



informe progresivo

nº
54

Marzo
1997

**Evaluación de la calidad del medio ambiente marino en
la bahía de Pisco - Paracas, 22 a 24 mayo 1996**

*Manuel Guzmán , Jorge Chávez, Octavio Morón,
Sonia Sánchez, Georgina Flores.* 3

**Evaluación de la calidad del medio ambiente marino en
el área de Bayóvar - Ensenada de Sechura,
8 a 10 mayo 1996**

*María E. Jacinto, Octavio Morón, Carlos Martínez,
Patricia Villanueva, Manuel Guzmán, José Córdova* 30

DGIO
26, 27

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

Edición:
Oficina de Asesoría Científica

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AMBIENTE MARINO EN LA BAHÍA DE PISCO - PARACAS, 22 A 24 MAYO 1996

Manuel Guzmán *Jorge Chávez*
 Área de Contaminación Marina DOQ. DGIO. IMARPE

Octavio Morón
 Dirección de Investigación y
 Pronósticos Oceanográficos
 DGIO. IMARPE

Sonia Sánchez
 Área de Productividad Primaria
 DOB. DGIO. IMARPE

Georgina Flores
 Área de Hidroquímica
 DOQ. DGIO. IMARPE

CONTENIDO

Resumen	3
1. Introducción	4
2. Objetivos	4
3. Materiales y métodos	4
4. Resultados Y discusión	5
4.1 Parámetros hidrográficos y físico químicos	5
4.2 Plancton	9
4.3 Metales pesados	10
4.4 Hidrocarburos del petróleo	11
4.5 Evaluación por playas	12
5. Conclusiones	13
6. Agradecimiento	13
7. Referencias	13
Tablas	14
Figuras	22

RESUMEN

El área evaluada de la bahía de Paracas - Pisco, está ubicada entre los 13°40'00" y 13°50'31" S, el objetivo principal estuvo orientado a realizar un análisis comparativo en situaciones distintas para determinar la calidad del ambiente marino en una época normal de actividad pesquera. Se analizaron los parámetros biológicos y de calidad de agua. Las determinaciones de pH y sólidos a ambos niveles de muestreo presentaron concentraciones que se ajustaron a los requisitos de calidad para la vida acuática.

Situación distinta ocurrió con el oxígeno disuelto (anoxia en el fondo al NW de las plantas pesqueras) y elevado sulfuro de hidrógeno formando núcleos concéntricos en la bahía de Paracas.

También se evaluaron metales (cobre, cadmio y plomo) en organismos y sedimentos marinos, habiéndose detectado concentraciones ligeramente elevadas de cobre (9,38 ug/g) en el caracol *Thais chocolata*. No se detectaron problemas de contaminación por hidrocarburos del petróleo; sin embargo a nivel de playa (frente a una Planta Pesquera) se detectó una elevada concentración de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (61,97 mg/l).

1. INTRODUCCION

Las evaluaciones realizadas por IMARPE fueron: una en febrero de 1995 (época de veda), y las dos evaluaciones realizadas el 29 de abril y del 4 al 7 de mayo de 1995 a consecuencia de una varazón de lizas pequeñas acaecida el 25 de abril de ese año, fechas que correspondieron a una intensa actividad industrial pesquera (JACINTO *et al.* 1995).

Pisco ha experimentado cambios bruscos en el estado de calidad del ambiente marino producto de la actividad más importante de la zona (producción de harina y aceite de pescado). Esta actividad origina una gran cantidad de materia orgánica en suspensión y otros residuos que son arrojados directamente al ambiente marino.

En el presente informe se dan a conocer los resultados de la evaluación de la calidad del ambiente marino realizada en la bahía Pisco-Paracas, del 22 al 24 de mayo en época de actividad pesquera.

2. OBJETIVOS

Los principales objetivos de la investigación fueron:

- Obtener una evaluación del estado de calidad del ambiente marino, en época de actividad industrial pesquera.
- Analizar y comparar los resultados obtenidos con los de época de veda.
- Evaluar la concentración de contaminantes químicos (metales pesados, hidrocarburos de petróleo) en el ecosistema marino costero.

3. MATERIALES Y METODOS

Muestreo

El *muestreo por mar* se realizó del 22 al 24 de mayo de 1996 a bordo de la embarcación marisquera «Reserva Nacional de Paracas» de 15 metros aproximadamente de eslora total. El área de estudio estuvo comprendida en la bahía Pisco-Paracas entre los 13°40'00" y 13°50'31" S hasta aproximadamente 4,0 millas náuticas de la costa (Fig. 1).

Se realizó un total de 16 estaciones colectándose muestras de agua con botella Niskin para la obtención de parámetros hidrográficos y químicos. También se colectaron muestras de agua, sedimento y organismos para la determinación de parámetros químicos contaminantes: hidrocarburos de petróleo, DBO₅, sulfuros, grasas, etc.

Las once muestras de fitoplancton fueron colectadas con red estándar de 75 micras de abertura de malla, en arrastres horizontales superficiales durante 5 minutos e inmediatamente preservadas con formalina neutralizada al 2%.

Las muestras de sedimentos fueron colectadas con una draga Van Veen de aproximadamente 0,016m² de área.

La colecta de organismos (cangrejo violáceo, cangrejo peludo y caracol negro) se realizó por buceo, en la zona frente a las estaciones 5 y 7 (Punta Pejerrey).

El *muestreo por playa* realizado del 22 al 24 de mayo, se inició por el norte desde el río Pisco hasta concluir en el sur en Punta Pejerrey. Se realizó un total de 15 estaciones, en cada una de las cuales se colectaron muestras para la determinación de los parámetros de interés. También se complementó con observaciones visuales de la zona.

Métodos

Las determinaciones físicas y químicas se basaron en los siguientes métodos:

- Método titulométrico de WINKLER modificado por CARPENTER (1966), para el análisis de oxígeno.
- Método de EPA (1986), para la determinación de sólidos suspendidos totales.
- Método potenciométrico por medio del HANNA HI 9023 C para la determinación del pH.
- Método gravimétrico (Environment Water Resources Service, 1976) para la determinación de grasa.
- Método modificado de EGGIMAN Y BETZER (1976) y JOHNSON Y MAXWELL (1981) para el tratamiento químico de sedimentos para el análisis de trazas de metales (cadmio, cobre y plomo) por espectrofotometría de absorción atómica-sistema horno de grafito 2100.
- Método modificado por GORSUCH (1970) y RISBYL (1979) para el tratamiento químico de organismos para el análisis de trazas de metales por espectrofotometría de absorción atómica.
- Método referencial manual y guía N° 13 y 11 de la COI-UNESCO para la determinación de hidrocarburos de petróleo en agua de mar y sedimentos.
- La identificación del fitoplancton se realizó según: CUPP (1943), HENDEY (1964), SOURNIA (1967), HUSTED (1971), SCHILLER (1971).

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Parámetros hidrográficos y físico químicos

Los resultados generales de los parámetros hidrográficos, se observan en la tabla 1, y de los físico químicos en la tabla 2.

Temperatura

En superficie fluctuó entre 18,5 y 20,6°C con un promedio de 19,9°C (Fig. 2a).

Toda el área costera presentó valores mayores de 20 °C, las que oscilaron a distancias entre 1 mn (frente a las fábricas pesqueras) a 3 mn de la costa (frente a Pisco) esta última por la presencia de un núcleo de máximas temperaturas (20,6 °C).

Las aguas relativamente frías presentan su aproximación hacia la costa alrededor de la Isla Blanca, con temperaturas de 19,5 °C.

A medio metro del fondo (Fig. 2b) la temperatura ha variado de 15,2 °C a 19,6 °C con un promedio de 17,5 °C; las aguas cálidas ubicadas habitualmente a lo largo de la línea costera, han sido fraccionadas por aguas frías, que en forma de dos lenguas se han aproximado a la costa originando dos núcleos de valores mayores de 18,0 °C; el primero ubicado entre la desembocadura del río Pisco, y el segundo dentro de la bahía de Paracas.

Salinidad

En superficie, este parámetro presentó rangos entre 34,84‰ y 35,12‰ (Fig. 3a). Los valores moderadamente bajos (< 34,90 ‰) se observaron principalmente frente a la desembocadura del río Pisco formando un pequeño núcleo en el interior de la bahía Paracas, como resultado de la mezcla con aguas dulces. Salinidades de 35,0 ‰ a 35,1 ‰ se encuentran asociadas con bajas temperaturas que ingresan a la línea costera y hacia la bahía.

En fondo (Fig. 3b), se registraron los núcleos de máximos valores, ubicados frente a Pisco y Punta Pejerrey asociados con las altas temperaturas del fondo, mientras que los valores < 35,00 ‰ se asocian con las temperaturas bajas.

Corrientes marinas

La circulación marina en superficie (Fig. 4a) registró flujos con sentidos inversos y convergentes. Un flujo con dirección SE y S, ingresa a la bahía por la altura de Punta Pejerrey, es la encargada de transportar aguas de bajas temperaturas; un segundo flujo dirigido hacia el norte saliendo de la bahía por la parte costera hasta la base aérea y finalmente un tercer flujo en sentido horario que se observa entre Pisco y el río Pisco y está asociado con los máximos valores de temperatura y salinidad; las intensidades de las corrientes son variables no alcanzando velocidades mayores de 20 cm/s.

A medio metro del fondo (Fig. 4b), la circulación presenta cierta similitud con la de superficie, con flujos que ingresan a la bahía por Isla Blanca y Punta Pejerrey; flujos de salida por la zona costera y flujos no definidos por el norte. Las intensidades a este nivel no sobrepasan los 15 cm/s.

Oxígeno

A nivel superficial (Fig. 5a) el oxígeno fluctuó de 0,00 a 6,70 ml/l, registrándose anoxia en la estación 8 (aproximadamente a 900 m de la playa Lobería), asociada a una elevada concentración de sulfuro de hidrógeno y al más alto valor de sólidos suspendidos totales (SST) del área evaluada.

Si comparamos el rango de variación del oxígeno disuelto registrado en época de veda 3,29 a 10,55 ml/l (JACINTO *et al.* 1995) con lo registrado en la presente evaluación podemos aseverar que existe una alta depleción de oxígeno producto de la actividad de la industria pesquera propia de la zona.

En el fondo (Fig. 5b) los valores variaron entre 0,00 a 2,45 ml/l. En la figura se observa la isolínea anóxica (curva cerrada) de forma geométrica elíptica entre Isla Blanca y Playa San Andrés.

Sulfuros

Los valores de sulfuros en superficie variaron entre 0,60-35,67 ug-at H₂S-S/l, correspondiéndole a la estación 8 (frente playa Lobería) la mayor concentración. Como puede observarse en la Fig. 6a, un núcleo de elevada concentración en la misma zona costera central, muestra una tendencia creciente de isolíneas debido al sentido norte de la corriente marina.

A nivel de fondo (Fig. 6b) los valores fueron de 0,78 - 20,81 ug-at H₂S-S/l; en la estación 9 (aproximadamente a 2,5 mn frente a playa Lobería) se detectó la máxima concentración registrándose núcleos concéntricos de concentraciones altas con tendencia a centralizarse. Asimismo se registró un segundo núcleo en la bahía Paracas con tendencia similar a la primera.

Potencial de iones Hidronio (pH)

Los valores de pH en superficie variaron entre 7,33 - 8,07, observándose en la estación 1 el máximo valor y encontrándose con el oxígeno una relación directa (Fig. 7a).

Los valores de pH (isolíneas) frente a las plantas pesqueras aumentan a medida que se alejan de la línea costera. Otra situación distinta ocurre frente al río Pisco donde los valores de isolíneas aumentan a medida que se acercan al río.

El pH a nivel de fondo fluctuó entre 7,48-7,86, predominando una situación variable tanto en la bahía Paracas como frente al río Pisco (Fig. 7b) manteniendo una relación directa con el oxígeno.

Los valores de pH hallados, están dentro del rango normal, aunque son ligeramente inferiores a los encontrados en febrero 1995.

Sólidos suspendidos totales (SST)

A nivel superficial (Fig. 8a) los sólidos suspendidos totales fluctuaron entre 16,40 a 30,40 mg/l; la gran variabilidad del sentido de distribución de las

isolíneas en toda el área evaluada se debe a la presencia de corrientes marinas superficiales con flujos inversos y convergentes.

La mayor concentración se registró en la estación 8, asociada con la mayor cantidad de sulfuros de la misma estación.

A nivel de fondo (Fig. 8b) los valores de sólidos fueron similares a los de superficie, variando entre 14,80 a 36,40 mg/l, registrándose la mayor concentración en la estación 3, con isolíneas de tendencia variable en toda el área evaluada.

La influencia de las corrientes superficiales y de fondo en la dispersión de los sólidos suspendidos es notoria en la presente evaluación.

Nutrientes

En la zona costera donde se encuentran las plantas pesqueras (playa San Andrés hasta Pesca Perú) a nivel superficial se registraron los valores más altos de *fosfatos* (3-6 ug-at/l). Los valores «normales» (1-2 ug-at/l) se registraron en la zona abierta frente al río Pisco hasta Santo Domingo (Fig. 9a).

En el fondo las isolíneas de concentración aumentaron a medida que se alejan del río Pisco y estas mismas aumentan en la bahía Paracas a medida que se acercan al Chaco (Fig. 9b).

Las concentraciones de *silicatos* a nivel superficial variaron entre 10,87 a 25,01 ug-at/l y las isolíneas de concentración tienden a aumentar a medida que se acercan a la línea costera en toda el área evaluada (Fig. 10a).

A nivel de fondo las características son contrarias y las isolíneas de concentración tienden a aumentar a medida que se alejan de la línea costera (Fig. 10b).

Los *nitratos* a nivel superficial presentaron valores < 5 ug-at/l en toda el área evaluada. Asimismo entre la Base Aérea y Pesca Perú se registraron valores < 3 ug-at/l relacionadas con las bajas concentraciones de oxígeno del área evaluada (Fig. 11a). El fondo presentó características casi similares a las de superficie (Fig. 11b).

A nivel superficial las concentraciones de *nitritos* registraron valores que variaron entre 0,30 a 1,24 ug-at/l. Valores de aproximadamente 1,0 ug-at/l se encontraron entre playa Lobería y San Antonio y un pequeño núcleo de 1,0 ug-at/l al sur del río Pisco; en la mayor parte del área evaluada predominaron valores de 0,5 ug-at/l (Fig. 12a). En general en el fondo se hallaron valores < 0,75 ug-at/l (Fig. 12b).

Al comparar los nutrientes con situaciones donde todavía no se había producido anoxia en el área evaluada (15-17 de mayo 1996) en general los fosfatos registraron valores < 3,0 ug-at/l y los nitratos entre 5,0 a 10,0 ug-at/l valores que se encontraban en el rango «normal», pero en esos días al sur de la Base Aérea se presentó un valor de nitratos «bajo» de 2,5 ug-at/l que nos indicaba el inicio de una caída en el ritmo del oxígeno.

4.2 Plancton

Los volúmenes de plancton superficial, fluctuaron entre 0,25 y 1,36 ml/m³. Las mayores concentraciones (1 ml/m³) se presentaron al norte del río Pisco y frente a playa Atenas con valores de hasta 1,36 ml/m³ (Fig. 13).

El porcentaje obtenido indicó una dominancia del fitoplancton en 80% de las estaciones muestreadas. El zooplancton sólo estuvo presente en las estaciones 7 y 16, frente a Punta Pejerrey y río Pisco respectivamente representado por los grupos Copepoda, Appendicularia y Cladocera.

Dentro de la estructura general de la comunidad fitoplanctónica y según el orden de importancia, los dinoflagelados y diatomeas compartieron dominancias en la mayoría de las estaciones, a excepción de las estaciones frente al río Pisco, donde los primeros fueron más abundantes. Entre los dinoflagelados destacaron *Prorocentrum micans*, *Protoberidinium crassipes*, *P. depressum*, *Ceratium fusus* y *C. furca* y entre las diatomeas principalmente *Skeletonema costatum*.

También fueron identificadas especies cosmopolitas de aguas cálidas como *Planktoniella sol*, *Proboscia alata* f. *indica*, *Pseudosolenia calcar avis*, *Thalassiotrix delicatula* en todas las estaciones en menor abundancia, a excepción de la estación 11 (playa San Andrés), donde fueron más abundantes asociados a temperaturas de 20,5 °C.

El *Protoberidinium obtusum* indicador biológico de Aguas Costeras Frías (ACF) fue registrado en toda el área de estudio.

Los volúmenes de plancton para otoño de 1996 en la bahía de Pisco-Paracas fueron relativamente bajos con un promedio de 0,65 ml/m³. Estas concentraciones, para el área de estudio han venido decreciendo gradualmente desde la primavera de 1995 (MOPAS 9510) y verano de 1996 (MOPAS 9602) con valores promedios de 5,8 y 1,5 ml/m³, respectivamente.

La composición del plancton también muestra cambios en su estructura, para el verano de 1996 el área fue dominada principalmente por el zooplancton, en la presente evaluación el fitoplancton (diatomeas y dinoflagelados), fue el más dominante.

En prospecciones anteriores realizadas para la misma época del año (mayo 1994) las diatomeas (*Skeletonema costatum*, *Thalassionema nitzschioides*, *Guinardia delicatula*) fueron las más abundantes en todas las estaciones, dejando en segundo lugar a los dinoflagelados (*Ceratium furca*, *C. fusus*, *C. tripos* y *Prorocentrum micans*). Composición muy semejante encontrada en el verano de 1996 (MOPAS 9602), donde predominaron las especies de afloramiento y dinoflagelados cosmopolitas. Para el otoño de 1996, con una composición especiológica muy semejante a la mencionada para otras prospecciones, los dinoflagelados ocuparon igual dominancia que las diatomeas, siendo más evidente su dominancia en la parte norte, frente a Pisco y playa San Andrés.

Son conocidas las diversas evaluaciones realizadas en esta zona, donde frecuentemente se ha informado desarrollo masivo de algunas especies, especialmente dinoflagelados causantes de discoloraciones en el mar principalmente en los meses de verano y esporádicamente en los meses de invierno, donde CHANG (1995) registró al norte de San Andrés una marea roja producida por el dinoflagelado *Ceratium furca* (9 y 10 de setiembre 1995). En esta oportunidad y debido a la dominancia de los dinoflagelados *Prorocentrum micans*, *Ceratium furca* y *Protoberidinium crassipes*, indicados como productores de estas discoloraciones (mareas rojas).

4.3 Metales pesados

En sedimentos

La tabla 4, presenta la concentración media de metales pesados en sedimentos.

Cadmio

Los sedimentos evaluados fueron colectados a profundidades entre 4,0 a 22,0 m. Para el caso de cadmio los rangos fluctuaron de < 0,67 hasta 10,34 ug/g, registrándose la mayor concentración en la estación 7; las menores concentraciones se obtuvieron frente al río Pisco (Fig. 14a). Al sur de la bahía, se registró una distribución creciente conforme se aleja de la costa y se acercan a la Punta Pejerrey.

Los valores para cadmio fueron mayores a los detectados en febrero de 1995 (época de veda) donde las concentraciones fluctuaron de <0,67 a 4,36 ug/g, registrándose también al sur la mayor concentración.

Cobre

Las concentraciones de cobre fluctuaron entre 48,44 hasta 91,72 ug/g, detectándose en la estación 9, el valor máximo. Frente al río Pisco y al centro de la bahía, se observó unas isolíneas de tendencia creciente conforme se alejan de la costa y se acercan a la Punta Pejerrey (Fig. 14b).

En comparación a lo registrado en febrero de 1995 (8,02 - 73,46 ug/g Cu) se puede afirmar que las concentraciones de cobre han sufrido un ligero incremento.

Plomo

Las concentraciones de plomo presentaron un rango de 31,99 a 55,52 ug/g, registrándose frente a la playa Lobería (estación 9) la zona de mayor concentración asociada al cobre total en la misma estación (Fig. 14c). A diferencia del cobre, se observan isolíneas de tendencia creciente conforme se acercan a la costa (playa Lobería).

A diferencia de los otros elementos se ha observado un decremento del plomo en comparación a lo evaluado en febrero de 1995 (13,77-67,07 ug/g).

El aporte de contenido metálico (cadmio y cobre) registró un ligero incremento en esta ocasión. Este aporte generalmente proviene del río Pisco, y de industrias que utilizan en sus procesos elementos metálicos, vertiendo directa o indirectamente (red principal de desagüe), sus aguas residuales al medio marino. Estos restos se suman a la topografía de la zona y a la presencia del material orgánico particulado que se incrementa cuando la industria pesquera se encuentra en actividad (GUZMÁN 1994).

En organismos

En la tabla 5, se presenta la concentración media de metales pesados en organismos bentónicos de la zona. Los organismos bentónicos evaluados fueron: cangrejo violáceo (*Platyxanthus orbigny*), cangrejo peludo (*Cancer setosus*) y caracol negro (*Thais chocolata*). En la Fig. 15, se representan las concentraciones de los elementos metálicos en las especies mencionadas.

Se analizaron las quelas de los cangrejos. De *Platyxanthus orbigny*, se tomaron 15 ejemplares de la estación 7, cuya longitud varió de 43,4-60,4 mm; más 5 ejemplares de la estación 5 con un rango de longitud de 51,0-70,0. Las concentraciones halladas para la estación 7 fueron: cadmio, 0,12 ug/g; cobre, 4,08 ug/g; plomo, < 0,12 ug/g. Para la estación 5 los valores hallados fueron: cadmio, 0,04 ug/g; cobre, 5,36 ug/g; y plomo, < 0,12 ug/g).

Los valores más altos se registraron en especies como: *Cancer setosus* (quelas) y *Thais chocolata* (cuerpo eviscerado) con valores de 7,58 ug/g y 9,38 ug/g de cobre total respectivamente mientras las concentraciones de plomo y cadmio en estas especies fueron mínimas.

La literatura indica que el cobre es constituyente normal de especies marinas y que en los cangrejos ayuda a transportar el oxígeno. Pero también puede ser letal en concentraciones excesivamente altas. El mecanismo de la toxicidad de cobre es complicado. La presencia de materia orgánica permanente en la zona evaluada de alguna manera inhibe las altas concentraciones de cobre.

4.4 Hidrocarburos de petróleo

En agua de mar

En la tabla 6, se observan los resultados de hidrocarburos del petróleo disueltos y/o dispersos en agua de mar.

Los hidrocarburos de petróleo disueltos en agua de mar, del tipo aromático total fluctuaron entre 0,37 - 1,37 ug/l expresado en unidades de criseno.

Los valores encontrados superan lo registrado en febrero 1995, época de veda (0,15 - 0,25 ug/l); y lo registrado en las dos prospecciones producto de la varazón de lizas pequeñas acaecido el 25 de abril de 1995, correspondiéndoles en abril, 0,37 - 0,99 ug/l; y en mayo del mismo año, 0,17 - 0,62 ug/l (JACINTO *et al.*, 1995).

En general los valores encontrados no indican problemas de contaminación.

En sedimento

En la tabla 7, se anotan los resultados de los hidrocarburos aromáticos totales en sedimentos marinos. En la figura 16b se observa la distribución de los mismos en sedimentos los cuales aumentan de norte a sur siguiendo los flujos de las corrientes de fondo que ingresan por la Isla Blanca y Punta Pejerrey.

En las estaciones evaluadas las concentraciones fluctuaron entre 0,10 a 3,57 ug/g expresado en unidades de criseno y en peso seco, mientras que en febrero 95 se registró 0,18-0,99 ug/g.

La mayor concentración se registró nuevamente en la misma zona del año pasado (frente a fábricas pesqueras). Asimismo la menor concentración se registró frente al río Pisco.

4.5 Evaluación por playas

En las tablas 8 y 9 se presentan los resultados obtenidos en la evaluación por playas de Pisco-Paracas.

Se realizaron un total de 15 estaciones, los puntos de muestreo generalmente se realizaron a 5 m de la línea de playa, menos el muelle Fiscal que se realizó a 100 m.

Se registraron valores de temperatura (18,9-21,7 °C), valores de oxígeno (0,00-5,83 ml/l), valores de sulfuros (0,58-8,76 ug-at H₂S-S/l), pH ligeramente alcalino (7,23-8,01), valores de grasa (1,00-20,10 mg/l) y sólidos suspendidos (10,8-80,8 mg/l).

En el caso de los nutrientes (tabla 9) se registraron concentraciones altas de *fosfato* (3,62-14,32 ug-at/l) especialmente en la zona que corresponde a la Puntilla, PetroPerú, Sipesa, PescaPerú, El Sequión y Punta Pejerrey.

Las concentraciones de *silicatos* mostraron valores «normales» a excepción de la Base Aérea y Punta Pejerrey cuyos valores fueron de 50,84 y 35,87 ug-at/l respectivamente.

Las bajas concentraciones de *nitrito* (< 3,0 µg-at/l) estuvieron asociadas a valores altos de fosfato.

Frente a las fábricas pesqueras Austral, Pesca Perú y el área de Santo Domingo se registraron valores de 0,0 ug-at/l de *nitrito*, las concentraciones más altas (1,65 ug-at/l) se encontraron en la Base Aérea y Playa San Andrés.

Frente a una planta pesquera, el valor de demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) alcanzó 61,97 mg/l, asociado a una anoxia y temperatura elevada con respecto a los alrededores de la otras fábricas, nos indican la elevada concentración de materia orgánica que supera los límites establecidos por la Ley General de Aguas.

La zona frente a Malla, presentó anoxia asociada a una alta concentración de sólidos suspendidos (80,8 mg/l) y concentración de grasa de 20,10 mg/l.

La zona «E» presentó un valor bajo de hidrocarburos disueltos (1,20 ug/l, Tabla 6), a diferencia de lo registrado en febrero 95 (época de veda) 38,43 µg/l; lo cual estuvo relacionado con un pH ligeramente alcalino (8,01) y un elevado valor de oxígeno disuelto (5,83 ml/l).

5. CONCLUSIONES

- a. El área evaluada, especialmente a nivel superficial presentó valores moderados de oxígeno disuelto que no se ajustan a los requisitos de calidad para la vida acuática establecida por la Ley General de Aguas en la clase V, mientras que en época de veda (febrero 1995) se detectaron valores altos (>8 ml/l) al sur, fuera de la bahía Paracas. Sin embargo, a nivel de fondo, se observó una disminución aguda en el contenido de oxígeno disuelto, especialmente entre Isla Blanca y la Base Aérea.
- b. Los niveles de carga orgánica en la evaluación por playas asociados a la Demanda Bioquímica de Oxígeno presente en el área, afectaron los niveles de oxígeno disuelto especialmente en las estaciones «G» y «H» frente a las fábricas.
- c. La influencia de las corrientes marinas en la dispersión de los sólidos totales suspendidos en los dos niveles de muestreo fue muy notorio en la presente evaluación.
- d. La presencia de material orgánico acumulado en el fondo marino de alguna manera inhibe las concentraciones tóxicas de Cu+2, mientras lo encontrado en las especies bentónicas es cobre total.
- e. No se registró problemas de contaminación por hidrocarburos que en evaluaciones anteriores se presentaban por playa.

6. Agradecimiento

A los señores bachilleres en ingeniería química LUIS BELTRÁN, CARLOS MARTÍNEZ, JESÚS LEDESMA y al Técnico DONATO YNGA por el trabajo analítico y de campo realizado.

7. Referencias

- CUPP, E. 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. Bull. Scripps Inst. Oceanog. 5: 1-237 pp.
- CHANG, F. 1995. Informe interno del fitoplancton MOPAS Pisco 9602. AFPP. IMARPE.
- DELGADO, E. Y P. VILLANUEVA. 1994. Informe interno. Diagnóstico Ambiental en la zona Pisco y bahía Paracas (25 - 27 mayo 1994).
- GRADOS C., M. JACINTO y E. CÁRCAMO. 1994. Informe Técnico. Varazón de peces - Pisco, 6 enero 1994.
- GUZMÁN, M. 1994. Trazas de metales en sedimentos superficiales en la Bahía del Callao-Ventanilla durante 1994. Inf. Prog. Inst. Mar Perú 37:1-20.
- JACINTO, M., O. MORÓN, P. VILLANUEVA, R. CABELLO Y M. GUZMÁN. 1995. Evaluación de la calidad del medio marino en la bahía de Pisco-Paracas (22-24 Febrero 1995). Inf. Prog. Inst. Mar Perú 26:1-33.

Tabla 1. Parámetros Hidrográficos en la Bahía de Pisco - Paracas (22 - 24 mayo 1996)

EST	POSICIONES		Nivel	TEMP	SAL	CORRIENTES
	Nº	LATITUD				
1	13°50'31"	76°16'02"	0.0	20.0	34.833	35
			6.0	19.3	35.106	20
2	13°49'39"	76°17'38"	0.0	19.9	35.027	350
			5.0	19.0	35.006	40
3	13°49'16"	76°16'34"	0.0	20.1	34.868	220
			9.0	19.0	34.880	200
4	13°48'23"	76°15'26"	0.0	20.2	34.900	335
			7.0	18.0	34.823	30
5	13°47'48"	76°17'01"	0.0	19.6	35.086	60
			15.0	18.1	35.106	30
6	13°46'53"	76°15'11"	0.0	20.2	34.930	335
			10.0	17.6	34.958	70
7	13°46'55"	76°18'00"	0.0	19.6	35.018	220
			21.0	16.5	34.987	155
8	13°45'46"	76°14'42"	0.0	20.1	34.835	330
			7.0	18.0	34.820	345
9	13°45'41"	76°16'27"	0.0	19.5	34.850	220
			14.0	15.6	35.003	115
10	13°44'28"	76°18'07"	0.0	18.5	34.939	210
			19.0	15.2	34.880	125
11	13°43'42"	76°15'03"	0.0	20.5	34.937	90
			10.0	15.9	34.815	40
12	13°43'14"	76°17'20"	0.0	19.4	35.121	230
			14.0	15.5	34.993	85
14	13°41'58"	76°13'42"	0.0	20.6	34.853	165
			3.0	19.6	35.104	180
15	13°41'38"	76°16'35"	0.0	19.9	34.923	255
			11.0	16.9	34.877	210
16	13°40'11"	76°13'56"	0.0	20.5	34.839	240
			5.0	18.0	34.936	130
17	13°40'06"	76°16'06"	0.0	19.5	34.850	280
			11.0	17.5	34.951	240

FUENTE : AREA DE CIRCULACION E INTERACCION MAR - AIRE.

Tabla 2. Parámetros Físico Químicos en la Bahía de Pisco - Paracas (22 - 24 mayo 1996)

EST N°	POSICION		TRANSP (m)	FONDO (m)	PROF (m)	pH	OXIG (ml/l)	SULFUROS ug-at H ₂ S-S/l	S.T.S (mg/l)	GRASA (mg/l)	DBO5 (mg/l)
	LATITUD	LONGITUD									
1	13°50'31"	76°16'02"	1.5	7.0	0.0	8.07	6.70	0.72	22.8		
					6.0	7.48	0.53	0.81	22.0		
2	13°49'39"	76°17'38"	2.0	6.0	0.0	7.93	4.53	0.60	18.8		
					5.0	7.73	2.08	0.81	18.4		
3	13°49'16"	76°16'34"	2.0	10.0	0.0	7.90	4.44	0.60	20.8	1.40	2.70
					9.0	7.73	1.12	7.03	36.4		
4	13°48'23"	76°15'26"	1.2	8.0	0.0	7.63	2.05	0.87	19.6	1.43	4.92
					7.0	7.62	0.00	1.53	24.4		
5	13°47'48"	76°17'01"	1.3	16.0	0.0	7.93	4.60	0.70	20.8	2.60	
					15.0	7.64	0.45	1.27	25.2		
6	13°46'53"	76°15'11"	0.8	11.0	0.0	7.56	0.51	2.25	24.8	0.45	12.21
					10.0	7.64	1.30	0.78	14.8		
7	13°46'55"	76°18'00"	1.5	22.0	0.0	7.99	5.23	0.98	26.8	2.36	
					21.0	7.64	0.00	5.54	26.8		
8	13°45'46"	76°14'42"	1.2	8.0	0.0	7.33	0.00	35.67	30.4	0.70	
					7.0	7.71	1.88	0.87	24.8		
9	13°45'41"	76°16'27"	2.0	15.0	0.0	7.82	4.41	1.34	19.2		
					14.0	7.65	0.00	20.81	20.0		
10	13°44'28"	76°18'07"	3.0	20.0	0.0	7.92	5.20	1.12	21.2		
					19.0	7.72	0.14	8.09	18.8		
11	13°43'42"	76°15'03"	1.5	11.0	0.0	7.97	4.50	1.93	23.2		
					10.0	7.70	0.00	9.12	16.8		
12	13°43'14"	76°17'20"	2.5	15.0	0.0	7.94	4.30	1.55	20.0	3.40	
					14.0	7.69	0.00	10.54	15.6		
14	13°41'58"	76°13'42"	1.2	4.0	0.0	8.02	4.54	1.67	18.4		
					3.0	7.79	1.79	1.59	19.6		
15	13°41'38"	76°16'35"	1.5	12.0	0.0	7.95	3.30	1.91	20.4	2.88	
					11.0	7.70	0.00	4.49	25.2		
16	13°40'11"	76°13'56"	1.5	6.0	0.0	7.99	4.16	1.90	21.2	0.90	
					5.0	7.86	2.45	1.78	36.0		
17	13°40'06"	76°16'06"	1.5	12.0	0.0	8.05	4.36	1.59	16.4		
					11.0	7.84	2.19	1.57	21.3		

Continuación.....Tabla 2. Parámetros Físico Químicos en la Bahía de Pisco - Paracas (22 - 24 mayo 1996)

EST N°	POSICION		PROF (m)	FONDO (m)	Fosfatos (µg-at/l)	Silicatos (µg-at/l)	Nitratos (µg-at/l)	Nitritos (µg-at/l)
	LATITUD	LONGITUD						
1	13°50'31"	76°16'02"	0.0	7.0	2.14	11.17	3.60	0.91
			6.0		3.76	34.13	4.44	0.74
2	13°49'39"	76°17'38"	0.0	6.0	0.90	11.17	2.94	0.44
			5.0		0.93	10.87	2.05	0.25
3	13°49'16"	76°16'34"	0.0	10.0	0.72	17.53	3.06	0.49
			9.0		1.93	16.30	2.82	0.58
4	13°48'23"	76°15'26"	0.0	8.0	1.79	19.48	2.73	0.83
			7.0		2.38	17.84	2.96	0.77
5	13°47'48"	76°17'01"	0.0	16.0	2.14	10.87	2.88	0.74
			15.0		3.73	33.52	2.42	0.74
6	13°46'53"	76°15'11"	0.0	11.0	4.04	20.30	2.12	0.94
			10.0		2.97	23.88	1.77	0.52
7	13°46'55"	76°18'00"	0.0	22.0	1.41	16.91	3.29	0.44
			21.0		2.14	43.97	2.67	0.49
8	13°45'46"	76°14'42"	0.0	8.0	6.59	22.14	2.84	1.24
			7.0		2.31	20.40	3.84	0.47
9	13°45'41"	76°16'27"	0.0	15.0	2.00	12.10	2.86	0.49
			14.0		3.93	36.29	3.43	0.61
10	13°44'28"	76°18'07"	0.0	20.0	2.26	24.63	1.68	0.81
			19.0		2.93	32.19	1.92	0.36
11	13°43'42"	76°15'03"	0.0	11.0	1.83	11.89	2.51	0.30
			10.0		3.42	9.84	3.19	0.28
12	13°43'14"	76°17'20"	0.0	15.0	2.10	11.99	1.99	0.52
			14.0		3.11	37.93	2.29	0.44
14	13°41'58"	76°13'42"	0.0	4.0	1.90	19.27	4.02	0.58
			3.0		1.76	19.58	2.36	0.74
15	13°41'38"	76°16'35"	0.0	12.0	2.10	14.15	1.10	1.05
			11.0		4.66	34.03	2.55	0.96
16	13°40'11"	76°13'56"	0.0	6.0	1.73	24.29	2.26	0.49
			5.0		2.21	17.32	2.31	0.96
17	13°40'06"	76°16'06"	0.0	12.0	2.35	25.01	3.06	0.66
			11.0		2.55	28.60	3.52	0.69

Tabla 3. Análisis Cualitativo de Plancton superficial en la bahía Pisco - Paracas (22 - 24 de Mayo de 1996)

ESTACION N° TSM (°C)	1 20.0	2 19.9	4 20.2	6 20.2	7 19.6	10 18.5	11 20.5	14 20.6	15 19.9	16 20.5	17 19.5
DIATOMEAS											
<i>Actinocyclus</i> sp.	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros affinis</i>	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Chaetoceros gracilis</i>	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
<i>Coscinodiscus granii</i>	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1
<i>Coscinodiscus perforatus</i>	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1
<i>Coscinodiscus</i> spp.	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2	0
<i>Ditylum brighwellii</i>	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0
<i>Gyrosigma</i> sp.	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lithodesmium undulatum</i>	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0
<i>Planktoniella sol</i>	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1
<i>Pleurosigma</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
<i>Proboscia alata v. indica</i>	1	1	1	1	1	0	3	1	0	1	1
<i>Pseudo-nitzschia closterium</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Skeletonema costatum</i>	4	4	3	3	2	4	1	4	3	1	1
<i>Thalassiosira subtilis</i>	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0
<i>Thalassiothrix delicatula</i>	0	1	0	0	0	0	2	0	0	1	0
DINOFLAGELADOS											
<i>Ceratium furca</i>	2	3	2	2	1	1	1	3	2	1	1
<i>Ceratium fusus</i>	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1
<i>Ceratium tripos c.c.</i>	2	2	3	2	2	1	1	1	2	2	1
<i>Ceratium tripos var. pulchellum</i>	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0
<i>Dinophysis acuminata</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Dinophysis caudata</i>	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0
<i>Dinophysis tripos</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Dissodinium asymmetricum</i>	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0
<i>Gonyaulax polygramma</i>	1	1	0	0	0	1	0	2	1	0	0
<i>Gonyaulax spinifera</i>	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0
<i>Noctiluca miliaris</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Oxyphysis oxytoxoides</i>	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0
<i>Prorocentrum gracile</i>	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Prorocentrum micans</i>	3	3	2	3	1	3	2	3	3	2	2
<i>Protoperdinium conicum</i>	0	0	1	1	1	1	2	1	1	1	1
<i>Protoperdinium crassipes</i>	2	2	3	1	1	3	3	1	2	2	2
<i>Protoperdinium depressum</i>	1	1	1	2	1	1	1	1	2	2	1
<i>Protoperdinium excentricum</i>	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1
<i>Protoperdinium longispinum</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Protoperdinium mendiolae</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0
<i>Protoperdinium minutum</i>	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0
<i>Protoperdinium oblongum</i>	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
<i>Protoperdinium obtusum (ACF)</i>	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
<i>Protoperdinium oceanicum</i>	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0
<i>Protoperdinium pellucidum</i>	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0
<i>Protoperdinium pentagonum</i>	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
<i>Protoperdinium subinermis</i>	1	1	1	2	1	0	0	0	2	1	0
<i>Scrippsiella trochoidea</i>	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0
TINTINIDOS											
<i>Eutintinnus rugosus</i>	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
<i>Eutintinnus tubulosus</i>	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1
<i>Favella serrata</i>	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1
<i>Helicostomella subulata</i>	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0
<i>Tintinnopsis beroidea</i>	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1
<i>Tintinnopsis</i> sp.	1	2	1	2	1	0	0	0	1	1	0
OTROS											
Apendicularia	1	1	1	0	1	0	1	1	1	2	1
Cladoceros	1	0	1	0	2	0	0	0	1	2	0
Copepodos	3	1	3	3	3	1	2	2	3	4	2
Nauplios	2	2	2	2	3	1	1	0	3	3	2
Quetognato	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1
Huevo (Larva D)	1	0	1	1	2	0	1	1	1	2	1

LEYENDA

Ausente : 0 Presente : 1

Poco abundante : 2

Abundante : 3

Muy abundante : 4

FUENTE : Area de Fitoplancton.

Tabla 4. Concentración Media de Metales Pesados en Sedimentos Bahía Pisco - Paracas (22 - 24 Mayo de 1996)

EST N°	POSICION		PROF. (m)	COBRE (ug/g)*	PLOMO (ug/g)*	CADMIO (ug/g)*
	LATITUD	LONGITUD				
3	13°49'16"	76°16'34"	10.0	78.83	50.62	9.45
4	13°48'23"	76°15'26"	8.0	76.57	51.01	9.38
6	13°46'53"	76°15'11"	11.0	66.52	50.02	9.38
7	13°46'55"	76°18'00"	22.0	91.06	52.41	10.34
9	13°45'41"	76°16'27"	15.0	91.72	55.52	7.76
10	13°44'28"	76°18'07"	20.0	85.70	31.99	5.72
11	13°43'42"	76°15'03"	11.0	79.86	48.48	2.11
14	13°41'58"	76°13'42"	4.0	48.44	36.22	< 0.67
15	13°41'38"	76°16'35"	12.0	61.38	40.74	1.42
16	13°40'11"	76°13'56"	6.0	50.52	36.09	< 0.67
17	13°40'06"	76°16'06"	12.0	73.00	48.55	1.00

* Referido a muestra seca.

Tabla 5. Concentración Media de Metales Pesados en Especies Marinas Bahía Pisco - Paracas (23 / 05 / 96)

Estación N°	Número Ejemplares	Nombre Común	Nombre Científico	Longitud Rango (mm)	Peso Rango (g)	Organo analizado	Cobre (ug/g)*	Plomo (ug/g)*	Cadmio (ug/g)*
7	15	Cangrejo violáceo	Platyxanthus orbigny	43.4 - 60.4	44.2 - 123.1	Quelas	4.08	< 0.12	0.12
5	5	Cangrejo violáceo	Platyxanthus orbigny	51.0 - 70.0	55.7 - 163.9	Quelas	5.36	< 0.12	0.04
5	9	Cangrejo Peludo	Cancer setosus	49.7 - 78.7	59.9 - > 200	Quelas	7.58	< 0.12	0.06
5	20	Caracol negro	Thais chocolata	48.0 - 68.0	20.1 - 70.5	Cuerpo Eviscerado	9.38	< 0.12	0.09

* Referido a muestra húmeda.

Tabla 6. Hidrocarburos del Petróleo Disuelto Bahía Pisco - Paracas (22 - 24 mayo 1996)

EST N°	POSICION		TEMP (°C)	HPDD ug/l
	LATITUD	LONGITUD		
3	13°49'16"	76°16'34"	20.1	0.37
4	13°48'23"	76°15'26"	20.2	0.59
6	13°46'53"	76°15'11"	20.2	0.71
7	13°46'55"	76°18'00"	19.6	0.55
11	13°43'42"	76°15'03"	20.5	0.89
15	13°41'38"	76°16'35"	19.9	1.37
16	13°40'11"	76°13'56"	20.5	1.01
B **			20.7	1.66
E **			20.4	1.20
L **			19.9	1.98
O **			19.2	2.13

Tabla 7. Hidrocarburos del Petróleo en Sedimento Bahía Pisco - Paracas (22 - 24 mayo 1996)

EST N°	POSICION		PROF. (m)	H.A.T. ug/g*
	LATITUD	LONGITUD		
3	13°49'16"	76°16'34"	10.0	0.34
4	13°48'23"	76°15'26"	8.0	3.57
5	13°47'48"	76°17'01"	16.0	0.40
6	13°46'53"	76°15'11"	11.0	1.87
9	13°45'41"	76°16'27"	15.0	0.44
10	13°44'28"	76°18'07"	20.0	0.32
11	13°43'42"	76°15'03"	11.0	0.66
14	13°41'58"	76°13'42"	4.0	0.11
15	13°41'38"	76°16'35"	12.0	0.12
16	13°40'11"	76°13'56"	6.0	0.11
17	13°40'06"	76°16'06"	12.0	0.10

* Hidrocarburos aromáticos en unidades de criseno y referido a muestra seca.

** Estaciones por playa.

Tabla 8. Evaluación del Muestreo por Playas de la Bahía Pisco - Paracas 22 - 24 mayo de 1996

ESTACION FECHA	Punto Muestreo	TEMP °C	OXIG (ml/l)	SULFUROS ug-at H2S-S/l	PH	DBO5 (mg/l)	SST (mg/l)	GRASA (mg/l)	OBSERVACIONES
A Pisco 22-May-96	(a 400m del punto B)	20.4	2.59	1.68	7.57	—	30.8	—	Mar color verde oscuro, con presencia de material suspendido. La playa se encuentra con poca vegetación. Presencia de aves y algunos delfines. Se observó presencia de filtración de agua con aspecto turbio.
B Muelle Fiscal 22-May-96	(a 100m de línea playa)	20.7	5.18	1.59	7.85	—	26	—	Color del mar verde paca. Se observa manchas de petróleo. La playa presenta desechos domésticos (plásticos, papeles, botellas, etc).
C Base Aerea 22-May-96	(a 5m de línea playa)	21.3	3.88	1.57	7.8	—	23.6	—	Mar color verde paca. Playa de aspecto limpio. Presencia de aves.
D Playa San Andrés 22-May-96	(a 5m de línea playa)	20.9	1.3	1.68	7.76	12.38	35.2	7.9	Mar color marrón oscuro. Se observa residuos de pescados. La playa presenta desechos domésticos (plásticos, papeles, etc).
E PETROPERU 22-May-96	(a 5m de línea playa)	20.4	5.83	4.58	8.01	—	23.6	—	Mar color verde claro. Playa pedregosa con pequeñas algas de color marrón oscuro.
F MALLA 22-May-96	(a 5m de línea playa)	21.4	0	5.35	7.44	—	80.8	20.1	Mar color verde claro. Presencia de pequeñas partículas blancas que se extienden hasta aprox. 200 m de la costa.
G San Antonio 22-May-96	(a 5m de línea playa)	21.7	0	7.22	7.53	61.97	51.6	—	Mar color verde claro. Presencia de películas de grasa emulsionada. No se observó desechos domésticos.
H AUSTRAL 22-May-96	(a 5m de línea playa)	21.5	0.05	7.13	7.3	44.31	46.4	11.7	Mar color verde claro. Presencia de ligeras películas de grasa y turbidez en las aguas. Playa con restos de valvas de choros.
I PESCA PERU 22-May-96	(a 5m de línea playa)	21.4	1.31	8.76	7.42	9.13	18.8	3.2	Mar color verde paca. Se observa desechos domésticos en poca cantidad.
J La Puntilla 23-May-96	(a 5m de línea playa)	20.4	0.14	8.3	7.23	—	16.4	1	Mar color verde claro. Se observa películas de grasa y petróleo. Playa sin contaminación por desechos domésticos.
K El Chaco 23-May-96	(a 5m de línea playa)	21.5	1.15	1.75	7.39	—	10.8	—	Mar color verde paca. Playa ligeramente turbia. Presencia de algas verdes y aves diversas.
L Slo. Domingo 23-May-96	(a 5m de línea playa)	19.9	1.17	1.83	7.5	—	25.6	—	Mar color verde paca. Presencia de algas y peces juveniles. Playa cubierta por zonas de vegetación.
M Bahía El Sequión 24-May-96	(a 5m de línea playa)	18.9	2.83	0.95	7.46	—	38	11.7	Mar color verde paca. Presencia de algas verdes. Playa arenosa. Presencia de pelícanos y aves diversas
N Playa Atenas 24-May-96	(a 5m de línea playa)	19.9	1.58	2.21	7.6	—	20.8	1.43	Mar color verde paca. Presencia de algas verdes y restos de caracol. Presencia de aves guaneras.
O Pla. Pejerrey 24-May-96	(a 5m de línea playa)	19.2	4.05	0.58	7.85	—	17.2	2	Mar de color verde. Playa pedregosa. Presencia de pescadores artesanales (marisqueros). Se observa restos de valvas de mariscos.

DBO = Demanda Bioquímica de Oxígeno.
SST = Sólidos Suspendidos Totales.

Tabla 9. Concentración de Nutrientes: Evaluación por Playas Bahía de Paracas - Pisco (22-24 mayo 1996)

Estación Playa	Fosfatos (µg-at/l)	Silicatos (µg-at/l)	Nitratos (µg-at/l)	Nitritos (µg-at/l)
"A" Pisco a 400 m del punto B	1,72	21,52	4,14	0,19
"B" Muelle Fiscal a 100 m de línea de playa	1,35	18,65	4,49	1,35
"C" Base Aerea a 5m de línea de playa	1,35	50,84	10,26	1,65
"D" Playa San Andrés a 5 m de línea de playa	4,86	13,94	15,22	1,65
"E" Petro Peru a 5m de línea de playa	2,00	5,94	6,02	0,25
"F" Malla 5 m de línea de playa	8,00	15,58	2,87	0,52
"G" San Antonio a 5m de línea de playa	14,32	24,39	2,57	0,80
"H" Austral a 5 m de línea de playa	3,62	27,26	3,90	0,00
"I" Pesca Perú a 5m de línea de playa	1,86	22,04	3,80	0,00
"J" La Puntilla a 5 m de línea de playa	2,10	23,06	4,03	0,38
"K" El Chaco a 5m de línea de playa	2,04	29,01	4,26	0,03
"L" Sto. Domingo a 5 m de línea de playa	5,90	14,66	13,99	0,00
"M" Bahía El Sequión a 5m de línea de playa	2,82	27,37	20,80	0,30
"N" Playa Atenas a 5 m de línea de playa	4,31	25,52	19,92	0,30
"O" Pta. Pejerrey a 5m de línea de playa	2,82	35,87	8,66	0,55

Fuente : Area de Hidroquímica y Productividad

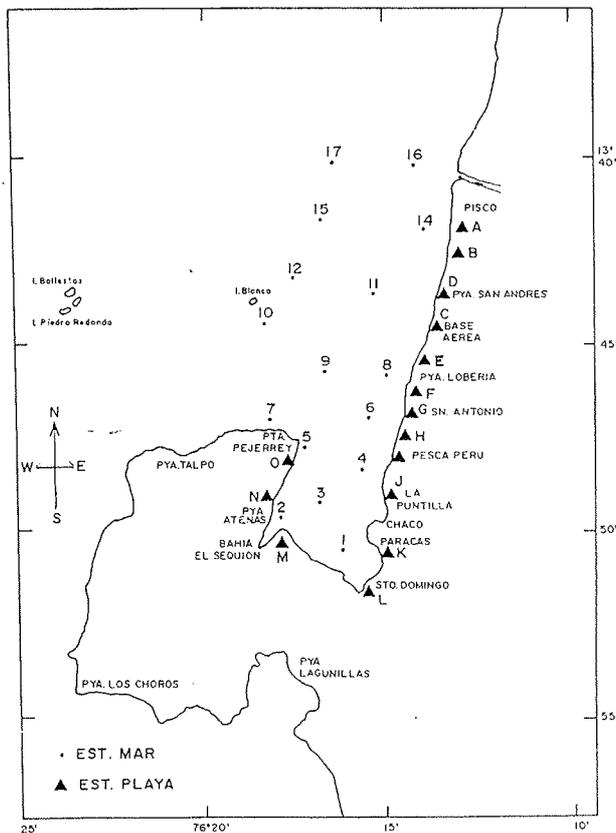


FIGURA 1. Carta de posiciones. Evaluación de la calidad del ambiente marino en la Bahía de Pisco - Paracas. 22 al 24 de mayo de 1996.

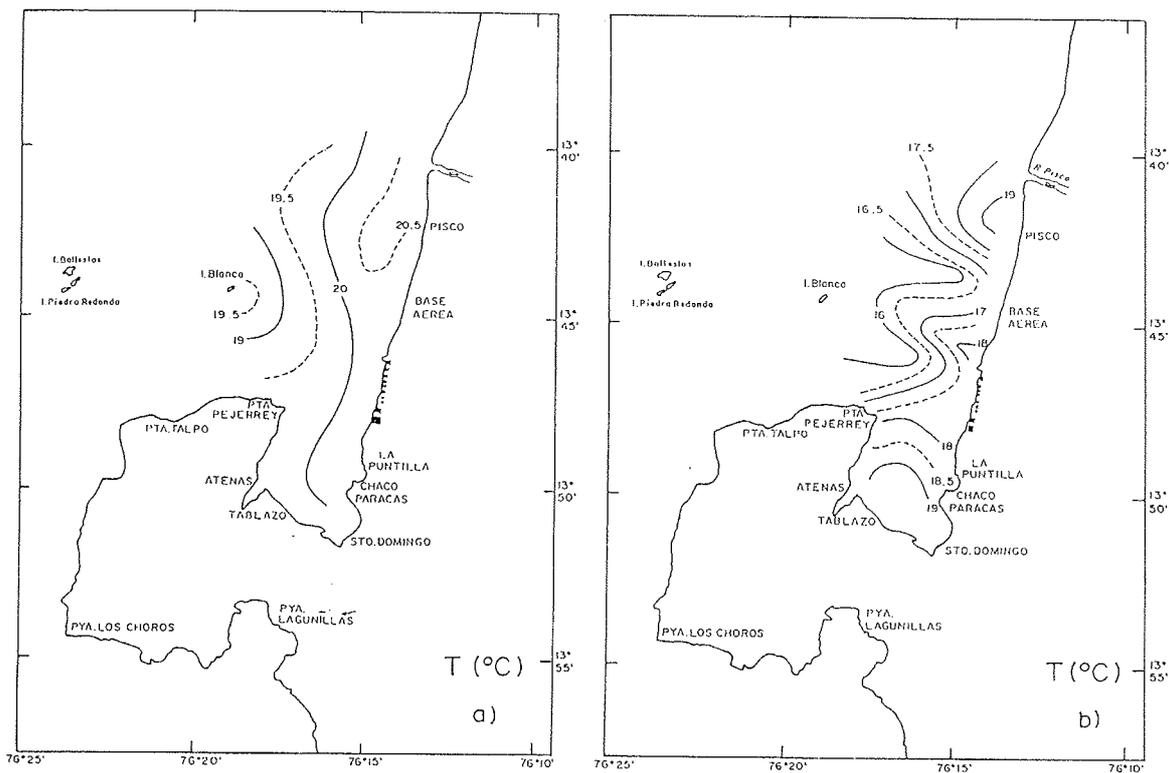


FIGURA 2. Distribución de temperatura en: a) Superficie, b) Fondo. Bahía de Pisco - Paracas. 22 al 24 de mayo de 1996.

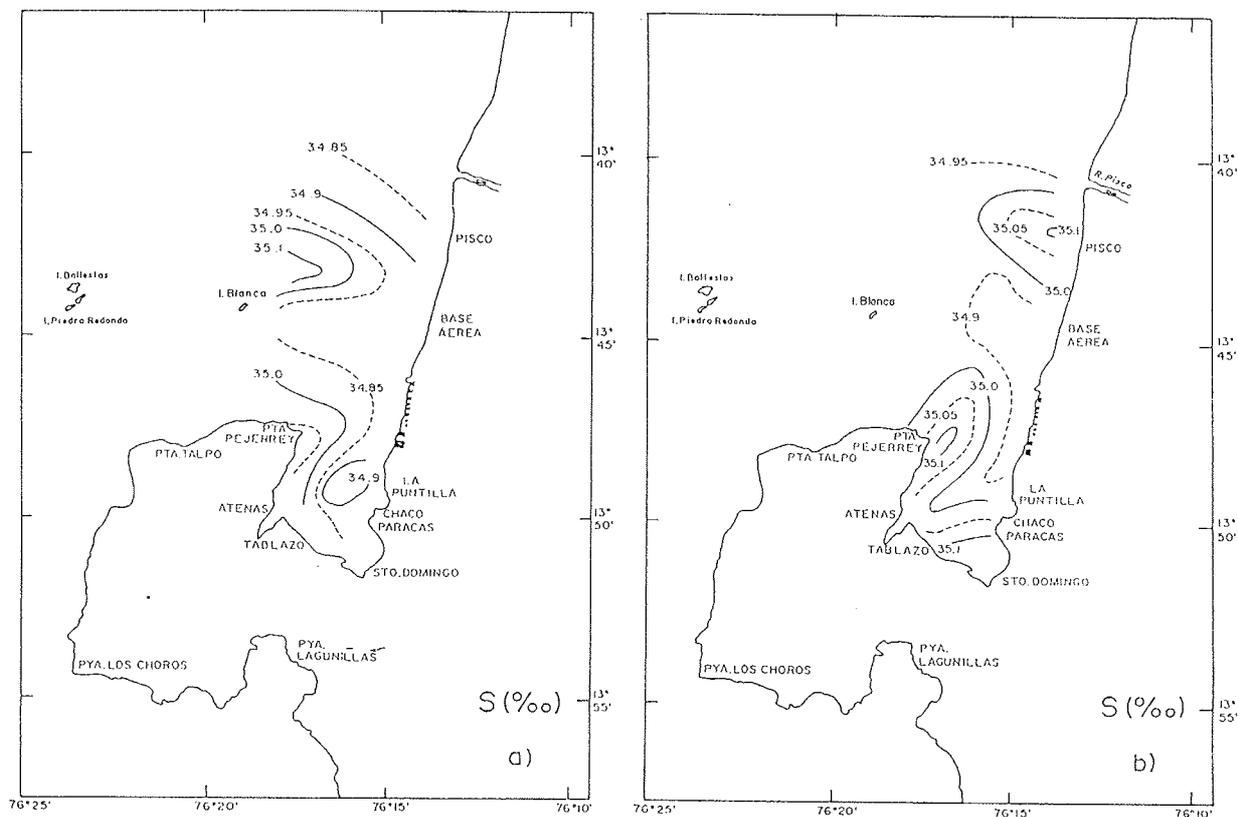


FIGURA 3. Distribución de salinidad en: a) Superficie, b) Fondo. Bahía de Pisco - Paracas. 22 al 24 de mayo de 1996.

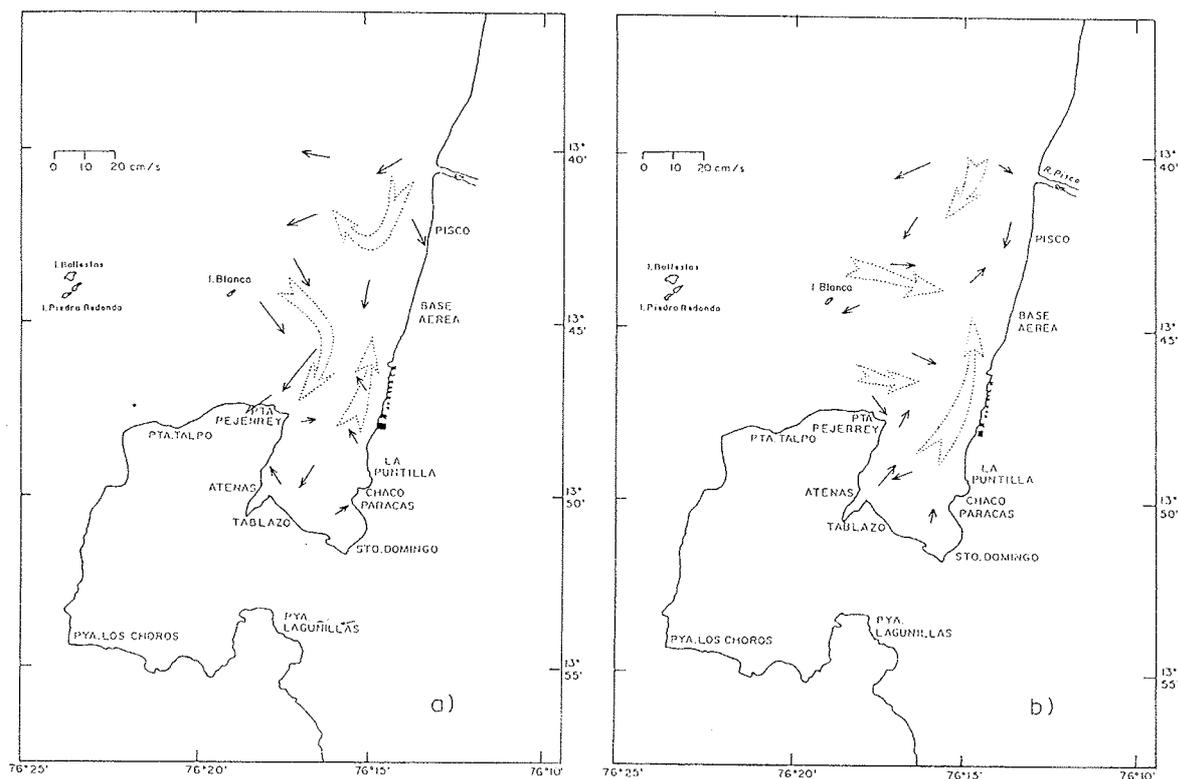


FIGURA 4. Distribución de corrientes marinas en: a) Superficie, b) Fondo. Bahía de Pisco - Paracas. 22 al 24 de mayo de 1996.

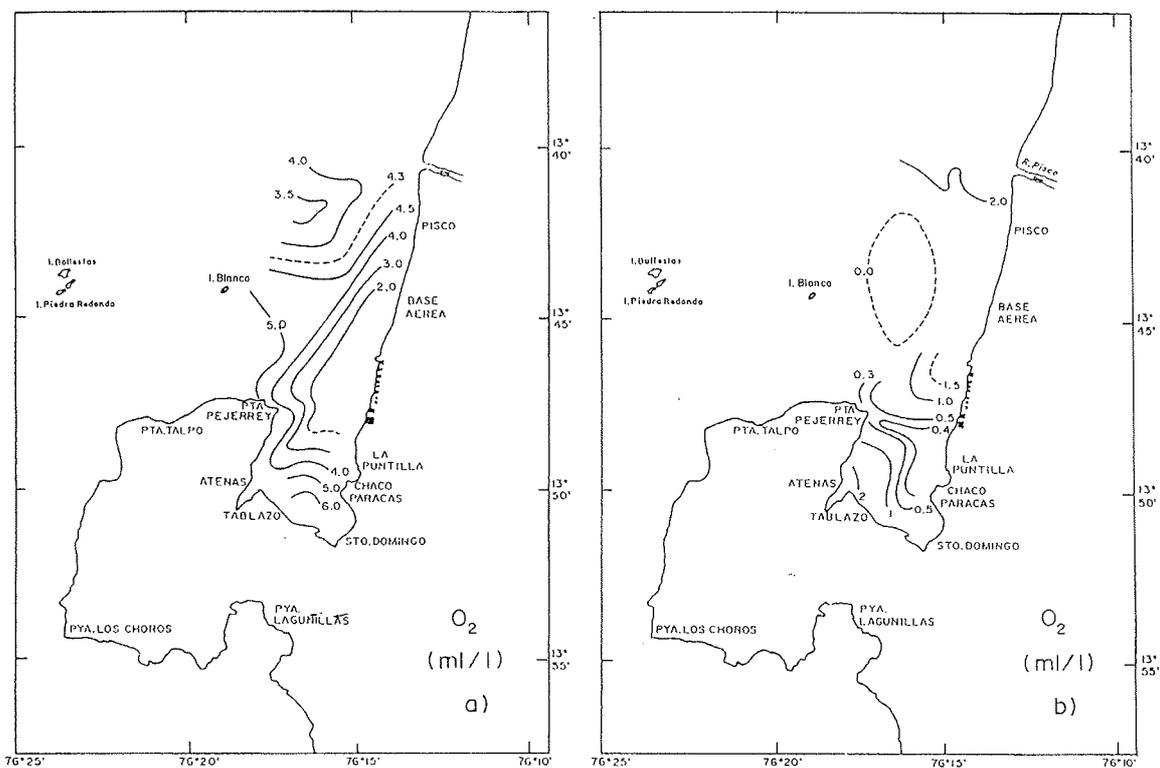


FIGURA 5. Distribución de oxígeno en: a) Superficie, b) Fondo. Bahía de Pisco - Paracas. 22 al 24 de mayo de 1996.

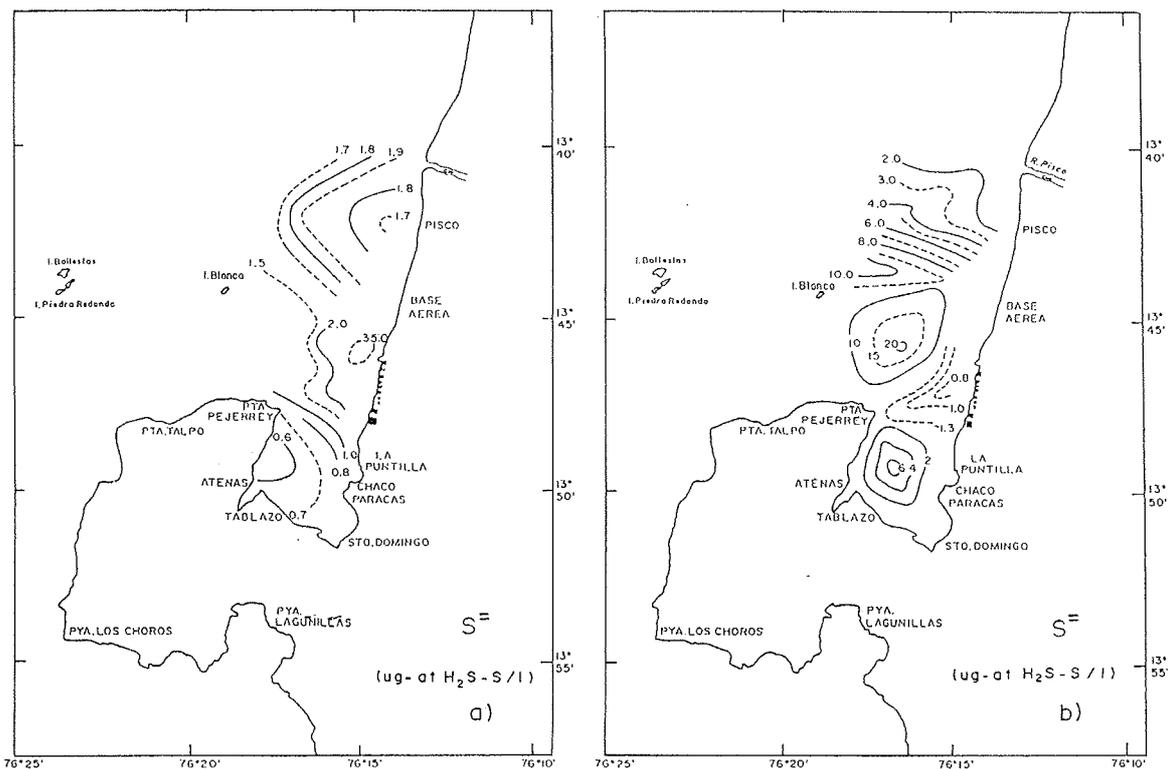


FIGURA 6. Distribución de sulfuros en: a) Superficie, b) Fondo. Bahía de Pisco - Paracas. 22 al 24 de mayo de 1996.

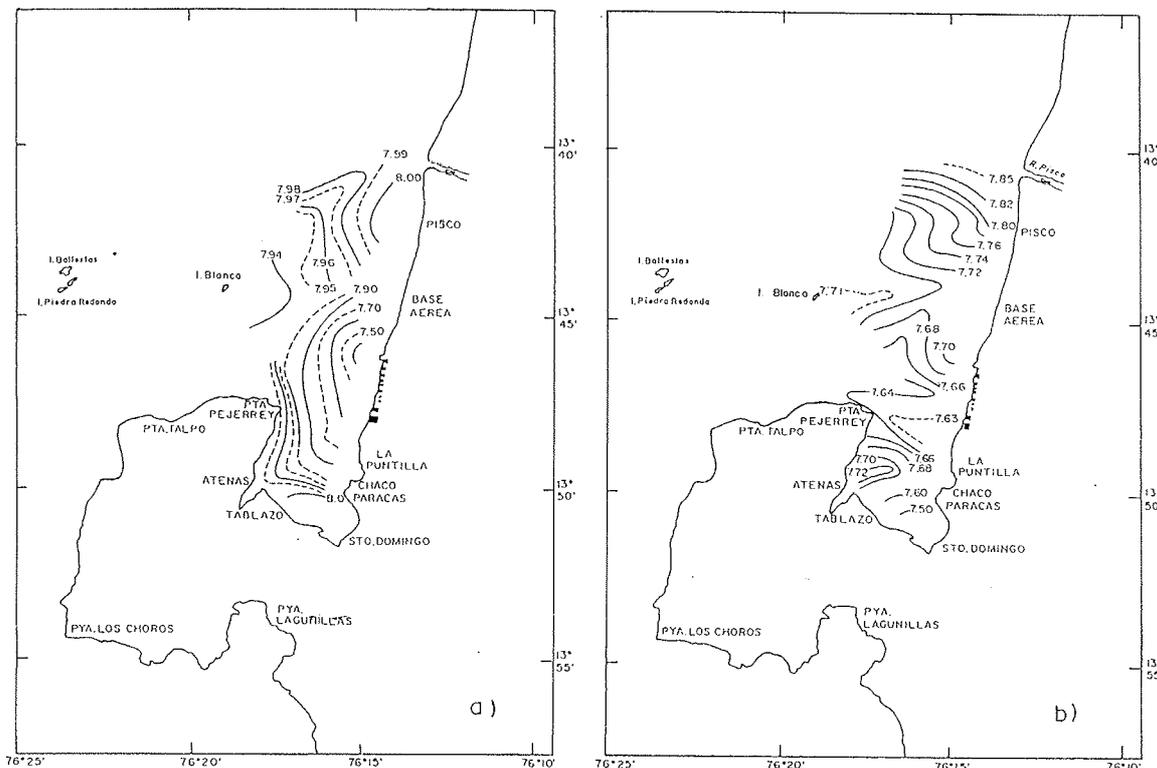


FIGURA 7. Distribución del potencial de iones hidronio, pH en: a) Superficie, b) Fondo. Bahía de Pisco - Paracas. 22 al 24 de mayo de 1996.

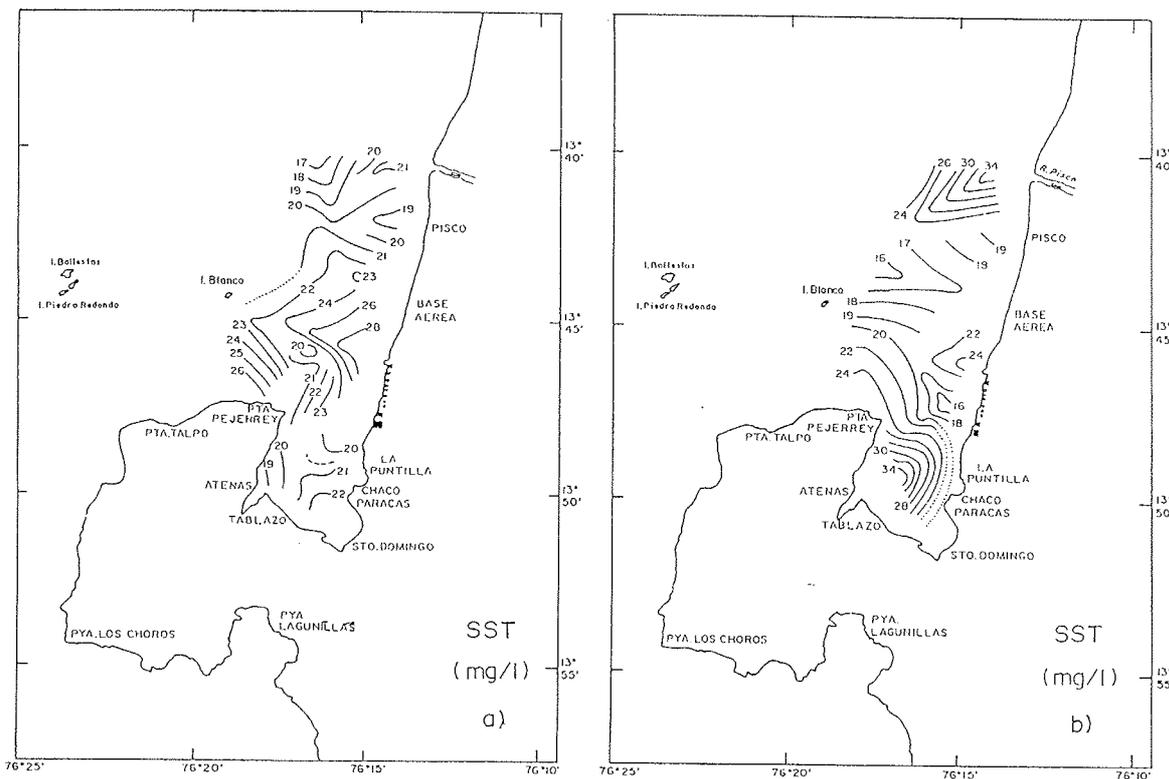


FIGURA 8. Distribución de sólidos suspendidos totales en: a) Superficie, b) Fondo. Bahía de Pisco - Paracas. 22 al 24 de mayo de 1996.

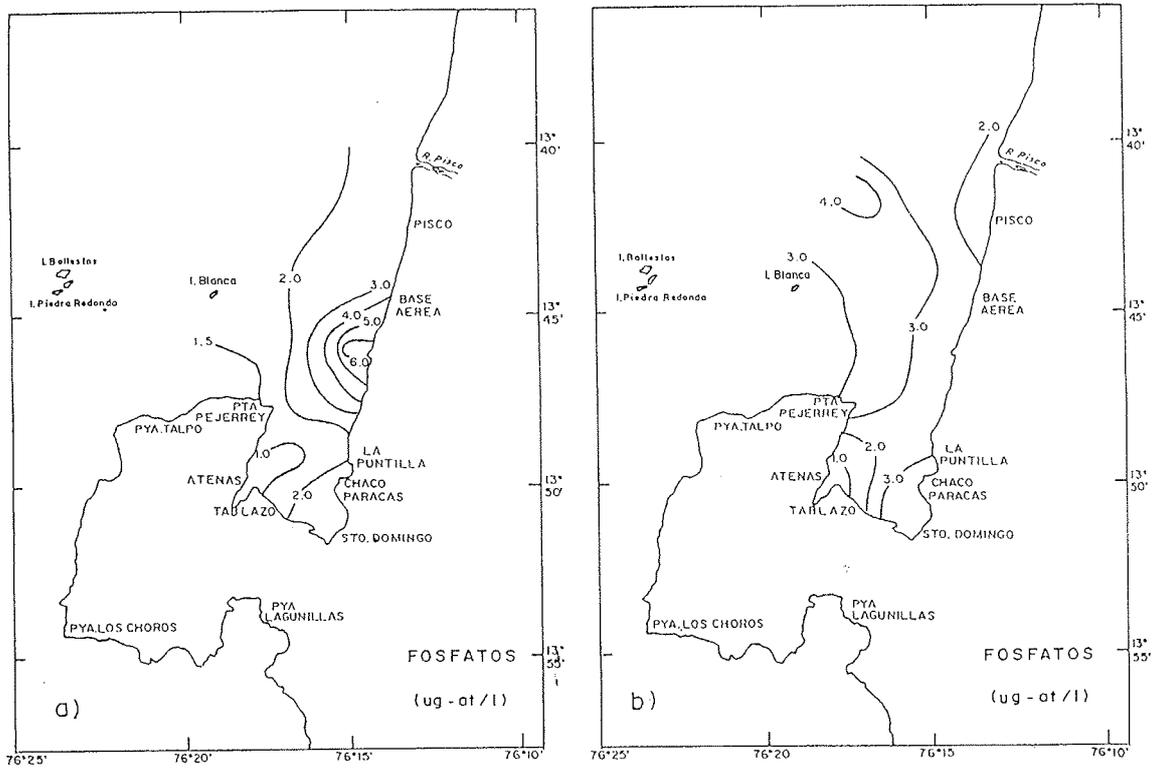


FIGURA 9. Distribución de fosfatos en: a) Superficie, b) Fondo. Bahía de Pisco - Paracas. 22 al 24 de mayo de 1996.

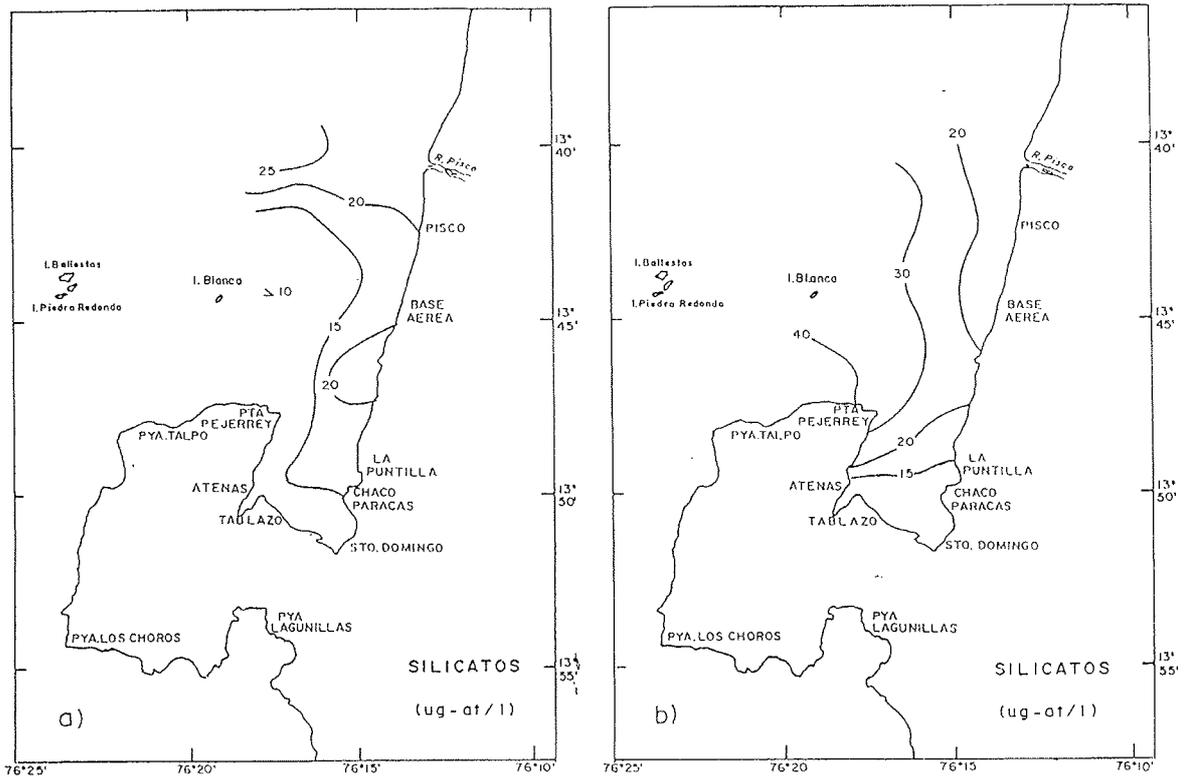


FIGURA 10. Distribución de silicatos en: a) Superficie, b) Fondo. Bahía de Pisco - Paracas. 22 al 24 de mayo de 1996.

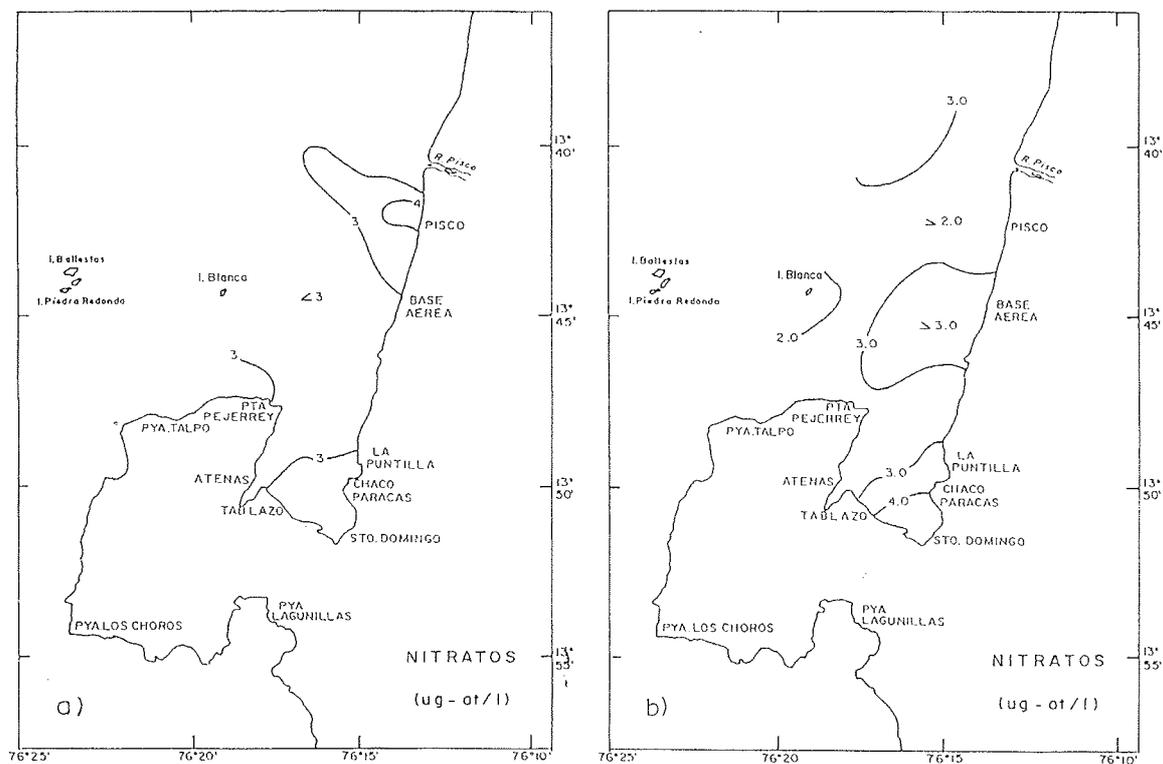


FIGURA 11. Distribución de nitratos en: a) Superficie, b) Fondo. Bahía de Pisco - Paracas. 22 al 24 de mayo de 1996.

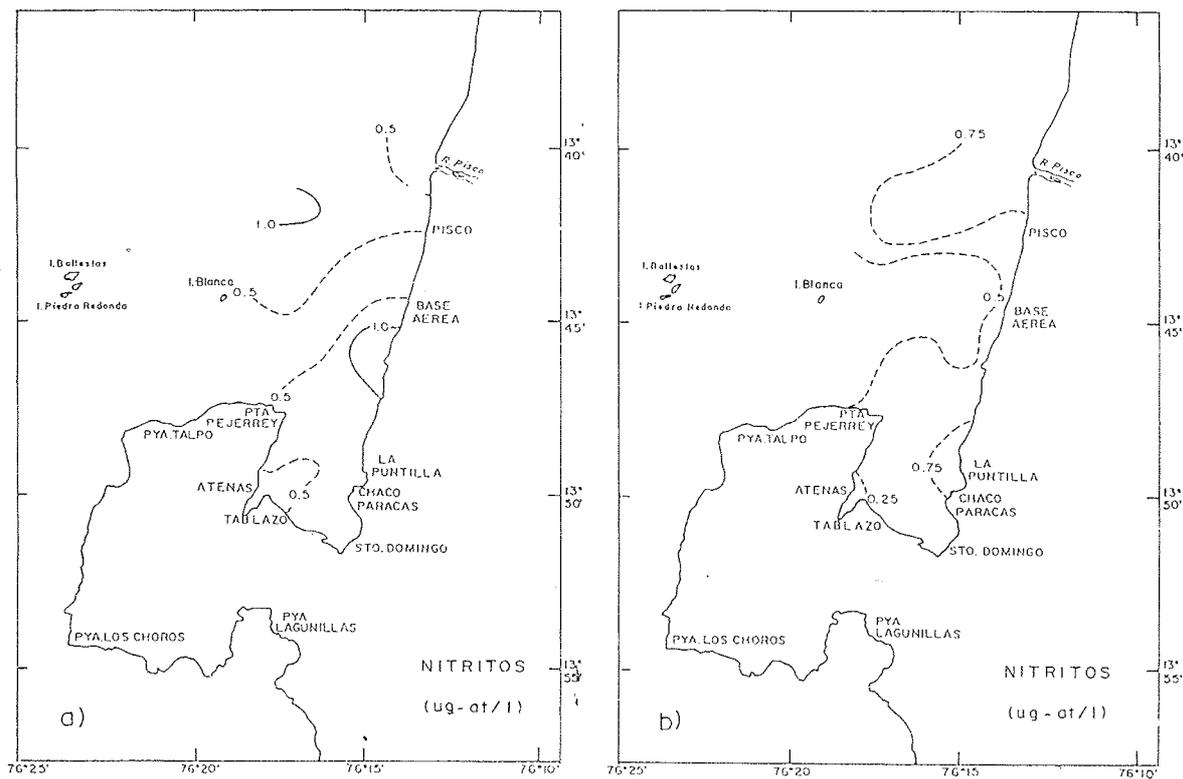


FIGURA 12. Distribución de nitritos en: a) Superficie, b) Fondo. Bahía de Pisco - Paracas. 22 al 24 de mayo de 1996.

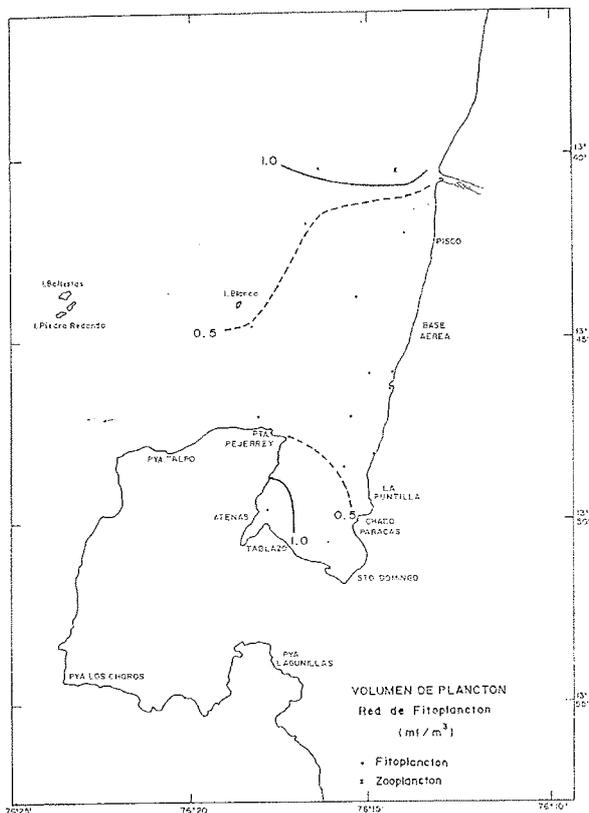


FIGURA 13. Distribución de fitoplancton y zooplancton. Bahía de Pisco - Paracas. 22 al 24 de mayo de 1996.

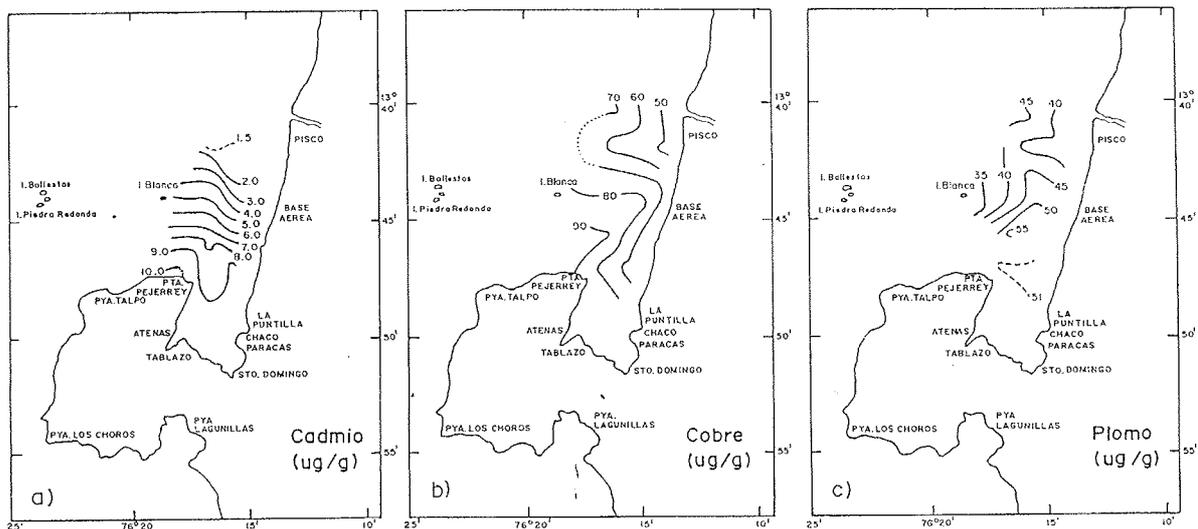


FIGURA 14. Distribución de metales pesados en sedimentos marinos: a) Cadmio, b) Cobre, c) Plomo. Bahía de Pisco - Paracas. 22 al 24 de mayo de 1996.

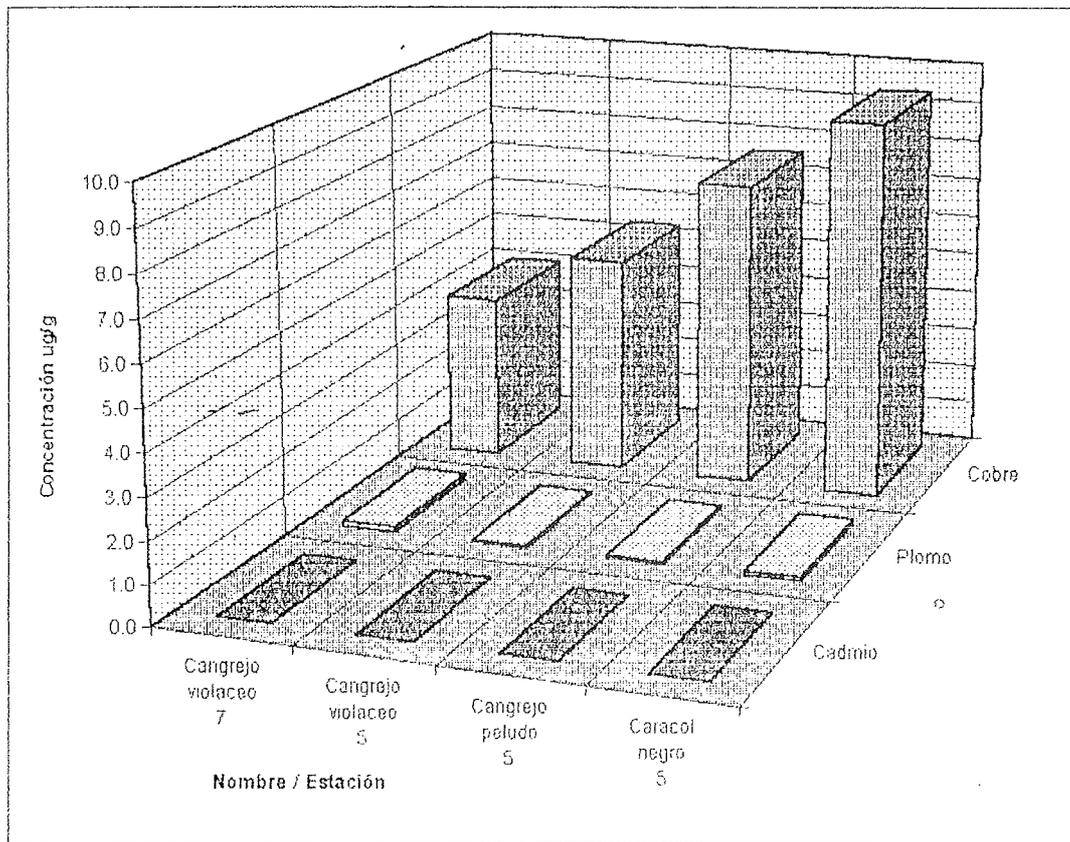


FIGURA 15. Metales trazas en especies marinas. Bahía de Pisco - Paracas. 22 al 24 de mayo de 1996.

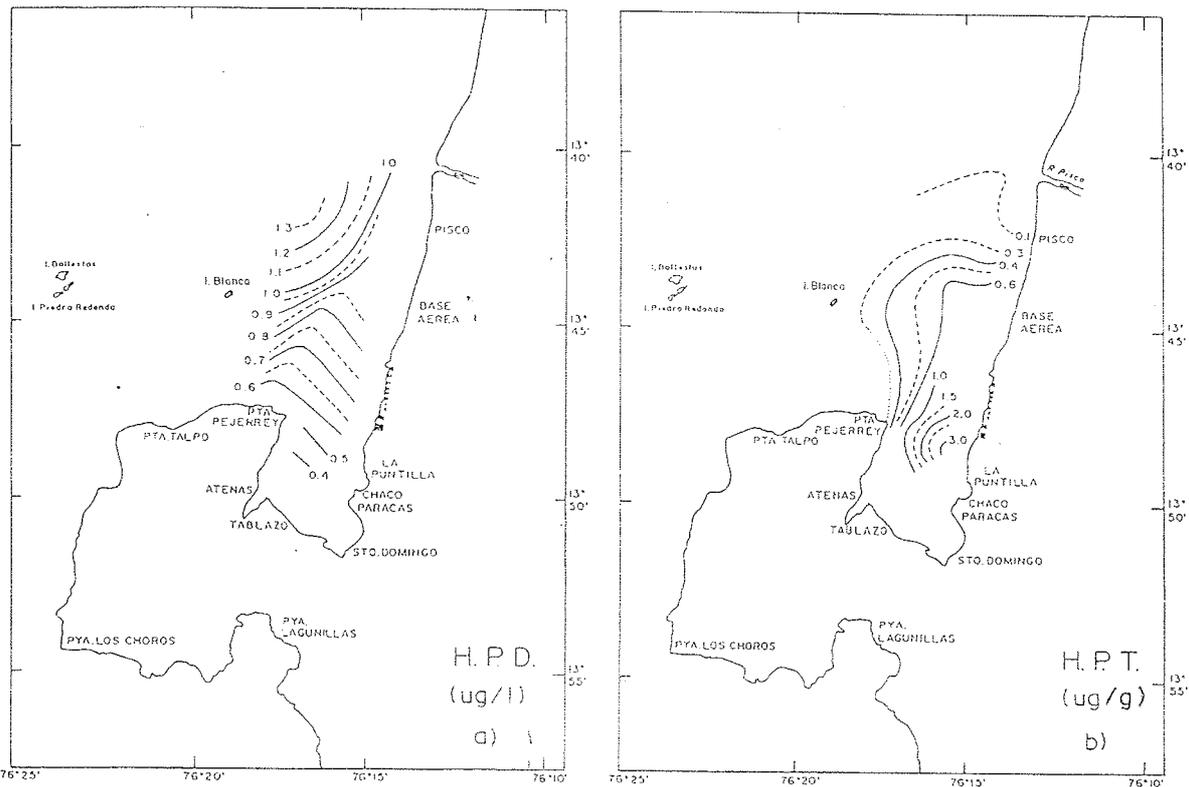


FIGURA 16. Distribución de hidrocarburos de petróleo: a) Dispersos en agua de mar, b) Totales en sedimentos marinos. Bahía de Pisco - Paracas. 22 al 24 de mayo de 1996.

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AMBIENTE MARINO EN EL ÁREA DE BAYÓVAR - ENSENADA DE SECHURA, 8 A 10 MAYO 1996

María E. Jacinto

Area de Contaminación Marina
DOQ. DGIO. IMARPE

Octavio Morón

Dirección de Investigación y
Pronósticos Oceanográficos
DGIO. IMARPE

Carlos Martínez

Area de Contaminación Marina
DOQ. DGIO. IMARPE

Patricia Villanueva

Area de Fitoplancton y Producción
Primaria. DOB. DGIO. IMARPE

Manuel Guzmán

Area de Contaminación Marina
DOQ. DGIO. IMARPE

José Córdova

Area de Hidroquímica y Productividad
DOQ. DGIO. IMARPE

CONTENIDO

Resumen	30
1. Introducción	31
2. Materiales y métodos	31
3. Resultados de la evaluación por mar	32
3.1 Parámetros hidrográficos y de circulación marina	32
3.2 Parámetros físicos y químicos	33
3.3 Parámetros biológicos	37
3.4 Hidrocarburos de petróleo	37
3.5 Metales pesados	38
4. Resultados de la evaluación por playas	40
5. Conclusiones	40
6.- Referencias	41
Tablas	42
Figuras	50

RESUMEN

Las áreas costeras de Bayóvar y parte de la ensenada de Sechura ubicadas entre los 05°49'S - 81°03'W (por el sur) y 05°42'S - 81°52'W (por el norte) fueron evaluadas por mar y a nivel de playas del 08 al 10 de mayo de 1996, a fin de establecer el estado de calidad en dichas zonas.

En general, los parámetros de oxígeno, pH y sólidos, DBO₅ presentaron rangos aceptables de calidad de agua de mar (clase V y VI de la Ley General de Aguas). Concentraciones altas de sulfuros, frente a Punta Lagunas fueron indicativos de procesos de oxidación-reducción debido a la presencia significativa de materia orgánica en dicha zona. Las concentraciones de hidrocarburos de petróleo (en agua y sedimento) y metales pesados (en sedimento y organismos) no presentaron niveles de contaminación. La evaluación por playas permitió determinar zonas costeras deterioradas al sur de Punta Lagunas y franja adyacente al litoral costero de Punta Tric Trac.

1. INTRODUCCION

Dentro del marco del plan de acción para la protección del medio marino en el Pacífico Sudeste, se identificó a Bayóvar como un área de riesgo de contaminación por

hidrocarburos de petróleo. En el puerto de Bayóvar, ubicado al suroeste de la ensenada de Sechura se ubica el complejo del Terminal del Oleoducto que cruza la cordillera de los Andes transportando el petróleo que se explota en la selva nororiental del Perú. El puerto cuenta con un sistema moderno de almacenaje y embarque de petróleo, pudiendo atender buques del orden de las 250 000 toneladas de capacidad.

La información obtenida en el presente estudio, permitió tener una información básica referencial tanto de las condiciones ambientales como de los compuestos y elementos químicos, por ser la primera vez que se evaluó dicha zona.

Los niveles de compuestos de hidrocarburos de petróleo, fueron menor a lo esperado, e inferior a áreas como Talara y Callao.

2. MATERIALES Y METODOS

El *muestreo por mar* se realizó del 08 al 10 de mayo de 1996. El área evaluada estuvo comprendida entre los 05°42'55" - 05°49'49"S .

En la figura 1, se presenta la carta de posición respectiva. Se realizaron 21 estaciones en dos niveles (superficie y fondo) a bordo de la embarcación «Jaén» de aproximadamente 7 m de eslora.

Se colectaron muestras de agua a nivel superficial (con un balde) y de fondo (con botella Niskin) para la determinación de parámetros físicos y químicos: temperatura, salinidad, oxígeno, pH, sulfuros, sólidos suspendidos y demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅). Además se colectaron muestras para la determinación de fitoplancton y nutrientes.

También se colectó sedimentos mediante una draga Van Veen de 0,024 m², para la determinación de contaminantes químicos: metales, hidrocarburos y plaguicidas.

Se colectaron además 18 muestras de plancton superficial, con red estándar de fitoplancton de 75 micras de abertura de malla, en arrastres horizontales superficiales durante 5 minutos a velocidad de 3 nudos.

En el *muestreo por playa*, se realizaron 10 estaciones, comprendidas desde el norte por playa Constante hasta el sur por la estación de PETROPERU (oleoducto de Bayóvar). Esta evaluación comprendió efluente y zonas de mezcla entre 5 a 20 m de orilla, para la determinación de oxígeno, pH, sulfuros, sólidos suspendidos totales, grasa, demanda bioquímica de oxígeno e hidrocarburos de petróleo.

Las determinaciones físicas y químicas se basaron en los siguientes métodos:

- Método titulométrico de WINKLER modificado por CARPENTER, en 1966, para el análisis de oxígeno.
- Método gravimétrico U.S. EPA, para la determinación de sólidos suspendidos totales, 1986.
- Método colorimétrico de FONSELIUS, para la determinación de sulfuro de hidrógeno, 1962.

- Método potenciométrico por medio del HANNA HI 9023 C para la determinación del pH.
- Método gravimétrico (Environment Water Resources Service, 1976) para la determinación de grasas.
- Método referencial manual y guía No. 13 y 11 de la COI-UNESCO para la determinación de hidrocarburos de petróleo en agua de mar y sedimentos.
- Método modificado de EGGIMAN Y BETZER 1976 y JOHNSON Y MAXWELL 1981, para el tratamiento químico de sedimento para el análisis de trazas de metales por espectrofotometría de absorción atómica.
- Método modificado por GORSUCH (1970) y RISBY (1979) para el tratamiento químico de organismos para el análisis de trazas de metales por espectrofotometría de absorción atómica.
- Método de STRICKLAND Y PARSON (1968), para la determinación colorimétrica de nutrientes.
- La identificación del fitoplancton se realizó según : CUPP (1943), HANDEY (1964), SOURNIA (1967), HUSTED (1971), SCHILLER (1971 a y b), SUNDSTRÖM (1986). Los análisis cualitativos se realizaron con un microscopio estereoscópico Wild M-8 y un microscopio compuesto.
- Para la obtención de datos de corrientes marinas se utilizó correntómetros a la deriva.
- El análisis de salinidad se determinó con un salinómetro CHALSICO R-10.

3. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN POR MAR

3.1 Parámetros hidrográficos y de circulación marina

En la tabla 1 se presentan los resultados hidrográficos y de circulación marina determinadas a dos niveles (superficie y fondo).

La profundidad del área evaluada varió entre los 5,5 a 35,0 m.

Temperatura

La temperatura superficial del mar varió de 16,0 °C a 18,9 °C con un promedio de 17,5°C (Figura 2a). Los valores máximos (>18,0°C) se observaron próximos a la costa: desde la parte central hacia el norte de la ensenada de Sechura, y entre Punta Blanca a Bayóvar.

Los bajos valores (< 16,5°C) se observaron en la parte oceánica del área de estudio, aproximándose a la costa al norte de Punta Tric Trac.

A medio metro de fondo (Figura 2b) las temperaturas se presentaron en un rango de 13,8 a 18,3°C. La distribución a esta profundidad tiene gran similitud con la superficie: los altos valores (>17,0°C) se ubicaron principal-

mente desde la parte central hacia el norte del área costera; a menores profundidades los bajos valores ($< 16,0^{\circ}\text{C}$) se ubicaron en la parte oceánica con proyección a la costa, al sur de las altas temperaturas.

Salinidad

La salinidad superficial presentó valores de 35,05 a 35,17 ‰ (Figura 3a), valores relativamente altos, debido tal vez a la mezcla con Aguas Subtropicales Superficiales (Crucero Oceanográfico 9605-06) o tal vez a la evaporación que pueden sufrir estas aguas por la poca remoción existente en la bahía. La distribución de isohalinas, también presentó los valores más elevados próximos a la costa, disminuyendo hacia afuera.

A medio metro de fondo (Figura 3b) se presentaron las mismas características que en superficie: un rango de 35,04 a 35,18 ‰ (Figura 3b) y una distribución similar de las isohalinas.

Circulación marina

La circulación superficial en la ensenada de Sechura, mostró flujos hacia el noroeste y suroeste. (Figura 4a), observándose la zona de divergencia al norte de Punta Tric Trac, justamente donde se observaron los bajos valores de temperatura y salinidad: los flujos siguieron la dirección de la configuración de la línea costera y con mayor intensidad en el área sur.

La circulación subsuperficial, (hasta 20 m de profundidad) presentó flujos direccionales muy similares a las de superficie (Figura 4b), con la zona de divergencia frente a Punta Tric Trac y mayor intensidad en el sur de Bayóvar.

3.2 Parámetros físicos y químicos

En la tabla 2 se presentan los resultados físicos y químicos de las muestras de agua colectada a dos niveles.

La transparencia en el área evaluada por medio del disco Secchi, fluctuó entre los 1,0 a 10,5 m de profundidad que se observó en las estaciones 14 y 15 respectivamente.

Oxígeno

El oxígeno disuelto en superficie fluctuó de 1,44 a 4,64 ml/l correspondientes a las estaciones 5 y 14 respectivamente, los máximos valores se hallaron en las estaciones 18, 19 y 20 ubicadas al otro extremo de Bayóvar frente a Punta Blanca. Los valores mínimos se hallaron en estaciones (14, 13, 12, 11) ubicados frente a Punta Lagunas y Punta Tric Trac.

El promedio de oxígeno disuelto en el área evaluada fue de 2,62 ml/l, el cual puede ser considerado bajo respecto a los niveles óptimos de calidad acuática. En la mayor parte del área de estudio se extienden las isolíneas de 3,0 y 2,0 ml/l decreciendo más afuera (Figura 5a).

A nivel de fondo, los valores de oxígeno fueron más bajos que en superficie, fluctuando de 0,51 a 2,93 ml/l, registrándose en la estación 6 (al sur de estuario Virrilá) el valor máximo.

El valor mínimo se registró en la estación 20 con una profundidad de 28 m. El promedio de oxígeno disuelto en el área de interés fue de 1,74 ml/l, isoxígenas de 2,0 ml/l, predominaron en el área evaluada (Figura 5b).

Estos valores a nivel de superficie fueron inferiores a las áreas de Ilo-Ite-Mollendo (2,3 - 6,0 ml/l), Callao (1,4-5,4 ml/l), pero superior a los registrados en Chimbote (0,0-2,4 ml/l).

Sin embargo a nivel de fondo, los valores registrados en Bayóvar, son ligeramente superiores a lo detectado en las áreas de Callao (0,0-4,4 ml/l), Chimbote (0,0-0,8 ml/l) y Pisco; áreas evaluadas durante el primer semestre 96 (Informe interno, 1996).

Sulfuros

A nivel superficial (Figura 6a), los sulfuros fluctuaron de 0,43 a 5,42 ug-at H₂S-S/l, hallados en las estaciones 5 y 14 respectivamente; en ésta última se registró la mínima de oxígeno. El nivel promedio en la zona evaluada fue de 1,1 ug-at H₂S-S/l. Como puede observarse, la isolínea de 1,0 ug-at H₂S-S/l predominó entre la parte sur y central próxima a la costa. Frente a Punta Lagunas se observaron isolíneas de 5 y 3 ug-at H₂S-S/l, que denotan una zona de intenso proceso de óxido reducción de la materia orgánica.

En fondo, los valores fueron menores oscilando de 0,44 a 1,18 ug-at H₂S-S/l registrados en las estaciones 14 y 10 respectivamente; el promedio de distribución en el área fue de 0,90 ug-at H₂S-S/l. En la Figura 6b, al igual que en superficie se observa el predominio de la isolínea de 1,0 ug-at H₂S-S/l en gran parte del área evaluada próxima a la costa.

En comparación a la áreas evaluadas durante el primer semestre 1996, los valores en superficie y fondo fueron inferiores a los registrados en Callao (0,6 - 16,8 ug-at H₂S-S/l), Chimbote (0,6 -16,2 ug-at H₂S-S/l) y Pisco (0,6 - 20,8 ug-at H₂S-S/l), áreas que se caracterizan por un nivel significativo de materia orgánica, incrementado principalmente por fuentes de origen terrestre (doméstico, industrial) .

Potencial de iones hidronio (pH)

Los valores de pH a nivel superficial fluctuaron de 7,71 a 8,39 correspondientes a las estaciones 12 y 20 respectivamente. Los mayores valores de pH se observaron en las estaciones 18, 19, 20 y 21 , donde también se hallaron los máximos valores de oxígeno. El pH promedio en el área evaluada fue de 7,96. Como puede observarse en la figura 7a, isolíneas de mayor valor cerca a la costa, decrecen conforme se alejan de ella.

A nivel de fondo, el pH varió de 7,73 a 8,08 registradas en las estaciones 12 y 19 respectivamente, similar a las estaciones superficiales.

El pH promedio en el área de interés fué de 7,90. En la figura 7b, se observa una distribución semejante a la de superficie.

Los valores en ambos niveles están dentro de los requisitos de calidad de agua (Clase V y VI de la Ley General de Aguas, 1969) y son semejantes a los detectados en otras áreas costeras durante el período 95-96.

Sólidos suspendidos totales (SST)

A nivel superficial, los valores de sólidos variaron entre 15,2 a 39,6 mg/l registrados en las estaciones 10 y 2 respectivamente. El promedio de sólidos en suspensión fue de 20,41 mg/l. En la Figura 8a, se hallaron isolíneas de mayor concentración al norte de Parachique con tendencia decreciente conforme se alejaba de la línea costera. En el resto del área, los valores fueron homogéneos, con la presencia de isolínea de 2,0 mg/l en las estaciones más alejadas frente al Puerto Bayóvar.

En fondo, los valores fueron ligeramente superiores que en superficie, registrándose concentraciones que fluctuaron de 14,0 a 45,2 mg/l; este último hallado en la estación 11 (6 m de profundidad), frente a Punta Tric Trac. En las proximidades de dicha estación descarga efluente proveniente de Minero Grau, constituido por restos de lavado de roca fosfórica. Frente a aquella estación se observa isolíneas decrecientes al alejarse de la costa (Figura 8b).

Los valores de S.S.T en superficie y fondo fueron semejantes a lo obtenido en el Callao (11,6 - 43,6 mg/l), pero ligeramente superiores a las áreas de Chimboote, Pisco, Ilo-Ite-Mollendo evaluadas en el primer semestre 1996.

Los resultados correspondientes a los parámetros físicos y químicos mencionados constituyen una información ambiental básica, por ser la primera vez que se evalúa el área de Bayóvar - ensenada de Sechura.

Grasa y demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅)

El parámetro de grasa se evaluó a nivel superficial en determinadas estaciones. Los valores hallados fluctuaron de 0,10 a 3,46 mg/l. El máximo valor le correspondió a la estación 1, al norte de Parachique; otros valores significativos se detectaron en las estaciones 5, 8 y 15.

Los valores de la DBO₅, en estaciones costeras seleccionadas y con sospecha de influencia de descargas, presentaron valores que oscilaron entre 1,29 a 3,42 mg/l. Estos valores se ajustaron a los requisitos de calidad (10 mg/l) establecidos para la clase V y VI de la Ley General Aguas, 1969.

Nutrientes

En la tabla 3, se presentan las concentraciones de nutrientes (fosfatos, nitratos, nitritos y silicatos) obtenidas en la evaluación por mar del área mencionada.

Los *fosfatos*, en superficie fluctuaron de 0,90 a 2,10 ug-at/l correspondientes a las estaciones 20 y 9 respectivamente; el promedio de distribución fue

de 1,60 ug-at/l. En la figura 9a, la presencia de una isolínea de 2,0 ug-at/l se extendió entre Punta Lagunas, Bayóvar y Punta Tric Trac.

A nivel de fondo, el promedio de distribución de fosfatos fue de 1,80 ug-at/l, con rangos que fluctuaron de 1,29 a 2,28 ug-at/l registradas en las estaciones 1 y 21 respectivamente. El predominio de una isolínea de 2 ug-at/l entre Punta Blanca y la ensenada de Sechura (Figura 9b) observándose al norte un decrecimiento con una isolínea de 1,5 ug-at/l entre playa Las Delicias y al sur de estuario Virrilá.

Los *silicatos*, superficialmente presentaron concentraciones que oscilaron de 1,44 a 31,42 ug-at/l, hallado en las estaciones 20 y 2 respectivamente. El promedio de distribución en el área evaluada fue de 18,70 ug-at/l. En la zona de mezcla (obtenido del muestreo por playa - estación D) cerca a Punta Tric Trac se halló la máxima concentración (52 ug-at/l), la cual determinó isolíneas de 50 y 25 ug-at/l que se extendieron paralelamente a la línea costera de la ensenada de Sechura (Figura 10a).

A nivel de fondo, los silicatos fluctuaron de 3,49 a 34,34 ug-at/l, registrándose un promedio de 22,46 ug-at/l. Los valores de silicatos aumentaron ligeramente entre Punta Lagunas y playa las Delicias, a diferencia de la zona frente a Punta Blanca donde el incremento fue hasta de 20,0 ug-at/l (Figura 10b).

Los *nitros* en superficie oscilaron entre 2,03 a 13,1 ug-at/l correspondientes a las estaciones 20 y 12 respectivamente; el promedio en el área de interés fué de 7,33 ug-at/l. Los nitros presentaron en gran parte del área de estudio fuera de las 0,5 mn un patrón de distribución normal con isolíneas de 7,5 y 10,0 ug-at/l. Las concentraciones menores de 5,0 ug-at/l pertenecen a áreas costeras (Figura 11 a).

En fondo, los nitros fluctuaron de 5,28 a 13,28 ug-at/l hallados en las estaciones 19 y 12 respectivamente, registrándose un promedio de distribución de 13,82 ug-at/l. Los nitros aumentaron ligeramente en relación a la superficie, presentando una distribución similar a ésta (Figura 11 b).

Los *nitritos* en superficie presentaron un rango de 0,33 a 1,38 ug-at/l correspondientes a las estaciones 20 y 14 respectivamente. El promedio en el área de interés fue de 0,98 ug-at/l. Los nitritos presentaron concentraciones de 1,0 ug-at/l entre Punta Lagunas y playa las Delicias (Figura 12a).

A nivel de fondo, los nitritos fluctuaron de 0,17 a 1,69 ug-at/l, registradas en las estaciones 12 y 21 respectivamente, con un promedio en el área evaluada de 0,95 ug - at/l. Las concentraciones fueron similares a las de superficie. Entre Punta Lagunas y Punta Tric Trac se extendió un núcleo de 0,75 ug-at/l (Figura 12b).

3.3 Parámetros biológicos

Plancton

En la tabla 4, se presenta el análisis cualitativo de fitoplancton.

Los volúmenes de plancton superficial estuvieron comprendidos entre 0,13 (estación 7) y 2,58 ml/m³ (estación 3), con un promedio para la zona de 0,67 ml/m³. Estos volúmenes estuvieron asociados a temperatura que fluctuaron entre 16,0 y 18,9 °C.

El fitoplancton predominó en un 100% en todas las estaciones, sobresaliendo en todas ellas el grupo de las diatomeas.

En todas las estaciones se apreció una distribución casi homogénea de diferentes especies neríticas y de alta tasa de reproducción. Las especies más abundantes y frecuentes fueron *Eucampia zoodiacus*, *Coscinodiscus granii*, *Detonula pumila* y *Chaetoceros debilis*. Esta última fue abundante en las 4 estaciones entre playa Las Delicias y La Bocana, además de las estaciones 8 y 10, parte central del área estudiada, pero en la estación 18 no fue registrada.

Entre los dinoflagelados sobresalieron dos especies de *Protoberidinium*: *P. depressum*, abundante al norte de Punta Blanca (estación 18), disminuyendo en las otras estaciones; y *P. pentagonum*, que no se encontró en las estaciones 2 y 18, pero se halló al noroeste de Puerto Nuevo, en las dos estaciones costeras al este de Punta Tric Trac, y en las otras estaciones.

Se apreció un foco de máxima concentración (2,6 ml/m³), el cual se ubicó en Punta Lagunas (Figura 13), donde predominaron especies neríticas como *Eucampia zoodiacus*, esporas de la misma especie, *Coscinodiscus granii*, *Detonula pumila* y *Actynocyclus* sp.

No se halló el dinoflagelado *Protoberidinium obtusum*, indicador de aguas costeras frías.

Se detectó abundante detritus en algunas estaciones, probablemente como consecuencia de los desechos que son vertidos al área en estudio.

3.4 Hidrocarburos de petróleo

En las tablas 5 y 6 se presentan los niveles de hidrocarburos de petróleo de tipo aromático en agua y sedimento.

En agua

Los rangos de hidrocarburos de petróleo disuelto y/o disperso de tipo aromático fluctuaron de 0,21 a 2,34 ug/l expresado en unidades de criseno; estos valores correspondieron a las estaciones 8 y 21 respectivamente. Estas concentraciones coincidieron con las observaciones visuales que no detectaron la presencia de manchas o películas de compuestos hidrocarbonados.

Frente al oleoducto de Bayóvar (estación 16), se encontró una concentración de 2,11 ug/l. Como puede observarse (Figura 14a), estaciones frente al puerto de Bayóvar presentaron las isóneas de mayor concentración que decrecieron al alejarse de la línea costera.

Estos valores son superiores a los datos obtenidos en Paita en setiembre 1995 (0,1-1,6 ug/l), pero ligeramente inferiores a lo registrado en Talara en setiembre 1995 (0,3 - 2,6 ug/l) (JACINTO *et al.* 1996).

En sedimento

Las concentraciones halladas fueron bajas, con rangos que fluctuaron de 0,0 a 2,2 ug/l de hidrocarburos de petróleo aromáticos expresado en unidades de criseno, correspondientes a las estaciones 6 y 16 respectivamente. Las estaciones 14,15 y 16 ubicadas frente al puerto de Bayóvar presentaron las mayores concentraciones en relación a otras áreas.

La zona frente a puerto Bayóvar presentó isolíneas de mayor concentración, que fueron decreciendo hacia la ensenada de Sechura, registrándose las menores concentraciones entre Parachique y al sur del estuario Virrilá (figura 14b).

En comparación a áreas próximas como Paita y Talara, los valores hallados en el presente estudio son superiores a lo registrado en Paita en setiembre 1995 (0,1 - 2,1 ug/g), pero muy inferiores a lo detectado en Talara en setiembre de 1995 (0,1 - 11,9 ug/g) (JACINTO *et al.* (1996). Esta diferencia significativa entre las áreas de Talara y Bayóvar, está asociada a que los residuos de las actividades de explotación y refinación del petróleo, que se desarrollan desde hace mucho tiempo en Talara, superan a los restos proveniente de las actividades de abastecimiento del crudo de petróleo de Bayóvar.

Esta información de hidrocarburos tanto en agua y sedimento constituyen también una información básica referencial, por ser la primera vez que se evalúan estos compuestos en dicha área.

3.5 Metales pesados

Las concentraciones de metales pesados (cobre, plomo) en sedimentos se presentan en la tabla 7 y en organismos en la tabla 8.

En sedimento

Las concentraciones de *cobre* (Figura 15) oscilaron de 5,1 a 24,6 ug/g, expresado en peso seco, correspondiente a las estaciones 3 y 17 respectivamente. Concentraciones homogéneas se hallaron al norte, entre las estaciones 2 al 6. Valores que mostraron un incremento entre el centro de la ensenada de Sechura hasta Bayóvar (estaciones 7 al 17), con excepción de la estación 16 donde se registró un decrecimiento. La variabilidad de estas concentraciones estaría asociada al tamaño de partícula del sedimento y a la composición geoquímica del mismo. Las estaciones (19, 20) ubicadas frente a Punta Blanca estuvieron dentro de los rangos mencionados.

Estos valores son inferiores a las concentraciones de Paita en setiembre 1995 (6,2 -53,4 ug/g) y Talara en setiembre 1995 (13,0 -49,5 ug/g) según JACINTO *et al.* (1996). El elemento cobre y los niveles hallados, no representan un riesgo para las comunidades bénticas del área evaluada.

Los valores de *plomo* fluctuaron de 7,9 a 15,1 ug/g hallados en las estaciones 16 y 1 respectivamente. Los valores fueron bastante homogéneos, observándose los menores valores en las estaciones 16 y 17) ubicadas frente al oleoducto de Bayóvar. Las mayores concentraciones se hallaron en las estaciones 1 y 2, ubicadas al norte del estuario Virrilá; sin embargo los niveles hallados son inferiores a otras áreas como Callao, Chimbote, Ilo - Ite, evaluadas durante el primer semestre de 1996.

Por carecer de información referencial al respecto, estos valores pueden considerarse como información básica, la cual forma parte de la composición geoquímica del sedimento.

En organismos

Las especies evaluadas fueron la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) y el cangrejo violáceo (*Platyxantus orbigny*). Ambas especies fueron analizadas como muestras húmedas, por lo tanto las concentraciones de los elementos metálicos (cobre, cadmio, plomo) se expresan como tales. Las concentraciones se grafican en la Figura 16.

En el caso del *Argopecten purpuratus* analizadas totalmente (músculo, gonadas, manto) colectadas próximo a la estación 13, presentaron concentraciones de 0,40 ug/g de cobre y 0,26 ug/g de cadmio; para el plomo, las concentraciones fueron menores de 0,12 ug/g.

Para la misma especie, pero de mayor tamaño, obtenida de la estación 21, los análisis realizados sólo en talo (músculo aductor) mostraron concentraciones menores en el contenido de cobre (0,30 ug/g) y cadmio (0,22 ug/g). Esto evidencia la afinidad de dicho elemento por diversos órganos para una misma especie.

En el caso del *Platyxantus orbigny*, se analizó la parte comestible (quelas). Las concentraciones de cobre (2,74ug/g) fueron mayor a lo encontrado en el *Argopecten purpuratus*. El plomo también fue menor de 0,12 ug/g.

Los valores antes mencionados son inferiores a los límites legales en contenido metálico establecido por diferentes países, según reporte de la FAO, 1983.

4. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN POR PLAYAS

En la tabla 9 se presentan los resultados de la evaluación del muestreo por playas en 10 estaciones entre Bayóvar - Ensenada de Sechura y el norte del estuario Virrilá. las muestras de agua colectadas a nivel de playa, así como dos efluentes (lavados de roca fosfórica) provenientes de Minero Grau (estación «D») y de las instalaciones del Oleoducto Bayóvar y zonas receptoras de los mismos fueron motivo de los análisis respectivos.

Los valores de oxígeno fluctuaron de 0,0 a 4,9 ml/l. Valores anóxicos o menores de 1,5 ml/l se ubicaron en las estaciones J, F (próximos a pesqueras) y G.

El pH (7,3 - 8,4) tanto en agua de mar como efluentes presentaron rangos normales:

Los parámetros de sólidos suspendidos totales (12,8 - 99,2 mg/l) y grasa (0,6 - 5,1 mg/l) son comparables a otras áreas costeras evaluadas. Los máximos valores de sólidos y grasa encontrados en la caleta Puerto Rico («C») y muelle pesquero («F») estuvieron asociados a la intensa actividad pesquera observada en dicha zona. Sin embargo frente a Punta Tric Trac (estación «D») los sólidos suspendidos fueron tan elevados que no permitieron determinar el análisis respectivo. En este caso, se determinaron los valores de sólidos totales en la zona de mezcla que fue de 42,248 mg/L .

Los valores de DBO_5 en agua de mar fluctuó de 7,6 a 19,7 mg/l (estación «J»); esta última superó los valores establecidos para la clase V y VI de la Ley General de Aguas. El efluente (proveniente de la pozas de recepción de agua de lastre) correspondiente a la instalaciones oleoducto («B1») tuvo un DBO_5 de 41,8 mg/l, lo cual nos indica que dicho colector es además usado para descargas domésticas.

En general, el contenido de sulfuros fue alto, sobresaliendo los valores en la estación «J» y del efluente «B1». Este alto contenido nos indica una presencia significativa de materia orgánica asociada a intensos procesos de óxido reducción de la misma.

Los nutrientes (Tabla 10) presentaron concentraciones altas fosfatos, silicatos y nitratos en comparación a otras áreas costeras. Este elevado contenido muestra un incremento sustancial (fosfato, silicatos) proveniente de efluente minero («D»). Este aumento sobre todo de fosfatos, induce a una rápida proliferación de algas y fitoplancton y por ende el desarrollo de procesos eutróficos.

Las concentraciones de hidrocarburos disueltos y/o dispersos fue de 8,9 ug/l en el extremo muelle («B3») del oleoducto Bayóvar. El efluente «B1» mostró elevadas concentraciones de contenido de hidrocarburos (477 ug/l); sin embargo este valor es inferior a lo registrado en efluente químico del Callao (Fertisa).

5. CONCLUSIONES

- a. Tanto la temperatura como la salinidad presentaron los mayores valores próximos a la costa, principalmente en el área norte donde la intensidad de las corrientes es más débil y menor la profundidad. Al norte de Punta Tric Trac se hallaron valores más bajos de temperatura y salinidad, debido a que en esa zona se presentó un divergencia de las corrientes marinas.
- b. Los valores de oxígeno, especialmente a nivel superficial fueron bajos en relación a los niveles óptimos de requisitos de calidad para la vida acuática.
- c. Los valores de pH y sólidos suspendidos totales, estuvieron dentro de los rangos encontrados en otras áreas costeras y requisitos de la Ley General de Aguas.
- d. La DBO_5 determinada en algunas estaciones, indicaron niveles óptimos de calidad.

e. Los nutrientes en general presentaron concentraciones similares a otras áreas costeras, registrándose un incremento frente a Punta Tric Trac, como consecuencia de importantes volúmenes de descarga de efluente minero (lavado de roca fosfórica).

f. El área de Bayóvar - Sechura presentó una comunidad fitoplanctónica caracterizada por diatomeas neríticas como *Eucampia zoodiacus*, *Coscinodiscus granii*, *Detonula pumila* y *Chaetoceros debilis*.

g. Las concentraciones de hidrocarburos tanto en agua y sedimento fueron bajas en relación a otras áreas (Callao, Talara); no se registró contaminación por este compuesto. Una concentración significativa se halló en extremo de muelle de oleoducto de Bayóvar.

h. Los niveles de metales en sedimento y organismos fueron bajos, no existiendo contaminación por estos elementos.

i. A nivel de playa, los parámetros físicos y químicos de calidad de agua, en general presentaron niveles aceptables. Sin embargo, por las observaciones visuales y resultados obtenidos especialmente en materia suspendida (SST), se observaron dos zonas con signos de deterioro como las estaciones «F» y «D»; áreas con influencia de actividades pesquera y minera respectivamente.

6. Referencias

- FAO. 1983. Compilation of legal limits for hazardous substances in fish and fishery products. Octubre 1983.
- JACINTO M. 1996. Informe de logros en el primer semestre 1996. Informe interno preparado para la Dirección de Oceanografía Química. (Memorándum ACM 67/96).
- JACINTO M., J. CHÁVEZ, C. MARTÍNEZ Y M. GUZMÁN. 1996a. Evaluación de la calidad del medio marino en el área de Paita (Setiembre 1995). Inf. Prog. Inst. Mar Perú 39:3-12.
- JACINTO M., J. CHÁVEZ, C. MARTÍNEZ Y M. GUZMÁN. 1996b. Evaluación de la calidad del medio marino en la Bahía de Talara (Setiembre 1995). Inf. Prog. Inst. Mar Perú 41:19-35.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA. 1969. Clasificación de los cursos de agua y de la zona costera. Ley General de Aguas. D.L. N°17752 y sus modificaciones D.S. N° 007-83 S.A. Dirección de Protección del Medio Ambiente.
- MINISTERIO DE MARINA. 1981. Derrotero de la costa del Perú. 1981. Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina. Vol. I.

Tabla 1. Resultados Hidrográficos y de Circulación Marina Bayóvar - Ensenada de Sechura (08 - 10 mayo 1996)

EST	POSICIONES		PROF (m)	TEMP (° C)	SAL S ‰	CORRIENTES DIRECCION
	LATITUD	LONGITUD				
1	05°42'55"	80°52'33"	0	16.8	35.09	330
			7	16	35.08	350
2	05°44'30"	80°52'17"	0	18.1	35.13	330
			5	17.9	35.07	345
3	05°44'11"	80°54'23"	0	16.6	35.08	330
			10	16.1	35.07	240
4	05°46'11"	80°53'22"	0	18.5	35.11	30
			5	18.3	35.10	15
5	05°46'01"	80°55'04"	0	17.1	35.06	340
			9	16.8	35.10	60
6	05°47'52"	80°54'03"	0	18.4	35.14	10
			5	18	35.13	50
7	05°48'26"	80°55'56"	0	18.2	35.10	355
			6	16.8	35.06	135
8	05°47'50"	80°57'28"	0	17.8	35.07	320
			9	16.4	35.1	60
9	05°49'12"	80°56'32"	0	18.9	35.08	55
			5	18.3	35.07	90
10	05°49'29"	80°57'50"	0	16.4	35.08	25
			7	15.7	35.08	180
11	05°48'50"	80°59'31"	0	16.1	35.07	115
			6	15.8	35.11	305
12	05°47'01"	81°00'28"	0	16	35.07	300
			16	13.8	35.06	225
13	05°48'25"	80°01'31"	0	17.1	35.06	300
			5.5	16.7	35.04	90
14	05°48'10"	80°02'16"	0	18.4	35.17	330
			13	16.8	35.18	180
15	05°46'49"	81°02'10"	0	16.7	35.09	315
			35	15.3	35.04	300
16	05°47'00"	81°03'04"	0	18	35.09	345
			17	16.4	35.04	200
17	05°45'56"	81°02'30"	0	16.5	35.1	290
			5	15.4	35.05	355
18	05°47'22"	81°05'04"	0	17.6	35.05	160
			22	16.5	35.06	55
19	05°48'13"	81°05'11"	0	18	35.06	125
			15	16.8	35.04	50
20	05°48'37"	81°05'35"	0	18.6	35.11	165
			28	16.1	35.05	110
21	05°49'49"	81°05'50"	0	18.1	35.06	210
			12	17.3	35.06	120

Tabla 2. Resultados Físicos y Químicos Bayóvar - Ensenada de Sechura. 08 - 10 mayo 1996

EST Nº	POSICION		TRANSP (m)	FONDO (m)	PROF (m)	OXIG (ml/l)	SULFUROS ug-at H S-S/l	pH	S.T.S (mg/l)	GRASA (mg/l)	DBO5 (mg/l)
	LATITUD	LONGITUD									
1	05°42'55"	80°52'33"	7.0	7.5	0.0	3.31	0.84	7.85	22.0	3.46	—
2	05°44'30"	80°52'17"	5.0	7.0	2.58	0.74	7.87	23.6	39.6	—	1.88
				5.5	0.0	2.25	0.98	7.99			
3	05°44'11"	80°54'23"	7.0	10.5	0.0	2.63	0.95	23.6	16.8	—	—
				10.0	1.50	0.68	7.88	19.2			
4	05°46'11"	80°53'22"	4.0	5.5	0.0	2.86	0.93	8.05	22.8	—	2.19
				5.0	1.82	1.11	8.03	19.6			
5	05°46'01"	80°55'04"	9.0	9.5	0.0	1.67	0.43	7.93	17.6	2.54	—
				9.0	1.96	0.84	7.94	14.8			
6	05°47'52"	80°54'03"	4.0	5.5	0.0	3.49	1.16	8.04	17.2	—	—
				5.0	2.93	0.60	8.08	15.6			
7	05°48'26"	80°55'56"	6.0	6.5	0.0	2.13	0.95	7.95	18.8	0.40	—
				6.0	1.91	1.16	7.97	18.4			
8	05°47'50"	80°57'28"	6.0	9.5	0.0	1.72	0.98	7.84	15.6	1.72	1.29
				9.0	2.33	0.89	7.90	15.2			
9	05°49'12"	80°56'32"	5.0	5.5	0.0	2.37	0.93	7.94	16.0	—	—
				5.0	2.48	0.83	7.93	16.4			
10	05°49'29"	80°57'50"	7.0	7.5	0.0	2.45	1.12	7.77	15.2	—	3.22
				7.0	2.36	1.18	7.86	14.0			
11	05°48'50"	80°59'31"	6.0	6.5	0.0	1.72	1.32	7.74	19.2	0.40	—
				6.0	2.25	1.00	7.86	45.2			
12	05°47'01"	81°00'28"	5.0	16.5	0.0	1.87	0.92	7.71	21.2	0.40	—
				16.0	0.79	1.04	7.73	22.0			
13	05°48'25"	80°01'31"	5.0	6.0	0.0	1.77	1.15	7.84	16.4	—	—
				5.5	1.72	1.12	7.89	21.2			
14	05°48'10"	80°02'16"	1.0	13.5	0.0	1.44	5.42	7.94	21.6	—	—
				13.0	0.76	0.44	7.79	18.4			
15	05°46'49"	81°02'10"	10.0	35.5	0.0	1.91	0.47	7.83	23.6	1.90	—
				35.0	2.05	0.91	7.78	17.2			
16	05°47'00"	81°03'04"	3.0	17.5	0.0	2.49	1.19	8.21	21.2	0.58	—
				17.0	1.24	0.91	7.97	15.2			
17	05°45'56"	81°02'30"	4.0	5.5	0.0	2.05	0.96	7.94	18.0	0.10	—
				5.0	0.68	0.93	7.84	15.2			
18	05°47'22"	81°05'04"	3.0	22.5	0.0	4.64	0.66	8.30	21.6	—	3.42
				22.0	0.84	0.66	7.89	18.4			
19	05°48'13"	81°05'11"	4.0	15.5	0.0	4.42	0.84	8.27	19.6	—	—
				15.0	2.10	0.98	8.08	28.8			
20	05°48'37"	81°05'35"	4.0	28.5	0.0	4.62	0.72	8.39	17.2	1.39	—
				28.0	0.51	0.81	7.84	16.8			
21	05°49'49"	81°05'50"	4.0	12.5	0.0	3.17	0.93	8.15	27.5	—	—
				12.0	1.12	0.96	7.75	35.8			

S.T.S = Sólidos Totales Suspendidos.

DBO5 = Demanda Bioquímica de Oxígeno.A17

DQO = Demanda Química de Oxígeno.

Tabla 3. Concentraciones de Nutrientes Bayóvar-Ensenada de Sechura (08 - 10 de mayo de 1996)

Estación	PROF.	FOSFATOS	SILICATOS	NITRATOS	NITRITOS
N°	(m)	(ug-at/l)	(ug-at/l)	(ug-at/l)	(ug-at/l)
1	0.0	1.45	22.96	10.49	1.13
	7.0	1.29	16.91	7.39	0.83
2	0.0	1.66	31.42	6.35	0.85
	5.0	1.52	21.93	6.37	0.80
3	0.0	1.38	21.63	7.94	1.24
	10.0	1.93	20.09	10.15	0.96
4	0.0	1.73	20.30	6.49	0.91
	5.0	1.45	21.42	5.61	0.80
5	0.0	1.55	22.55	8.78	0.94
	9.0	1.45	22.04	9.12	0.91
6	0.0	1.24	21.94	5.78	0.66
	5.0	1.59	22.96	5.55	1.02
7	0.0	1.76	28.50	6.39	0.96
	6.0	1.69	23.27	8.52	1.02
8	0.0	1.93	23.88	8.27	1.05
	9.0	1.97	23.27	11.95	1.18
9	0.0	2.10	27.47	6.86	1.18
	5.0	2.07	32.39	6.69	0.91
10	0.0	1.93	21.53	10.56	0.89
	7.0	1.90	24.60	11.76	1.07
11	0.0	2.07	25.63	9.33	0.99
	6.0	1.55	18.45	11.49	0.63
12	0.0	2.07	19.27	13.10	0.91
	16.0	2.07	27.88	13.82	0.17
13	0.0	1.73	24.09	11.55	1.10
	5.5	2.04	24.19	11.10	0.99
14	0.0	1.28	12.71	2.16	1.38
	13.0	2.10	34.34	10.07	0.55
15	0.0	1.93	24.91	9.98	1.27
	35.0	1.97	33.93	13.01	0.66
16	0.0	1.59	5.94	5.70	0.80
	17.0	2.07	25.93	11.69	1.27
17	0.0	1.79	19.89	9.68	1.05
	5.0	2.14	25.01	10.65	1.29
18	0.0	1.17	4.31	4.50	0.80
	22.0	2.10	15.89	9.63	0.88
19	0.0	1.17	7.28	4.04	0.99
	15.0	1.31	3.49	5.28	0.96
20	0.0	0.90	1.44	2.03	0.33
	28.0	1.31	24.60	7.98	1.35
21	0.0	1.10	5.13	3.99	1.13
	12.0	2.28	9.02	9.43	1.69

Tabla 4. Análisis Cualitativo de Fitoplancton Bayóvar - Ensenada de Sechura (08 - 10 de mayo de 1996)

ESTACION N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	19
TSM (°C)	16.8	18.1	16.6	18.5	17.1	18.4	18.2	17.8	18.9	16.4	16.1	16.0	17.1	18.4	16.7	18.0	17.6	18.0
DIATOMEAS																		
<i>Actinocyclus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	1	3	3	0	3	0
<i>Amphiprora</i> sp.	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Amphora</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Chaetoceros affinis</i>	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1
<i>Chaetoceros compressus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros constrictus</i>	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros costatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0
<i>Chaetoceros debilis</i>	3	3	3	3	2	2	1	3	2	3	2	2	1	1	1	1	0	1
<i>Chaetoceros dydimus</i>	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
<i>Climacosphenia moniligera</i>	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Coscinodiscus centralis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Coscinodiscus granii</i>	2	3	1	3	1	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	1	2
<i>Coscinodiscus perforatus</i>	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2	3	2	1	1	2	3	2	3
<i>Coscinodiscus wailesii</i>	0	1	0	1	1	2	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0
<i>Coscinodiscus</i> sp.	2	0	0	2	3	3	2	3	0	3	0	0	0	0	0	2	0	2
<i>Eucampia zoodiacus</i>	3	1	3	2	4	2	2	3	1	3	3	4	4	4	1	4	4	4
<i>Eucampia zoodiacus</i> (esporas)	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	3	1	1	4	1	0	4	0
<i>Detonula pumila</i>	3	1	3	2	4	3	3	2	1	2	1	3	3	3	2	2	3	2
<i>Grammatophora marina</i>	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0
<i>Gyrosigma</i> sp.	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	0	1	0
<i>Licmophora abbreviata</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1
<i>Lithodesmium undulatum</i>	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1
<i>Navicula</i> sp.	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1
<i>Planktoniella sol</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pleurosigma</i> sp.	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Pseudo-nitzschia closterium</i>	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rhizosolenia robusta</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Skeletonema costatum</i>	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1
<i>Stephanopyxis palmeriana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thalassiosira angulata</i>	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1

Continuación... Tabla 4. Análisis Cualitativo de Fitoplancton Bayóvar - Ensenada de Sechura (08 - 10 de mayo de 1996)

ESTACION N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	19	
TSM (°C)	16.8	18.1	16.6	18.5	17.1	18.4	18.2	17.8	18.9	16.4	16.1	16.0	17.1	18.4	16.7	18.0	17.6	18.0	
<i>Thalassiosira anguste-lineata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	
<i>Thalassiosira rotula</i>	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	
DINOFLAGELADOS																			
<i>Ceratium azoricum</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
<i>Ceratium buceros</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Ceratium tripos v. pulchellum</i>	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
<i>Ceratium tripos v. tripodioides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	
<i>Ceratium tripos c.c.</i>	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	
<i>Ceratium furca</i>	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	
<i>Ceratium fusus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
<i>Ceratium massiliense</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
<i>Dinophysis tripos</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Dissodinium asymmetricum</i>	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	
<i>Noctiluca millaris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
<i>Protoperdinium claudicans</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	
<i>Protoperdinium conicoides</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	
<i>Protoperdinium conicum</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	
<i>Protoperdinium crassipes</i>	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	
<i>Protoperdinium depressum</i>	2	1	2	1	2	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	3	2	
<i>Protoperdinium excéntrico</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
<i>Protoperdinium granii</i>	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	
<i>Protoperdinium longispinum</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	
<i>Protoperdinium mendiolae</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Protoperdinium murrayi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
<i>Protoperdinium oblongum</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
<i>Protoperdinium oceanicum</i>	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	
<i>Protoperdinium pellucidum</i>	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	
<i>Protoperdinium pentagonum</i>	2	0	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	0	1	
<i>Protoperdinium subinermis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	
<i>Scrippsiella trochoidea</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	
SILICOFLAGELADOS																			
<i>Dictyocha fibula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	

LEYENDA

Ausente : 0

Poco abundante : 2

Presente : 1

Abundante : 3

Muy abundante : 4

Tabla 5. Niveles de Hidrocarburos Disueltos Bayóvar - Ensenada de Sechura (08 - 10 / 05 / 96)

EST N°	POSICION		TEMP (°C)	HPDD ug/l *
	LATITUD	LONGITUD		
1	05°42'55"	80°52'33"	16.8	0.41
2	05°44'30"	80°52'17"	18.1	0.36
3	05°44'11"	80°54'23"	16.6	0.22
5	05°46'01"	80°55'04"	17.1	0.35
6	05°47'52"	80°54'03"	18.4	0.65
8	05°47'50"	80°57'28"	17.8	0.21
9	05°49'12"	80°56'32"	18.9	0.46
11	05°48'50"	80°59'31"	16.1	0.24
12	05°47'01"	81°00'28"	16.0	0.45
13	05°48'25"	80°01'31"	17.1	0.36
14	05°48'10"	80°02'16"	18.4	0.47
15	05°46'49"	81°02'10"	16.7	0.62
16	05°47'00"	81°03'04"	18.0	2.11
17	05°45'56"	81°02'30"	16.5	0.46
18	05°47'22"	81°05'04"	17.6	0.50
19	05°48'13"	81°05'11"	18.0	1.23
21	05°49'49"	81°05'50"	18.1	2.34

Tabla 6. Niveles de Hidrocarburos en Sedimento Bayóvar - Ensenada de Sechura (08 - 10 / 05 / 96)

EST N°	POSICION		FONDO (m)	H.P.A. ug/g *
	LATITUD	LONGITUD		
2	05°44'30"	80°52'17"	5.5	0.02
3	05°44'11"	80°54'23"	10.5	0.05
5	05°46'01"	80°55'04"	9.5	0.05
6	05°47'52"	80°54'03"	5.5	0.00
9	05°49'12"	80°56'32"	5.5	0.08
11	05°48'50"	80°59'31"	6.5	0.06
12	05°47'01"	81°00'28"	16.5	0.04
13	05°48'25"	80°01'31"	6.0	0.06
14	05°48'10"	80°02'16"	13.5	0.23
15	05°46'49"	81°02'10"	35.5	0.72
16	05°47'00"	81°03'04"	17.5	2.08
17	05°45'56"	81°02'30"	5.5	0.81
18	05°47'22"	81°05'04"	22.5	0.02
19	05°48'13"	81°05'11"	15.5	0.07
21	05°49'49"	81°05'50"	12.5	0.06

* Hidrocarburos de Tipo Aromático, expresado en unidades de criseno.

Tabla 7. Concentración de Metales Pesados en Sedimento Bayóvar - Ensenada de Sechura (08 - 10 / 05 / 96)

EST N°	POSICION		FONDO (m)	Cu (ug/g)*	Pb (ug/g)*
	LATITUD	LONGITUD			
1	05°42'55"	80°52'33"	7.5	—	15.10
2	05°44'30"	80°52'17"	5.5	6.20	14.52
3	05°44'11"	80°54'23"	10.5	5.12	12.52
4	05°46'11"	80°53'22"	5.5	5.55	13.30
5	05°46'01"	80°55'04"	9.5	5.57	12.46
6	05°47'52"	80°54'03"	5.5	5.62	12.44
7	05°48'26"	80°55'56"	6.5	7.86	—
9	05°49'12"	80°56'32"	5.5	9.43	10.65
10	05°49'29"	80°57'50"	7.5	9.46	11.07
11	05°48'50"	80°59'31"	6.5	9.60	10.99
12	05°47'01"	81°00'28"	16.5	6.34	10.33
13	05°48'25"	80°01'31"	6.0	13.36	12.87
14	05°48'10"	80°02'16"	13.5	16.03	11.58
15	05°46'49"	81°02'10"	35.5	19.29	11.08
16	05°47'00"	81°03'04"	17.5	5.60	7.94
17	05°45'56"	81°02'30"	5.5	24.64	9.82
18	05°47'22"	81°05'04"	22.5	—	11.68
19	05°48'13"	81°05'11"	15.5	11.66	13.56
20	05°48'37"	81°05'35"	28.5	12.48	9.65
21	05°49'49"	81°05'50"	12.5	—	12.29

* Expresado en muestra seca.

Tabla 8. Contenido de Metales Pesados en Especies Marinas Bayóvar - Ensenada de Sechura (10 / 05 / 96)

Estación N°	Nombre Común	Nombre Científico	Prof. (m)	N° Individuos analizados	Longitud Rango mm	Tejido analizado	Cobre (ug/g)*	Cadmio (ug/g)*	Plomo (ug/g)*
13	Concha de Abanico	<i>Argopecten purpuratus</i>	6.0	24	57.7 - 65.8	Cuerpo Total	0.40	0.26	< 0.12
21	Concha de Abanico	<i>Argopecten purpuratus</i>	12.0	20	63.3 - 84.6	Talo	0.30	0.22	< 0.12
21	Cangrejo violáceo	<i>Platyxanthus orbigny</i>	12.0	6	50.8 - 58.0	Quelas	2.74	—	< 0.12

* Referido a muestra húmeda.

Tabla 9. Evaluación del Muestreo por Playas del Area de Bayovar - Ensenada de Sechura
08 - 10 mayo de 1996

ESTACION	Punto Muestreo	FECHA	TEMP °C	OXIG (ml/l)	SULFUROS ug-at H2S-S/l	PH	DBO5 (mg/l)	SST (mg/l)	GRASA (mg/l)	HPDD ug/l	OBSERVACIONES
Bocana Estuario A - 1"	Entrada Bocana Virrilá	08-May-96	18.1	4.77	—	7.8	—	12.8	0.6	0.52	Zona de ingreso de agua de mar a estuario. Mar de aspecto límpido, se observa presencia de aves.
	Efluente B1"	08-May-96	23	0	10.3	8.23	41.75	19.2	0.89	477.5	Mar color verde acerado, de aspecto limpio, agua ligeramente turbia; presencia de abundante liza y otros peces; no se observaron manchas de grasa o aceite en superficie de mar. Tanques de recuperación de crudo proveniente de oleoducto. Pozas con gran capacidad de recepción de agua de lastre proveniente de embarcaciones, con salida exterior que desemboca a playa. No descargaba pero fue abierto para que efluente sea muestreado. Efluente de color oscuro, con olor a sulfuros.
Bayovar B	Z.M. a 10m descarga B2"	08-May-96	17.8	0.26	4.99	7.29	—	27.2	—	—	
	B3 Muelle a 150m línea de playa	08-May-96	17.3	4.96	0.92	7.85	—	34	—	8.92	
Puerto Rico C	A 50m línea playa	08-May-96	20	4.3	6.79	7.46	8.33	99.2	—	—	Caleta con abundante embarcaciones artesanales; también bolicheras en menor número. Franja del litoral muy deteriorada.
Minero Grau D	Efluente D1"	08-May-96	22	—	1.42	7.32	—	N.D.	—	—	Efluente color crema, con abundante sólido, invade gran parte de playa. Impactando área de descarga.
	Z.M. D2"	08-May-96	22.2	3.3	1.15	7.53	—	N.D.	—	—	Cuerpo receptor de descarga con gran turbidez y decoloraciones de mar, en una franja amplia.
Estuario Virrilá E	Puente (a mitad de estuario)	09-May-96	23.9	4.29	6.12	8.35	7.57	55.2	—	2.76	Mar color verde limón, marea baja. Presencia de liza, camarón chico, langostino. Pocas aves. (zona localizada a 15 km de la bocana de Parachique).
COPEINCA F	Muelle a 80m de línea playa	09-May-96	18.9	1.24	5.4	7.74	8.34	74.8	5.1	—	Mar de color verde acerado turbio (a 150m de línea de playa). Abundante embarcación. Planta en plena operación.
Playa Constante G	A 5m de línea playa	10-May-96	22	1.46	6.48	7.45	—	51.2	—	—	Mar de color verde blanquecino. estado de mar : 0. Playa con restos de basura. restos de langostinos, tortuga eviscerada, presencia de gaviolas, gallinazos.
Conservera Garrido H	A 20m de línea playa	10-May-96	21	3.46	—	7.82	—	26.4	0.6	—	Mar color verde turquesa, aspecto límpido. Playa limpia. Abundantes aves.
Pacífico Sur (Chala) I	A 5m de línea playa	10-May-96	21.3	2.24	1.18	7.64	—	23.6	—	—	Mar color verde blanquecino turbio. Presencia de aves. Playa limpia, manchas negruzcas abundantes restos de conchuelas cerca a canal de descarga.
Pacífico Sur (Fábrica) J	Frente a bocana a 5m de línea playa	10-May-96	21	0	10.32	7.56	19.17	15.2	2	—	Playa sucia. Presencia de algas. Basura alrededor, restos quemados. Restos metálicos en buena parte de playa.

DBO5 = Demanda Bioquímica de Oxígeno.

N.D. = No Determinado.

SST = Sólidos Suspendedos Totales

Z.M. = Zona de mezcla.

HPDD = Hidrocarburos de Petróleo disueltos y/o dispersos de tipo aromático, expresados en unidades de criseno.

Tabla 10. Concentración de Nutrientes: Muestreo por playas Bayóvar - Ensenada de Sechura (08 - 10 de mayo de 1996)

Ubicación	Estación N°	FOSFATOS (ug-at/l)	SILICATOS (ug-at/l)	NITRATOS (ug-at/l)	NITRITOS (ug-at/l)
Entrada a bocana de estuario	A1	1.79	19.99	7.08	0.69
Efluente : Oleoducto Bayóvar	B1	5.93	30.13	3.25	2.78
Z.M. a 10m de B1	B2	4.52	13.22	1.51	1.37
Extremo Muelle : a 150 m de línea playa	B3	5.76	9.63	1.83	1.92
Caleta Puerto Rico a ± 50 m línea playa	C	4.80	9.74	1.56	1.43
Efluente Minero Grau	D1	49.19	88.97	3.21	0.30
Z.M. a ± 6 m de línea playa	D2	32.84	51.97	1.80	2.58
Puente : Estuario Virrila	E	3.93	12.40	1.81	1.62
Muelle : COPE INCA	F	4.45	28.49	1.24	1.59
Playa Constante : a ± 5 m línea playa	G	8.18	26.44	4.64	0.63
Frente a Conservera Garrido a ± 20 m línea playa	H	5.59	28.70	4.17	1.10
Pacífico Sur (chata) : a ± 5 m línea playa	I	4.73	28.90	4.02	2.20
Al costado de "I", frente a bocana	J	10.00	37.10	3.03	1.70

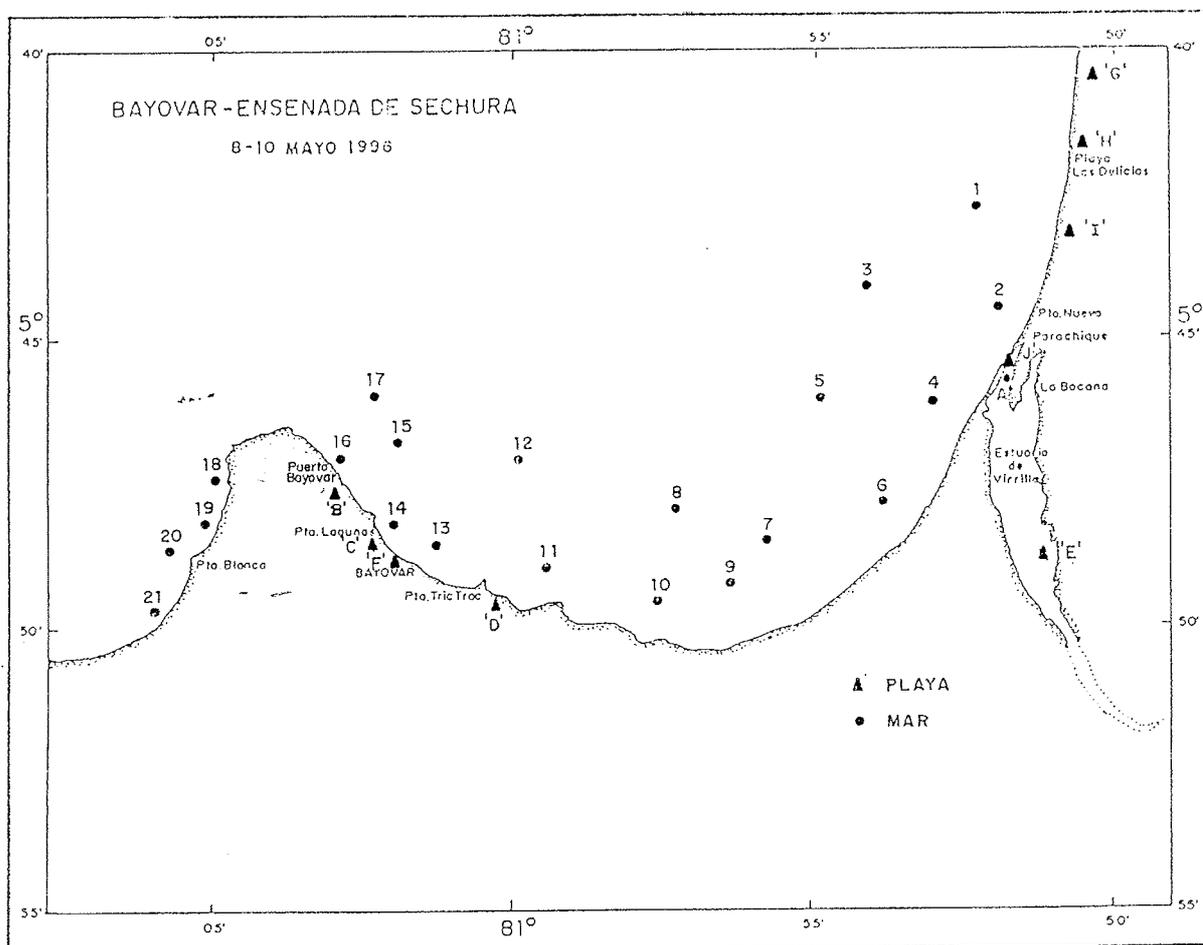


FIGURA 1. Carta de posiciones. Evaluación de la calidad del ambiente marino en el área de Bayóvar - Ensenada de Sechura. Mayo 1996.

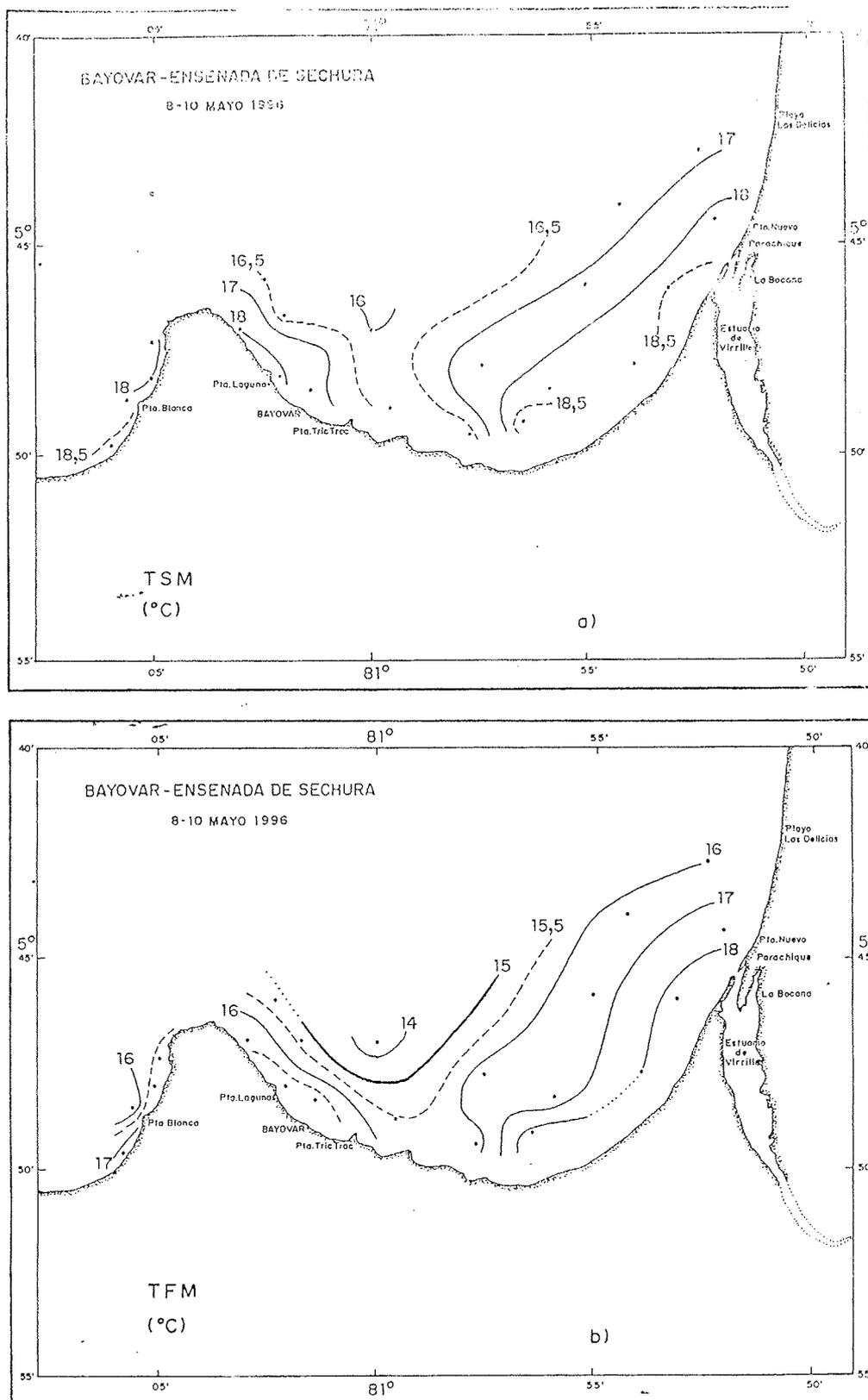


FIGURA 2. Distribución de temperatura en: a) Superficie y b) Fondo. Area de Bayóvar - Ensenada de Sechura. Mayo 1996.

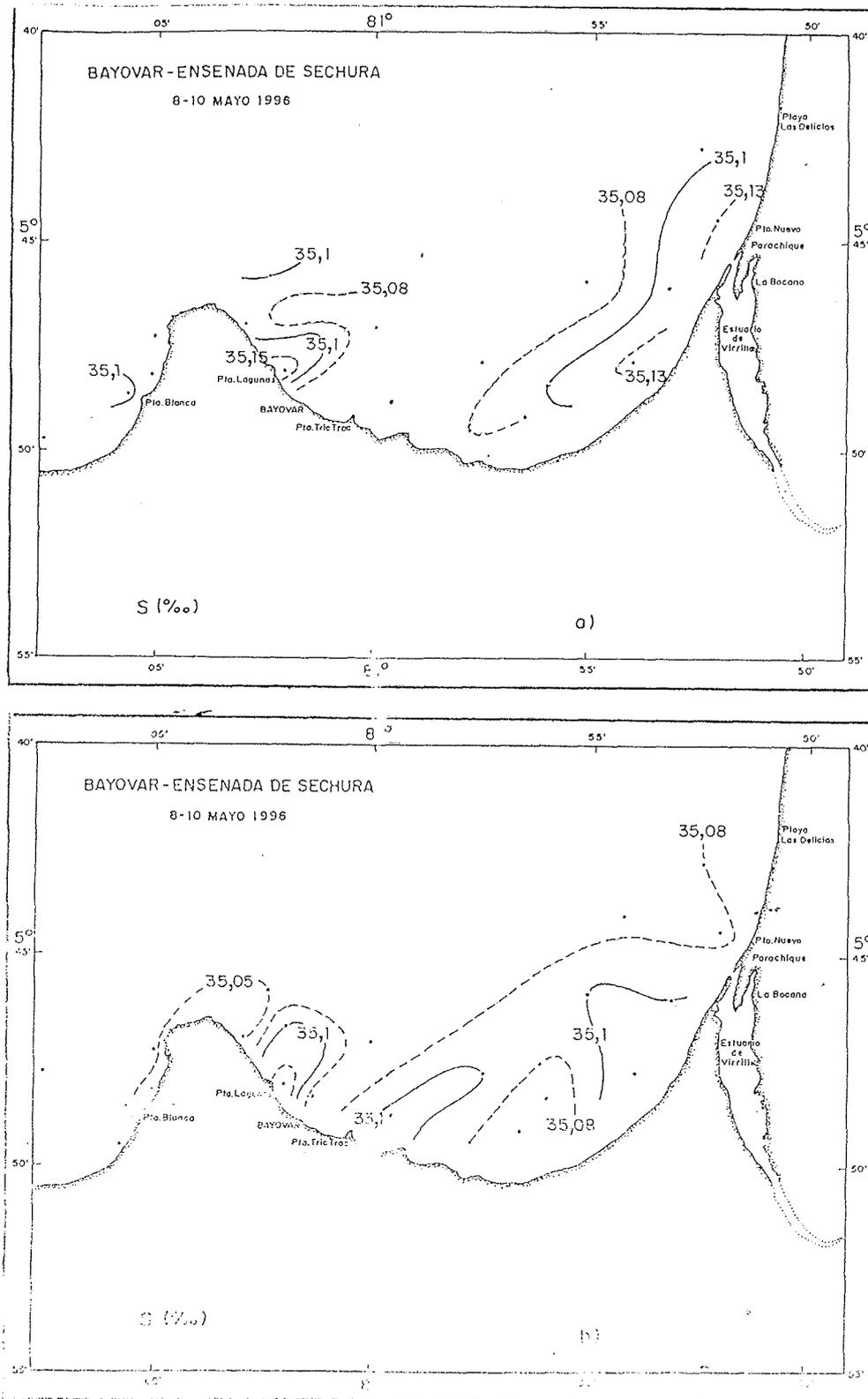


FIGURA 3. Distribución de salinidad en: a) Superficie y b) Fondo. Area de Bayóvar - Ensenada de Sechura. Mayo 1996.

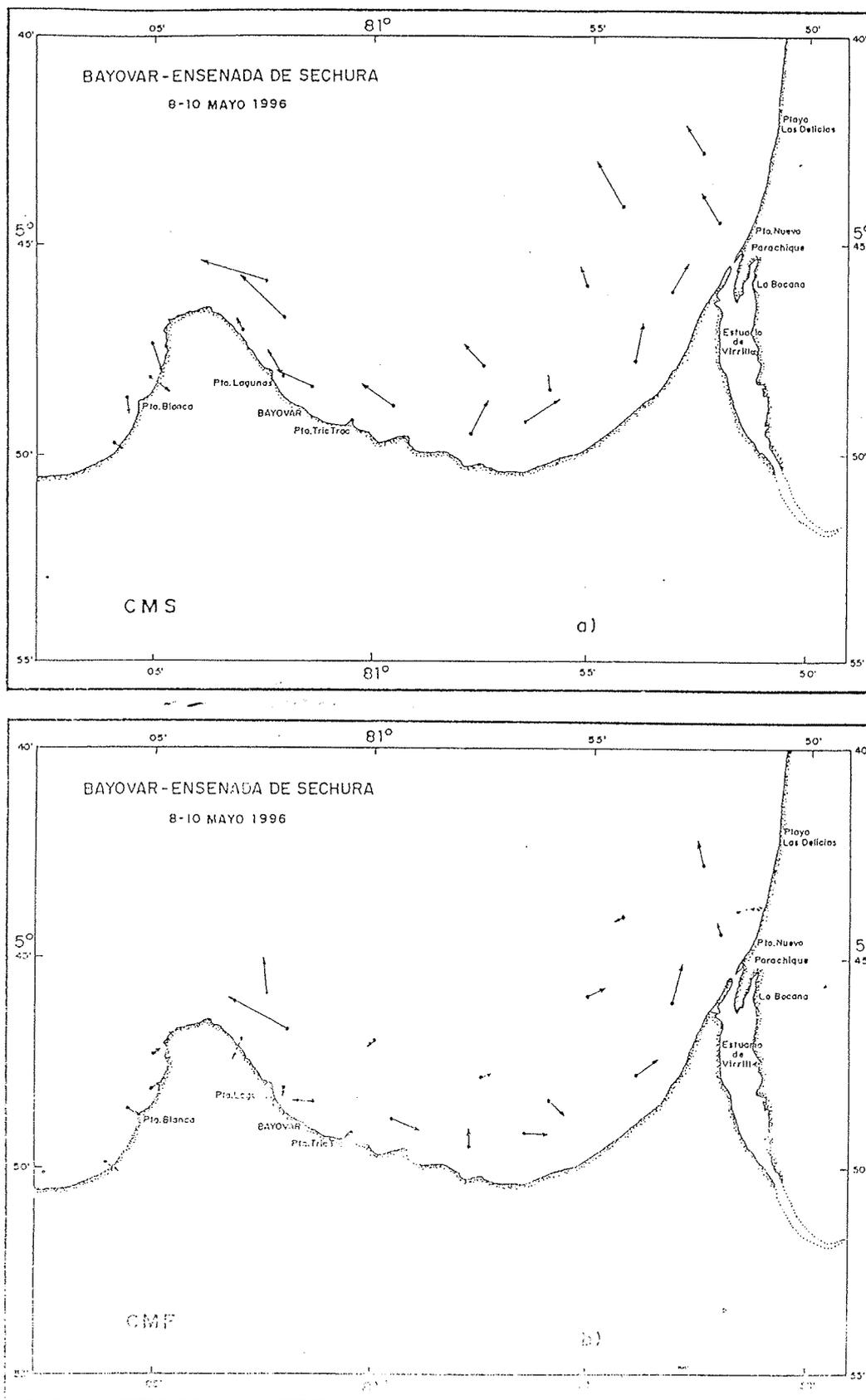


FIGURA 4. Distribución de la corriente marina en: a) Superficie y b) Fondo. Area de Bayóvar - Ensenada de Sechura. Mayo 1996.

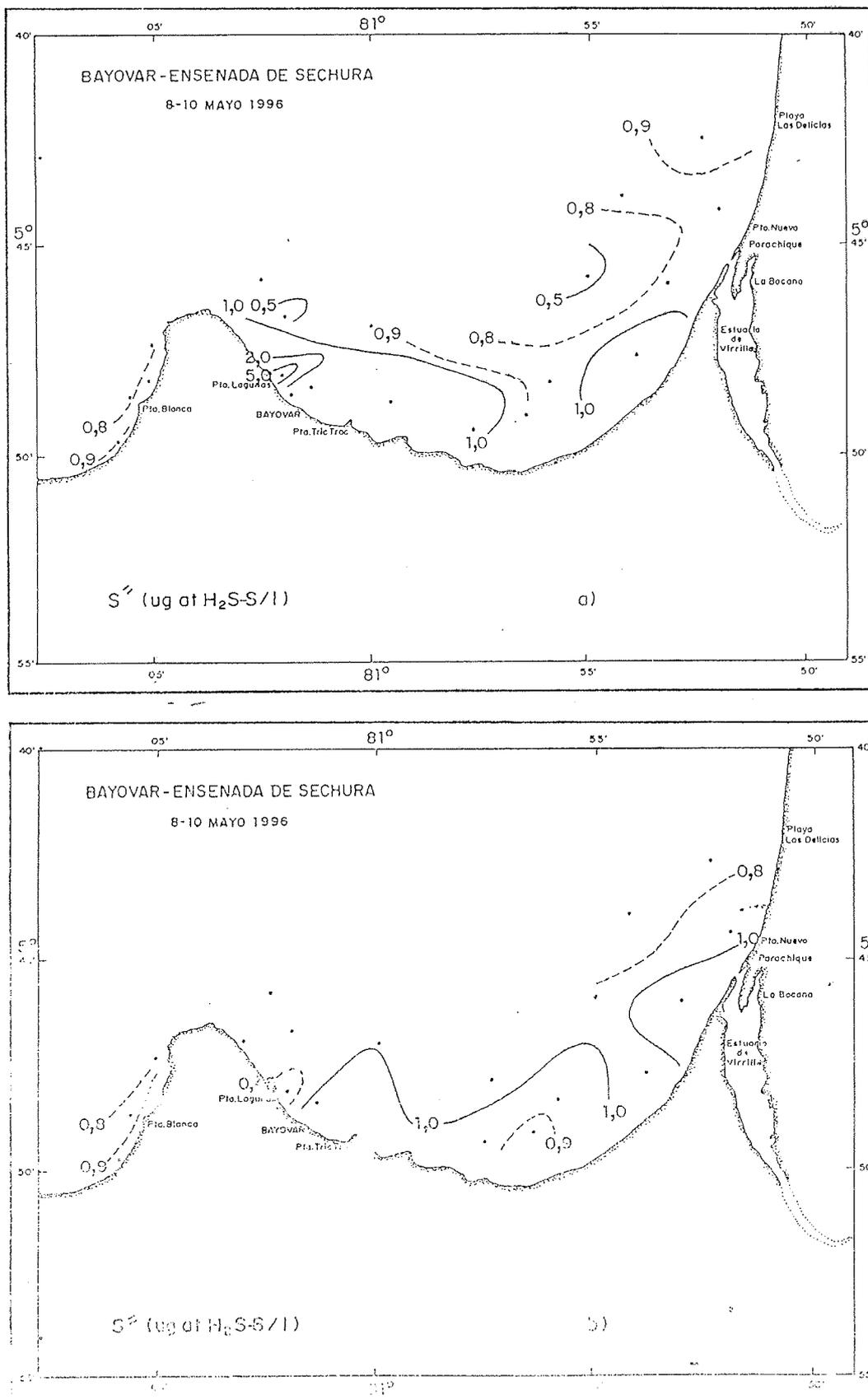


FIGURA 5. Distribución de oxígeno en: a) Superficie y b) Fondo. Area de Bayóvar - Ensenada de Sechura. Mayo 1996.

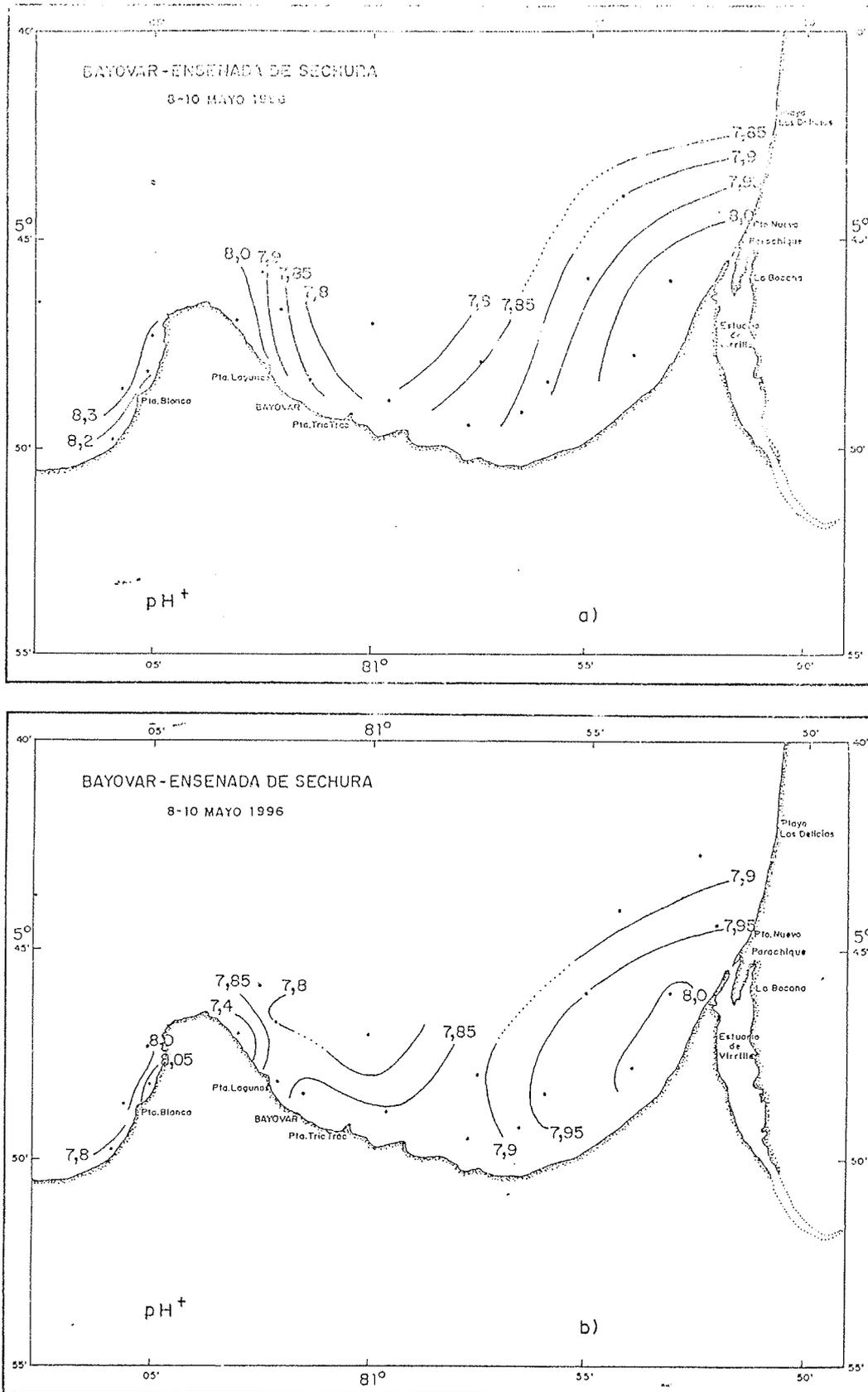


FIGURA 6. Distribución de sulfuro en: a) Superficie y b) Fondo. Area de Bayóvar - Ensenada de Sechura. Mayo 1996.

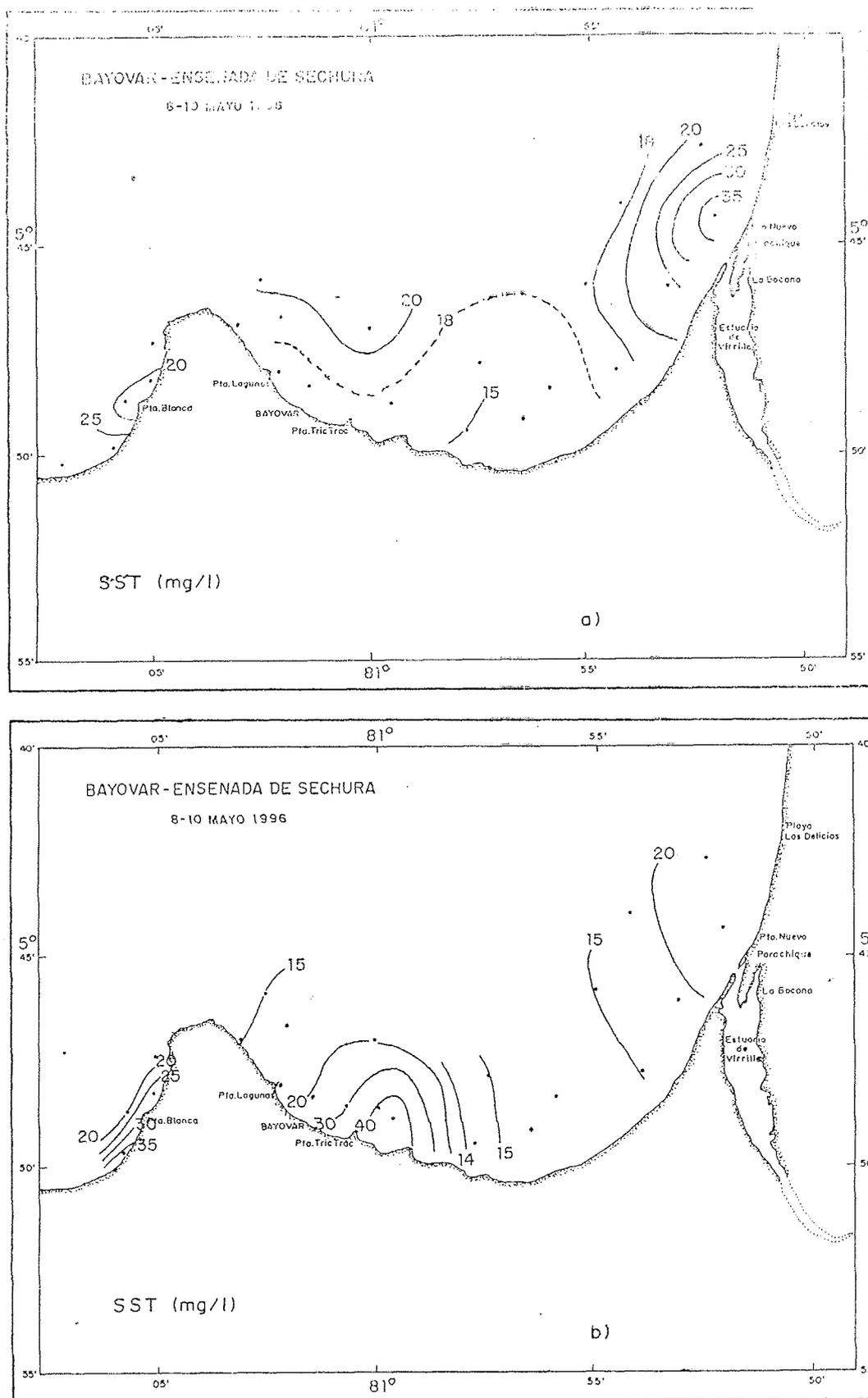


FIGURA 7. Distribución de potencial de iones hidronio en: a) Superficie y b) Fondo. Area de Bayóvar - Ensenada de Sechura. Mayo 1996.

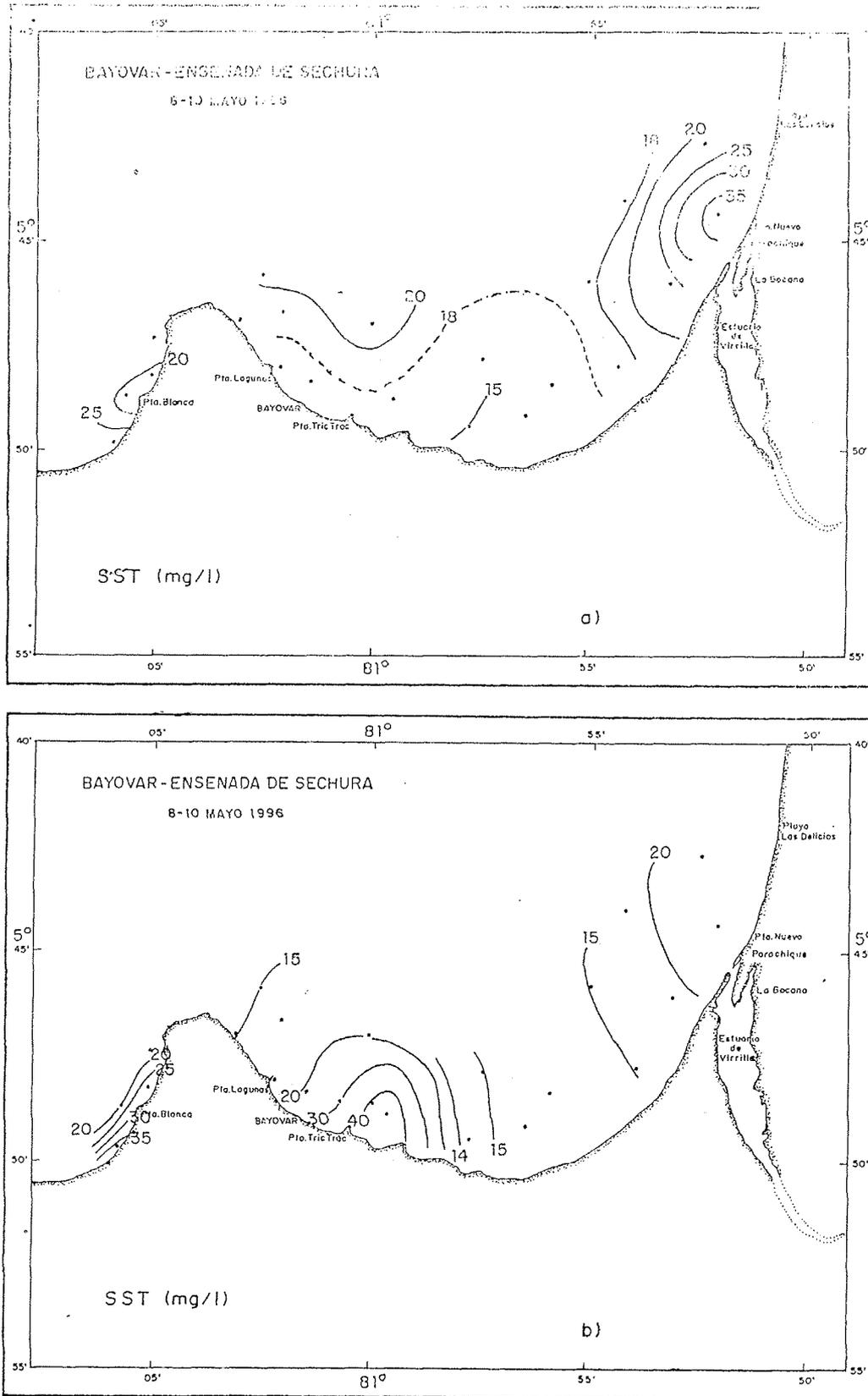


FIGURA 8. Distribución de sólidos en suspensión total en: a) Superficie y b) Fondo. Area de Bayóvar - Ensenada de Sechura. Mayo 1996.

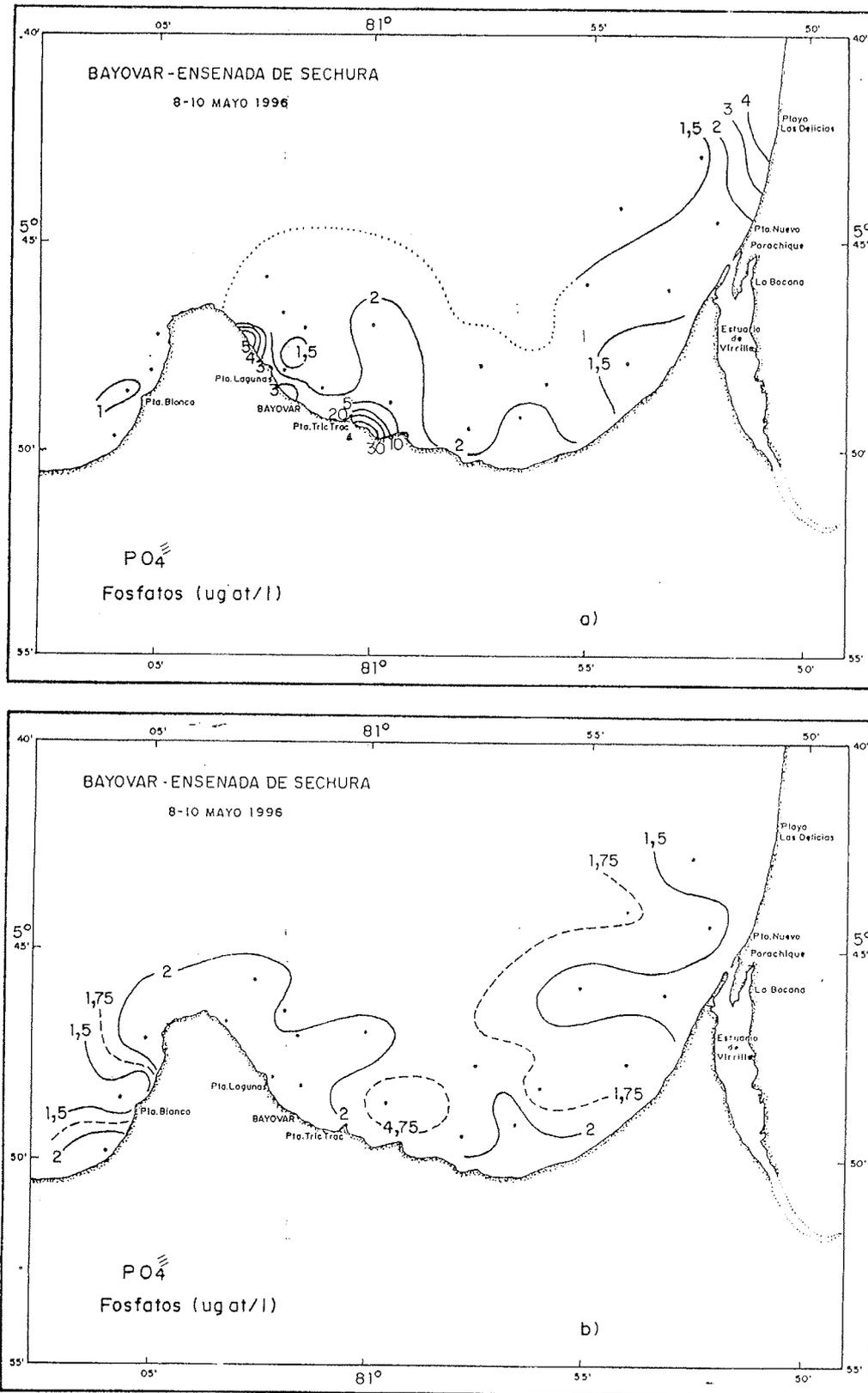


FIGURA 9. Distribución de fosfatos en: a) Superficie y b) Fondo. Area de Bayóvar - Ensenada de Sechura. Mayo 1996.

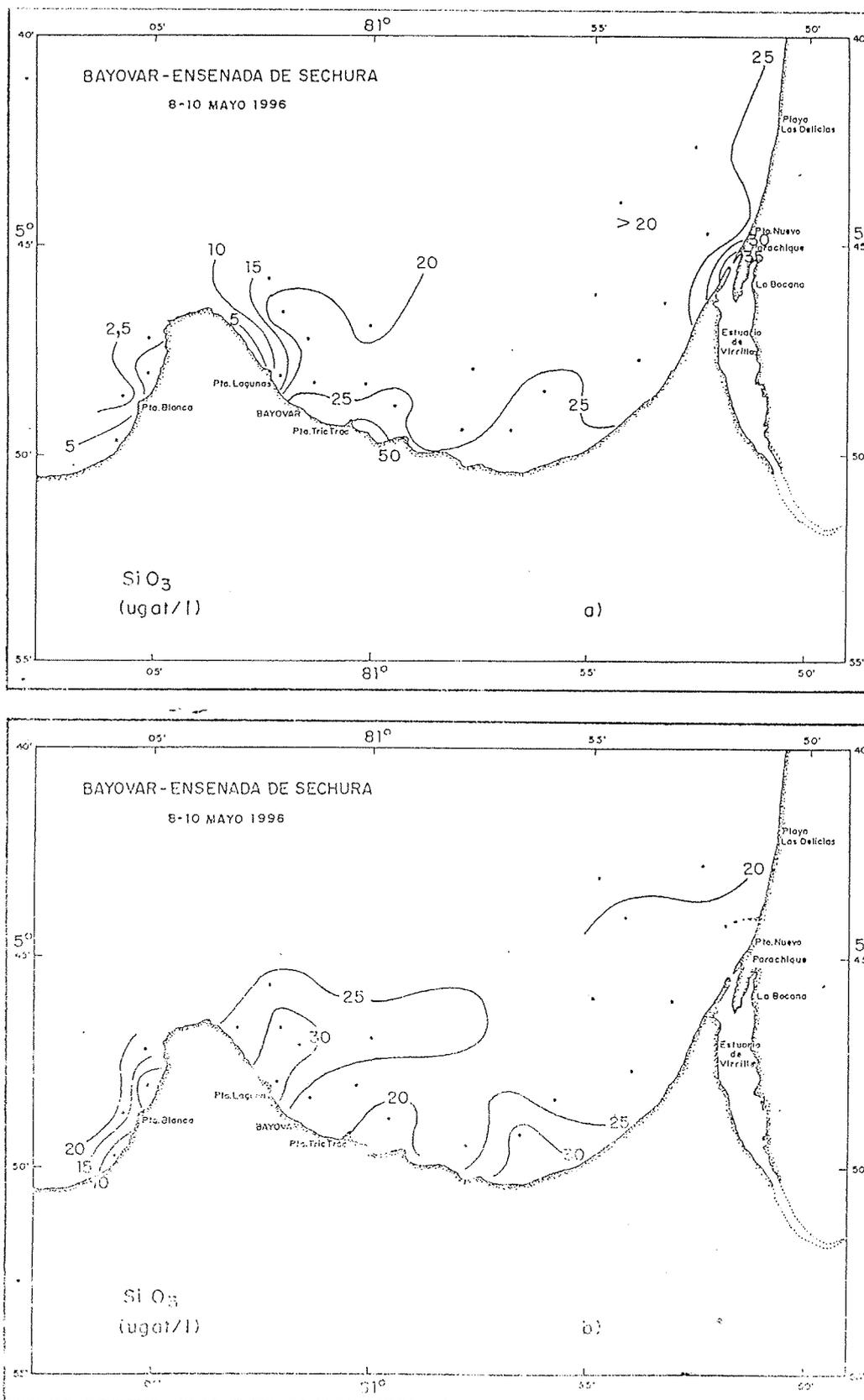


FIGURA 10. Distribución de silicatos en: a) Superficie y b) Fondo. Area de Bayóvar - Ensenada de Sechura. Mayo 1996.

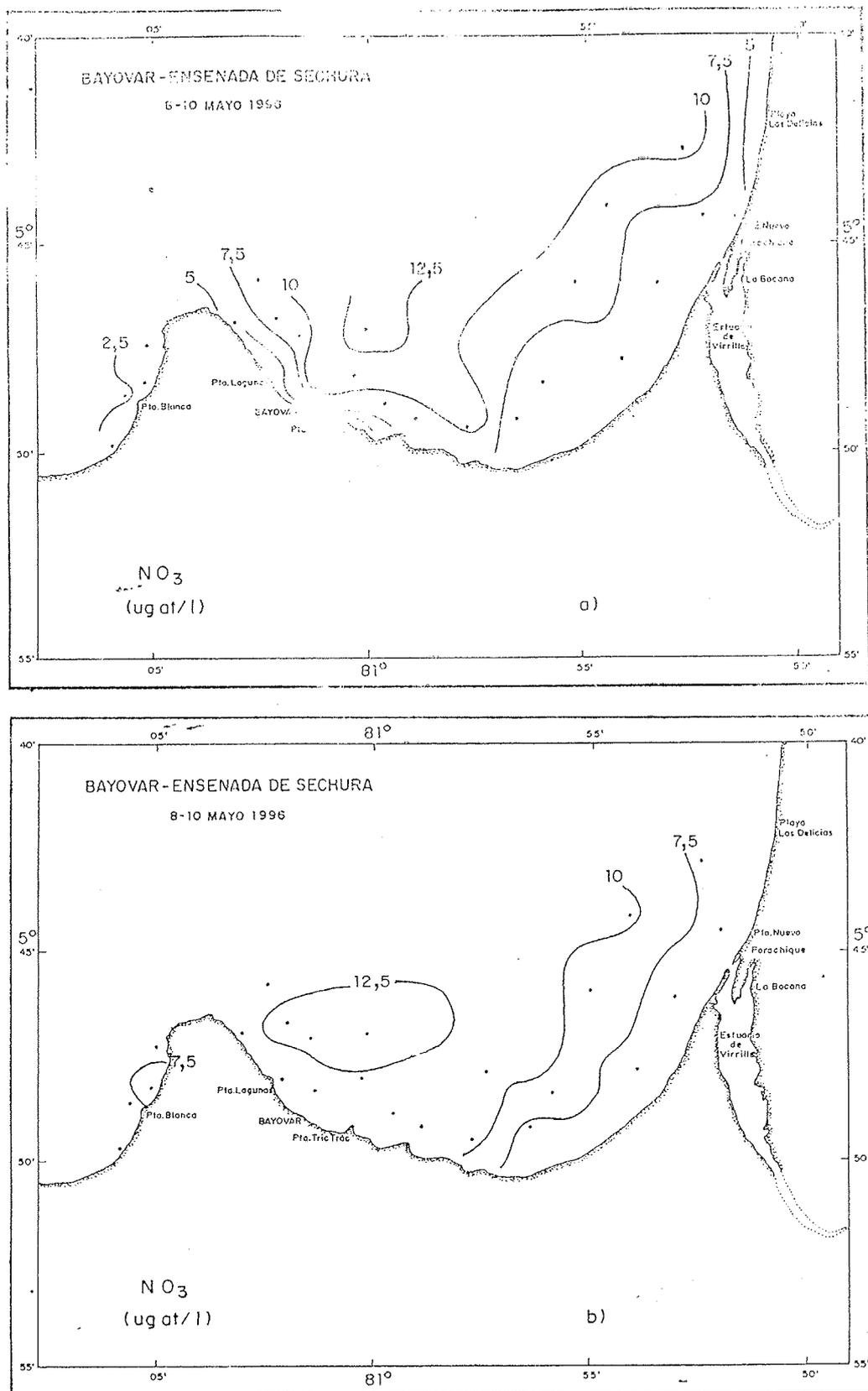


FIGURA 11. Distribución de nitratos en: a) Superficie y b) Fondo. Area de Bayóvar - Ensenada de Sechura. Mayo 1996.

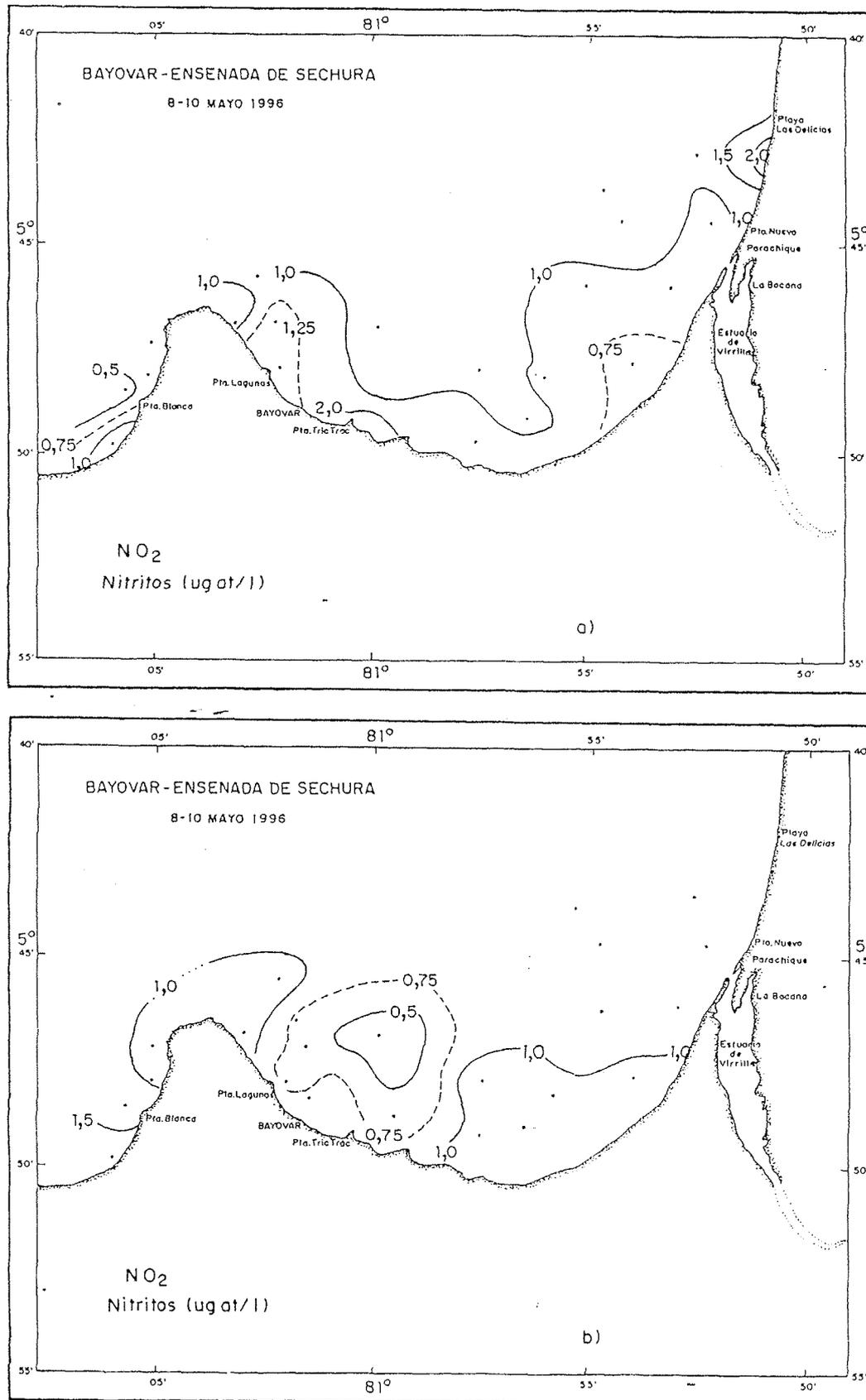


FIGURA 12. Distribución de nitritos en: a) Superficie y b) Fondo. Area de Bayóvar - Ensenada de Sechura. Mayo 1996.

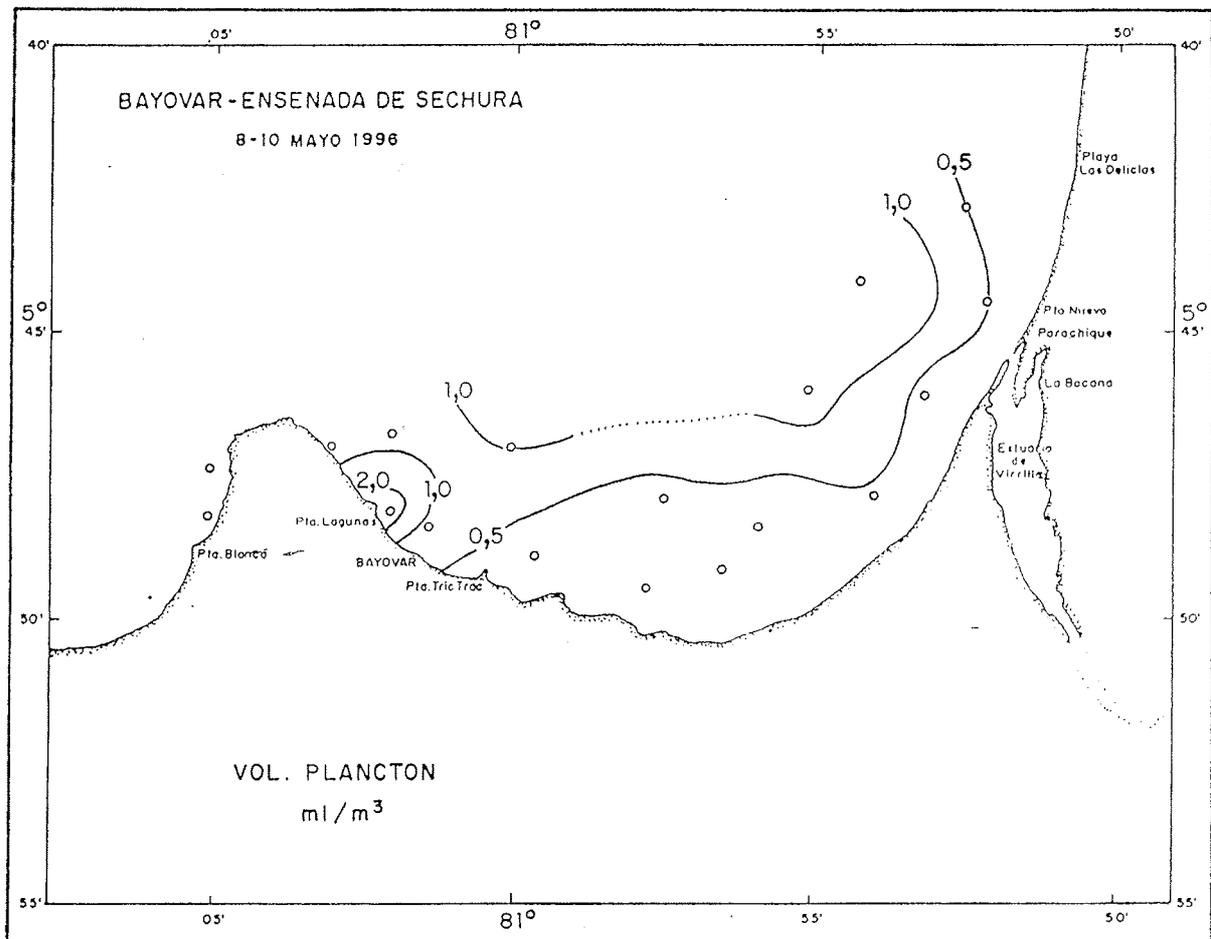


FIGURA 13. Distribución de plancton (volumen) en superficie. Area de Bayóvar - Ensenada de Sechura. Mayo 1996.

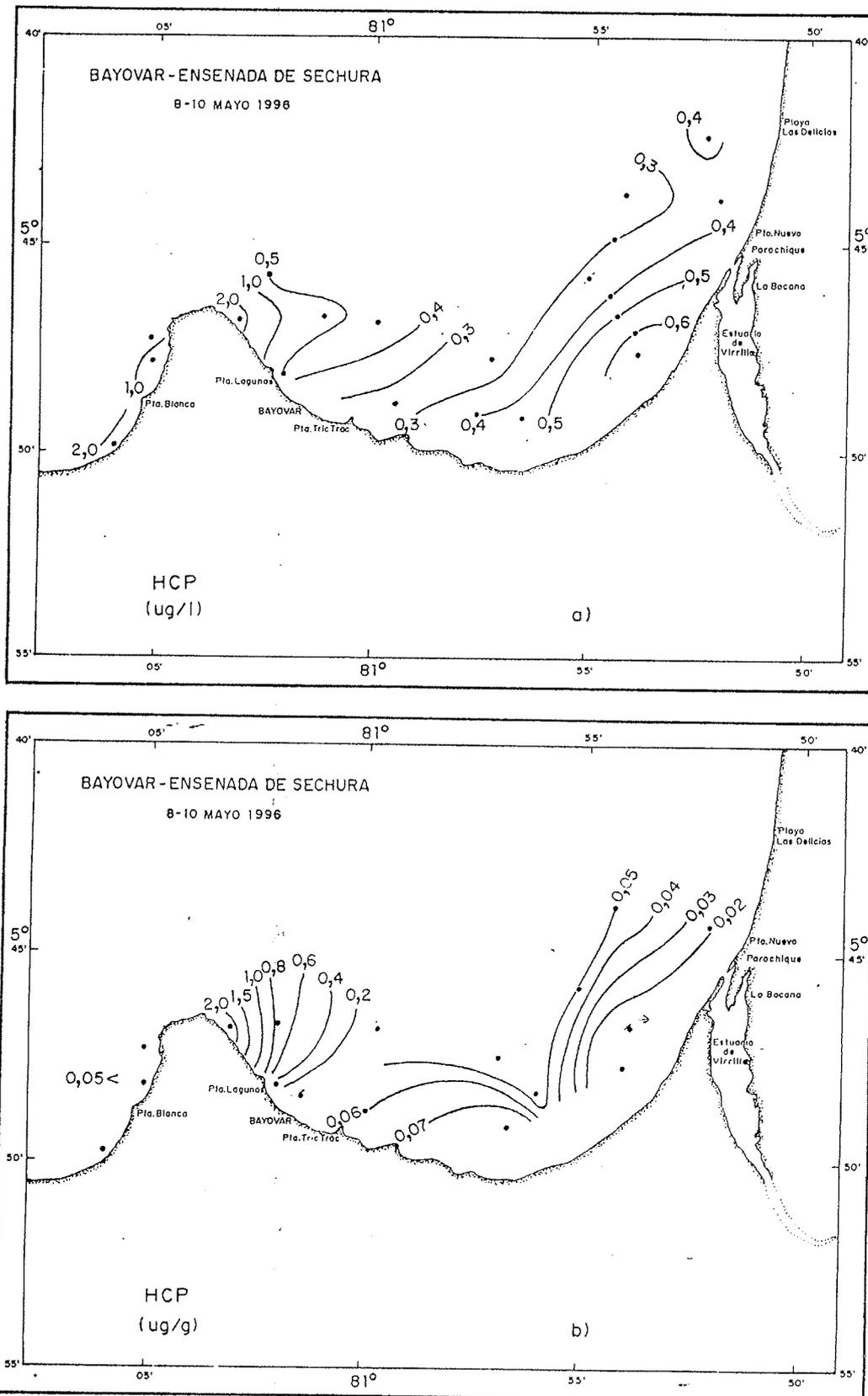


FIGURA 14. Distribución de hidrocarburos de petróleo aromáticos en: a) Agua y b) Sedimento. Area de Bayóvar - Ensenada de Sechura. Mayo 1996.

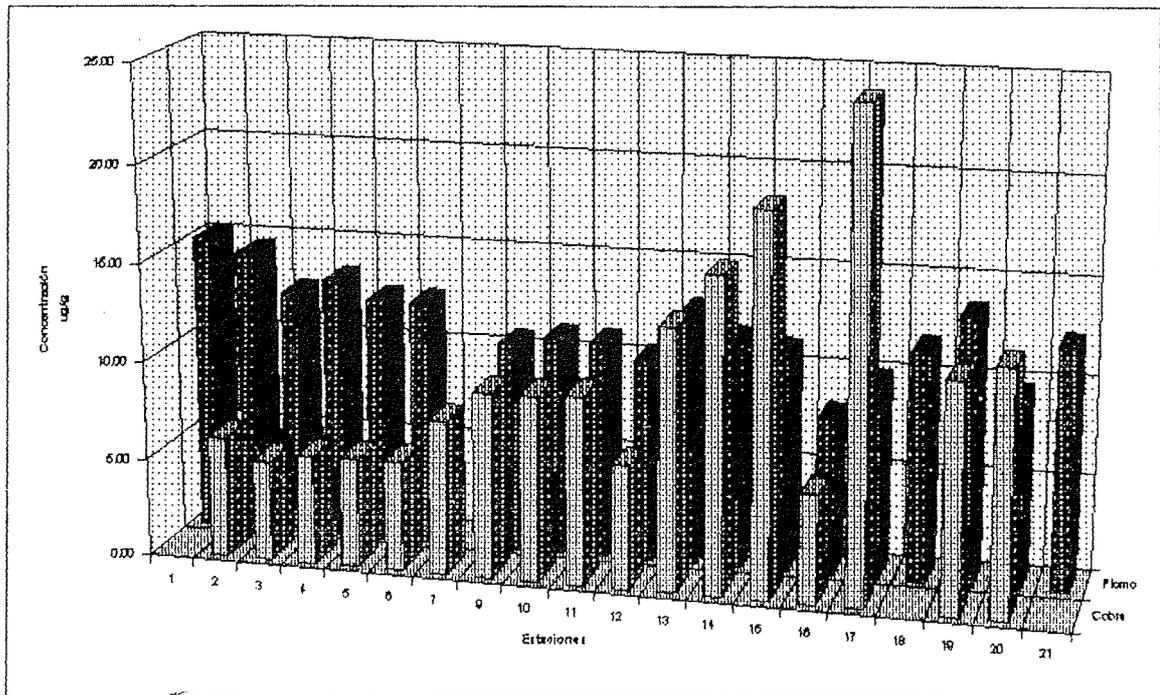


FIGURA 15. Concentración de metales pesados en sedimento marino. Area de Bayóvar - Ensenada de Sechura. Mayo 1996.

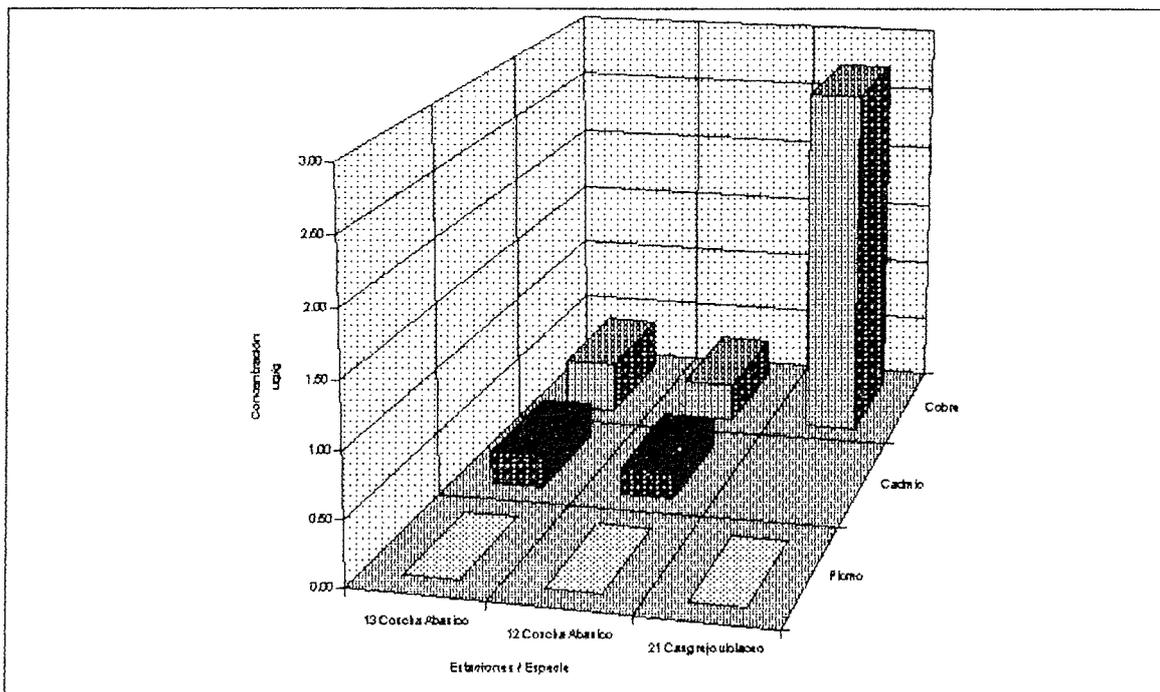


FIGURA 16. Concentración de metales pesados en organismo marino. Area de Bayóvar - Ensenada de Sechura. Mayo 1996.