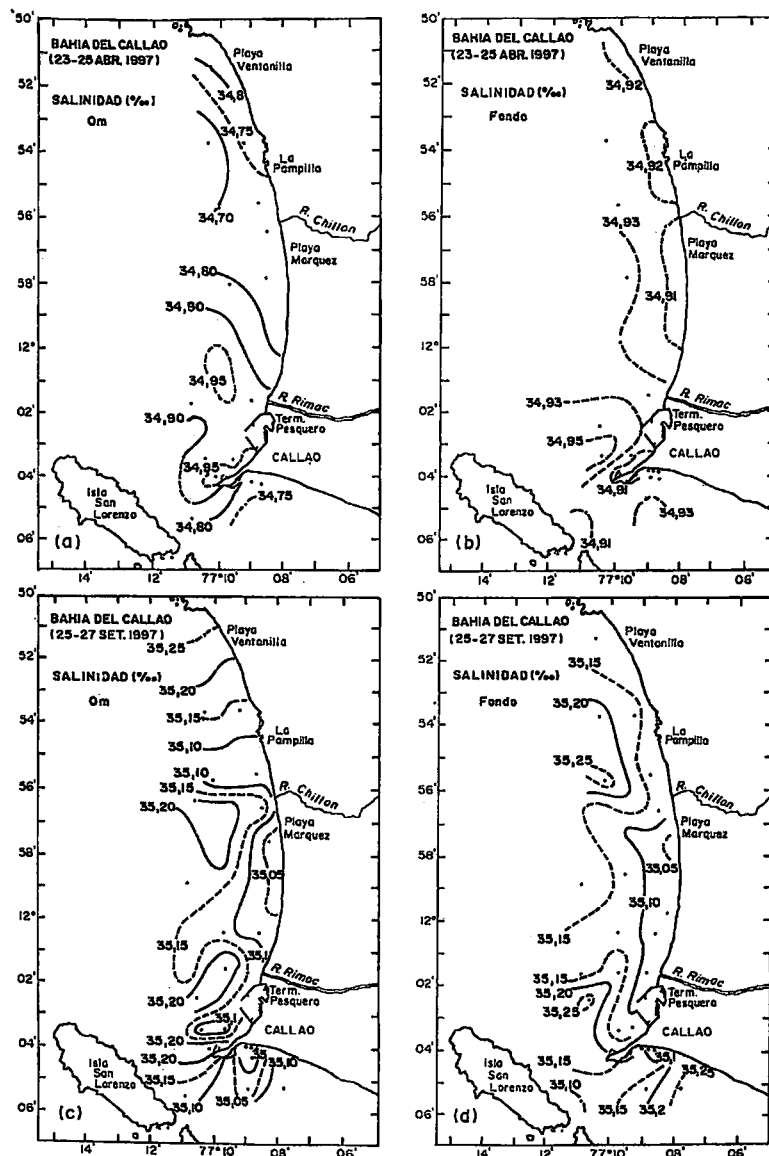


FIGURA 3. Distribución de la salinidad en superficie y fondo en el Callao, bahía de Callao y Miraflores, durante 1997.  
a) y b) 23-25 de abril, c) y d) 25-27 de setiembre.

de los ríos y colectores adyacentes a la zona de estudio, mientras que los valores mayores de 34,9 ‰ se ubicaron en la zona de afloramiento (Fig. 3a).

En setiembre, la salinidad en la superficie presentó valores entre 34,98 ‰ y 35,26 ‰ presentando una distribución en forma de meandros debido a la mezcla de las aguas, notándose dos núcleos con valores relativamente bajos (<35,1‰), al norte de la desembocadura del río Rímac y frente a Carpayo, debido el primero a la descarga del río y a la circulación marina y el segundo a la descarga de los colectores de la bahía Miraflores. Los valores más elevados (>35,2 ‰) se presentan frente a playa Márquez a 2 mn de la costa, a la desembocadura del río Rímac y a playa Ventanilla, ingresando estas aguas desde el suroeste hacia el noreste de la bahía del Callao (Fig. 3c).

#### A nivel de fondo

Cerca al fondo en mes de abril, los valores fueron bastante homogéneos fluctuando entre 34,91 y 34,96 ‰ indicativo de que las mezclas de agua sólo se dan en superficie (Fig. 3b). En setiembre presentó valores entre 35 ‰ y 35,28 ‰ predominando valores (> 35,15 ‰) en toda el área de estudio. Los valores más elevados se encontraron frente al Terminal Pesquero y la Pampilla a 3 mn de distancia a la costa. Los valores menores de 35,05 ‰ se ubicaron pegados a la zona costera sur de playa Márquez, que son característicos de Aguas Subtropicales Superficiales (Fig. 3d).

#### *Circulación marina*

##### A nivel superficial

En abril, la circulación presentó en superficie flujos predominantes hacia el nor-noroeste, mientras que al sur de La Punta los flujos siguen la configuración de la línea costera (Fig. 4a).

En el mes de setiembre, las corrientes marinas en la superficie presentaron ingresos de flujos frente al río Rímac y a playa Márquez y en sentido contrario. Hacia el norte del río Chillón se presentaron flujos dispersos; al sur del Terminal Pesquero siguieron la configuración de la costa; y en bahía Miraflores estos flujos tendieron hacia el sur-este (Fig. 4c).

##### A nivel de fondo

A medio metro del fondo, en abril se han registrado flujos de poca intensidad con dirección variada, se puede distinguir entre Fertiliza y el Callao un remolino en sentido horario, el mismo que origina la surgencia de las aguas profundas en esta zona (Fig. 4b).

En setiembre cerca al fondo, los flujos ingresaron frente al SIMA con orientación sur a norte, siguiendo la línea costera, más al sur los flujos toman orientación suroeste (Fig. 4d).

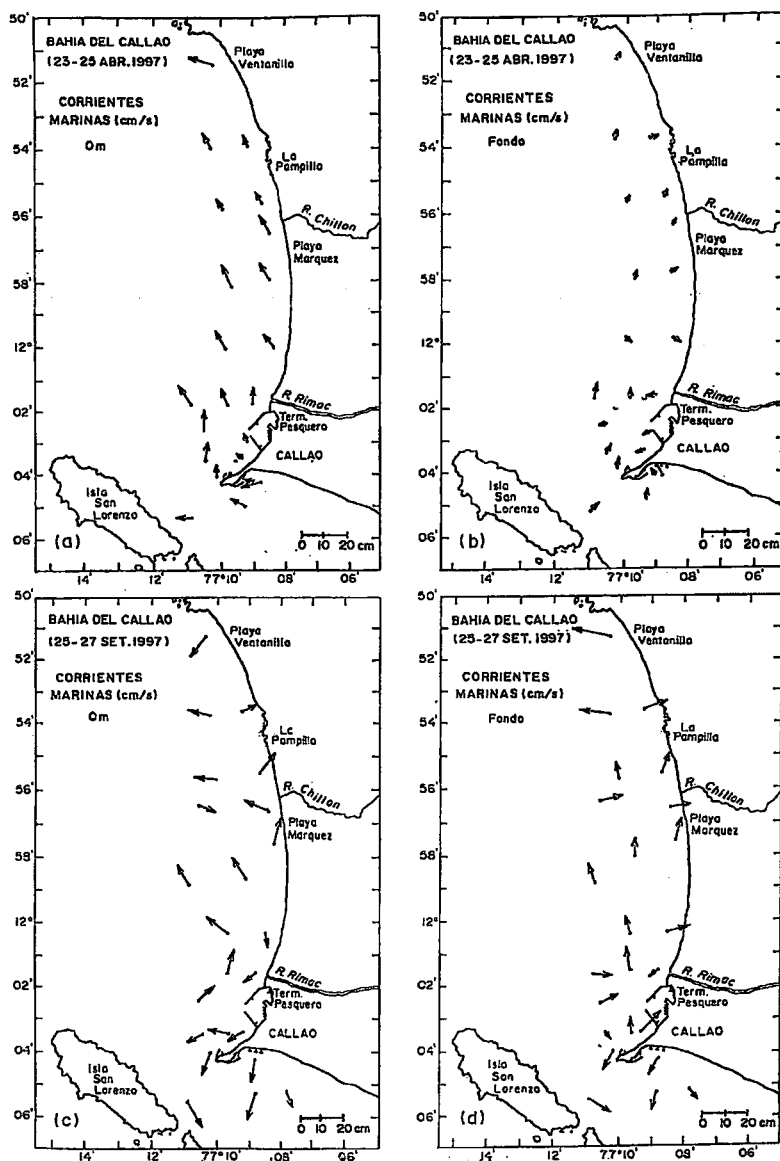


FIGURA 4. Distribución de las corrientes marinas en superficie y fondo en el Callao, bahía de Callao y Miraflores, durante 1997. a) y b) 23-25 de abril, c) y d) 25-27 de setiembre.

## Oxígeno disuelto

### A nivel superficial

En el mes de abril el oxígeno disuelto a nivel de superficie presentó valores que fluctuaron entre 0,00 y 6,19 mL/L, localizando la mayor concentración de 6,00 mL/L entre el Terminal Pesquero y la Punta. El mínimo correspondió al área entre el río Chillón y el río Rímac, encontrándose valores de anoxia (0,00 mL/L) frente al colector Comas dentro de 1mn de la costa (Fig. 5a).

En setiembre el oxígeno disuelto superficial fluctuó entre 1,78 a 5,95 mL/L encontrándose el valor máximo en la estación 2 ubicados frente a Mar Brava, mientras que el mínimo correspondió a Cantolao. No se encontraron valores de anoxia en ningún punto de monitoreo (Fig. 5c).

A nivel de fondo

En abril, en el fondo los valores de oxígeno fluctuaron entre 0,00 y 1,48 mL/L diferenciando dos zonas, una anóxica frente a la Pampilla y el colector Comas y otra entre el río Rímac y La Punta, con valores de 0,20 a 1,00 mL/L, observándose hacia la zona norte de la bahía (playa Ventanilla) valores de 0,5 a 1,0 mL/L dentro de 1 mn (Fig. 5b).

En el mes de setiembre los valores de oxígeno fluctuaron entre 0,35 y 2,36 mL/L encontrándose el valor mínimo valor en la estación 10, frente a la desembocadura del río Rímac y el máximo valor en la estación 1 ubicada frente a Mar Brava (Fig. 5d).

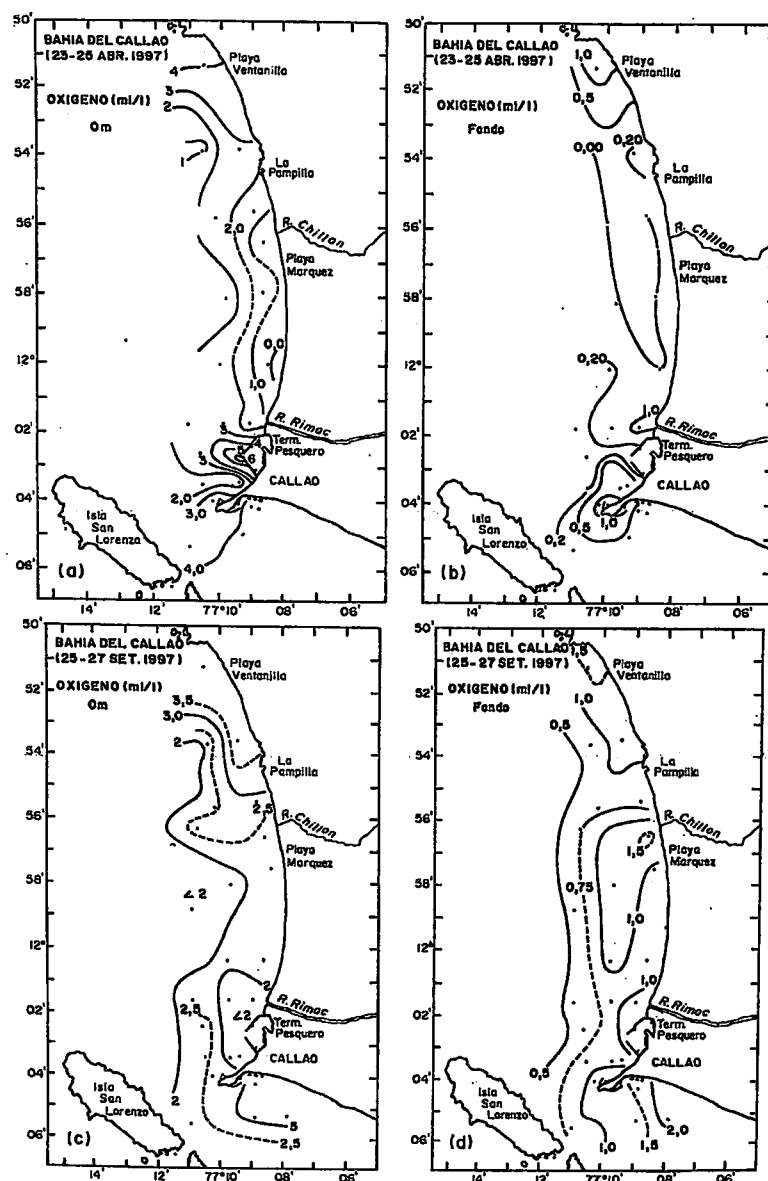


FIGURA 5. Distribución del oxígeno en superficie y fondo en el Callao, bahía de Callao y Miraflores, durante 1997.  
a) y b) 23-25 de abril, c) y d) 25-27 de setiembre.

## Nutrientes

En abril, los *fosfatos* a nivel de superficie presentaron concentraciones entre 1,06 y 3,73  $\mu\text{g-at/L}$ , concentraciones de 3,0  $\mu\text{g-at/L}$  se encontraron entre Playa Márquez y el nuevo Emisor Callao dentro de 1, mn, decreciendo estos valores conforme se alejan de la costa (Fig. 6a). En el fondo los fosfatos se incrementaron localizándose valores de 5,0  $\mu\text{g-at/L}$  entre el río Chillón y el emisor industrial (Fig. 6b).

En setiembre los niveles de fosfatos a nivel superficial presentaron concentraciones entre 1,55 y 3,52  $\mu\text{g-at/L}$ . Las concentraciones mayores de 3,0  $\mu\text{g-at/L}$  se encontraron entre Playa Márquez y el Emisor AGA, decreciendo estos valores conforme se alejan de la costa (Fig. 6c). En el fondo los fosfatos se localizaron valores mayores de 6,0  $\mu\text{g-at/L}$  frente a Playa Márquez, y valores de 11,0  $\mu\text{g-at/L}$  entre la fábrica Fertiza y el nuevo emisor Callao (Fig. 6d).

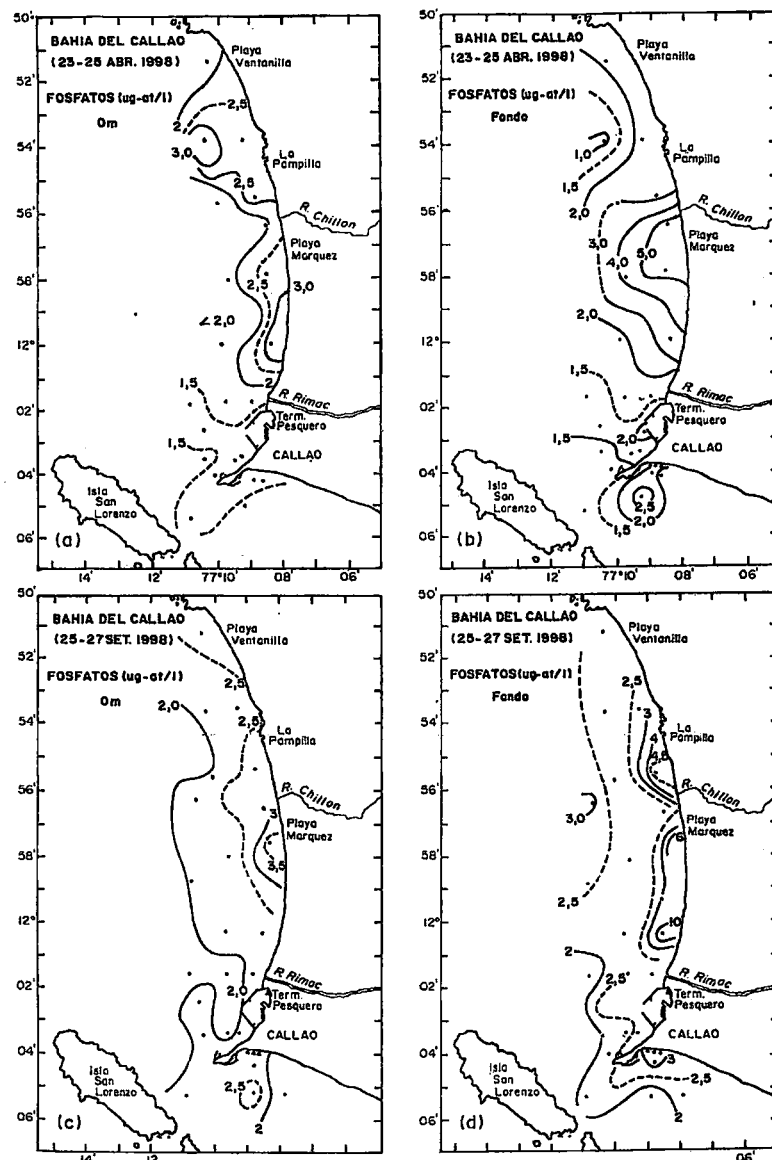


FIGURA 6. Distribución de los fosfatos en superficie y fondo en el Callao, bahía de Callao y Miraflores, durante 1997.  
a) y b) 23-25 de abril, c) y d) 25-27 de setiembre.

El mes de abril en la superficie los *silicatos* mostraron una distribución heterogénea con valores que fluctuaron entre 1,75 y 20,66  $\mu\text{g-at/L}$  localizándose las menores concentraciones en la zona norte de la bahía del Callao y frente a Ventanilla, concentraciones de 15,0 y 20,0  $\mu\text{g-at/L}$  se hallaron en la zona sur de la bahía entre la Punta y la Isla San Lorenzo (Fig. 7a). En el fondo los *silicatos* mostraron un incremento, el que se acentuaba conforme se alejaban de la zona costera, isolíneas de 15,0 y 20,0  $\mu\text{g-at/L}$  se extendían en toda el área de estudio (Fig. 7b).

En setiembre las concentraciones de *silicatos* en superficie mostraron una distribución con un amplio rango 5,76 – 21,43  $\mu\text{g-at/L}$ , encontrándose los valores menores hacia el lado de Mar Brava y las concentraciones de 20  $\mu\text{g-at/L}$  frente a Playa Márquez. Las isolíneas de 10 y 15 se extendieron a lo largo de la zona de muestreo (Fig. 7c). En el fondo se mantuvo la distribución de los máximos de superficie, pero incrementando las concentraciones entre Playa Márquez y el Emisor AGA, y por otro lado los valores menores (10  $\mu\text{g-at/L}$ ) permanecieron sólo frente a Mar Brava (Fig. 7d).

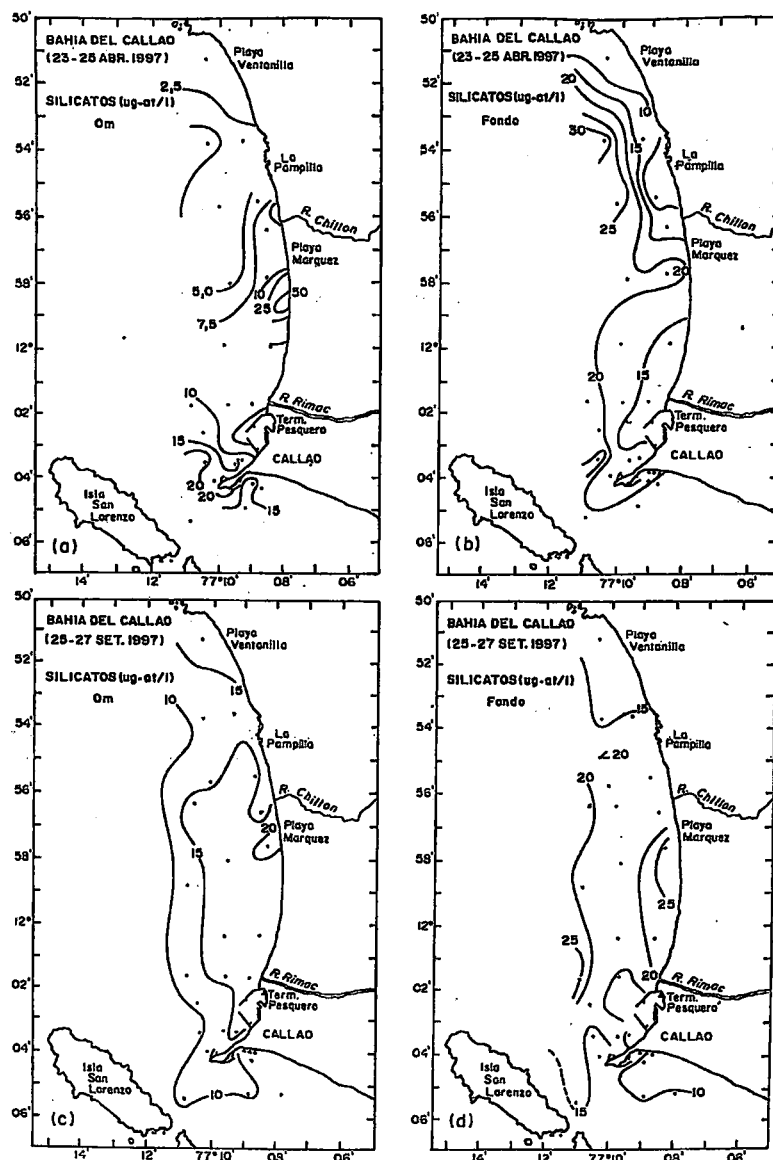


FIGURA 7. Distribución de los silicatos en superficie y fondo en el Callao, bahía de Callao y Miraflores, durante 1997.  
a) y b) 23-25 de abril, c) y d) 25-27 de setiembre.

En cuanto a los *nitratos*, en abril los valores se encontraron dentro del intervalo de 0,84 y 10,50  $\mu\text{g-at/L}$ , los valores más altos corresponden a la zona costera de La Punta; el menor valor se localizó frente a Aduanas, en la mayor parte del área costera predominaron valores de 3,0 a 5,0  $\mu\text{g-at/L}$  (Fig. 8a). A nivel de fondo las concentraciones de nitratos mostraron mucha similitud a las de superficie (Fig. 8b).

En el mes de setiembre los nitratos en superficie fluctuaron entre 9,66 y 17,85  $\mu\text{g-at/L}$ , los valores bajos corresponden a la zona de Mar Brava (10  $\mu\text{g-at/L}$ ). En la distribución la isolínea de 15,00  $\mu\text{g-at/L}$  predominó a lo largo de la zona monitoreada (Fig 8c). Respecto al fondo la distribución guardó similitud con la de superficie presentando los menores valores en Mar Brava y el área AGA - Colector Callao. Los máximos (15  $\mu\text{g-at/L}$ ) se encontraron en toda la zona pero con mayor amplitud (Fig. 8d).

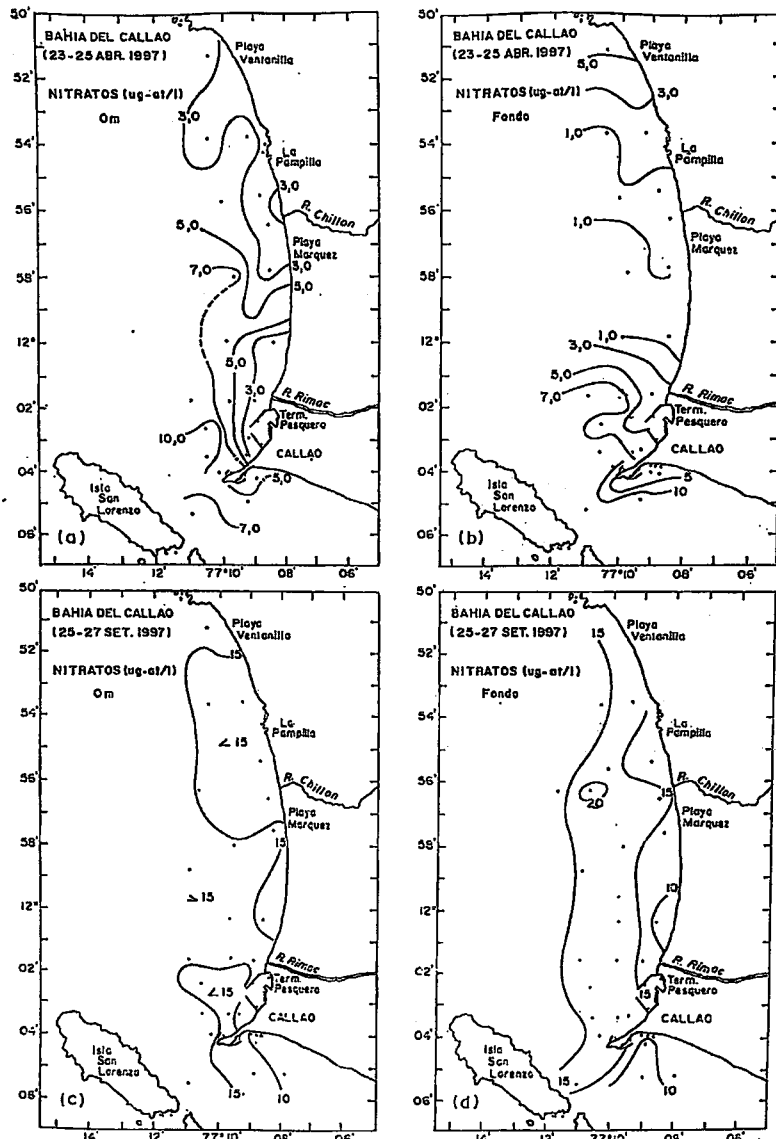


FIGURA 8. Distribución de los nitratos en superficie y fondo en el Callao, bahía de Callao y Miraflores, durante 1997.  
a) y b) 23-25 de abril, c) y d) 25-27 de setiembre.

Los *nitritos*, en abril a nivel de superficie presentaron valores en el intervalo de 0,32 y 1,12  $\mu\text{g-at/L}$ , distribuyéndose en forma homogénea, con tendencia a incrementarse hacia la zona sur entre la Punta y la Isla San Lorenzo (Fig. 9a). En setiembre, en la superficie del mar los nitritos presentaron valores de 1,0  $\mu\text{g-at/L}$  entre la playa Márquez y el emisor industrial y los valores menores de 0,5  $\mu\text{g-at/L}$  en la parte sur del monitoreo (Fig. 9c). La distribución de concentraciones de 1  $\mu\text{g-at/L}$  en el fondo fue más amplia que en superficie extendiéndose entre playa Márquez - nuevo emisor Callao (Fig. 9d).

### Por playas

En playas en abril, el *oxígeno disuelto* mostró valores que fluctuaron entre 0,00 y 7,54 mL/L, localizándose los menores valores frente a Fertiza. Los *fosfatos*  $>2,0 \mu\text{g-at/L}$  se hallaron en la zona norte y sur de la bahía; los máximos valores de 9,09 y 42,63  $\mu\text{g-at/L}$  se localizaron entre el

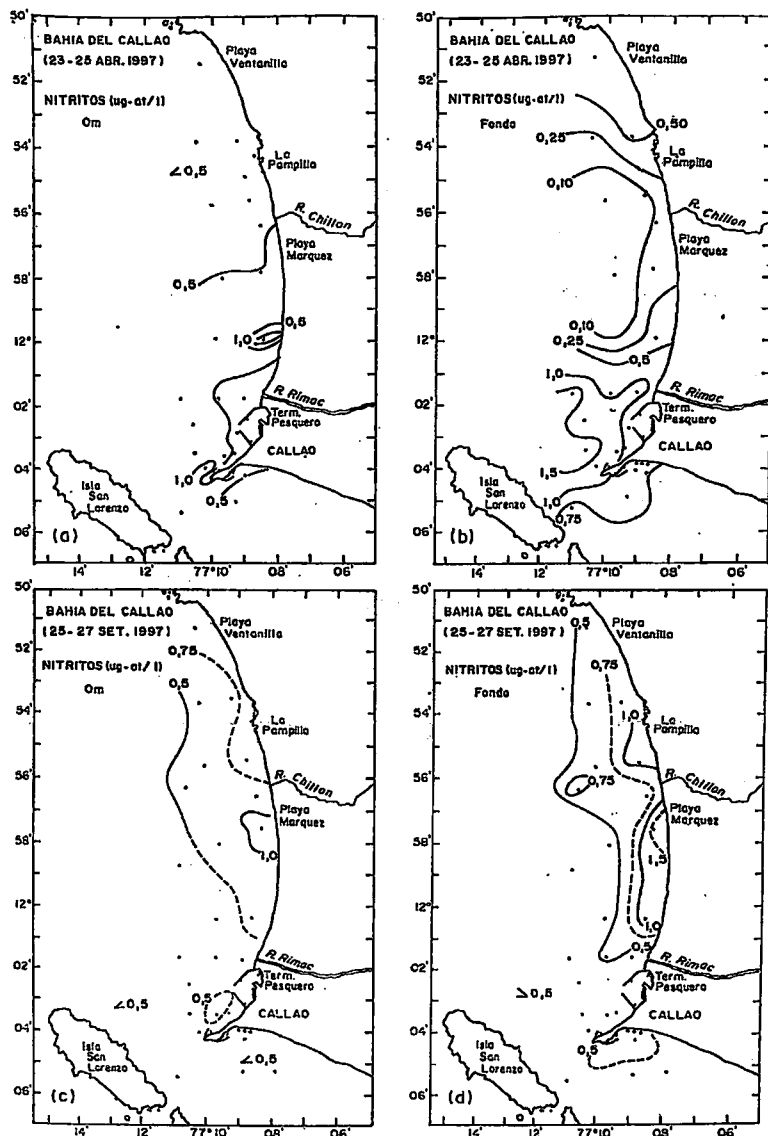


FIGURA 9. Distribución de los nitritos en superficie y fondo en el Callao, bahía de Callao y Miraflores, durante 1997.  
a) y b) 23-25 de abril, c) y d) 25-27 de setiembre.

colector Comas y el nuevo emisor Callao, concentraciones características de zonas afectadas por la contaminación orgánica. Los *silicatos* presentaron valores entre 3,33  $\mu\text{g-at/L}$  y 121,37  $\mu\text{g-at/L}$  hallándose la mayor concentración entre el nuevo emisor Callao y la playa Márquez. Los *nitratos* mostraron concentraciones que variaron entre 0,72 y 8,45  $\mu\text{g-at/L}$  a diferencia de los *nitritos* que mostraron características de la contaminación existente en la zona con valores de 0,16 a 10,69  $\mu\text{g-at/L}$  (Tabla 1).

TABLA 1. Parámetros químicos en las playas de las bahías de Callao y Miraflores en 1997, 23-25 de abril y 25-27 de setiembre.

ESTACION	UBICACIÓN	OXIGENO (mL/L)		FOSFATOS ( $\mu\text{g-at/L}$ )		SILICATOS ( $\mu\text{g-at/L}$ )		NITRATOS ( $\mu\text{g-at/L}$ )		NITRITOS ( $\mu\text{g-at/L}$ )	
		Abril	Setiembre	Abril	Setiembre	Abril	Setiembre	Abril	Setiembre	Abril	Setiembre
		A	Ventanilla	5.02	6.43	2.03	0.96	4.63	9.95	0.00	10.69
C	Río Chillón *	4.13	6.37	2.49	1.39	10.16	12.81	4.15	8.27	0.71	0.25
D	Fundo Márquez	4.32	2.72	2.52	1.81	7.01	12.30	1.81	7.79	0.77	0.27
E	Emisor Industrial-Oquendo *	3.08	6.72	2.27	1.36	71.92	15.25	8.45	5.56	10.17	0.25
F	Emisor Industrial-AGA *	4.00	6.40	2.09	2.74	22.34	15.11	5.21	5.08	0.77	0.31
G	Colector Comas *	1.70	6.29	9.02	1.27	29.82	14.65	0.58	6.80	0.41	0.18
H	FERTISA, Bahía Callao	2.15	7.29	9.65	0.97	15.89	16.59	1.09	5.60	0.51	0.12
J	Colector Callao *	0.00	2.54	42.52	0.58	121.37	8.76	1.22	6.95	2.44	0.16
K	Terminal Pesquero Callao	1.15	5.60	3.27	0.56	3.33	13.36	0.72	5.64	0.16	0.16
L	Mar Brava, bahía Miraflores	5.30	10.98	1.53	0.79	18.79	8.71	2.63	7.94	0.73	0.29
M	ENAMM, bahía Miraflores	0.40	6.26	2.52	1.95	21.49	3.92	7.90	2.18	1.50	0.25
N	Malecón Wiese*, bahía de Miraflores	N.R.	6.01	2.19	1.34	29.26	10.14	3.48	1.81	1.02	0.22
O	Malecón Pardo, bahía de Miraflores	N.R.	5.86	2.13	0.79	20.05	4.65	13.13	6.25	1.46	0.24
P	Playa Cantolao, bahía de Callao	2.80	7.43	1.94	0.59	19.37	10.37	12.10	7.69	0.75	0.10

\* Zona de mezcla de efluentes doméstico y/o industriales.

En setiembre, el oxígeno disuelto en playas presentó valores entre 2,54 y 10,98 mL/L, correspondiendo el mínimo frente al nuevo emisor Callao y el valor más alto a la playa Mar Brava. Se encontraron valores altos de fosfato 2,74  $\mu\text{g-at/L}$  cerca al nuevo emisor Callao y frente al Terminal Pesquero. Los silicatos presentaron valores entre 3,92 y 16,59  $\mu\text{g-at/L}$  hallándose la mayor concentración frente a Fertiza y la menor frente a la Mar Brava. Los nitratos mostraron concentraciones que variaron entre 1,81 a 10,69  $\mu\text{g-at/L}$  y los nitritos fluctuaron entre 0,08 a 0,31  $\mu\text{g-at/L}$  (Tabla 1).

### 3.2. Demanda bioquímica de oxígeno

La demanda bioquímica de oxígeno es una medida indirecta de la carga orgánica presente en el medio marino, lo cual se interpreta como el oxígeno consumido por los procesos de oxidoreducción en la degradación de la materia orgánica.

#### Por playas

En la evaluación realizada en el mes de abril se obtuvo un promedio de 18,75 mg/L presentando un valor de 1,03 mg/L como mínimo en la estación "A" (Ventanilla) y un valor máximo de 126 mg/L en la estación "J" (zona de mezcla del colector Callao), el cual sobrepasa ampliamente los límites permisibles establecidos en la Ley General de Aguas vigente para el país.

En setiembre, en las playas evaluadas se registró el valor mínimo de 0,45 mg/L en la estación P (Cantolao) y el máximo de 9,14 mg/L en la estación F (AGA). Los valores encontrados nos sugieren que se ha producido una eficiente dilución de la carga orgánica. Los valores encontrados están por debajo de los límites establecidos por la Ley General de Aguas (Tabla 2 y Fig. 10).

TABLA 2. Resultados de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) en las playas de las bahías de Callao y Miraflores durante 1997, 23 al 25 de abril y 25 al 27 de setiembre.

ESTACION	UBICACIÓN	TEMPERATURA °C		DBO <sub>5</sub> (mL/L)	
		Abril	Setiembre	Abril	Setiembre
A	Ventanilla	21.0	19.3	1.03	1.59
C	Río Chillón *	21.5	18.5	8.34	1.95
D	Fundo Márquez	21.5	19.0	19.14	0.45
E	Emisor Industrial-Oquendo *	22.5	18.5	32.60	9.14
F	Emisor Industrial-AGA *	22.0	18.5	8.16	2.08
G	Colector Comas *	19.5	18.0	18.98	1.80
H	FERTISA, Bahía Callao	20.6	18.5	43.31	1.91
J	Colector Callao *	23.0	18.0	126.03	3.80
K	Terminal Pesquero Callao	23.0	19.5	9.46	0.41
L	Mar Brava, bahía Miraflores	22.0	21.4	1.69	1.94
M	ENAMM, bahía Miraflores	24.5	22.2	2.27	4.02
N	Malecón Wiese*, bahía de Miraflores	26.0	23.0	1.34	8.61
O	Malecón Pardo, bahía de Miraflores	21.5	20.5	2.05	2.58
P	Playa Cantolao, bahía de Callao	18.5	18.0	1.95	1.32

\* Zona de mezcla de efluentes doméstico y/o industriales

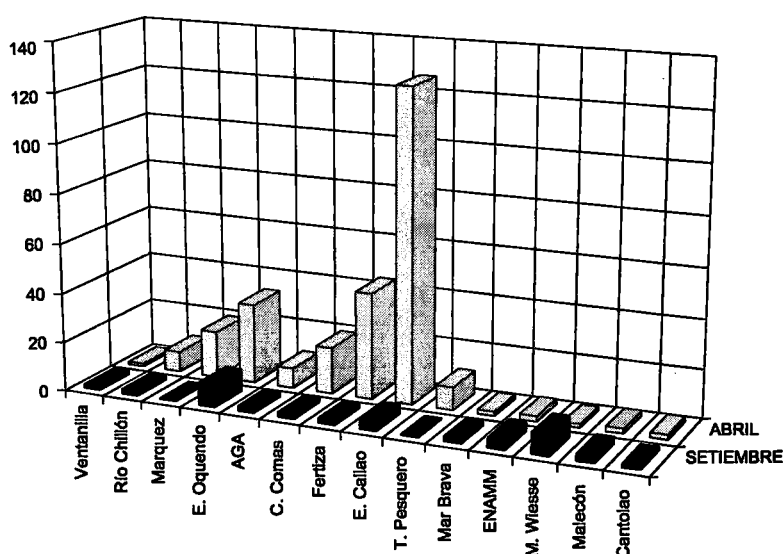


FIGURA 10. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>) por playa en las bahías de Callao y Miraflores durante 1997 (23-25 abril) y (25-27 setiembre)

*Por mar*

En abril en las estaciones de mar seleccionadas para evaluar este parámetro se obtuvo niveles de  $DBO_5$  alrededor de 4,09 mg/L como promedio general, con valores que fluctúan en un rango inferior de 0,75 mg/L en la Estación 10 (frente al río Rímac, la de mayor distancia respecto a la costa 2,3 mn) y el valor más alto se obtuvo en la estación 8 con 14,52 mg/L. En el mes de setiembre se obtuvieron valores bajos comparados a los obtenidos en abril con el mínimo valor de 0,70 mg/L en la estación 15 y el máximo de 2,57 mg/L en la estación 1 (Tabla 3 y Fig. 11).

TABLA 3. Resultados de la Demanda Bioquímica de Oxígeno ( $DBO_5$ ), de agua de mar de las bahías de Callao y Miraflores realizado del 25 al 27 de Setiembre de 1997.

ESTACION	TEMPERATURA °C		$DBO_5$ (ml/l)	
	Abril	Setiembre	Abril	Setiembre
E - 01	21.90	19.5	5.75	2.57
E - 02	21.60	19.8	2.35	2.25
E - 04	18.90	18.2	1.20	1.06
E - 05	21.60	18.0	1.83	1.47
E - 06	18.80	N.R.	2.06	1.10
E - 07	19.10	18.1	1.19	1.21
E - 08	18.60	18.7	14.52	1.89
E - 09	17.70	18.3	1.37	0.78
E - 10	19.00	18.5	0.75	1.07
E - 11	19.20	18.2	1.29	0.72
E - 12	19.20	17.8	4.22	1.88
E - 15	19.80	18.6	6.89	0.70
E - 16	22.60	19.0	5.26	2.12
E - 17	22.10	18.4	5.10	1.06
E - 18	22.70	18.4	5.16	1.39
E - 19	21.70	18.4	2.79	1.23
E - 20	21.70	18.2	8.85	1.14
E - 21	21.60	18.5	6.31	1.06
E - 22	21.60	18.2	6.49	1.31

N.R. No registrado

### 3.3. Calidad microbiológica.

*Por playa*

En el mes de abril se encontraron los valores más altos de coliformes totales entre el Terminal Pesquero y el río Chillón (área influencia por colectores domésticos e industrial) de  $93 \times 10^2$  a  $21 \times 10^7$  NMP/100 mL y coliformes termotolerantes (fecales) entre  $93 \times 10$  y  $21 \times 10^6$  NMP/100 mL. La zona de Ventanilla presentó concentraciones relativamente más bajas de  $23 \times 10$  NMP/100 mL para coliformes totales y fecales, del mismo modo la zona de La Punta y Mar Brava presentó la misma tendencia con valores de coliformes totales de 30 a  $93 \times 10^2$  NMP/100 mL y coliformes termotolerantes de 30 a  $23 \times 10$  NMP/100 mL (Tabla 4).

En setiembre, la concentración de coliformes totales fue menor a los encontrados en abril, la zona del Terminal pesquero y Río Chillón mostraron valores entre  $43 \times 10^2$  y  $23 \times 10^5$  NMP/100

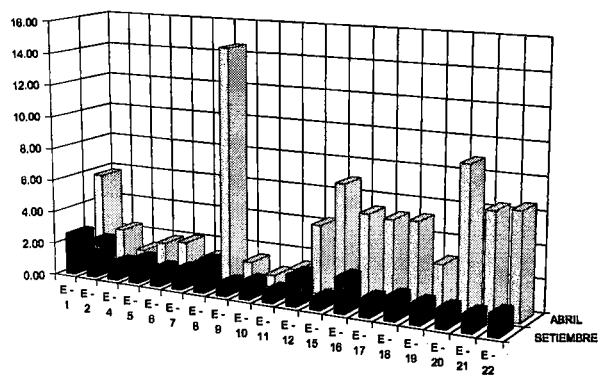


FIGURA 11. Demanda bioquímica de oxígeno ( $DBO_5$ ) por mar en las bahías de Callao y Miraflores durante 1997 (23-25 abril) y (25-27 setiembre).

TABLA 4. Análisis microbiológicos por playa de las bahías de Callao y Miraflores, 23 al 25 de Abril de 1997.

FECHA	ESTACION	HORA	TEMP. °C	COLIFORMES TOTALES NMP/100ml	COLIFORMES FECALIS NMP/100ml	NUMERACION TOTAL ufc/ml	OBSERVACIONES
23/04/97	Ventanilla	10:45	21.0	23 x 10	23 x 10	10800	Abundante basura, plásticos, palos, llantas, gaviotas en las zonas de rompientes, agua transparente, fuerte oleaje.
23/04/97	Río Chillón *	11:20	21.5	15 x 10 <sup>6</sup>	15 x 10 <sup>5</sup>	10700	Playa de canto rodado y abundante basura, fuerte oleaje; agua con grasa y de color verdoso.
23/04/97	Fundo Márquez	11:45	21.5	15 x 10 <sup>4</sup>	15 x 10 <sup>3</sup>	15000	Playa de canto rodado, agua turbia, coloración oscura verdosa, abundantes pelícanos, restos de pescado.
23/04/97	Emisor Industrial-Oquendo *	12:25	22.5	15 x 10 <sup>5</sup>	15 x 10 <sup>4</sup>	10500	Playa arenosa, línea de playa cubierta de grasa. Ext. 9 km.
24/04/97	Emisor Industrial-AGA *	12:20	22.0	93 x 10 <sup>2</sup>	93 x 10	300	Zona de abundante basura, ola fuerte.
24/04/97	Colector Comas *	11:00	19.5	21 x 10 <sup>7</sup>	21 x 10 <sup>6</sup>	6400	Llega directamente al mar.
24/04/97	FERTISA, Bahía Callao	11:40	20.6	43 x 10 <sup>3</sup>	93 x 10 <sup>2</sup>	26000	Basura en la orilla de la playa, muchas
24/04/97	Colector Callao *	12:25	23.0	21 x 10 <sup>7</sup>	23 x 10 <sup>5</sup>	708000	Desemboca directamente al mar, zona
24/04/97	Terminal Pesquero Callao	13:05	23.0	21 x 10 <sup>4</sup>	23 x 10 <sup>2</sup>	16000	Agua muy turbia
25/04/97	Mar Brava, bahía Miraflores	10:10	22.0	23 x 10	< 30	5700	Abundante basura varada y en el agua
25/04/97	ENAMM, bahía Miraflores	10:25	24.5	93 x 10 <sup>2</sup>	23 x 10	4100	
25/04/97	Malecón Wiesse, bahía de Miraflores*	11:15	26.0	93	< 30	43900	Abundantes algas en el agua, plásticos varados, bolsas.
25/04/97	Malecón Pardo, bahía de Miraflores	11:00	21.5	93 x 10	< 30	3100	
25/04/97	Playa Cantolao, bahía de Callao	10:45	18.5	<30	<30	6200	Agua aparentemente limpia.

TABLA 5. Análisis microbiológicos en las playas del Callao, 25 al 27 de Setiembre de 1997.

FECHA	ESTACION	HORA	TEMP. °C	COLIFORMES TOTALES NMP/100 mL	COLIFORMES FECALIS NMP/100 mL	NUMERACION TOTAL ufc/mL	OBSERVACIONES
25/09/97	Ventanilla	11:30	19.3	93	43	7.0x10	Restos de plásticos, cangrejos, vegetales, embarcaciones artesanales chinchorreando, playa arenosa.
25/09/97	Río Chillón *	12:15	18.5	43x10 <sup>2</sup>	23x10	1.2x10 <sup>3</sup>	Playa pedregosa, basura (plástico, papeles, madera), aves, manchas de grasa.
25/09/97	Fundo Márquez	12:38	19.0	23x10 <sup>2</sup>	43x10	1.6x10 <sup>3</sup>	Playa pedregosa, restos de basura, plásticos.
25/09/97	Emisor Industrial-Oquendo *	13:10	18.5	23x10 <sup>4</sup>	23x10 <sup>4</sup>	7.6x10 <sup>3</sup>	Playa arenosa, emisor industrial con efluente de color marrón, restos de basura, agua turbia, trazas de aceite.
25/09/97	Emisor Industrial-AGA *	10:44	19.0	23x10 <sup>5</sup>	23x10 <sup>5</sup>	5.9x10 <sup>3</sup>	Playa arenosa, emisor submarino a 50 m, restos vegetales, basura (plásticos, plumas, llantas), agua turbia.
26/09/98	Colector Comas *	10:30	18.0	93x10 <sup>4</sup>	93x10 <sup>4</sup>	I	Abundante basura, el emisor vierte su descarga directamente al mar llegando a la playa.
26/09/98	FERTISA, Bahía Callao	11:30	18.5	93x10 <sup>3</sup>	23x10	8.3x10 <sup>3</sup>	Zona con abundante desmonte y mal olor.
26/09/98	Colector Callao *	12:20	18.0	43x10 <sup>3</sup>	93x10 <sup>2</sup>	8.7x10 <sup>2</sup>	El colector vierte su efluente directamente al mar, llegando primero a la playa, olor muy fuerte.
26/09/98	Terminal Pesquero Callao	13:05	19.5	43x10 <sup>2</sup>	23x10 <sup>2</sup>	I	Venta de pescado, basura flotando en el agua (plásticos, papel, etc.).
27/09/98	Mar Brava, bahía Miraflores	8:49	21.4	93x10	43x10	I	Playa pedregosa, con basura, llantas, plásticos, madera, lobo marino varado, agua turbia con restos de basura.
27/09/98	ENAMM, bahía Miraflores	9:13	22.2	23x10	<30	I	Playa pedregosa, restos de aves, basura (plásticos, polos), restos de plumas, cangrejo, erizos.
27/09/98	Malecón Wiesse, bahía de Miraflores*	9:35	23.0	43x10	<30	I	Presencia de algas ( <i>Ulva lactuca</i> ), presencia de moscas, presencia de aves como guanay y pelícanos.
27/09/98	Malecón Pardo, bahía de Miraflores	9:54	20.5	43x10	<30	I	Playa pedregosa, agua limpia y playa limpia.
27/09/98	Playa Cantolao, bahía de Callao	10:13	18.0	23x10	<30	9.9x10 <sup>2</sup>	Playa pedregosa, limpia, presencia de conchuelas

I: Indeterminado

mL para coliformes totales y de  $23 \times 10$  a  $23 \times 10^5$  NMP/100 mL para coliformes termotolerantes, la zona de Ventanilla presentó valores de 93 y 43 NMP/100mL para coliformes totales y fecales respectivamente; la zona de La Punta y la Mar Brava presenta valores entre  $23 \times 10$  a  $93 \times 10$  NMP/100 mL para coliformes totales y de  $30$  a  $40 \times 10$  NMP/100 mL para coliformes termotolerantes (Tabla 5).

### Por mar

En abril la distribución de coliformes presentó valores de concentración influenciados por la descarga de los ríos y de los colectores, presentando los valores más elevados frente al río Chillón (Estación 21) entre  $15 \times 10^7$  y  $15 \times 10^6$  NMP/100 mL para coliformes totales y fecales respectivamente; estación 22 de  $21 \times 10^4$  a  $21 \times 10^3$  NMP/100 mL y estación 1 de  $15 \times 10^3$  a  $75 \times 10^2$  y la estación 8 entre  $43 \times 10^3$  y  $93 \times 10^2$  NMP/100 mL.

En el mes de setiembre se registraron valores relativamente más bajos a los de abril, encontrándose los más altos valores en la estación 8 entre  $23 \times 10^3$  y  $43 \times 10$  NMP/100mL, estación 20 entre  $15 \times 10^3$  y  $23 \times 10$  NMP/100 mL, y la estación 22 entre  $23 \times 10^3$  y  $93 \times 10$  de coliformes totales y fecales respectivamente (Tabla 6 y Fig. 12).

TABLA 6. Análisis microbiológicos de agua de mar en el Callao, 23-25 abril y 25-27 setiembre 1997.

ESTACION	POSICION		TEMPERATURA °C	COLIFORMES		COLIFORMES		NUMERACION		
				TOTALES NMP/100 mL		FECALES NMP/100 mL		TOTAL ufc/mL		
N°	LATITUD	LONGITUD	ABRIL	SETIEMBRE	ABRIL	SETIEMBRE	ABRIL	SETIEMBRE	ABRIL	SETIEMBRE
1	12°05'12"	77°07'48"	21.90	19.5	$15 \times 10^3$	43x10	$75 \times 10^2$	<30	3500	$9.6 \times 10^2$
2	12°04'11"	77°08'46"	21.60	19.8	I	$93 \times 10^2$	$43 \times 10^2$	23	I	$1.1 \times 10^3$
4	12°04'00"	77°10'08"	18.90	18.2	$23 \times 10$	43	<30	<30	1000	$4.2 \times 10$
5	12°05'31"	77°10'51"	21.60	18.0	$93 \times 10$	<30	93	<30	I	$3.5 \times 10$
6	12°03'28"	77°10'24"	18.80	18.3	I	<30	I	<30	I	$1.1 \times 10^2$
7	12°03'23"	77°09'31"	19.10	18.1	$23 \times 10$	<30	<30	<30	I	$1.8 \times 10$
8	12°00'24"	77°08'31"	18.60	18.7	$43 \times 10^3$	$23 \times 10^3$	$93 \times 10^2$	43x10	7000	$7.4 \times 10^2$
9	12°00'25"	77°09'51"	17.70	18.3	$23 \times 10$	<30	<30	<30	36600	$5.9 \times 10$
10	12°01'44"	77°10'50"	19.00	18.5	$23 \times 10$	<30	<30	<30	I	$6.8 \times 10$
11	12°01'39"	77°09'46"	19.20	18.2	$23 \times 10$	43	<30	<30	100	$1.0 \times 10^2$
12	12°01'44"	77°08'22"	19.20	17.8	$93 \times 10^2$	93	<30	<30	100	$4.8 \times 10$
15	12°02'36"	77°10'28"	19.80	18.6	$23 \times 10$	<30	<30	<30	900	$3.5 \times 10$
16	11°51'14"	77°06'23"	22.60	19.0	43	43x10	23	<30	7800	$3.1 \times 10^2$
17	11°53'39"	77°09'18"	22.10	18.4	$93 \times 10$	43x10	$23 \times 10$	23x10	I	I
18	11°53'46"	77°10'21"	22.70	18.4	$93 \times 10^3$	$23 \times 10^2$	$15 \times 10^3$	43	13000	I
19	11°55'45"	77°10'02"	21.70	18.4	$43 \times 10^2$	$43 \times 10^2$	$75 \times 10$	23x10	30000	$7.3 \times 10^2$
20	11°55'30"	77°08'75"	21.70	18.2	$15 \times 10^3$	$15 \times 10^3$	$15 \times 10^2$	23x10	4200	$8.4 \times 10^2$
21	11°56'27"	77°08'28"	21.60	18.5	$15 \times 10^7$	$43 \times 10^2$	$15 \times 10^6$	15x10	7100	I
22	11°57'35"	77°08'20"	21.60	18.2	$21 \times 10^4$	$23 \times 10^3$	$21 \times 10^3$	93x10	23000	I

I : Indeterminado

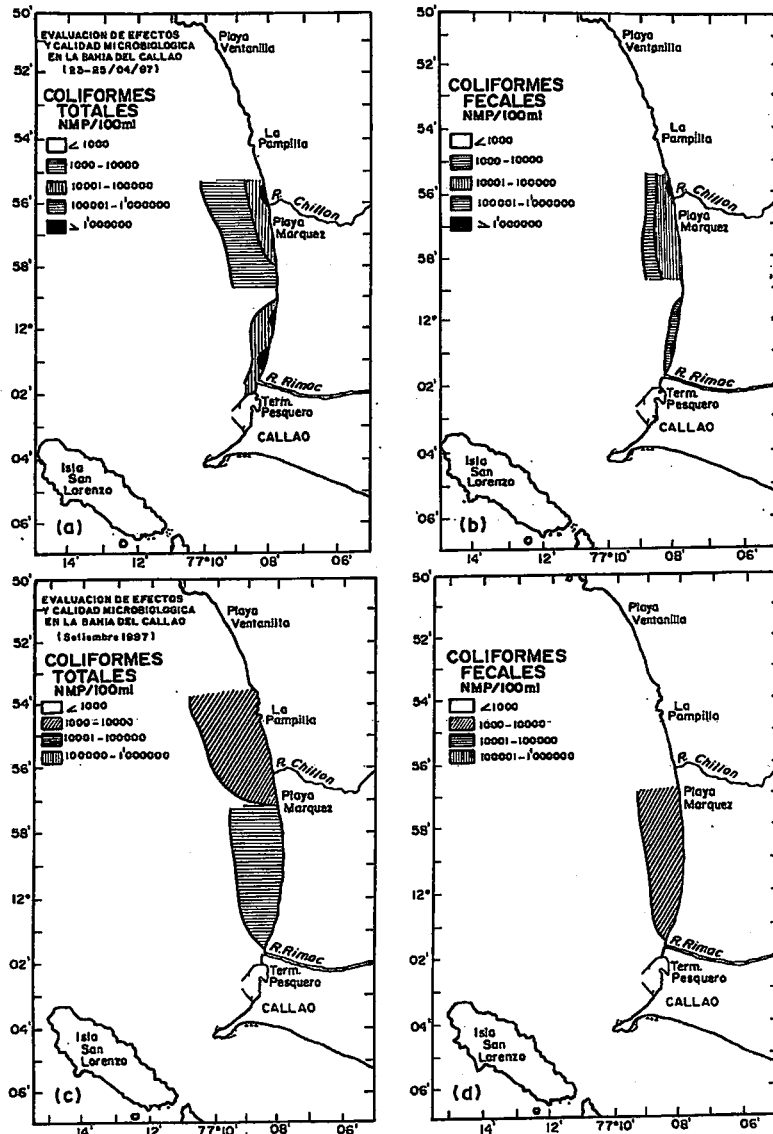


FIGURA 12. Distribución de coliformes totales y fecales por mar en el Callao, bahía de Callao y Miraflores, durante 1997. a) y b) 23-25 de abril, c) y d) 25-27 de setiembre.

### 3.4 Evaluación del estado del macrobentos.

En los meses de abril y setiembre se analizaron muestras de bentos de fondo blando de 19 estaciones distribuidas en las bahías del Callao y Miraflores en profundidades de 3 a 17 m, observándose que la mayoría de estaciones presentó valores hipóxicos e incluso con situaciones de anoxia en el mes de abril, con valores de oxígeno al nivel de fondo del mar de 0 a 1,48 mL/L. En setiembre también se presentaron valores hipóxicos de 0,54 a 2,36 mL/L pero en ninguna estación se registró anoxia (Tabla 7).

#### *Densidad de la abundancia (ind./0,05 m<sup>2</sup>)*

En abril se registró un total de 14 600 ind./0,05 m<sup>2</sup>; la abundancia por estaciones varió entre 2 a 5 836 ind./0,05 m<sup>2</sup> teniendo como promedio 1 043 ind./0,05 m<sup>3</sup>. La distribución de organismos se presentó en parches lo cual es un comportamiento típico en un área contaminada.

En setiembre se registró 4 655 ind./0,05 m<sup>3</sup>, la abundancia por estaciones varió entre 6 y 1 317 ind./0,05 m<sup>2</sup> con un promedio de 274 ind./0,05 m<sup>2</sup>, observándose que la distribución de organismos se amplía hacia las zonas sin fauna (Tabla 7).

TABLA 7. Evaluación de los efectos de la contaminación sobre las comunidades bénticas de fondo blando en el Callao, abril y setiembre 1997.

Nº	Posición		Profundidad (m)		Oxígeno mL/L		H' bits/ind.		Equidad		Especies spp/0,05 m <sup>2</sup>		Abundancia (ind./ 0,05 m <sup>2</sup> )		Biomasa (g/ 0,05 m <sup>2</sup> )		Tipo de Sedimento	
	Latitud/ Longitud		Abril	Setiembre	Abril	Setiembre	Abril	Setiembre	Abril	Setiembre	Abril	Setiembre	Abril	Setiembre	Abril	Setiembre		
1	12°05'12"	77°07'48"	11	12	0.48	2.36	1.710	1.386	0.512	0.597	22	5	5450	18	75.4849	0.0200	Arena fina	
2	12°04'11"	77°08'46"	6	7	0.48	1.79	0.097	2.029	0.961	0.676	4	8	5	106	0.0393	0.3019	Arena fina	
4	12°04'00"	77°10'08"	3	3	1.48	1.16	1.207	1.601	0.434	0.447	19	12	1872	516	30.4300	7.9592	Arena fina	
5	12°05'31"	77°10'59"	10	10	0.49	0.91	0.477	3.390	0.215	0.614	24	41	5836	1317	77.3182	20.1113	Arena gruesa	
6	12°03'28"	77°10'24"	11	10	0.14	0.78	1.786	2.585	0.771	1.000	6	6	17	6	0.0109	0.2248	Fango negro	
7	12°03'23"	77°09'31"	8	8	0.72	0.84	_____	2.167	_____	0.683	azoica	9	azoica	32	azoica	0.8684	Fango gris	
8	12°00'24"	77°08'31"	6	6	0.00	0.54	_____	_____	_____	_____	azoica	azoica	azoica	azoica	azoica	azoica	Fango negro	
9	12°00'25"	77°09'51"	9	10	0.24	1.10	_____	1.923	_____	0.520	azoica	13	azoica	85	azoica	0.1950	Fango negro	
10	12°01'44"	77°10'50"	22	23	0.00	0.35	_____	0.748	_____	0.267	azoica	6	azoica	135	azoica	0.5906	Fango negro	
11	12°01'39"	77°09'46"	6	8	0.44	0.87	0.214	0.716	0.65	0.200	2	12	6	678	0.0059	4.1687	Fango negro	
12	12°01'42"	77°08'57"	2.5	3	1.12	1.23	0.954	2.017	0.189	0.583	5	11	236	188	0.0526	0.1129	Fango negro	
15	15°02'36"	77°10'28"	15	16	0.19	0.48	_____	0.811	_____	0.289	azoica	7	azoica	76	azoica	0.1081	Arcilloso	
16	11°51'14"	77°10'23"	6	7	1.03	1.56	0.420	0.909	0.34	0.254	13	12	423	334	52.0436	2.0011	Fango gris	
17	11°53'39"	77°09'18"	9	10	0.29	1.27	1.379	2.456	0.289	0.664	10	13	421	264	0.3969	0.5927	Arena fina gris	
18	11°53'46"	77°10'21"	19	19	0.00	0.67	1.243	1.231	0.906	0.370	4	10	8	220	0.0047	0.9564	Fango negro sulfuroso	
19	11°55'45"	77°10'02"	17	16	0.00	0.68	1.447	2.926	0.773	0.846	3	11	18	23	0.0150	0.0203	Fango negro sulfuroso	
20	11°55'30"	77°08'45"	10	10	0.00	0.60	0.077	2.149	0.146	0.550	2	15	48	226	0.0106	0.2530	Arena fangosa s/olor	
21	11°56'37"	77°08'28"	8	8	0.00	1.56	1.313	0.246	0.359	0.095	5	6	258	431	0.0448	0.2556	Fango negro	
22	11°57'35"	77°08'20"	8	8	0.00	0.94	0.994	_____	1.000	_____	2	azoica	2	azoica	0.0011	azoica	Fango negro sulfuroso	
TOTAL												14600	4655	235.86	38.7400			

### Riqueza específica

En el mes de abril se encontraron 47 especies en las estaciones evaluadas, los mayores valores se hallaron en las estaciones 1, 4 y 5 ubicadas en la zona de confluencia de la Bahía del Callao y Miraflores; los valores más bajos lo presentaron las estaciones 11, 20 y 22.

En setiembre se registraron 55 especies en el total de estaciones evaluadas, el mayor número de especies lo presentó la estación 5 y las demás estaciones presentaron entre 5 y 15 especies (Anexos 1 y 3, Fig. 13).

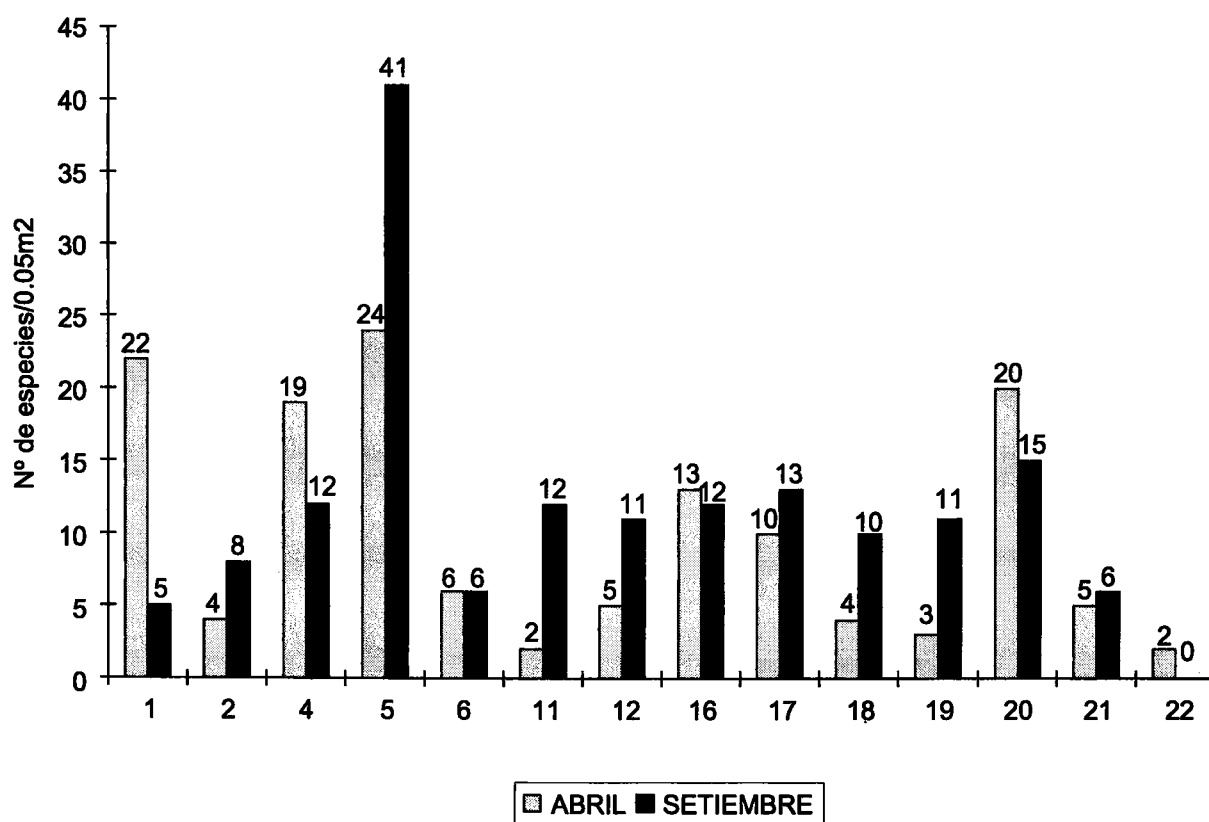


FIGURA 13. Riqueza específica por estación en las bahías de Callao y Miraflores durante 1997 (23-25 abril) y 25-27 setiembre).

### Densidad de la biomasa (g/0,05 m²)

En abril se registró una biomasa total de 235,8585 g/0,05m², presentando los mayores valores las estaciones 1, 4, 5 y 16, y el menor valor la estación 22.

En el mes de setiembre se encontraron valores menores de biomasa con 38,74 g/0,05 m², el mayor valor se registró en la estación 5 con 20,1113 g/0,05 m² (Anexos 2 y 4).

### Índices de diversidad y equidad

La variación de los índices de diversidad y equidad están relacionadas al grado de estrés a la que son sometidas las comunidades bentónicas sublitorales. Según el índice de diversidad de SHANNON y WIENER ( $H'$ ) en el mes de abril se encontraron valores bajos de diversidad, cuyo rango varió entre 0,077 y 1,786 con promedio de 1,255; y en setiembre se encontraron mayores valores de diversidad que fluctuaron entre 0,246 a 3,390 con un promedio de 1,714 debido a que las condiciones abióticas en este período fueron más favorables para la comunidad bentónica, como consecuencia del fenómeno El Niño 1997-98. El índice de Equidad de PIELOU obtenido en abril estuvo comprendido en el rango de 0,215 a 1,000 con un promedio de 0,534 y en setiembre de 0,095 a 1,000 con un promedio de 0,509 (Tabla 7).

### Grupos faunísticos

En abril de las 47 especies registradas, los poliquetos (83,98%) predominaron en número siendo responsables de esta dominancia *Microphthalmus* sp. (34,66%), *Phragmatopoma peruensis* (16,65%) y *Spiophanes bombyx* (15,62%). Es importante resaltar la presencia de los ofiuros que también tuvieron un importante porcentaje (11,84%).

En setiembre se encontraron 55 especies, predominando también en número los poliquetos (76,36%) con *Brachiocapitella abranchiata* (24,55%), *Spiophanex bombyx* (10%), *Magelona phyllisae* (9,26%). Los anfípodos también se presentaron altos en número con 12,67% del total de especies registradas (Fig. 14 y 15).

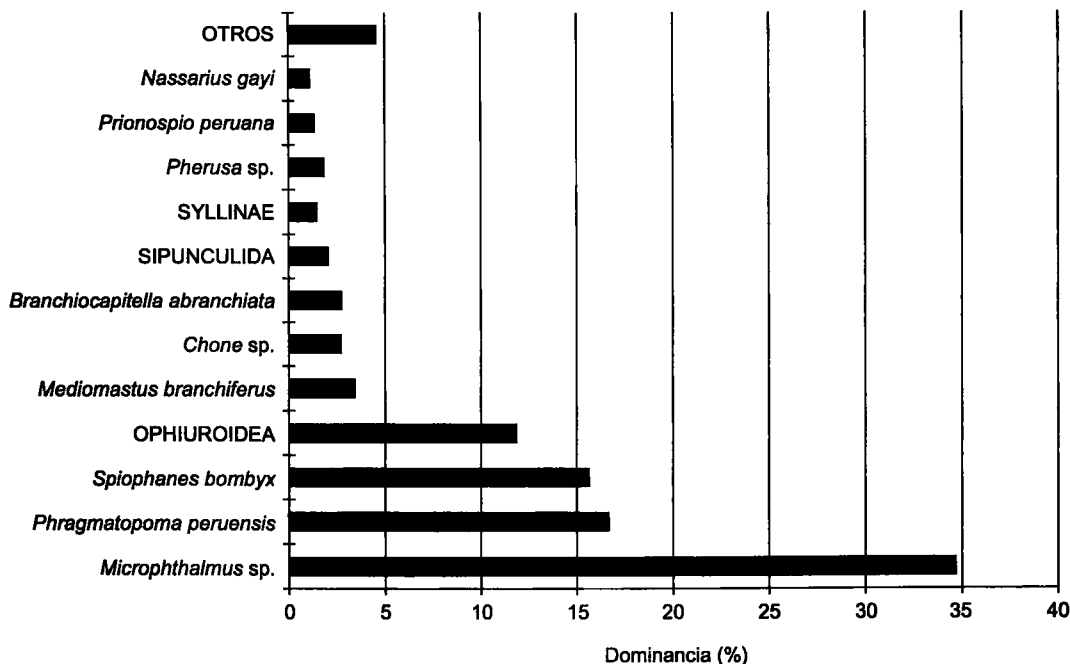


FIGURA 14. Dominancia de la abundancia en porcentaje de los principales taxa presentes en el Callao, bahías de Callao y Miraflores (23-25 abril de 1997).

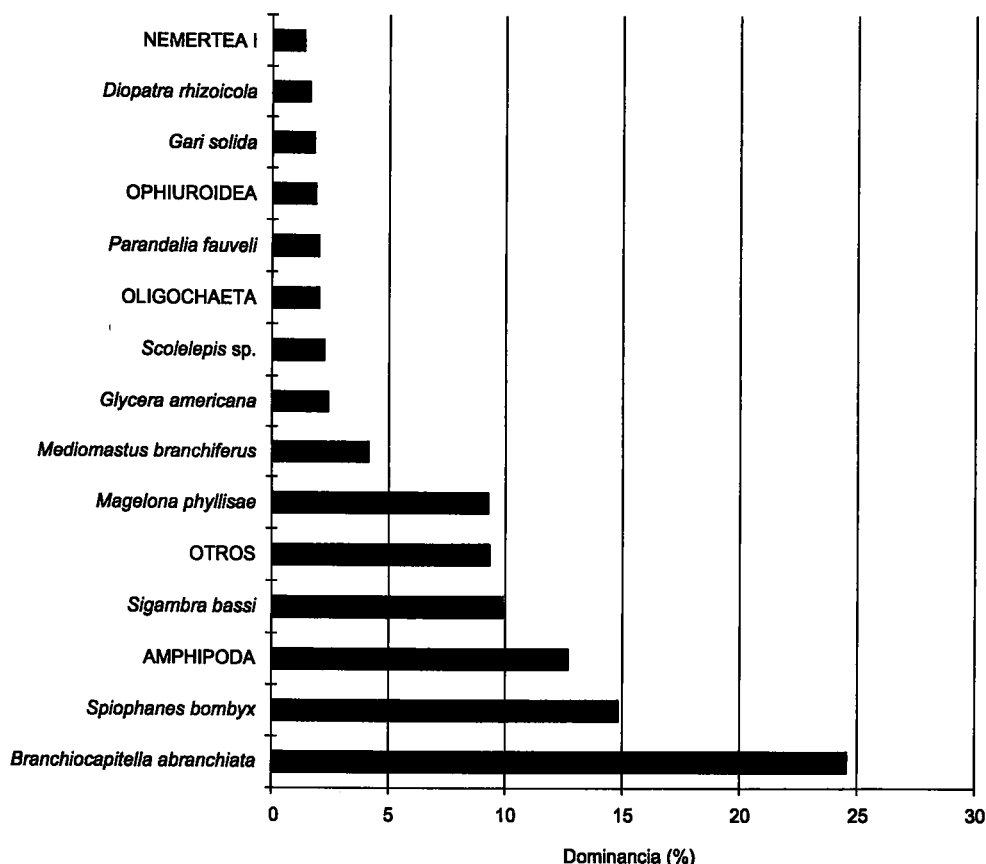


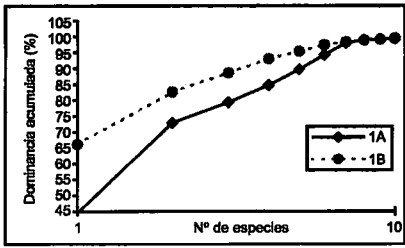
FIGURA 15. Dominancia de la abundancia en porcentaje de los principales taxa presentes en el Callao, bahía de Callao y Miraflores (25-27 setiembre de 1997).

### Curvas ABC

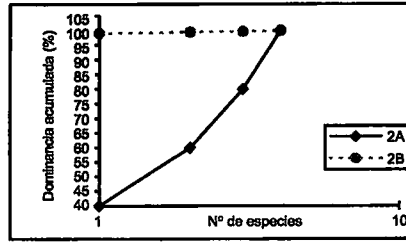
Las curvas ABC nos permiten identificar gráficamente el grado de perturbación que presenta una área. En abril se observa que las estaciones 1, 4 y 5 no presentan perturbación, la estación 17 presenta una moderada perturbación y las estaciones 12, 19 y 21 presentan una fuerte perturbación. En el mes de setiembre se puede apreciar que, según las curvas ABC de k-dominancia, las estaciones 11, 16 y 21 presentan una fuerte perturbación (Figs. 16 y 17).

### Indice SEP

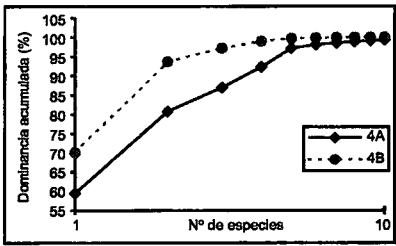
Los valores obtenidos del índice SEP señalan cuantitativamente el grado de perturbación en las comunidades bentónicas. En abril los valores más altos del índice SEP se obtuvieron en las estaciones 12, 17, 19 y 21 concordando con lo obtenido gráficamente en las curvas ABC de k-dominancia. En setiembre se observó mayor perturbación en la mayoría de estaciones en comparación al mes de abril, obteniéndose los mayores valores de este Índice en las estaciones 11, 16 y 21. Las estaciones 12 frente al río Rímac y 21 al sur del río Chillón, mantuvieron fuerte perturbación en los meses evaluados (Figs. 18 y 19).



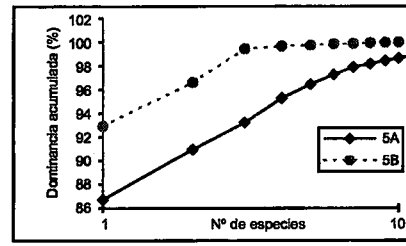
ESTACION Nº 1



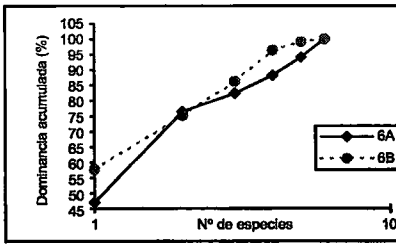
ESTACION Nº 2



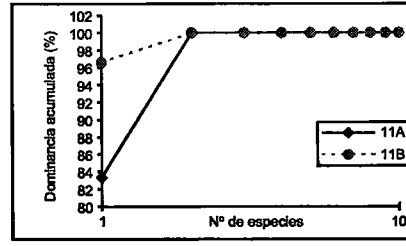
ESTACION Nº 4



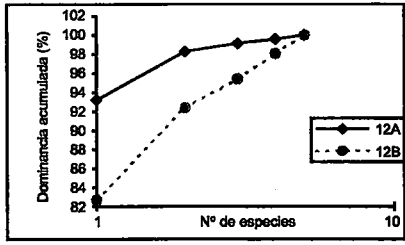
ESTACION Nº 5



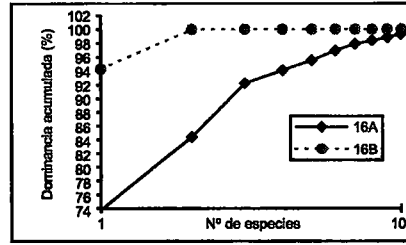
ESTACION Nº 6



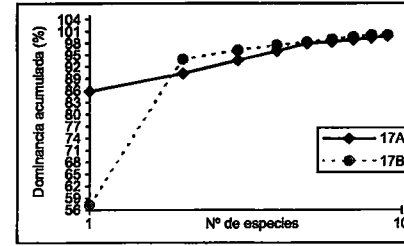
ESTACION Nº 11



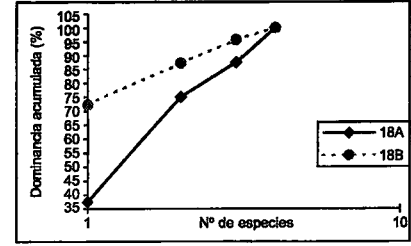
ESTACION Nº 12



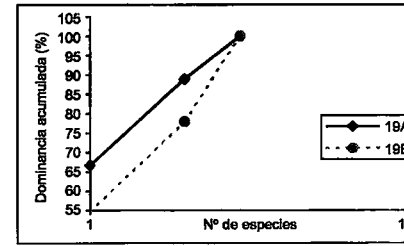
ESTACION Nº 16



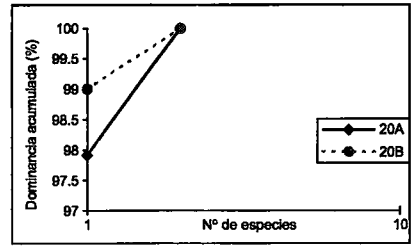
ESTACION Nº 17



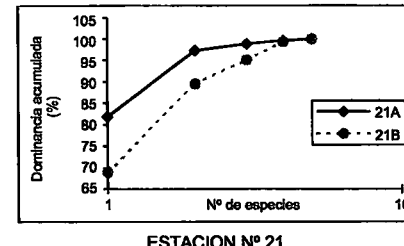
ESTACION Nº 18



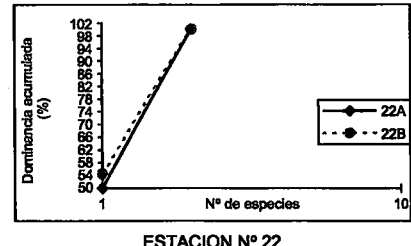
ESTACION Nº 19



ESTACION Nº 20



ESTACION Nº 21



ESTACION Nº 22

FIGURA 16. Gráficas de k-dominancia de las estaciones de las bahías de Callao y Miraflores. Del 23-25 de abril de 1997.

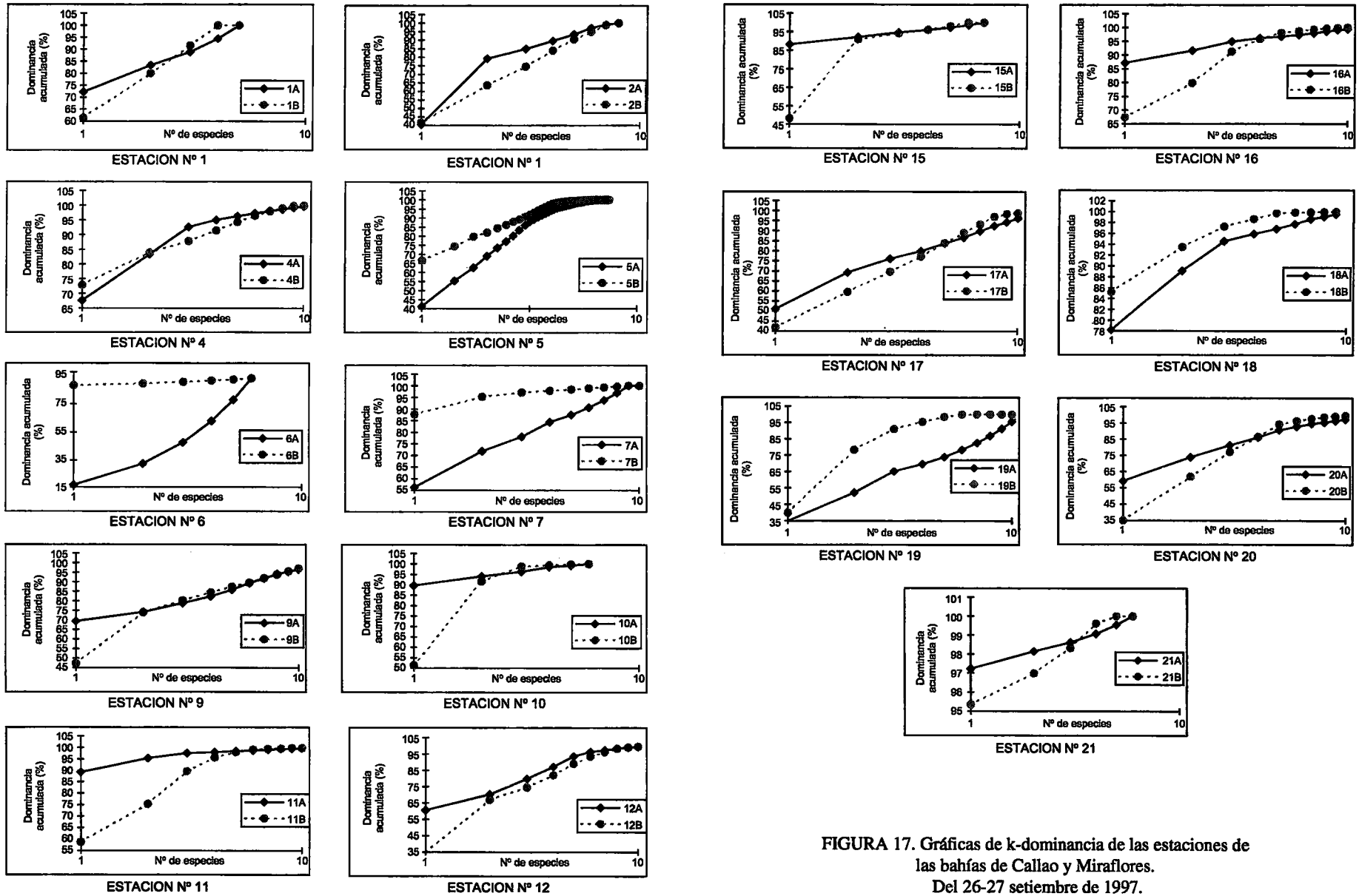


FIGURA 17. Gráficas de k-dominancia de las estaciones de las bahías de Callao y Miraflores. Del 26-27 setiembre de 1997.

### Clasificación comunitaria

Mediante el programa ACOM se obtuvieron los dendrogramas de similitud, observándose en abril cuatro agrupamientos: el primero formado por las estaciones 1 y 5 de baja similitud, el segundo formado por las estaciones 2, 18 y 22 también de baja similitud, el tercer grupo formado por las estaciones 16, 17, 20 y 21 con una alta similitud aproximadamente 95 %, en las cuales se encontró la dominancia en número del poliqueto *Spiophanes bombyx* y el cuarto grupo formado por las estaciones 4, 6 y 19 de baja similaridad en las cuales se observó la presencia de *Spiophanes bombyx* y *Phoronis* (Fig. 20).

En setiembre se observaron 6 agrupamientos el grupo 1 de alta similaridad formado por las estaciones 4, 16 donde predomina la especie *Spiophanes bombyx*, el grupo 2 formado por las estaciones 17 y 20 con la dominancia de la especie *Magelona phyllisae*, el grupo 3 formado por las estaciones 6 y 19 se observa que no hay dominancia de un grupo en particular. El grupo 4 formado por las estaciones 7, 9, 10 15 y 18 con aproximadamente el 90% de similaridad, donde la especie *Sigambra bassi* es dominante, el grupo 5 formado por las estaciones 11, 12 y 21 donde la especie *Branchiicapitella abbranchiata* domina en número, en el grupo 6 también se observa la dominancia de esta especie. La estación 1 se disocia de las demás por presentar diferente composición faunística (Fig. 21).

## 4. DISCUSION

Si comparamos los resultados obtenidos en la prospección correspondiente al mes de abril la estación de otoño de 97 con la de agosto de 1996, con respecto al régimen hidroquímica de la zona prospectada, se observó que a nivel de fondo el oxígeno mostró condiciones de anoxia similares a las del año 1996. En lo referente a los fosfatos y silicatos presentaron un decrecimiento en su concentración, mientras que los nitratos se ven ligeramente incrementados con respecto a los resultados del año 1996 (OROZCO *et al.* 1998b), aunque éstos no corresponden a los parámetros estacionales.

En setiembre las condiciones de anoxia encontradas en abril no se repitieron superficialmente ni en el fondo. Con respecto a los nutrientes los fosfatos y silicatos, mantuvieron sus rangos de las concentraciones superficiales, mientras que los de fondo se incrementaron en el caso de fosfatos al inicio de la primavera. Por otra parte, los nitratos mostraron en esa estación un marcado aumento de concentración tanto en superficie como en el fondo, mientras que los nitritos superficiales fueron similares en ambas estaciones y en fondo tuvieron ligeras variaciones.

Correspondiendo estas características a las condiciones anómalas presentes en la zona costera debido a la presencia del fenómeno El Niño 1997-1998.

Las temperaturas registradas en el mes de abril 1997 se han presentado entre 1,5 a 2,0 °C más elevadas con respecto a abril de 1996 en la misma área, mientras que cerca al fondo es más notoria la diferencia, alcanzando estos entre 2 a 3 °C, la explicación de esta variación es que durante la prospección de 1996, las condiciones eran frías con características de Anti Niño,

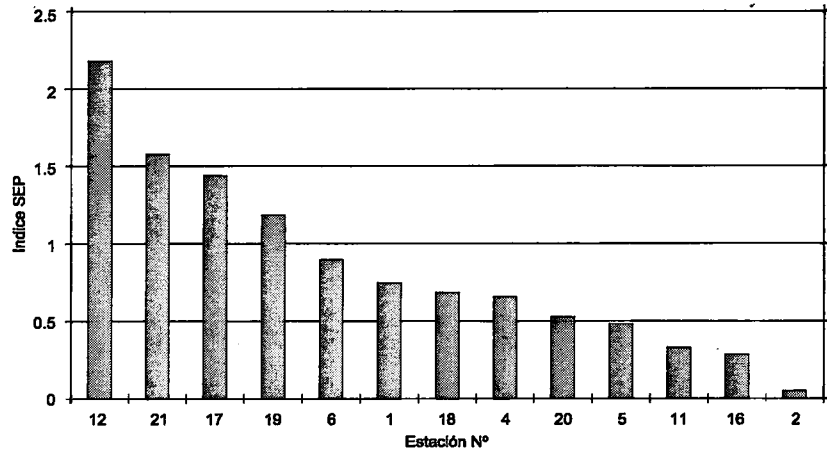


FIGURA 18. Índice de proporción de equidades de SHANNON WIENER en el Callao, bahía de Callao y Miraflores durante 1997 (23-25 abril).

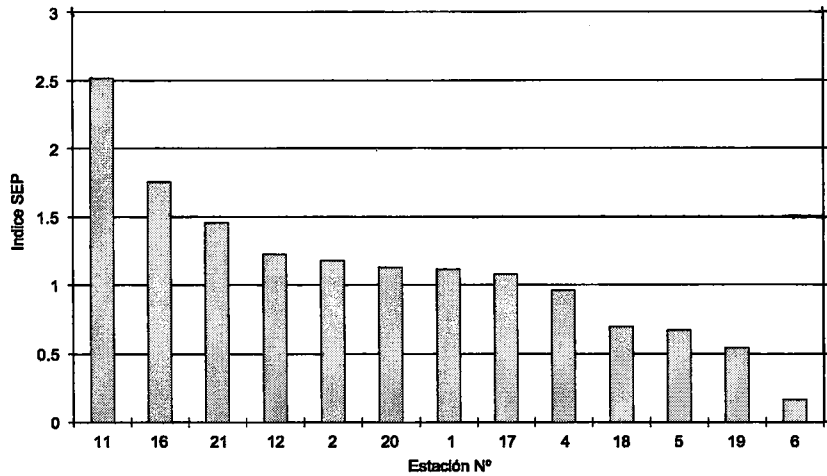


FIGURA 19. Índice de proporción de equidades de SHANNON WIENER en el Callao, bahía de Callao y Miraflores durante 1997 (25-27 setiembre).

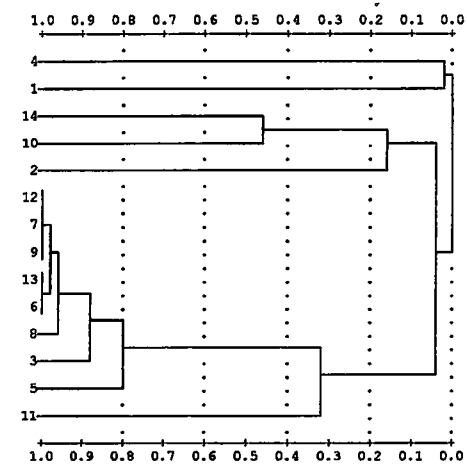


FIGURA 20. Dendograma de similitudes (Índice de MORISITA, modificado por HORN) en el Callao, bahías de Callao y Miraflores, del 23-25 de abril de 1997.

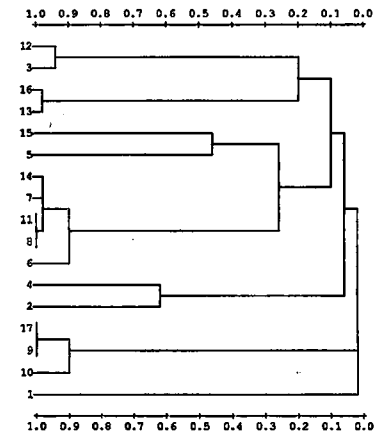


FIGURA 21. Dendograma de similitudes (Índice de MORISITA, modificado por HORN) en el Callao, bahía de Callao y Miraflores, del 25-27 de setiembre de 1997.

mientras que en abril de 1997, estábamos ante la presencia del inicio de un evento cálido (MORÓN y MARQUINA 1997). Y en setiembre las temperaturas con respecto a abril descendieron en 1 ó 2 °C tanto en superficie como en el fondo.

Las bajas salinidades en el mes de abril en superficie son el resultado de la mezcla de agua de colectores y de los ríos, que en esta época del año presentan sus mayores caudales, mientras que cerca al fondo se presentaron valores típicos de la zona.

En setiembre se encontraron valores normales de salinidad lo que es atribuible a poca descarga del río Rímac. En el área de estudio a nivel de superficie y fondo se evidenció un fuerte ingreso de Aguas Subtropicales Superficiales, por la zona suroeste.

En el mes de abril la circulación superficial en general presentó flujos hacia el nor- noroeste y en el sur siguen la configuración de la costa, mientras que en el fondo lo más notable es la formación de un remolino en sentido horario que influye en la surgencia de agua a la superficie. En setiembre, se distingue divergencia de flujos en la superficie del mar siguiendo la línea costera hacia el norte y sur, mientras que en el fondo predominan flujos hacia el norte en bahía Callao y flujos hacia el sur en bahía Miraflores.

En la bahía del Callao y la bahía Miraflores según los resultados obtenidos en evaluaciones anteriores en 1996 (OROZCO *et al.* 1998b) en cuanto a la medida de la carga orgánica a través del DBO<sub>5</sub>, son variables y van cambiando, influenciadas por la evacuación de aguas residuales que se vierten en esa zona, disminuyendo en su trayectoria de acuerdo al curso de las corrientes, en abril y setiembre.

A nivel de playa encontramos que en el mes de abril, las zonas donde se registraron valores altos de DBO<sub>5</sub> fueron la zona de mezcla frente al Colector Callao, Fertiza, Oquendo, Colector Comas y Márquez, áreas contaminadas por la alta carga orgánica proveniente de las industrias y asentamientos humanos ubicadas en las zonas colindantes de la playa. En setiembre se observó valores de DBO<sub>5</sub> menores de 10 mg/L, los cuales están dentro de los límites permisibles de la Ley General de Aguas vigente.

En cuanto a la calidad microbiológica se observa que los niveles de coliformes totales y termotolerantes (fecales) continúan presentando un foco de concentración, frente a la ubicación de los colectores en los meses de abril y setiembre, con valores altos que sobrepasan ampliamente los límites permisibles establecidos en la Ley General de Aguas vigente para las clases IV, V y VI.

La bahía del Callao presenta fuerte contaminación orgánica lo cual se traduce en elevados valores de DBO<sub>5</sub>, coliformes totales y fecales y nutrientes, encontrándose condiciones de hipoxia y anoxia sólo en abril; además se observó baja salinidad como consecuencia del incremento estacional de caudal de los ríos Chillón y Rímac. En primavera se registró un mejor estado de la calidad del medio marino, sin embargo las condiciones de hipoxia se mantuvieron. Esto es comparable a los resultados obtenidos en agosto y diciembre de 1996 (OROZCO *et al.* 1998). Más allá del área de influencia de los colectores los niveles de los indicadores de contaminación fecal decrecen gradualmente, pero persisten las condiciones de deficiencia de oxígeno con valores < 2mL/L a nivel de fondo.

Los efectos de la contaminación sobre el ecosistema marino se evalúan a través del comportamiento de las comunidades bénticas; éstas se distribuyen de acuerdo a la gradiente de salinidad, temperatura y concentración de oxígeno a nivel de fondo. Los resultados del análisis de la estructura comunitaria del macrobentos en la bahía del Callao nos señalan la presencia de alteraciones debidas a la actividad antropogénica; como consecuencia de esto se registraron valores bajos de diversidad y dominancia en número de algunas especies de poliquetos, principalmente.

En áreas costeras algunas especies son señaladas como indicadoras de contaminación orgánica como miembros de la familia Capitellidae, *Capitella capitata* y de la familia Spionidae *Paraprionospio pinnata* (YOKOHAMA 1994), esto debido a su comportamiento frente a condiciones adversas y ambientes hipóxicos. En las evaluaciones realizadas en los meses de abril y setiembre de 1997, en la bahía del Callao, se registraron poliquetos de la familia Capitellidae (*Branchiocapitella abbranchiata*), y miembros de la familia Spionidae *Spiophanes bombyx* y *Paraprionospio pinnata*, estas especies pertenecen al grupo de indicadores de contaminación orgánica, las que se caracterizan por presentar dominancia en número debido a que responden más rápidamente a la perturbación del ambiente, por su comportamiento oportunista y su adaptación a áreas con marcada hipoxia. Esto es comparable a los resultados obtenidos en las bahías Carquín y Huacho donde el problema de contaminación orgánica es grave y se encontraron también especies como *Prionospio* sp. y *Spiophanes bombyx*, en marzo de 1997 (OROZCO *et al.* 1998a).

Como consecuencia del Fenómeno El Niño 1997-98, en setiembre se observó una recolonización de especies en estaciones distribuidas entre el río Rímac y el río Chillón, caracterizadas en evaluaciones anteriores por presentar una ausencia total o pobreza de organismos (OROZCO *et al.* 1998b), sin embargo se encontraron estaciones sin fauna ubicadas frente a la zona industrial.

El área central del ecosistema marino del Callao continúa presentando un grave deterioro, definido por la existencia de estaciones sin fauna, como consecuencia de la exposición permanente de desechos orgánicos a que se encuentran sometidas las comunidades macrobénticas en esta zona. En la presente evaluación se encontraron 5 estaciones sin fauna en el mes de abril y 2 en setiembre, esto es relativamente menor a lo encontrado en agosto y diciembre de 1996, cuando se observó empobrecimiento extremo de especies con 11 áreas sin fauna en agosto y 5 en diciembre 1996; y aún en condiciones abióticas favorables, como las encontradas en setiembre 1997, se registraron dos estaciones sin fauna una ubicada frente a la zona industrial y la otra ubicada al sur del río Chillón.

## 5. CONCLUSIONES

1. Las condiciones de anoxia encontradas en abril a nivel de fondo en la bahía del Callao, son indicadoras de contaminación doméstica e industrial de los ríos, emisores y colectores existentes; a pesar de ello no se encontró anoxia en setiembre en la superficie del mar, ni en el fondo lo que se atribuye a la presencia del Fenómeno El Niño.

2. Los nutrientes en la bahía del Callao, desde la Pampilla al Colector Comas, se vieron afectados en su concentración por los aportes de materia orgánica proveniente de la descarga de los ríos Chillón y Rímac, así como por los efluentes contaminantes provenientes de las industrias existentes en la zona.

3. En la zona sur de la bahía del Callao, entre La Punta y la Isla San Lorenzo, las condiciones hidroquímicas se vieron menos influenciadas por la contaminación, lo cual se debe al flujo de las aguas y al constante afloramiento de la zona.

4. En las playas Oquendo, Fertiza y las zonas adyacentes a los colectores Comas y Callao, las condiciones hidroquímicas estaban alteradas por efecto de la contaminación de origen doméstico e industrial existente en la zona

5. Las condiciones térmicas en el mes de setiembre con relación a los resultados obtenidos en abril descendieron en 1 ó 2 °C, tanto en superficie como en el fondo, mientras que la salinidad alcanzó valores normales debido a la poca descarga del río Rímac.

6. Los niveles de coliformes totales y fecales fueron más elevados en abril que en setiembre, sobrepasando ampliamente los límites permisibles establecidos en la Ley General de Aguas. Del DBO<sub>5</sub> se encontraron valores elevados en abril por encima de los límites permisibles de la citada Ley. Los valores de DBO<sub>5</sub> registrados en setiembre fueron menores de 10 mg/L.

7. Se observó la recolonización temporal de estaciones ubicadas en el centro de la bahía del Callao (entre el río Rímac y el río Chillón) sin fauna o con pobreza de especies, excepto las estaciones ubicadas frente a la zona industrial, como consecuencia del Fenómeno El Niño 1997-98.

8. En las evaluaciones realizadas en abril y setiembre se registró la presencia de especies indicadoras de contaminación orgánica como *Branchiopotilla abbranchiata*, *Paraprionosprio pinnata* y *Spiophanes bombyx*.

9. La evaluación de efectos de la contaminación realizada en las comunidades macrobénticas sublitorales de la bahía del Callao, indica el grave deterioro que presenta el ecosistema marino, como lo muestra la presencia permanente de estaciones sin fauna frente a la zona industrial y los colectores Comas y Callao, aún en condiciones abióticas favorables.

## 6. Agradecimientos

Los autores deseamos agradecer a los Blgos. EDGARDO ENRÍQUEZ, FABIOLA PELLÓN, a la Ing. DENNY MENDOZA, Quím. NÉLIDA CARRASCO y Téc. MARCELO CRISPÍN, por el trabajo analítico y de campo.

## 7. Referencias

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). 1992. Methods for examination of water and wastewater. 18th Ed., New York: 1 193 pp.
- CARRIT, D. y J. CARPENTER. 1966. Comparison and evaluation of currently employed modifications of the Winkler method for determining dissolved oxygen in sea water. J. Mar. Res. 24-286-318.
- INTERNATIONAL STANDARD. 1983. Water quality determination of biochemical oxygen demand after day (BODn) - Dilution and seeding method. ISO 815. International Standard: 12 pp.
- MC MANUS, D. y D. PAULY. 1990. Measuring ecological stress: variations on a theme by R. M. Warwick. Marine Biology 106:305-308
- MORÓN, O. 1994. Estudio de la contaminación marina y el medio ambiente frente al Callao (del 28 al 31 de marzo de 1994) – Informe Técnico del Convenio IMARPE-CORDE Callao. Componente Física.
- MORÓN, O. y R. MARQUINA. 1997. Aspectos oceanográficos del mar peruano desde Callao a Paita. Crucero BIC Humboldt 9704. Inf. Inst. Mar Perú 127:31-39.
- NAVARRO, J. 1984. Programa computacional para el análisis numérico de comunidades: diversidad y sobreposición. Medio Ambiente 7(1):82-87
- OROZCO, R.; E. ENRÍQUEZ, S. CASTILLO, E. FERNÁNDEZ y O. MORÓN. 1998a. Efectos de los vertimientos de los desechos orgánicos no tratados sobre el ecosistema marino en las bahías de Huacho y Carquín. Informe Interno.
- OROZCO, R.; S. CASTILLO; E. ENRÍQUEZ; E. FERNÁNDEZ; O. MORÓN y G. FLORES. 1998b. Evaluación de efectos de la contaminación

- sobre el ecosistema marino del Callao en agosto y diciembre de 1996. Inf. Prog. Inst. Mar Perú 81. 30 pp.
- SÁNCHEZ, G. y A. MUÑOZ. 1995. Contaminación marina en el Perú proveniente de fuentes de origen terrestre. Informe de Consultoría CPPS. Lima-Perú.
- SÁNCHEZ, G. y R. OROZCO, 1997. Diagnóstico regional sobre las actividades realizadas en tierra que afectan los ambientes marino, costero y dulceacuícola asociados en el Pacífico Sudeste. Informe de Consultoría CPPS. Lima-Perú .55
- STRICKLAND, J. y T. PARSONS 1968. Manual of Seawater Analysis. Fish. Res. Bd. Canadá. 125:3-203.
- WARWICK, R. M. 1986. A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. Mar. Biol. 92: 557-562.
- YOKOHAMA, H. 1994. Influence of organic pollution on the macrobenthos in an urban estuary. Bull. Natl. Res. Inst. Aquaculture, Suppl. 1-8

ANEXO 1. Presencia en Número (ind/0.05 m<sup>2</sup>) del macrozoobentos de fondo blando en el Callao de las bahías de Callao y Miraflores. Abril de 1997.

TAXAS \ ESTACION	1	2	4	5	6	11	12	16	17	18	19	20	21	22	SUMA	%
<i>NEMERTEA I</i>	8		3	4				2							17	0.11644
<i>Phoronis</i> sp.	1				1		1		19		12			1	35	0.23973
<i>SIPUNCULIDA</i>	296			4											300	2.05479
<i>Cyclostremiscus trigonatus</i>	10														10	0.06849
<i>Glycymeris ovata</i>				16											16	0.10959
<i>Nassarius dentifer</i>	4		17												21	0.14384
<i>Nassarius gayi</i>	53		100					6	2						161	1.10274
<i>Natica</i> sp.			1						2						3	0.02055
<i>BIVALVIA</i> juv.	10	1						2							13	0.08904
<i>Aricidea lopeci</i>				16											16	0.10959
<i>Branchiocapitella abbranchiata</i>			399												399	2.73288
<i>Caulerliella</i> sp.	1			120											121	0.82877
<i>Chone</i> sp.	348			48											396	2.71233
<i>Diopatra rhizoicola</i>				8											8	0.05479
<i>Eulalia viridis</i>				4											4	0.0274
<i>Glycera americana</i>			6					1							7	0.04795
<i>Gyptis</i> sp.				12											12	0.08219
<i>Harmothoe</i> sp.			2	4											6	0.0411
<i>Lumbrineris</i> sp.	2														2	0.0137
<i>Magelona phyllisae</i>	11	1	91				1		10	1		1	4		120	0.82192
<i>Mediomastus branchiferus</i>	248		3	248	1										500	3.42466
<i>Microphthalmus</i> sp.				5060											5060	34.6575
<i>Nephtys</i> sp.			9	36				33	8						86	0.58904
<i>Onuphis</i> sp.								6	2						8	0.05479
<i>Owenia collaris</i>	2		1	4											7	0.04795
<i>Parandalia fauveli</i>			5												5	0.03425
<i>Paraprionospio pinnata</i>				4						3				1	8	0.05479
<i>Phragmatopoma peruensis</i>	2423			8											2431	16.6507
<i>Prionospio peruana</i>			116	4	5	1	12	2	14					40	195	1.33562
<i>Pherusa</i> sp.	269														269	1.84247
<i>Pilargis</i> sp.			1	4											5	0.03425
<i>Pisione</i> sp.				68											68	0.46575
<b>POLYDONTIDAE</b>	6														6	0.0411
<i>Polydora antonbrunae</i>	3	1					2	4	2	3				2	17	0.11644
<i>Sigambra bassi</i>				4											4	0.0274
<i>Spiochaetopterus</i> sp.			2												2	0.0137
<i>Spiophanes bombyx</i>			1113		8	5	220	312	361		4	47	211		2281	15.6233
<i>Sthenelais</i> sp.			1	4											5	0.03425
<b>SYLLINAE</b>	201			12	1										214	1.46575
<i>Pinnixa transversalis</i>									1	1					2	0.0137
<i>Caprella</i> sp.								1							1	0.00685
<i>Eurypanopeus</i> sp.	1														1	0.00685
<b>PAGURIDAE</b>	1							1							2	0.0137
<b>AMPHIPODA</b>		2													2	0.0137
<b>BRACHYURA (larva)</b>			1	12	1			8			2				24	0.16438
<i>Cucumaria</i> sp.	1														1	0.00685
<b>OPHIUROIDEA</b>	1551		1	132				45							1729	11.8425
Nº de Individuos	5450	5	1872	5836	17	6	236	423	421	8	18	48	258	2	14600	100
Nº de taxas	22	4	19	24	6	2	5	13	10	4	3	2	5	2	47	47

ANEXO 2. Presencia en Peso (gr/0.05 m<sup>2</sup>) del macrozoobentos de fondo blando en el Callao de las bahías de Callao y Miraflores. Abril 1997.

TAXAS \ ESTACION	1	2	4	5	6	11	12	16	17	18	19	20	21	22	SUMA	%
NEMERTEA I	0.1417		0.06	0.0036				0.0473							0.2526	0.1071
Phoronis sp.	0.0006				0.0003		0.0014		0.0027		0.0035		0.0003		0.0088	0.0037
SIPUNCULIDA	1.763			0.0012											1.7642	0.748
Cyclostremiscus trigonatus	0.0001														0.0001	4E-05
Glycymeris ovata				71.852											71.8520	30.464
Nassarius dentifer	1.5549		7.1718												8.7267	3.7
Nassarius gayi	3.351		21.3284					1.4891	0.2277						26.3962	11.192
Natica sp.			0.0001						0.0023						0.0024	0.001
BIVALVIA juv.	0.0305	0.0389						0.0056							0.0750	0.0318
Aricidea lopeci				0.0001											0.0001	4E-05
Branchiocapitella abranchiata			1.0743												1.0743	0.4555
Caulerliella sp.	0.0001														0.0001	4E-05
Chone sp.	0.1174			0.0368											0.1542	0.0654
Diopatra rhozoicola				2.8412											2.8412	1.2046
Eulalia viridis				0.0004											0.0004	0.0002
Glycera americana			0.0008					0.0548							0.0556	0.0236
Gyptis sp.				0.0028											0.0028	0.0012
Harmothoe sp.			0.0012	0.0056											0.0068	0.0029
Lumbrineris sp.	0.4484														0.4484	0.1901
Magelona phyllisae	0.0036	0.0001	0.0178				0.001		0.0048	0.0002			0.0001	0.0019	0.0295	0.0125
Mediomastus branchiferus	0.2363		0.0001	0.0592	0.0001										0.2957	0.1254
Micropthalmus sp.				0.1704											0.1704	0.0722
Nephtys sp.			0.0051	2.1852				0.7601	0.0092						2.9596	1.2548
Onuphis sp.								0.0117							0.0117	0.005
Owenia collaris	0.001		0.0011	0.0001											0.0022	0.0009
Parandalia fauveli			0.0134												0.0134	0.0057
Paraprionospio pinnata				0.0004						0.0007				0.0006	0.0017	0.0007
Phragmatopoma peruensis	50.0308			0.0016											50.0324	21.213
Prionospio peruana			0.2035	0.0004	0.0012	0.0002	0.0051	0.001						0.0092	0.0005	0.2211
Pherusa sp.	12.3142														12.3142	5.221
Pilargis sp.			0.0001	0.0044											0.0045	0.0019
Pisione sp.				0.0212											0.0212	0.009
Polydora antonbrunae	0.0002	0.0002					0.0016	0.0017	0.0019	0.0004				0.0025	0.0085	0.0036
POLYODONTIDAE	0.004														0.0040	0.0017
Sigambra bassi				0.0052											0.0052	0.0022
Spirochaetopterus sp.			0.0003												0.0003	0.0001
Spiophanes bombyx			0.5517		0.0063	0.0057	0.0435	0.5876	0.1451		0.0033	0.0105	0.0309		1.3846	0.587
Sthenelais sp.			0.0001	0.0032											0.0033	0.0014
SYLLINAE	0.2397			0.018	0.0011										0.2588	0.1097
Pinnixa transversalis									0.0032	0.0034					0.0066	0.0028
Caprella sp.								0.0023							0.0023	0.001
Eurypanopeus sp.	0.6066														0.6066	0.2572
PAGURIDAE	0.0089							0.0023							0.0112	0.0047
AMPHIPODA		0.0001													0.0001	4E-05
BRACHYURA (larva)			0.0001	0.0384	0.0019			0.0251			0.0082				0.0737	0.0312
OPHIUROIDEA	4.5193		0.0001	0.0668				49.055							53.6412	22.743
Cucumaria sp.	0.1126														0.1126	0.0477
Peso en gramos	75.485	0.0393	30.4300	77.3182	0.0109	0.006	0.0526	52.044	0.3969	0.0047	0.0150	0.0106	0.0448	0.0011	235.859	100
Nº de taxas	22	4	19	23	6	2	5	13	10	4	3	2	5	2	47	47

ANEXO 3. Presencia en Número (indv./0.05m<sup>2</sup>) del macrozoobentos de fondo blando en el Callao de las bahías de Callao y Miraflores. Setiembre 1997.

TAXAS / ESTACION	1	2	4	5	6	7	9	10	11	12	15	16	17	18	19	20	21	TOTAL	%	
<i>NEMERTEA I</i>		6	12	6				3	3	+	1		15	8	2	4	4	64	1.37487	
<i>NEMERTEA II</i>																		2	0.04296	
<i>Phoronis</i> sp.				4				1				1		10	2		2	20	0.42965	
<i>Balanoglossus</i> sp.					1	2			1						2	1		7	0.15038	
<i>Argopecten purpuratus</i>				4														4	0.08593	
<i>Chione subrugosa</i> ?				46														46	0.98818	
<i>Chione ornatissima</i> ?				12														12	0.25779	
<i>Gari solida</i>		4		43						18				5		1	11	2	84	1.80451
<i>Mitrella</i> sp.				4														4	0.08593	
<i>Nassarius gayi</i>			3						2			4	5				1	2	17	0.3652
<i>Sinum cymba</i>				1														1	0.02148	
<i>Tagelus</i> sp.				2														2	0.04296	
<b>OLIGOCHAETA</b>				94														94	2.01933	
<i>Ancistrosyllis</i> sp.			+	7				3										10	0.21482	
<i>Aricidea lopeci</i>				14														14	0.30075	
<i>Branchiocapitella abranchiata</i>								1	605	114		2				1	1	419	1143	24.5542
<i>Cauleriella</i> sp.				10														10	0.21482	
<i>Chaetozone</i> sp.				1	1						3							5	0.10741	
<i>Chone</i> sp.				13					1									14	0.30075	
<i>Diopatra rhizoicola</i>	2		1	60				3	2	1				1		3	2	75	1.61117	
<i>Eudalia viridis</i>				1														1	0.0215	
<b>EUSYLLINAE</b>				3														3	0.06445	
<i>Glycera americana</i>	1		3	19				4	+	42	18		11	7	1	1	5	112	2.40602	
<i>Gyptis</i> sp.				5		1	2											8	0.17186	
<i>Harmothoe</i> sp.				2		1	1					1						5	0.10741	
<b>MALDANIDAE</b>				2														2	0.04296	
<i>Magelona phyllisae</i>			81	40	1	5	4			2		2	135	24	1	134	2	431	9.25886	
<i>Mediomastus branchiferus</i>		4		187				2										193	4.14608	
<i>Nephtys ferruginea</i>		1	7							2		2	18				10	40	0.85929	
<i>Nereis</i> sp.				34														34	0.7304	
<i>Lumbrineris</i> sp.				1														1	0.02148	
<i>Onuphis</i> sp.													1					1	0.02148	
<i>Ophiodromus</i> sp.				2														2	0.04296	
<i>Owenia collaris</i>				2										8	12		2	24	0.51557	
<i>Parandalia fauveli</i>						2			3	5		1	48	1			33	93	1.99785	
<i>Paraprionospio pinnata</i>					1	1	3	6	3		2	1		1	8			26	0.5585	
<i>Pragmatopoma peruensis</i>				4														4	0.08593	
<i>Pherusa</i> sp.	13			16										5			2	4	40	0.85929
<i>Phyllodoce</i> sp.	1			1			1											3	0.06445	
<i>Polydora antonbrunae</i>																		1	0.02148	
<i>Scolecopsis</i> sp.		43	48				1			12								104	2.23416	
<i>Sigambra bassi</i>					1	18	59	121	15	1	67		4	172	1	2		461	9.90333	
<b>SYLLINAE</b>				9														9	0.19334	
<i>Sithenelais</i> sp.				2														2	0.04296	
<i>Spiophanes bombyx</i>		5	349						2	14	1	291	10			1	17	690	14.8228	
<i>Spiochaetopterus</i> sp.						1					1							2	0.04296	
<b>AMPHIPODA</b>		41	5	543	1													590	12.6745	
<b>BRACHYURA (larva)</b>				1								2						3	0.06445	
<i>Caprella</i> sp.	1		4															5	0.10741	
<i>Euprognatha granulata</i>				3														3	0.06445	
<i>Eurypanapeus</i> sp.				25														25	0.53706	
<i>Hepatus chilensis</i>			1						1									2	0.04296	
<b>PAGURIDAE</b>		2	2	4								2						10	0.21482	
<i>Pinnixa transversalis</i>				3		1		1	1						3	1		10	0.21482	
<b>OPHIUROIDEA</b>				85				1									1	87	1.86896	
<b>N° de individuos</b>	18	106	516	1317	6	32	85	135	678	188	76	334	264	220	23	226	431	4655	100	
<b>N° de taxas</b>	5	8	12	41	6	9	13	6	12	11	7	12	13	10	11	15	6	55	55	

ANEXO 4. Presencia en Peso (gr/0.05 m<sup>2</sup>) del macrozoobentos de fondo blando en el Callao de las bahías de Callao y Miraflores. Setiembre 1997.

TAXAS / ESTACION	1	2	4	5	6	7	9	10	11	12	15	16	17	18	19	20	21	TOTAL	%	
<i>NEMERTEA I</i>		0.0197	0.1255	0.0583				0.092	0.2382	0.0086	0.003		0.2292	0.1049	0.0364	0.0078	0.0682	0.9918	2.5601	
<i>Phoronis</i> sp.				0.018				0.0032				0.002		0.0023	0.0003		0.0005	0.0263	0.0679	
<i>Balanoglossus</i> sp.					0.2128	0.7621				0.599					0.8152	0.0081		2.3972	6.1879	
<i>Argopecten purpuratus</i>				1.0743														1.0743	2.7731	
<i>Chione subrugosa</i> ?				0.362														0.3620	0.9344	
<i>Chione ornatissima</i> ?				0.1697														0.1697	0.438	
<i>Gari solida</i>		0.0331		0.219						0.005				0.0029		0.0003	0.0053	0.0034	0.2690	0.6944
<i>Múrella</i> sp.				0.2418														0.2418	0.6242	
<i>Nassarius gayi</i>			0.2292						0.0035			0.2498	0.2486				0.0037	0.0033	0.7381	1.9053
<i>Sinum cymba</i>				0.0738														0.0738	0.1905	
<i>Tagelus</i> sp.				0.0089														0.0089	0.023	
<i>OLIGOCHAETA</i>				0.0166														0.0166	0.0428	
<i>Ancistrosyllis</i> sp.			0.0042	0.045				0.0034										0.0526	0.1358	
<i>Aricidea</i> sp.				0.0175														0.0175	0.0452	
<i>Branchiocapitella abbranchiata</i>									0.6892	0.0364								0.2437	0.9693	2.5021
<i>Caulerietta</i> sp.				0.0132														0.0132	0.0341	
<i>Chaetozone</i> sp.				0	0.0021							0.0021						0.0042	0.0108	
<i>Chone</i> sp.				0.0156						0.0006								0.0162	0.0418	
<i>Diopatra rhizoicola</i>	0.0037		0.0041	13.406				0.0043		0.1	0.0005			0.003			0.0023	13.5239	34.909	
<i>Eulalia viridis</i>				0.0033														0.0033	0.0085	
<i>EUSYLLINAE</i>				0.0023														0.0023	0.0059	
<i>Glycera americana</i>	0.0023		0.2881	0.1521				0.0123	0.3033	0.249	0.0393			0.0124	0.0256	0.0002		0.0015	1.0861	2.8036
<i>Gypis</i> sp.				0.0133			0.0031	0.0039										0.0203	0.0524	
<i>Harmothoe</i> sp.				0.0134			0.0046	0.0021				0.0036						0.0237	0.0612	
<i>MALDANIDAE</i>				0.0055														0.0055	0.0142	
<i>Magelona phyllisae</i>			0.0735	0.0332	0.003	0.0059	0.0043			0.0005		0.0036	0.0595	0.013			0.0888	0.0042	0.2895	0.7473
<i>Mediomastus branchiferus</i>		0.012		0.2637				0.0059										0.2816	0.7269	
<i>Nephtys ferruginea</i>		0.0036	0.0679							0.0079			0.0076	0.0446			0.0239	0.1555	0.4014	
<i>Nereis</i> sp.				0.0548														0.0548	0.1415	
<i>Lumbrineris</i> sp.				0.002														0.0020	0.0052	
<i>Oruphis</i> sp.													0.0439					0.0439	0.1133	
<i>Ophiodromus</i> sp.																		0.0000	0.0000	
<i>Owenia collaris</i>				0.033										0.0301	0.0014			0.0645	0.1665	
<i>Parandalia fauveli</i>						0.005			0.0031	0.0084			0.0029	0.0398	0.0007		0.0194	0.0793	0.2047	
<i>Paraprionospio pinnata</i>					0.0019	0.0028	0.0081	0.0023	0.0054			0.0022	0.0005		0.0003	0.0009		0.0244	0.063	
<i>Pragmatopoma peruensis</i>				0.3633								0.3633	0.9378							
<i>Pherusa</i> sp.	0.0123			0.4835										0.0078			0.0008	0.001	0.5054	1.3046
<i>Phylodoce</i> sp.				0.0028				0.0017										0.0045	0.0116	
<i>Scolecopsis</i> sp.		0.126	0.1726					0.0029			0.0085							0.3100	0.8002	
<i>Sigambra bassi</i>					0.0021	0.0166	0.0522	0.0424	0.0099	0.0008		0.046		0.0018	0.0789	0.0006	0.0003	0.2516	0.6495	
<i>SYLLINAE</i>				0.0041									0.0041	0.0106						
<i>Stenelais</i> sp.				0.2194									0.2194	0.5663						
<i>Spiophanes bombyx</i>		0.0284	0.876							0.0007	0.0026		1.348	0.0218			0.0383	2.3158	5.9778	
<i>Spiochaetopterus</i> sp.						0.003						0.0522						0.0552	0.1425	
<i>AMPHIPODA</i>		0.013	0.0025	0.2669	0.0029													0.2853	0.7364	
<i>BRACHYURA (larva)</i>				0.0014										0.0123				0.0137	0.0354	
<i>Caprella</i> sp.	0.0017		0.0026															0.0043	0.0111	
<i>Euprognatha granulata</i>				0.2282														0.2282	0.5891	
<i>Eurypanopeus</i> sp.				1.5491														1.5491	3.9987	
<i>Hepatus chilensis</i>			5.8057						2.4514									8.2571	21.314	
<i>PAGURIDAE</i>		0.0661	0.3073	0.2061									0.0909					0.6704	1.7305	
<i>Pinnixa transversalis</i>				0.0069		0.0653		0.001	0.0483						0.01	0.0026		0.1341	0.3462	
<i>OPHIUROIDEA</i>				0.4633				0.0021										0.4654	1.2013	
<i>Nº de individuos</i>	0.0200	0.3019	7.959220.1113	0.2248	0.8684	0.1950	0.5906	4.1687	0.1129	0.1081	2.0011	0.5927	0.9564	0.0203	0.2530	0.2556		38.7400	100	
<i>Nº de taxas</i>	5	8	13	41	6	9	13	7	13	11	7	12	13	10	11	15	6	55	55	