



informe progresivo

nº
69

Noviembre
1997

**Evaluación de la población del recurso Concha de
abanico (*Argopecten purpuratus*) en la Isla Lobos de
Tierra y Bahía de Sechura. 05 - 16 junio 1997**

Juan Rubio, Anatolio Taipe, Silvia Aguilar 3

**Evaluación de la calidad del ambiente marino en la
Bahía Ferrol - Chimbote (17 - 19 abril 1996)**

*María E. Jacinto, Jorge Chávez, Octavio Morón,
Sonia Sánchez, José Córdova* 15

DGIRH - 46
DGIO - 34

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

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

EVALUACION DE LA CALIDAD DEL AMBIENTE MARINO EN LA BAHÍA FERROL, CHIMBOTE (17-19 ABRIL 1996)

María E. Jacinto

JORGE CHÁVEZ

Area de Contaminación Marina. DOQ. DGIO. IMARPE

Octavio Morón

SONIA SÁNCHEZ

Dirección de Información y Pronósticos Oceanográficos
DGIO. IMARPE

Area de Fitoplancton y Producción Primaria
DOB. DGIO. IMARPE

José Córdova

Area de Hidroquímica y Productividad
DOQ. DGIO. IMARPE

CONTENIDO

Resumen	15
1. Introducción	15
2. Materiales y métodos	16
2.1 Muestreo	16
2.2 Métodos	17
3. Resultados de la evaluación por mar	18
3.1 Parámetros hidrográficos y de circulación	18
3.2 Parámetros físicos y químicos	19
3.3 Nutrientes	21
3.4 Composición y distribución del plancton	22
3.5 Metales pesados	23
3.6 Hidrocarburos de petróleo	24
4. Resultados de la evaluación por playas	26
5. Conclusiones	27
6. Referencias	28
Tablas	29
Figuras	39

RESUMEN

Se presentan los resultados de los parámetros de calidad de agua, de los elementos y compuestos químicos evaluados del 17 al 19 de abril en 1996. Bajos valores de oxígeno y estados anóxicos, elevados sulfuros se registraron principalmente en la parte central de la bahía. La presencia de una importante descarga de materia orgánica a través de los efluentes que se extendieron y permanecieron en estaciones costeras fue determinado por medio del DBO₅ y DQO, los cuales superaron los límites de la Ley General de Aguas. Los elementos metálicos en sedimentos estuvieron dentro de los rangos de evaluaciones pasada y en los organismos estuvieron debajo de límites de FAO 1983. Los compuestos de hidrocarburos de petróleo en agua fueron mayores en relación a 1994 - 95. Las playas presentaron un aspecto crítico de contaminación.

1. INTRODUCCION

La bahía de Ferrol, que delimita el litoral costero de la ciudad de Chimbote, viene sufriendo un serio impacto proveniente de las descargas de actividades (pesqueras, siderúrgicas) y de la población (domésticas). La configuración semi encerrada

de la bahía y los procesos de circulación agudizan los problemas de contaminación.

Programas de monitoreo realizado en épocas de veda (octubre 1995) y actividad industrial pesquera (julio 1994) según JACINTO *et al.* 1996, permiten aseverar que estados críticos de calidad de agua en la bahía se asocian al incremento de los volúmenes de descargas industriales, cuando estas actividades se intensifican.

Las playas que bordean el litoral de la bahía se encuentran seriamente deteriorados, sobre todo en aquellas zonas donde se realiza el proceso de recuperación de aceite provenientes de las descargas pesqueras.

El presente informe corresponde a la evaluación realizada del 17 al 19 de abril de 1996. El objetivo del mismo fue monitorear el estado de calidad de la bahía en época de actividad industrial pesquera, así como evaluar los niveles de elementos (metálicos) y compuestos (hidrocarbonados) químicos en sedimentos y organismos del área de interés.

Los resultados determinaron el deterioro de la calidad del medio marino, con una menor intensidad que la observada en julio 1994 (JACINTO *et al.* 1996).

2. MATERIALES Y METODOS

2.1 Muestreo

El muestreo por mar se realizó del 17 al 19 de abril de 1996. El área evaluada estuvo comprendida entre los 09°04'25" - 09°09'15" S y 78°36'38" - 78°36'20" W.

En la figura 1, se presenta la carta de posiciones respectivas. Se realizaron 14 estaciones en dos niveles (superficie y fondo) a bordo de la embarcación "GATO GATIN" de aproximadamente 6 metros de eslora.

Se colectaron muestras de agua a nivel superficial (a través de un balde) y de fondo (con botella NisKin) para la determinación de parámetros físicos y químicos: temperatura, salinidad, oxígeno, pH, sulfuros, sólidos suspendidos, demanda química de oxígeno (DQO) 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 colectó un total de 13 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 mínima. Las muestras fueron observadas con formalina al 2%. Los volúmenes de plancton superficial (V) fueron obtenidos por centrifugación a 240 rpm durante 5 minutos.

En el muestreo por playa, se realizó 10 estaciones, comprendidas desde el norte (Siderúrgica - "A") hasta el sur (Alconcillo - "J"). Esta evaluación

comprendió efluente y zonas de mezcla entre 5 a 10 m de orilla, para la determinación de oxígeno, pH, sulfuros, sólidos suspendidos totales, grasa, salinidad, nutrientes, demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno e hidrocarburos de petróleo

2.2 Métodos

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 (cobre) 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.
- Para la determinación de salinidad se utilizó el salinómetro KAHLISICO R-10.
- La temperatura superficial se registró con un termómetro de balde y la de fondo con un termómetro de inversión.

3. RESULTADOS DE LA EVALUACION POR MAR

3.1 Parámetros hidrográficos y de circulación

En la tabla 1, se presentan los resultados hidrográficos de las muestras colectadas a dos niveles.

La profundidad del área evaluada varió entre los 6 a 26 m; la transparencia determinada por disco Secchi fluctuó de 0,70 a 3,00 m que se observó en las estaciones 6 (9,0m) y 10, 12 respectivamente; estos últimos de 8m de profundidad.

Temperatura

En la bahía de Ferrol se registraron temperaturas superficiales entre 17,2 a 20,3 °C con un promedio de 19,0 °C. La distribución de isotermas en la superficie de la bahía Ferrol mostraron los máximos valores (mayores de 20 °C) próximos a la línea costera, entre Pesca Mar y Muelle Gildemeister (figura 2a), mientras que las mínimas (<18,0 °C) y como producto de afloramiento de la parte sur y próximos a la costa. Valores medios de 18,5 y 19,5 °C cubren las bocanas de la bahía.

A medio metro del fondo, la temperatura presentó variación de 16,1 a 17,9 °C, con promedios de 16,9 °C. Al igual que en superficie los valores más elevados (>17,0 °C) se presentaron en el área norte aunque en este nivel con mayor amplitud, ya que logran alcanzar la Isla Blanca (figura 2b).

Las bajas temperaturas (<16,6 °C) se han presentado en la bocana norte y en gran parte en la bocana principal, por esta última ingresan las aguas frías proyectándose hasta el área costera (zona sur), las que convergen con las bajas profundidades y afloran, dando lugar a las bajas temperaturas observadas en superficie.

Salinidad

La salinidad en superficie fluctuó entre los 34,71 a 34,99 ‰, las aguas de mezcla (<34,9‰), originadas por la interacción de las aguas de mar y la descarga de los colectores, se pueden observar en toda la zona norte y a lo largo de la bocana principal (figura 3a), mientras que Aguas Costeras Frías (> 34,9‰) han ingresado por la capa subsuperficial y afloran por la zona sur de la bahía.

A medio metro del fondo las salinidades se han presentado más homogéneas, variando entre 34,90 a 35,07 ‰, los bajos valores (< 35,0‰) ingresan por el extremo sur y también se observan en la bocana norte, mientras que los valores más elevados se concentran en la parte central del área norte (figura 3b).

Circulación marina

La circulación en superficie ha presentado flujos en sentido antihorario de la zona central hacia el sur de la bahía, dejando esta por la parte central de la

bocana (figura 4a), mientras que en la zona norte se presentaron flujos variados y de menor intensidad; esto último significa poca remoción de estas aguas en la zona, existiendo una menor dinámica de las aguas que en la parte sur.

Asimismo, a medio metro del fondo se apreció flujos hacia el interior de la bahía por la bocana principal (figura 4b), las que se proyectaron hasta proximidades de la línea costera, girando hacia el norte siguiendo la configuración de la costa.

3.2 Parámetros físicos y químicos

En la tabla 2 se presentan los resultados de los análisis físicos y químicos de calidad de agua, a dos niveles.

Oxígeno

Los valores de oxígeno a nivel superficial fluctuaron de 0,0 a 2,4 mL/L correspondiéndole el máximo valor a la estación 13, ubicada al sur de la bahía. Los valores anóxicos se presentaron en las estaciones 5, 6, 7, 8 y 14; las cuatro primeras ubicadas en la parte central de la bahía. La mediana de distribución fue de 0,20 mL/L de oxígeno en el área evaluada. Se observó una tendencia creciente con valores anóxicos en el centro de la bahía hasta isooxígenas de 2,0 mL/L hacia el sur de la bahía (figura 5a); al norte se observó isooxígenas de 0,2 mL/L.

Al nivel de fondo, los valores oscilaron de 0,0 a 0,80 mL/L; predominando la anoxia en las estaciones 5 y 6, y correspondiéndole también a la estación 13 el valor máximo. La mediana de distribución fue de 0,35 mL/L, ligeramente superior a la superficie. En la figura 5b, se registró la misma tendencia creciente hacia el sur. La isooxígena de 0,5 mL/L se observó tanto al norte como en el extremo sur de la bahía.

Estos valores registrados en ambos niveles fueron inferiores a los detectados en octubre de 1995 (época de veda) donde los valores de oxígeno a nivel superficial y de fondo fueron de 2,3 - 8,5 mL/L y de 0,3 - 5,3 mL/L respectivamente (JACINTO *et al.* 1996). Si se compara con julio 94 (época de gran actividad industrial pesquera), las concentraciones de oxígeno fueron muy similares en ambas épocas.

Sulfuros

Las concentraciones de sulfuro en superficie fluctuaron de 1,07 - 11,6 $\mu\text{g-at H}_2\text{S-S/L}$ correspondiente a las estaciones 12 y 8 respectivamente. A los valores máximos de sulfuro les correspondieron las estaciones anóxicas ubicadas en la parte central de la bahía. La mediana de distribución en el área evaluada fue de 6,74 mL/L de sulfuros. La distribución superficial (figura 6a) mostró una tendencia decreciente del centro al sur de la bahía, inverso a lo registrado para el oxígeno en superficie.

En fondo, las concentraciones variaron de 0,6 a 16,2 $\mu\text{g-at H}_2\text{S-S/L}$, hallados en las estaciones 9 y 5 respectivamente, esta última anóxica. En la

figura 6b, las isolíneas de 15 $\mu\text{g-at H}_2\text{S-S/L}$ al frente de las fábricas pesqueras van decreciendo hasta 1,0 $\mu\text{g-at H}_2\text{S-S/L}$ conforme se alejaron con tendencia al sur.

Estos valores son muy superiores a las concentraciones halladas en octubre de 1995 (época de veda) pero muy inferiores a las concentraciones registradas durante época de intensa actividad industrial (julio 94). Estas concentraciones superaron los límites establecidos en la clase V, VI de la Ley General de Aguas (LGA).

Potencial de iones Hidronio (pH)

Este parámetro es un factor básico en los sistemas químicos y biológicos de las aguas naturales.

El pH o potencial de iones hidronio en superficie varió de 7,09 - 7,84 correspondientes a las estaciones 12 y 13 (ubicadas al sur de la bahía) respectivamente. Al valor máximo de pH, le correspondió la máxima de oxígeno. El pH de 7,41 fue el valor mediano de distribución en el área evaluada. La distribución (figura 7a) mostró una tendencia casi creciente hacia el sur.

A nivel de fondo, el pH varió de 7,3 - 7,8 con una mediana de distribución de 7,7; en la figura 7b, la isolínea de 7,7 ,predominó del centro de la bahía hacia el sur, registrándose valores muy homogéneos a este nivel, con excepción del extremo sur (estación 12).

Estos valores son normales y se ajustan a los requerimientos de calidad acuática.

Sólidos Suspendidos Totales (SST)

Las concentraciones de SST a nivel superficial oscilaron de 11,6 a 33,2 mg/L correspondientes a las estaciones 13 (al sur) y 4 (al sur de colector y frente a pesqueras) respectivamente; la mediana de distribución fue de 17,2 mg/L. En la fig. 8a, isolíneas de 30 mg/L al norte, fueron decreciendo hacia el centro y sur de la bahía.

A nivel de fondo los valores fueron de 12,8 a 29,2 mg/L halladas en las estaciones 11 y 8 respectivamente. La mayor concentración de sólidos que ingresaron por la bocana principal con isolíneas de 25 mg/L (figura 8b), mostraron un decrecimiento hacia el interior de la bahía conforme a los flujos de circulación; se observó un incremento en la estación 6 (frente a tanques PP y pesqueras).

Demanda bioquímica (DBO₅) y demanda química de oxígeno (DQO).

Ambos parámetros se utilizan para determinar la cantidad de oxígeno requerido para descomponer la materia orgánica sea por procesos biológicos o de oxido reducción respectivamente.

Estos parámetros se evaluaron en determinadas estaciones; los valores de DBO5 fluctuaron de 1,5 a 16,4 mg/L halladas en las estaciones 10 y 5 respectivamente.

Las concentraciones de DQO variaron de 4,1 a 40,8 mg/L correspondientes a las estaciones 13 y 6 respectivamente.

Los valores de DBO5 halladas en las estaciones 1, 5 y 6 superaron el límite establecido por la Ley General de Aguas (clase V-VI). Los valores de DQO están relacionados con los valores de DBO5, registrándose en esta oportunidad concentraciones que superan lo encontrado en octubre 1995 (JACINTO *et al.* 1996).

3.3 Nutrientes

En la tabla 3, se presentan los resultados de las concentraciones de nutrientes en la bahía Ferrol - Chimbote.

Los *fosfatos* en superficie (figura 9a) variaron de 2,6 a 11,6 $\mu\text{g-at/L}$ ubicados en las estaciones 13 y 6 respectivamente. La mediana de distribución fue de 5,6 $\mu\text{g-at/L}$ para el área evaluada. Las mayores concentraciones se ubicaron frente a las pesqueras que se extendieron al norte y sur en isolíneas de 20 y 10 $\mu\text{g-at/L}$ paralelo a la línea costera; una isolínea de 5,0 $\mu\text{g-at/L}$ predominó entre el centro y sur de la bahía.

A nivel de fondo (figura 9b), las concentraciones fueron de 2,3 a 6,6 $\mu\text{g-at/L}$ correspondientes a las estaciones 10 (18,5m) y 6 (9,0m) respectivamente. El valor mediano de distribución fue de 3,0 $\mu\text{g-at/L}$. Isolíneas de 5,0 y 2,5 $\mu\text{g-at/L}$ se extendieron entre el centro y sur de la bahía.

Los *nitratos* en superficie, oscilaron de 1,3 a 3,9 $\mu\text{g-at/L}$ registrados en las estaciones 3 y 10 respectivamente, con una mediana de distribución de 2,2 $\mu\text{g-at/L}$ en toda la bahía. Se registró (figura 10a) una predominancia de isolíneas de 2,0 y 3,0 $\mu\text{g-at/L}$ en la bahía. A nivel de fondo (figura 10b), las concentraciones fluctuaron de 2,9 a 10,8 $\mu\text{g-at/L}$ hallados en las estaciones 3 y 7 respectivamente; el valor mediano fue de 6,1 $\mu\text{g-at/L}$. La distribución fue más uniforme con isolíneas de 5,0 y 10,0 $\mu\text{g-at/L}$.

Los *nitritos* en superficie con concentraciones de 0,8 a 1,7 $\mu\text{g-at/L}$ halladas en las estaciones 7 y 1 respectivamente; el valor mediano de distribución fue de 1,4 $\mu\text{g-at/L}$. En la figura 11a, la isolínea de 1,0 $\mu\text{g-at/L}$ predominó en toda la bahía. A nivel de fondo, los valores fueron ligeramente superiores con concentraciones de 0,9 a 3,7 $\mu\text{g-at/L}$ correspondientes a las estaciones 3 y 2 respectivamente; la mediana de distribución fue de 2,5 $\mu\text{g-at/L}$. Valores de 2,0 $\mu\text{g-at/L}$ predominaron al centro y sur de la bahía con un crecimiento hacia el norte cerca a la bocana chica (figura 11b).

Los *silicatos* a nivel superficial presentaron valores de 17,0 a 26,1 $\mu\text{g-at/L}$ hallados en las estaciones 3 y 9 respectivamente, con una mediana de distribución de 22,1 $\mu\text{g-at/L}$. En la figura 12a, las mayores concentraciones se ubicaron entre muelle Minerales y colector Florida con isolíneas que

fueron decrecientes hacia el sur; niveles de 25 y 20 $\mu\text{g-at/L}$ se detectaron en la parte central de la bahía. A nivel de fondo (figura 12b), los valores fueron mayores que en superficie, fluctuando de 24,8 a 50,1 $\mu\text{g-at/L}$ correspondientes a las estaciones 10 y 6 respectivamente. Isolíneas decrecientes conforme se aleja de línea costera, se ubicaron frente a pesqueras. Hacia el extremo sur de la bahía se observó una tendencia creciente.

Si los niveles de nutrientes se comparan con evaluaciones pasadas, se observa mayores niveles en períodos de actividad industrial, sobre todo en el contenido de fosfatos tanto a nivel de superficie y fondo, con una tendencia creciente desde julio 1994 a abril 1996. Las concentraciones de nitratos a nivel de fondo se incrementaron en abril de 1996.

3.4 Composición y distribución del plancton

Los volúmenes de plancton superficial fueron muy bajos (figura 13), fluctuando entre 0,09 mL/m^3 (estación 11) y 0,43 mL/m^3 (estación 4), con un volumen promedio de 0,174 mL/m^3 , asociados a temperaturas entre 17,2 y 20,3 °C.

El 99% de las estaciones analizadas presentaron una dominancia del fitoplancton, correspondiendo el porcentaje restante a organismos del zooplancton (estación 8).

La composición especiológica del fitoplancton compartió dominancias iguales entre las diatomeas neríticas y los dinoflagelados. Entre las primeras destacaron las especies *Lithosdesmium undulatum*, *Guinardia delicatula*, *Lauderia borealis*, *Coscinodiscus* spp., *Detonula pumila* y *Rhizosolenia robusta*; entre los segundos sobresalieron *Protoperidinium pentagonum*, *P. conicum*, *P. depressum*, *Ceratium buceros* y *C. fusus* (Tabla 4).

El dinoflagelado *Noctiluca miliaris*, también estuvo presente en forma abundante dentro de la bahía.

Indicadores biológicos

El dinoflagelado *Protoperidinium obtusum* indicador de Aguas Costeras Frías (ACF), se reportó en todas las estaciones programadas.

Las diatomeas oceánicas *Proboscia alata*, *F. indica*, *Planktoniella sol* y *Guinardia flaccida* se hicieron presentes en número reducido, dentro de la bahía.

Las concentraciones de los volúmenes de plancton en la bahía de Ferrol fueron muy bajas, alcanzando valor promedio de 0,17 mL/m^3 , valores muy semejantes a los observados en el Crucero de Recursos Pelágicos 9002-04 para la misma zona (dentro de 10 mn). En esa oportunidad se presentaron volúmenes con concentraciones de 0,1 mL/m^3 con la dominancia del fitoplancton, principalmente de los dinoflagelados *Ceratium fusus* y *C. furca* (IMARPE, 1995). Estas especies, asociadas a diatomeas neríticas también fueron encontradas dentro de la bahía.

La alta diversidad de especies (diatomeas y dinoflagelados) encontrada en el área de estudio, es el reflejo de una comunidad madura en fases avanzadas de la sucesión fitoplanctónica.

La presencia de especies oceánicas, nos indicaría la incursión de estas aguas dentro de la bahía.

3.5 Metales pesados

Sedimento

En la tabla 5 se presentan los resultados de las concentraciones de metales (cobre, cadmio y plomo) en sedimentos.

En el caso de sedimento, los resultados se registran en peso seco. Las profundidades a las que se colectaron los sedimentos fluctuaron de 6,0 a 27,0 m de profundidad correspondientes a las estaciones 1 y 8 respectivamente.

Las concentraciones de *cobre* variaron de 28,7 a 108,1 $\mu\text{g/g}$ halladas en las estaciones 4 y 6 con profundidades de 9,0 y 10,0m respectivamente. La mediana de distribución de cobre fue de 62,6 $\mu\text{g/g}$, muy similar al registrado en octubre de 1995 (JACINTO *et al.* 1996). En la figura 14a, isolíneas crecientes que se extienden desde el muelle Minerales hacia el centro de la bahía.

Los valores de *cadmio* oscilaron de 1,1 a 12,9 $\mu\text{g/g}$ correspondientes a las estaciones 6 y 9 respectivamente, ubicadas al centro de la bahía con profundidades de 10 m. La mediana de distribución de cadmio en la bahía fue de 8,1 $\mu\text{g/g}$. Este valor fue ligeramente superior a lo encontrado en octubre de 1995 (7,1 $\mu\text{g/g}$). La distribución de cadmio (figura 14 b) mostró una tendencia creciente que se extendió desde muelle Minerales por el norte hacia el centro de la bahía. Esta distribución estuvo asociada a la tendencia de los flujos registrados a ese nivel.

Las concentraciones de *plomo* variaron de 26,8 a 133,8 $\mu\text{g/g}$ halladas en las estaciones 4 y 7 con profundidades de 9,0 y 12,0 m respectivamente. En la estación 4, también se registró la máxima de cobre. La mediana de distribución fue de 50,4 $\mu\text{g/g}$; en este caso se observó un incremento en comparación a lo registrado en octubre 95 (JACINTO *et al.* 1996) cuya mediana fue de 40,9 $\mu\text{g/g}$. Un valor importante (117,0 $\mu\text{g/g}$) se registró en muelle Minerales (estación 1); área adyacente a la siderúrgica que descarga directamente al medio marino costero.

Núcleos decrecientes desde el centro hacia las proximidades de la línea costera con isolíneas que fluctuaron de 125,0 a 50,0 $\mu\text{g/g}$ (fig. 14 c), guardaron relación estrecha con los flujos a nivel de fondo.

En general, las concentraciones de los 3 elementos se mantienen casi en los mismos niveles que los registrado en octubre 1995 (JACINTO *et al.*, 1996). Las mayores concentraciones continúan hallándose en las estaciones (6, 7 y 9) ubicadas frente a pesqueras y al centro de la bahía. En dicha zona se

concentra la mayor cantidad de materia orgánica (11-24 %), registrada en julio 1994 (Area de Bentos y Sedimentología; 1996). La tendencia de los flujos de circulación y el incremento de materia orgánica, los cuales muestran una gran afinidad por los elementos metálicos explicarían el ligero incremento en los valores de cadmio y plomo.

Organismo

En la tabla 6, se presenta las concentraciones de los elementos metálicos (cobre, cadmio y plomo) en organismos marinos.

Los organismos evaluados fueron: *Thais chocolata* (caracol negro), *Gari solida* (almeja) y el *Platyxanthus orbigny* (cangrejo violáceo). En la figura 15, se ilustra el contenido metálico en estas especies.

Las concentraciones de *cobre* fluctuaron de 0,4 a 12,9 $\mu\text{g/g}$ halladas en *Gari solida* y *Thais chocolata* respectivamente. Ambas especies fueron colectadas en la estación 12, a una profundidad de 8 m. Menores concentraciones de cobre (5,1 $\mu\text{g/g}$) se hallaron en el *Thais chocolata* (caracol) extraída de la estación 2, ubicada al norte de la bahía, a una profundidad de 12,0 m. Esta diferencia en concentraciones de cobre estaría asociada a la profundidad del habitat, así como al menor tamaño y peso de los ejemplares colectados en la estación 2. El contenido de cobre en las quelas del *Platyxanthus orbigny* fue de 2,4 $\mu\text{g/g}$. Las concentraciones de cobre en el *Thais chocolata* fueron menores a lo registrado para la misma especie en julio 94 (18,6 $\mu\text{g/g}$), según JACINTO *et al.* (1996). El contenido de cobre también fue menor si se compara con el contenido de cobre en las quelas de cangrejos (*Platyxanthus orbigny* y *Cancer setosus*) del área de Pisco - Paracas, mayo 96 (GUZMÁN *et al.* 1997).

Respecto al *cadmio*, las concentraciones fueron muy bajas fluctuando entre 0,08 a 0,14 $\mu\text{g/g}$; estos valores correspondieron al *Thais chocolata* (caracol negro) y *Gari solida* (almeja). En las quelas del *Platyxanthus orbigny* se halló 0,13 $\mu\text{g/g}$, valor muy semejante a lo registrado en las quelas del *Cancer porteri* en julio 94.

Las concentraciones de *plomo* fueron inferiores a 0,12 $\mu\text{g/g}$ (límite de detección) halladas en todas las especies mencionadas; estos valores fueron inferiores a las concentraciones (< 0,8 $\mu\text{g/g}$) detectadas en diferentes especies de la bahía durante julio 1994 (JACINTO *et al.* 1996).

En general, los valores para los 3 elementos metálicos fueron inferiores a los límites legales para contenido de metales en especies marinas establecidas por algunos países según informe de FAO (1983).

3.6 Hidrocarburos de petróleo

En las tablas 7 y 8 se presentan los resultados de los hidrocarburos de petróleo en agua y sedimento respectivamente.

En agua

Las muestras de agua, colectadas a 1 m de superficie fluctuaron de 0,95 a 6,81 ug/L de hidrocarburos de petróleo disuelto aromática) expresada en unidades de criseno. El máximo valor se registró en la estación 1 (Muelle Minerales) en área de acoderamiento de embarcaciones pesqueras de mediano tonelaje y zona próxima a la siderúrgica. El nivel encontrado estaría asociado a las descargas provenientes de la siderúrgica, debido a que en la zona de la mezcla (a 6 m. de línea de playa) frente a aquella se halló una concentración de 28,6 ug/L. Lo que indicaría presencia de restos de combustibles o aceites provenientes del proceso industrial.

En la figura 16a, se observa una distribución predominante de 2,0 y 1.5 ug/L entre el norte y centro de la bahía.

En sedimentos

Los sedimentos evaluados se encontraron a una profundidad que varió de 6,0 a 27,0 m. Los valores hallados fluctuaron de 0,5 a 7,60 ug/L de hidrocarburos de petróleo de tipo aromático expresado en unidades de criseno y en peso seco; estos valores fueron superiores a lo registrado de octubre 1995 (JACINTO *et al.* 1996). La máxima concentración se halló en la estación 2 ubicada al norte, en las proximidades de la bocana chica.

Otros valores significativos se registraron al norte en las estaciones 1, 3 y 4. Estas zonas donde se ubican muelles importantes muestran una gran afluencia de embarcaciones pesqueras; el arrojado de lastres y las pérdidas durante la provisión de combustibles podrían ser fuentes principales de estos compuestos. La estación 6, ubicada al sur de los tanques de almacenamiento de combustibles (Petro Perú) y frente a fábricas pesqueras también mostró un valor significativo. Isolíneas decrecientes conforme se aleja de la costa en el centro de la bahía, con un incremento hacia el norte (figura 16b) estarían relacionadas a la predominancia de los flujos de circulación en la zona.

4. RESULTADOS DE LA EVALUACION POR PLAYAS

En la tabla 9 se presenta los resultados de los parámetros físicos y químicos de calidad de las muestras de agua colectadas del muestreo de playas.

Las muestras fueron tomadas a diferentes distancias de la línea de playa; algunas en zonas de mezclas frente a descargas pesqueras, siderúrgicas y colector doméstico. En este caso, las zonas de mezcla se consideran desde el área adyacente a la descarga hasta 120 m de ella.

También se muestraron efluentes o descargas pesqueras, de la siderúrgica; el río Lacramarca también fue muestreado.

La temperatura de efluentes provenientes de la siderúrgica (estación A) y pesquera (estación AA) fueron elevados con valores de 37,2° y 27,3 °C respectivamente; temperatura que en la zona de mezcla fue disminuyendo conforme se alejaba del punto de descarga. Los volúmenes de descarga y la temperatura proveniente del

efluente siderúrgico influyeron en la zona circundante (estación A1) en la reducción de los niveles de salinidad, habiéndose registrado un valor de 20,191 ‰. Valor que fue volviendo a la normalidad conforme se distanciaba del punto de descarga.

Valores anóxicos se registraron en zonas de mezclas frente a descargas pesqueras y colector doméstico; estos últimos también fueron anóxicos. La anoxia registrada en una amplia franja del litoral costero (norte y centro de la bahía) mostró una ligera mejoría en los extremos de muelles pesqueros (aproximadamente a 120 m. de línea de playa). El río Lacramarca y efluente siderúrgico presentaron niveles óptimos de oxígeno, los cuales se mantuvieron en las zonas de mezcla adyacentes.

Los valores de pH tanto en efluentes, como en las zonas del litoral costero mostraron rangos normales de calidad.

El contenido elevado de sulfuros, registrados en la zona de mezcla y extremo de muelles estuvo asociado a valores anóxicos.

Los niveles altos de DBO_5 registrados tanto en efluente pesquero, 587 mg/L (estación AA) como en zonas de mezcla (126 - 413 mg/L) frente a industrias pesqueras (estaciones F, H) indicaron un elevado contenido de materia orgánica, cuya degradación consumió los niveles de oxígeno disuelto (áreas anóxicas) en zonas de mezclas adyacentes a las descargas superando ampliamente los límites de DBO_5 permisibles para las clases V y VI de la Ley General de Aguas. También se registró valor elevado frente a colector doméstico (estación E); las concentraciones de DQO en algunas estaciones, guardaron relación estrecha con los valores de DBO_5 ; lo cual corrobora la presencia de niveles importantes de materia orgánica.

Los valores de sólidos suspendidos totales (SST) mostraron rangos de 13,2 a 128 mg/L, registrados al sur y proximidades de colector La Florida. Estos valores son semejantes a lo evaluado en octubre 1995, correspondiéndole a la zona adyacente al colector la que presentó la máxima concentración.

Las concentraciones de grasa fueron extremadamente elevadas en zonas frente a pesqueros (< 2,892 mg/L), sobre todo en playas donde se ubican pozas de recuperación de aceite, los cuales constituyen la principal fuente de este contaminante.

Las observaciones visuales permitieron corroborar el estado crítico de las playas circundantes a las descargas pesqueras y domésticas.

En general, las playas desde el norte (muelle Gildeimester) hasta las proximidades de la base naval, presentaron un aspecto deteriorado; manchas negras, algas, presencia de escamas y basura predominaron en esta zona. El mar, con una alta turbidez y decoloración gris verdoso en una franja relativamente ancha se observó entre las áreas mencionadas.

Una de las zonas más críticas fue la estación AA donde un promedio de 30 personas se dedican a la actividad de recuperación de aceites y grasas proveniente de efluentes pesqueros en la playa.

La zona sur de Alconcillo ("J"), presentó un marcado contraste con lo descrito anteriormente.

5. CONCLUSIONES

1. La temperatura y la salinidad en superficie variaron entre 17,2 a 20,3 °C y 34,71 a 34,99‰. A nivel de fondo estos parámetros variaron entre 16,1 - 17,9 °C y 34,9-35,07‰.
2. La circulación marina en la capa subsuperficial presentó flujos que ingresaron por la bocana principal llegando a la línea costera, la poca profundidad cerca a la costa y las descargas de colectores en grandes volúmenes en la zona norte y centro de la bahía, determinaron temperaturas relativamente altas y bajas salinidades que se mantuvieron por mayor tiempo en comparación al área sur.
3. Se registraron concentraciones bajas de oxígeno, detectándose valores anóxicos en la parte central de la bahía, los valores encontrados fueron similares a los registrados en época de intensa actividad industrial pesquera (julio 94).
4. Las concentraciones de sulfuro fueron elevados en ambos niveles de muestreo; sin embargo, fueron inferiores a los niveles hallados en Julio 94. Los valores hallados superaron los límites de la Ley General de Aguas.
5. El pH presentó rangos normales en ambos niveles.
6. Los sólidos totales en suspensión fueron inferiores, en comparación a evaluaciones pasadas (julio 1994, octubre 1995).
7. El DBO_5 superó los límites de la Ley General de Aguas en tres de las 4 estaciones evaluadas.
8. Los nutrientes (fosfatos, nitratos) mostraron un incremento en época de actividad industrial pesquera (julio 1994 a abril 1996); en el caso de nitratos este incremento se observó a nivel de fondo.
9. La comunidad fitoplanctónica presentó una distribución del dinoflagelado *Prorocentrum minimum obtusum* indicador de Aguas Costeras Frías (ACF), son normales para el período de estudio, sin embargo no se descarta la incursión de otro tipo de masa de agua.
10. Se registró niveles casi constantes de elementos metálicos (cobre, cadmio, plomo) en los sedimentos; sin embargo en los mariscos fueron inferiores a los límites registrados por la FAO, 1983.
11. Los valores de hidrocarburos del petróleo en agua fueron superiores a evaluaciones pasadas (octubre 1995, julio 1994).
12. El muestreo por playa, determinó un impacto en la calidad del medio marino receptor frente a descargas pesqueras, siderúrgicas y domésticas. Esto se tradujo en bajos niveles de oxígeno o de anoxia (frente a pesqueras y domésticas); disminución de salinidad (frente a siderúrgicas) y altas temperaturas (frente a pesquera y siderúrgica). La alta cantidad de DBO_5 a través de las descargas, generó una cantidad de materia orgánica que superó los límites de la Ley General de Aguas, incluso en estaciones (1995) alejadas de la costa.

13. Las observaciones visuales corroboraron el estado crítico de playas, especialmente las ubicadas por el norte (muelle Gildemiester), las proximidades de la Base Naval. El proceso de recuperación de aceite, agudiza estos problemas, que se manifiesta en un gran deterioro de la calidad del agua en el área circundante.

6. REFERENCIAS

- JACINTO M., R. CABELLO, M. GUZMAN, O. MORON, P. VILLANUEVA, J. CORDOVA. 1996. Evaluación de la contaminación marina en la Bahía Ferrol, Chimbote. 14-18 julio 1994. Inf. Prog. Inst. Mar Perú 48: 21-56.
- JACINTO M., M. GUZMAN, O. MORON, E. DELGADO, J. CORDOVA 1996. Evaluación de la calidad del medio marino en la bahía Ferrol, Chimbote, octubre 1995. Inf. Inst. Mar Perú 49: 3-30.
- GUZMAN M., J. CHAVEZ, O. MORON, S. SANCHEZ, G. FLORES 1997. Evaluación de la calidad del ambiente marino en la bahía PISCO - Paracas, 22 a 24 mayo 1996. Inf. Prog. Inst. Mar Perú 54: 3-29.
- AREA DE BENTOS Y SEDIMENTOLOGIA, 1996. Resultados de análisis químicos en sedimentos en la bahía Ferrol- Chimbote 94/07/14-16. Informe interno. IMARPE.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 1983. Compilation of legal limits for hazardous substances in fish and fishery products.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA. 1969. Clasificación de los cursos de agua 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. Lima - Perú.

Tabla 1. Resultados Hidrográficos y de Circulación Marina. Bahía Ferrol, Chimbote (17 - 19 abril 1996)

EST N°	POSICIONES		PROF (m)	TEMP (° C)	SAL S ‰	CORRIENTES DIRECCION
	LATITUD	LONGITUD				
01	09°04'25"	78°36'38"	0,0	19,5	34,705	75
			5,0	17,1	34,956	330
02	09°04'45"	78°37'05"	0,0	19,8	34,782	280
			12,0	16,1	34,977	135
03	09°05'38"	78°36'32"	0,0	20,0	34,833	210
			6,0	17,6	35,005	300
04	09°05'22"	78°35'30"	0,0	20,3	34,804	30
			8,0	17,0	35,056	10
05	09°06'00"	78°34'45"	0,0	20,1	34,795	115
			8,0	17,2	35,022	360
06	09°06'45"	78°34'18"	0,0	20,2	34,825	90
			9,0	17,1	35,011	10
07	09°06'37"	78°35'39"	0,0	18,6	34,839	250
			11,0	16,9	35,069	295
08	09°07'15"	78°36'45"	0,0	19,6	34,724	240
			26,0	16,2	35,004	145
09	09°07'42"	78°34'42"	0,0	17,5	34,993	320
			9,0	17,0	35,005	350
10	09°08'15"	78°34'20"	0,0	17,2	34,975	330
			8,5	16,4	34,993	340
11	09°08'25"	78°35'40"	0,0	18,7	34,929	140
			13,0	16,4	35,004	50
12	09°09'15"	78°36'20"	0,0	17,5	34,961	5
			8,0	17,4	34,933	30
13	09°09'15"	78°34'30"	0,0	18,2	34,969	5
			9,0	16,6	35,027	20
14	09°09'22"	78°35'45"	0,0	18,4	34,875	130
			9,0	17,9	34,895	115

Tabla 2. Resultados Físico - Químicos en la Bahía de Ferrol, Chimbote. 17 - 19 abril 1996

EST	POSICION		TRANSP (m)	FONDO (m)	PROF (m)	pH	OXIG (ml/l)	SULFUROS ug-at H ₂ S-S/l	S.S.T. (mg/l)	DBO5 (mg/l)	DQO (mg/l)
	LATITUD	LONGITUD									
1	09°04'25"	78°36'38"	0,9	6,0	0,0	7,43	0,30	7,73	22,4	12,24	20,40
2	09°04'45"	78°37'05"	0,9	13,0	5,0	7,68	0,59	1,78	20,4		
					12,0	7,74	0,62	0,80	17,6		
3	09°05'38"	78°36'32"	1,0	7,0	0,0	7,53	0,24	1,36	24,4		
4	09°05'22"	78°35'30"	0,8	9,0	0,0	7,73	0,15	1,86	25,2		16,32
					8,0	7,38	0,19	5,30	33,2		
5	09°06'00"	78°34'45"	0,8	9,0	0,0	7,37	0,00	8,40	18,0	16,43	
					8,0	7,76	0,00	16,20	13,6		
6	09°06'45"	78°34'18"	0,7	10,0	0,0	7,39	0,00	8,74	23,2	15,89	40,80
					9,0	7,63	0,00	4,58	26,8		
7	09°06'37"	78°35'39"	1,5	12,0	0,0	7,38	0,00	8,83	18,4		
					11,0	7,70	0,38	0,76	14,4		
8	09°07'15"	78°36'45"	1,0	27,0	0,0	7,44	0,00	11,57	18,4		
					26,0	7,76	0,14	1,19	29,2		
9	09°07'42"	78°34'42"	1,5	10,0	0,0	7,71	1,31	1,14	18,4		
					9,0	7,73	0,33	0,62	15,2		
10	09°08'15"	78°34'20"	3,0	9,5	0,0	7,74	1,75		14,4	1,48	8,16
					8,5	7,76	0,37	1,03	13,2		
11	09°08'25"	78°35'40"	1,5	14,0	0,0	7,55	0,19	2,38	18,0		
					13,0	7,74	0,64	0,77	12,8		
12	09°09'15"	78°36'20"	3,0	9,0	0,0	7,09	1,31	1,02	14,8		
					8,0	7,27	0,52	1,03	16,8		
13	09°09'15"	78°34'30"	2,0	10,0	0,0	7,84	2,42	1,11	11,6		4,08
					9,0	7,73	0,79	1,34	14,4		
14	09°09'22"	78°35'45"	2,0	10,0	0,0	7,15	0,00	7,01	17,0		
					9,0	7,36	0,19	0,85	18,2		

S.S.T. = Sólidos Suspendidos Totales.
 DBO5 = Demanda Bioquímica de Oxígeno.
 DQO = Demanda Química de Oxígeno.

Tabla 3. Concentración de Nutrientes en la Bahía Ferrol, Chimbote (17 - 19 de abril de 1996)

Estación Nº	PROF. (m)	FOSFATOS (ug-at/l)	SILICATOS (ug-at/l)	NITRATOS (ug-at/l)	NITRITOS (ug-at/l)
1	0,0	9,35	24,29	2,10	1,68
	5,0	3,42	28,90	8,29	3,54
2	0,0	7,62	19,06	1,86	1,35
	12,0	2,62	29,52	7,86	3,66
3	0,0	4,48	17,02	1,33	0,99
	6,0	2,62	31,98	2,94	0,94
4	0,0	9,63	20,40	2,29	1,43
	8,0	4,45	30,14	5,19	1,10
5	0,0	11,14	18,14	1,53	1,48
	8,0	4,62	34,13	6,10	1,16
6	0,0	11,56	20,40	3,30	1,57
	9,0	6,56	50,12	6,33	1,73
7	0,0	3,66	25,32	2,28	0,82
	11,0	2,62	32,39	10,77	2,92
8	0,0	9,38	21,53	2,10	1,18
	26,0	3,45	35,98	4,15	1,65
9	0,0	2,79	26,14	2,48	1,62
	9,0	2,45	28,60	7,80	2,42
10	0,0	2,59	22,65	3,92	1,38
	8,5	2,31	24,80	3,14	1,84
11	0,0	3,73	19,48	3,63	0,88
	13,0	2,59	27,16	5,41	2,67
12	0,0	2,86	24,29	2,74	1,43
	8,0	2,97	41,41	6,60	2,56
13	0,0	2,59	23,78	1,52	1,02
	9,0	2,97	35,26	4,74	2,92
14	0,0	6,76	22,76	2,12	0,83
	9,0	3,28	33,72	6,08	3,05

Tabla 4. Análisis Cualitativo de Plancton en la Bahía Ferrol, Chimbote
(17 - 19 de Abril de 1996)

ESTACION N°	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13
TSM (°C)	19,5	19,8	20,0	20,3	20,1	20,2	18,6	19,6	17,2	18,7	17,5	18,2
DIATOMEAS												
<i>Chaetoceros affinis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Chaetoceros constrictus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Chaetoceros debilis</i>	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Chaetoceros socialis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Centrice</i>	3	3	0	0	2	1	0	0	1	0	3	0
<i>Coscinodiscus centralis</i>	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Coscinodiscus granii</i>	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Coscinodiscus perforatus</i>	3	2	2	1	1	0	0	1	0	0	1	0
<i>Coscinodiscus wailesii</i>	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0
<i>Coscinodiscus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
<i>Detonula confervacea</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Detonula pumila</i>	1	1	2	2	1	1	0	1	0	0	0	0
<i>Eucampia zoodiacus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>Grammatophora marina</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Guinardia delicatula</i>	2	1	3	4	2	2	1	0	1	1	1	0
<i>Guinardia flaccida</i>	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1
<i>Lauderia borealis</i>	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Leptocylindrus danicus</i>	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1
<i>Licmophora abbreviata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Lithodesmium undulatum</i>	1	1	2	0	1	1	2	1	2	1	1	1
<i>Planktoniella sol</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pleurosigma sp.</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
<i>Proboscia alata f. indica</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Rhizosolenia robusta</i>	1	1	1	0	0	1	2	1	2	1	2	2
<i>Thalassiosira anguste-lineata</i>	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
<i>Thalassiosira rotula</i>	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0
<i>Thalassiosira subtilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
DINOFLAGELADOS												
<i>Ceratium buceros</i>	1	0	0	0	1	0	0	1	2	0	0	1
<i>Ceratium furca</i>	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Ceratium fusus var. fusus</i>	0	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1
<i>Ceratium tripos</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratium tripos c.c.</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
<i>Ceratium tripos var. pulchellum</i>	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1
<i>Ceratium tripos var. tripodioides</i>	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1
<i>Ceratium massiliense</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Dinophysis caudata</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dinophysis tripos</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
<i>Dissodium assymetricum</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Noctiluca miliaris</i>	1	2	2	3	1	2	2	1	3	1	1	3
<i>Protoperidinium claudicans</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Protoperidinium conicoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Protoperidinium conicum</i>	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2	1
<i>Protoperidinium crassipes</i>	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Protoperidinium depressum</i>	1	0	0	0	1	2	1	1	1	1	0	1
<i>Protoperidinium divergens</i>	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Protoperidinium excentricum</i>	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Protoperidinium gracile</i>	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1

Continuación...

ESTACION N° TSM (°C)	1 16,8	2 18,1	3 16,6	4 18,5	5 17,1	6 18,4	7 18,2	8 17,8	10 16,4	11 16,1	12 16,0	13 17,1
<i>Protooperidinium granii</i>	0	0	1	3	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Protooperidinium leonis</i>	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0
<i>Protooperidinium longispinum</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Protooperidinium mendiolae</i>	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
<i>Protooperidinium micans</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Protooperidinium murrayi</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Protooperidinium oblongum</i>	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Protooperidinium obtusum</i>	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Protooperidinium oceanicum</i>	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1
<i>Protooperidinium pellucidum</i>	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1
<i>Protooperidinium pentagonum</i>	1	1	1	2	2	2	2	3	1	2	1	1
<i>Protooperidinium steinii</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Protooperidinium subinermis</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Scrippsiella trochoidea</i>	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1
SILICOFLAGELADOS												
<i>Dictyocha fibula</i>	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
OTROS												
Apendicularia	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0
Copepodos	2	3	2	0	2	1	3	4	2	1	2	3
Nauplios	2	2	2	1	0	0	1	2	1	1	2	1
Poliquetos	1	1	2	1	1	1	1	2	0	0	1	1
DETRITUS												
	0	0	0	0	2	3	2	2	2	0	0	3

LEYENDA

Ausente :	0
Presente :	1
Poco abundante :	2
Abundante :	3
Muy abundante :	4

Tabla 5. Concentración de metales pesados en Sedimento Marino, Bahía Ferrol, Chimbote (19 / 04 / 96)

EST N°	POSICION		FONDO (m)	Cu (ug/g)*	Cd (ug/g)*	Pb (ug/g)*
	LATITUD	LONGITUD				
1	09°04'25"	78°36'38"	6.0	66.94	2.36	116.64
2	09°04'45"	78°37'05"	13.0	42.72	5.02	90.72
3	09°05'38"	78°36'32"	7.0	69.78	9.41	57.24
4	09°05'22"	78°35'30"	9.0	28.74	1.56	26.81
5	09°06'00"	78°34'45"	9.0	44.44	3.50	28.34
6	09°06'45"	78°34'18"	10.0	108.07	1.14	48.22
7	09°06'37"	78°35'39"	12.0	60.42	9.88	133.76
8	09°07'15"	78°36'45"	27.0	51.58	5.12	34.54
9	09°07'42"	78°34'42"	10.0	66.30	12.88	46.91
10	09°08'15"	78°34'20"	9.5	60.96	12.20	39.24
11	09°08'25"	78°35'40"	14.0	78.30	12.78	55.06
12	09°09'15"	78°36'20"	9.0	61.47	8.26	47.35
13	09°09'15"	78°34'30"	10.0	67.98	9.76	54.62
14	09°09'22"	78°35'45"	10.0	63.80	7.92	52.60

* Referido a muestra seca.

Tabla 6. Concentración de metales pesados en especies marinas Bahía Ferrol, Chimbote (19 / 04 / 96)

Estación N°	Número Ejemplares	Nombre Común	Nombre Científico	Longitud Rango (mm)	Peso Rango (g)	Organo analizado	Cobre (ug/g)*	Cadmio (ug/g)*	Plomo (ug/g)*
12	35	Caracol negro	<i>Thais chocolata</i>	44.5 - 62.3	15.0 - 44.4	Cuerpo Total	12.88	0.08	< 0.12
12	10	Almeja	<i>Gari solida</i>	70.4 - 90.9	87.2 - >200	Cuerpo Total	0.42	0.14	< 0.12
12	18	Cangrejo violáceo	<i>Platyanthus orbigny</i>	43.8 - 57.2	44.0 - 103.8	Quelas	2.37	0.13	< 0.12
2	37	Caracol negro	<i>Thais chocolata</i>	44.2 - 57.8	17.2 - 34.8	Cuerpo Total	5.12	0.08	< 0.12

* Referido a muestra húmeda.

Tabla 7. Niveles de Hidrocarburos Disueltos en la Bahía Ferrol, Chimbote (17 - 19 / 04 / 96)

EST N°	POSICION		TEMP (°C)	HPDD ug/l *
	LATITUD	LONGITUD		
1	09°04'25"	78°36'38"	19.5	6.81
3	09°05'38"	78°36'32"	20.0	1.59
5	09°06'00"	78°34'45"	20.1	1.18
6	09°06'45"	78°34'18"	20.2	2.55
8	09°07'15"	78°36'45"	19.6	1.45
9	09°07'42"	78°34'42"	17.5	1.66
11	09°08'25"	78°35'40"	18.7	0.95
13	09°09'15"	78°34'30"	18.2	1.12
A1**	Zona mezcla siderúrgica.		20.4	28.55
H**	Extremo muelle pesquero.		17.4	2.19
H1**	A mitad muelle pesquero.		19.8	28.17

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

** Estaciones por playa.

Tabla 8. Niveles de Hidrocarburos en Sedimento en la Bahía Ferrol, Chimbote (17 - 19 / 04 / 96)

EST N°	POSICION		FONDO (m)	H.P.A. ug/g *
	LATITUD	LONGITUD		
1	09°04'25"	78°36'38"	6.0	3.23
2	09°04'45"	78°37'05"	13.0	7.57
3	09°05'38"	78°36'32"	7.0	2.49
4	09°05'22"	78°35'30"	9.0	4.37
5	09°06'00"	78°34'45"	9.0	1.99
6	09°06'45"	78°34'18"	10.0	3.79
8	09°07'15"	78°36'45"	27.0	1.89
9	09°07'42"	78°34'42"	10.0	2.62
11	09°08'25"	78°35'40"	14.0	1.03
12	09°09'15"	78°36'20"	9.0	1.34
13	09°09'15"	78°34'30"	10.0	0.50
14	09°09'22"	78°35'45"	10.0	0.71

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

** Estaciones por playa.

Tabla 9. Evaluación del Muestreo por Playas de Bahía Ferrol - Chimbote. 17 - 19 Abril de 1996

ESTACION FECHA	Punto Muestreo	TEMP °C	S ‰	OXIG (ml/l)	SULFUROS ug-at H2S-S/l	pH	DBO (mg/l)	DQO (mg/l)	SST (mg/l)	GRASA (mg/l)	OBSERVACIONES
Alimentos Americanos AA	Efluente	27,3		0,00		6,68	587,01				Mar adyacente a línea costera de aspecto muy deteriorado. Playa de color negruzco, grasiento. Presencia de pozas de recuperación de aceite y tanque cisterna que se abastece del aceite recuperado. Personas (±30) trabajando en esta actividad. Embarcaciones y aves (gaviotas) alrededor.
	Zona mezcla	21,9	34,232	0,00	32,16	7,08	67,23		62,8	836,00	
Siderúrgica A	Efluente A	37,2		4,60		7,23	2,86	4,08	50,0		Mar de color gris. Presencia de aves. Playa de color marrón rojizo. En zona rocosa se observa presencia de 2 tipos de algas; la ulva presenta tamaño pequeño y aspecto marchito. En esta estación se seleccionaron 3 puntos de muestreo. Efluente de color gris oscuro e importante caudal.
	Zm 6m de A A1"	20,4	20,191	2,20	4,87	7,20		4,08	58,4	0,52	
	Muelle 120m Zm A2"	19,2	33,485	0,69	21,24	7,40			38,8		
Enapu B	Costado hacia el sur	21,9	30,425	0,00		6,87			62,0	292,00	Mar adyacente a línea costera muy turbio de aspecto deteriorado, de color negruzco. Playa con restos de basura. Playa negruzca con presencia de bolas (pellets) negras grasientas a lo largo de la playa.
Hotel Turistas D	Al lado	20,8		1,91	25,68	7,12					Mar de color verde grisáceo turbio. Playa de rompiente presencia de basura.
Colector La Florida E	Zona Mezcla	20,9	33,339	0,00	48,08	7,03	69,73		128,0		Mar turbio de color gris verdoso. Frente a colector hay pequeña descarga. Playa negruzca. Zona de fuerte rompiente con una pendiente pronunciada.
SIPESA F	A 5m de orilla	19,8	34,349	0,00		6,87	126,14	656,88		2892,00	Mar adyacente a playa deteriorado, alta turbidez, color verde gris. Muchas embarcaciones, aves. Playa negruzca con abundante basura.
Alimentos Marítimos G	A 95m de orilla	19,1	33,406	0,00	24,39	6,83		306,00	90,4	33,98	Mar adyacente a playa de aspecto deteriorado. Alrededor muchas embarcaciones, aves. Playa con basura.

Continuación Tabla 9. Evaluación del Muestreo por Playas de Bahía Ferrol - Chimbote. 17 - 19 Abril de 1996

ESTACION FECHA	Punto Muestreo	TEMP °C	S ‰	OXIG (ml/l)	SULFUROS ug-at H2S-S/l	pH	DBO (mg/l)	DQO (mg/l)	SST (mg/l)	GRASA (mg/l)	OBSERVACIONES
	Extremo de muelle H	17,4	34,472	0,85	1,52	7,51	6,54	16,32	13,2	0,61	Franja adyacente a la línea costera muy deteriorada de aspecto grasiento, se observa restos de combustibles.
	Muelle Pesca Perú H A mitad de muelle H1"	19,8	34,143	0,00	25,03	6,91	413,72	244,80	80,0	49,09	
	Zona próxima al río I	24,2	4,545	3,68	2,14	7,84	10,46	8,16	90,0		Mar de aspecto limpio. Playa con abundante presencia de aves (gaviotas, pelícanos).
	Lacramarca I Zm+-30m zona descarga I1"	22,0	13,733	3,26		7,70		8,16	65,6		
	Alconsillo J 5m línea de playa	24,2		2,69		7,51			14,4		Playa muy limpia y zona rocosa con presencia de abundantes algas.

DBO = Demanda Bioquímica de Oxígeno,
 DQO = Demanda Química de Oxígeno,
 SST = Sólidos Suspendidos Totales,

Tabla 10. Concentración de nutrientes en zonas de mezcla y descarga. Muestreo por playas, Ferrol, Chimbote (17 - 19 de abril de 1996)

Ubicación	Estación N°	FOSFATOS (ug-at/l)	SILICATOS (ug-at/l)	NITRATOS (ug-at/l)	NITRITOS (ug-at/l)
A 6m de Siderúrgica	A1	2,72	199,46	10,04	25,90
Muelle (a 120m Z.M.)	A2	4,62	47,36	11,21	1,21
Al costado de ENAPU	B	23,53	85,28	3,16	0,88
Z.M. de colector La Florida	E	28,84	12,61	6,47	0,00
A 5m de descarga pesquera SIP (Z.M.)	F	17,39	29,83	8,23	5,34
A 5m de descarga pesquera AA (Z.M.)	G	39,33	50,94	3,29	0,00
Extremo muelle (±180m)	H	4,24	33,00	2,88	0,16
A mitad de muelle (±80m)	H1"	3,28	48,79	1,92	0,25
Río Lacramarca	I	2,00	51,97	3,81	0,00
Z.M. (a ±30m) de I	I1"	1,10	136,74	15,22	0,16
A 5m de línea playa	J	3,31	45,00	2,44	0,55

Z.M. = Zona de mezcla.

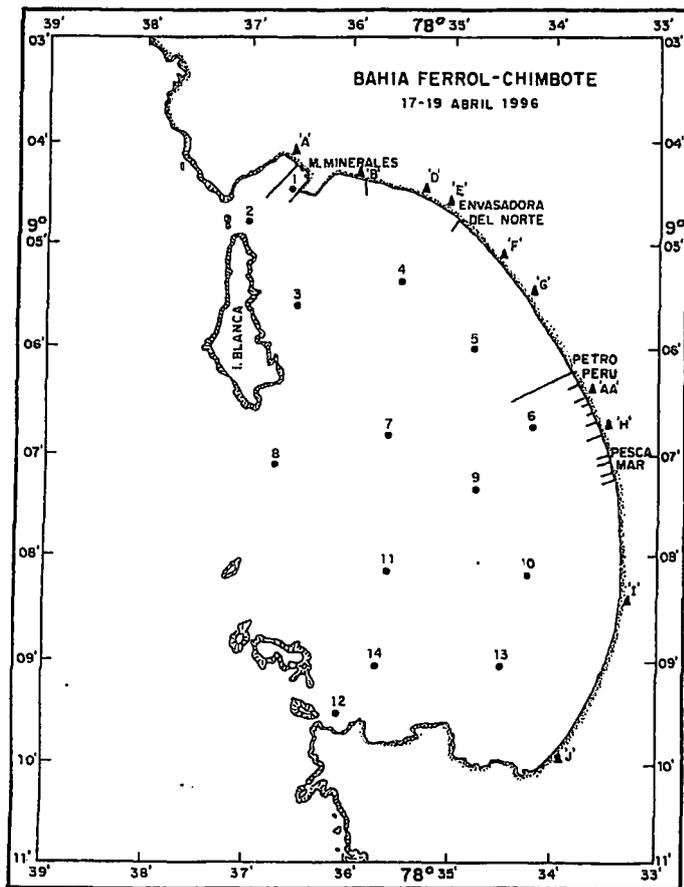


FIGURA 1. Carta de posiciones. Evaluación de la calidad del ambiente marino en la Bahía Ferrol, Chimbote (17 a 19 abril 1996).

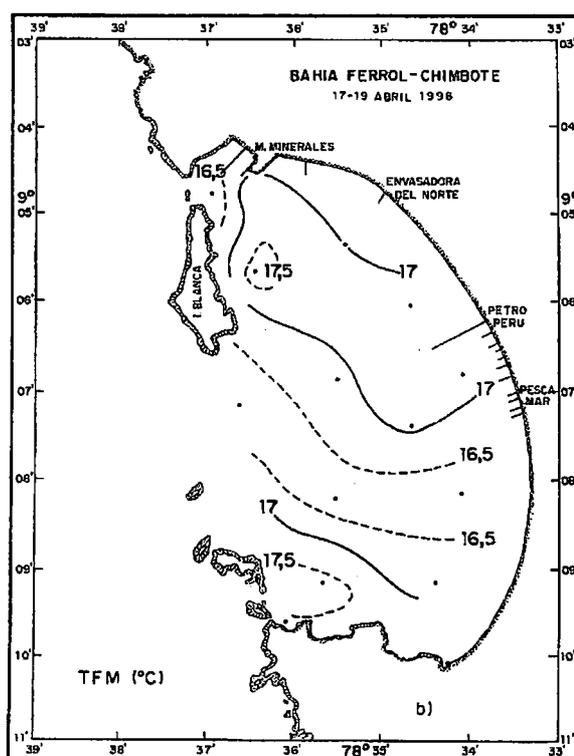
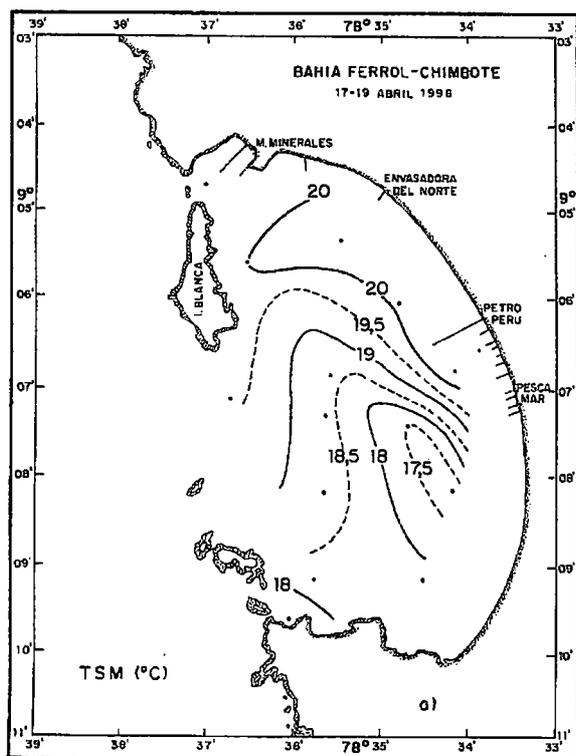


FIGURA 2. Distribución de temperatura en: a) superficie y b) fondo. Bahía Ferrol, Chimbote (17 a 19 abril 1996).

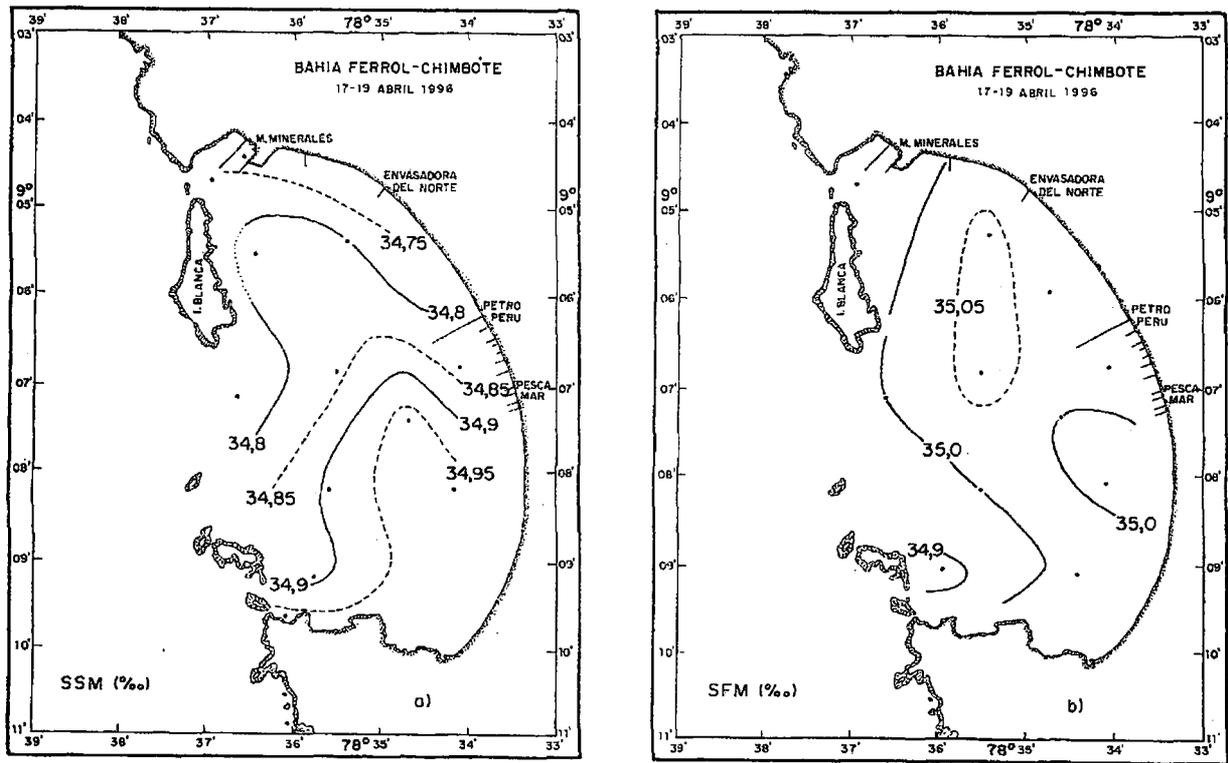


FIGURA 3. Distribución de salinidad en: a) superficie y b) fondo. Bahía Ferrol, Chimbote (17 a 19 abril 1996).

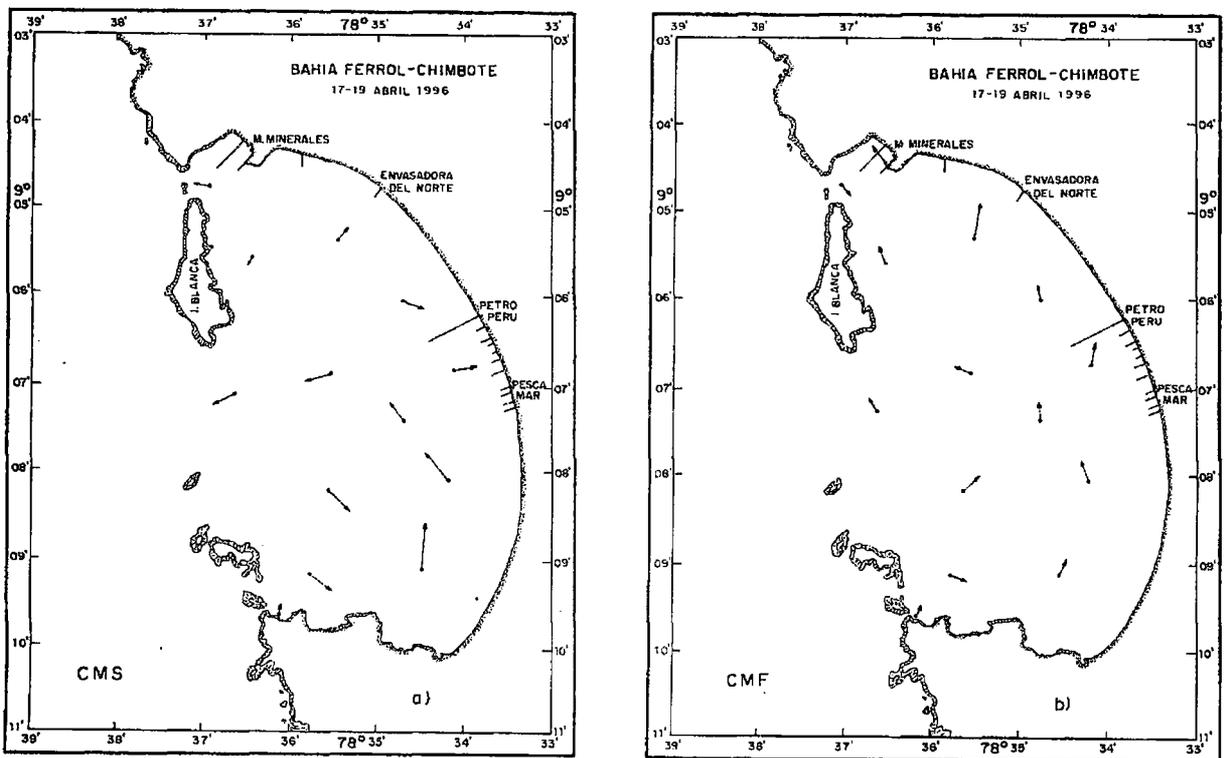


FIGURA 4. Distribución de la corriente marina en a) superficie y b) fondo. Bahía Ferrol, Chimbote (17 a 19 abril 1996).

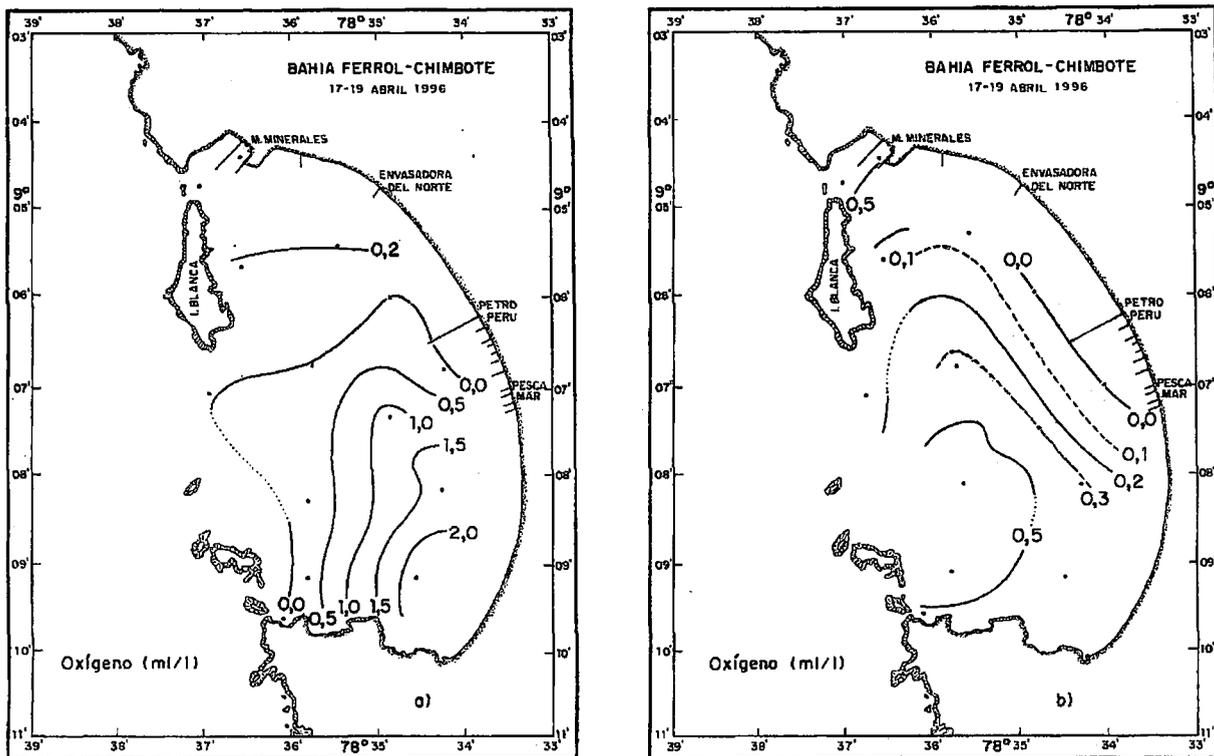


FIGURA 5. Distribución de oxígeno en: a) superficie y b) fondo. Bahía Ferrol, Chimbote (17 a 19 abril 1996).

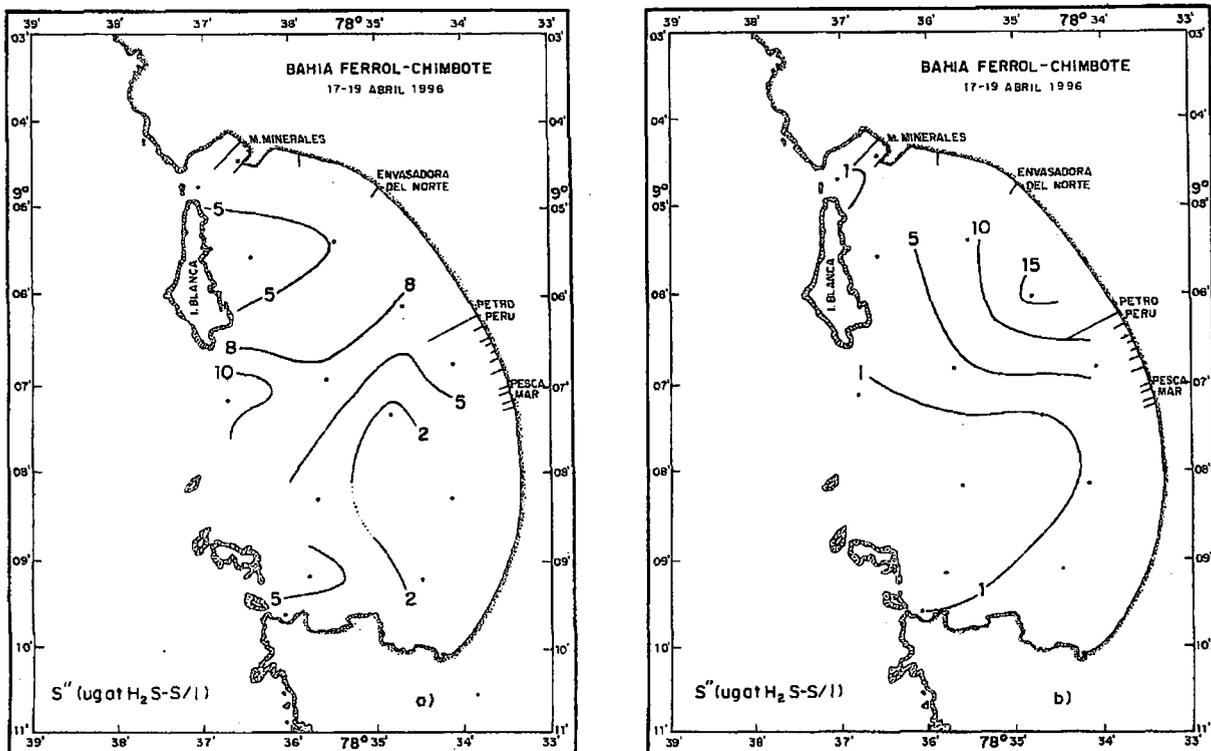


FIGURA 6. Distribución de sulfuros en: a) superficie y b) fondo. Bahía Ferrol, Chimbote (17 a 19 abril 1996).

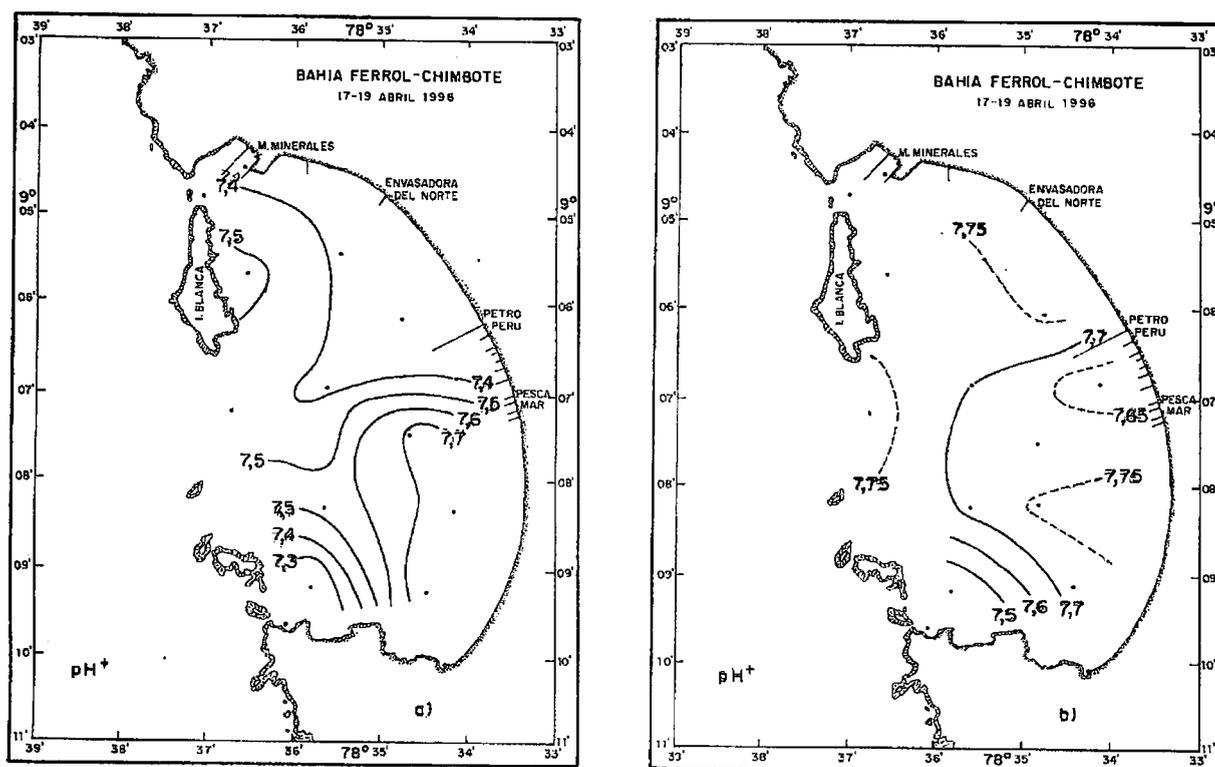


FIGURA 7. Distribución del potencial de iones hidrono en: a) superficie y b) fondo. Bahía Ferrol, Chimbote (17 a 19 abril 1996).

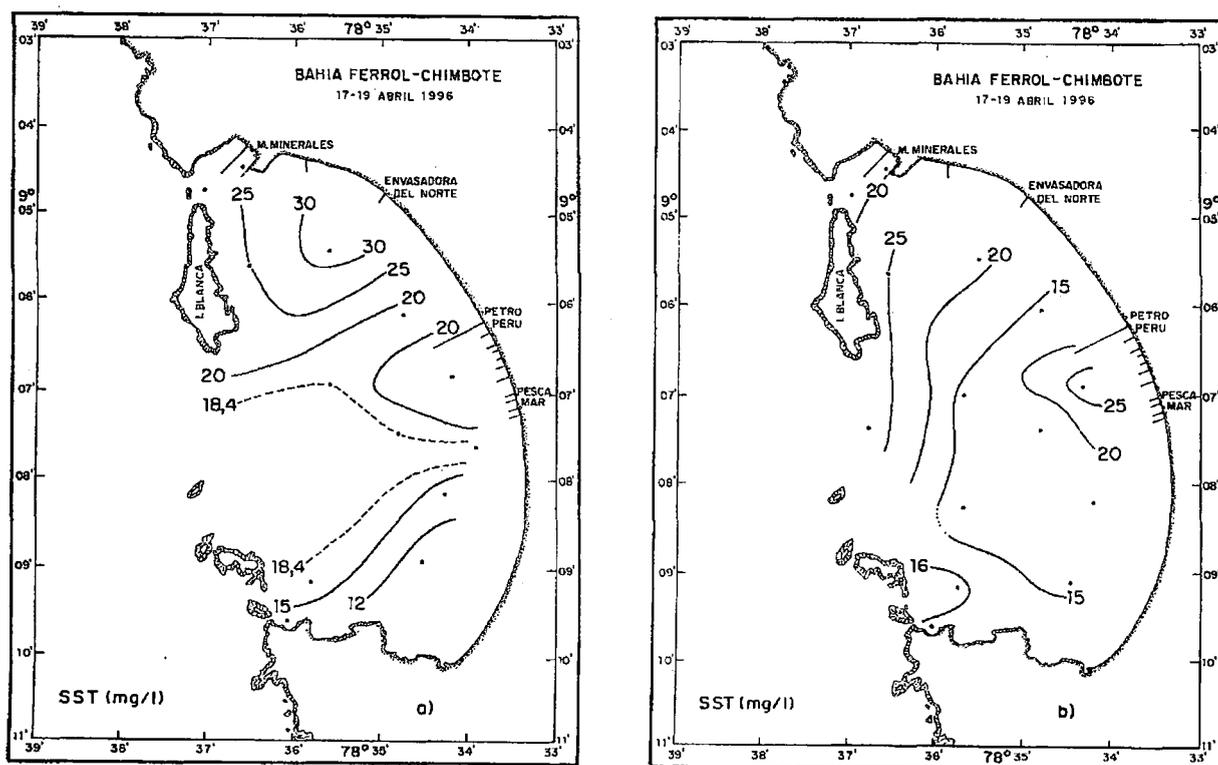


FIGURA 8. Distribución de sólidos suspendidos totales en: a) superficie y b) fondo. Bahía Ferrol, Chimbote (17 a 19 abril 1996).

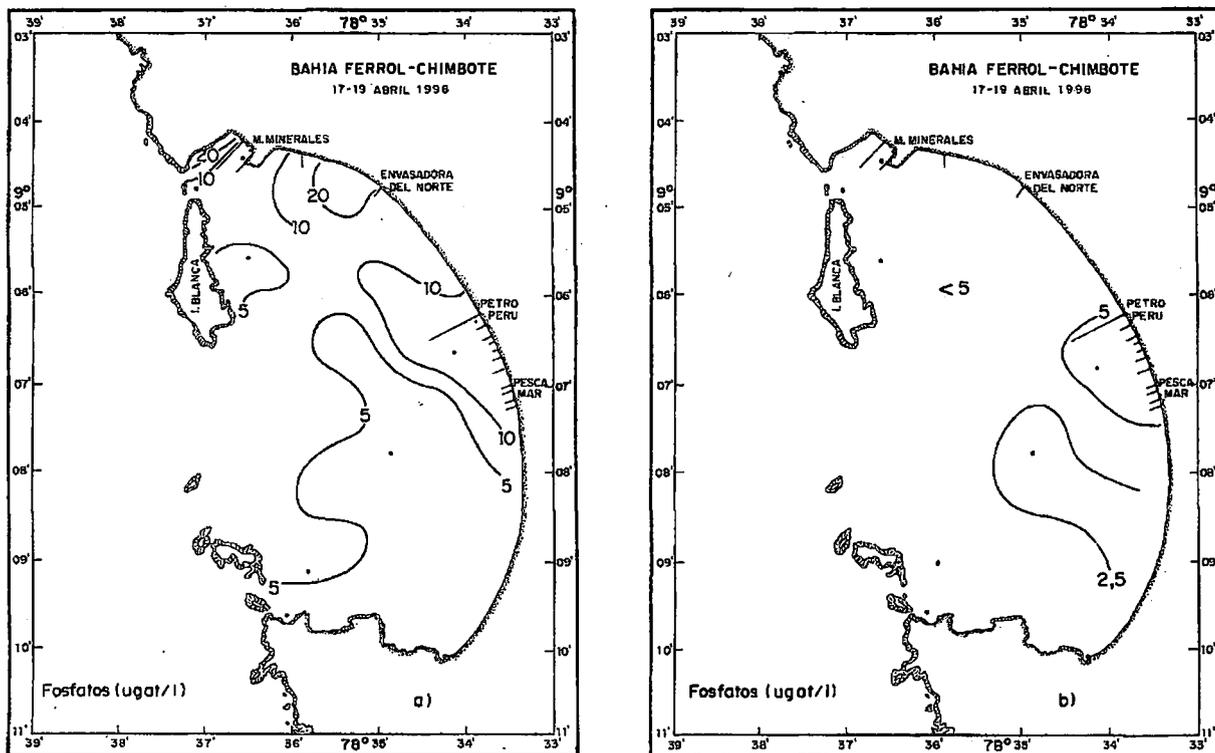


FIGURA 9. Distribución de fosfatos en: a) superficial y b) fondo. Bahía Ferrol, Chimbote (17 a 19 abril 1996).

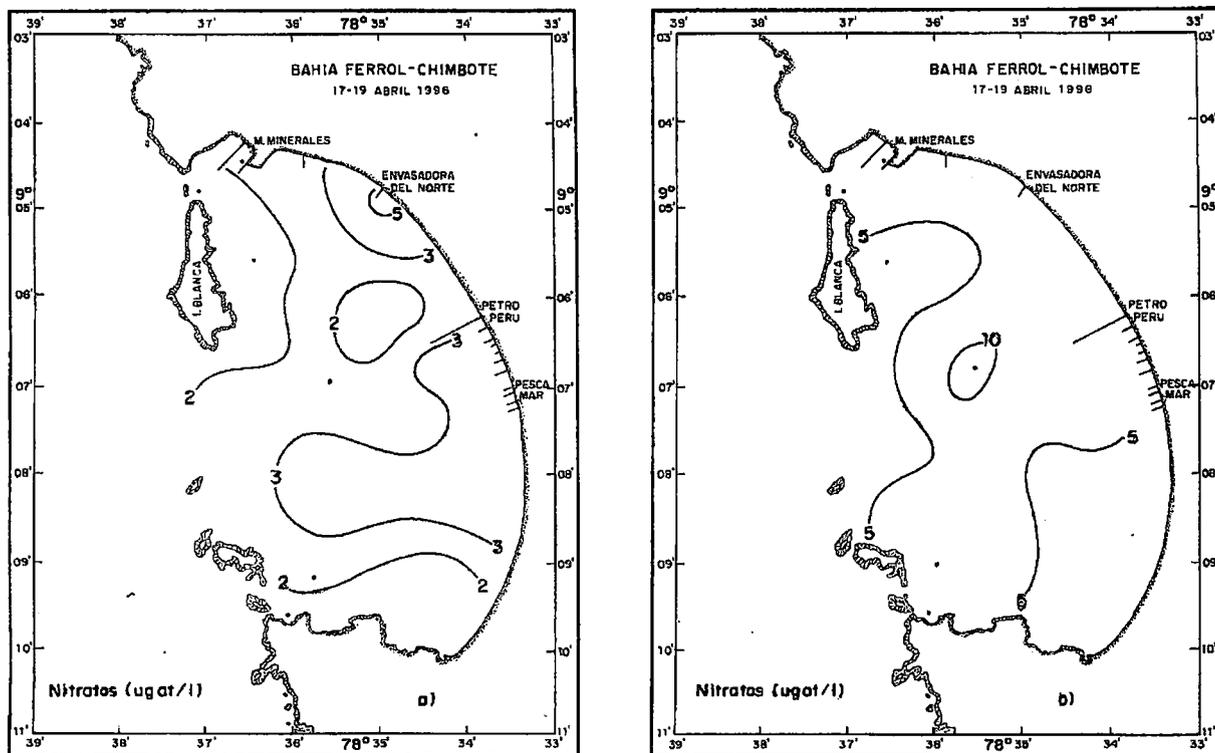


FIGURA 10. Distribución de nitratos en: a) superficie y b) fondo. Bahía Ferrol, Chimbote (17 a 19 abril 1996).

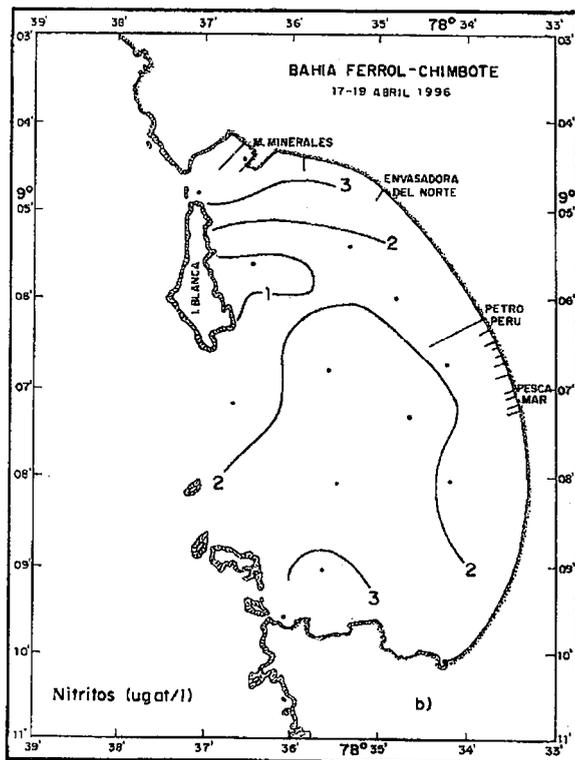
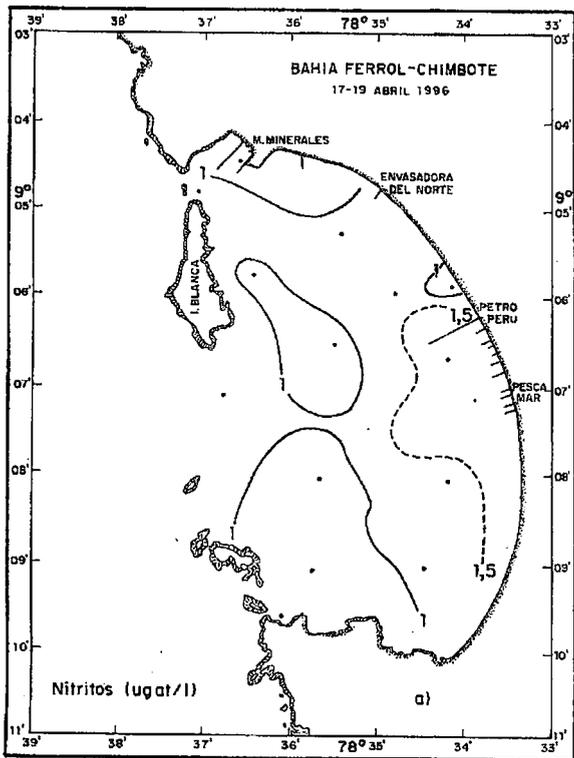


FIGURA 11. Distribución de nitritos en: a) superficie y b) fondo. Bahía Ferrol, Chimbote (17 a 19 abril 1996).

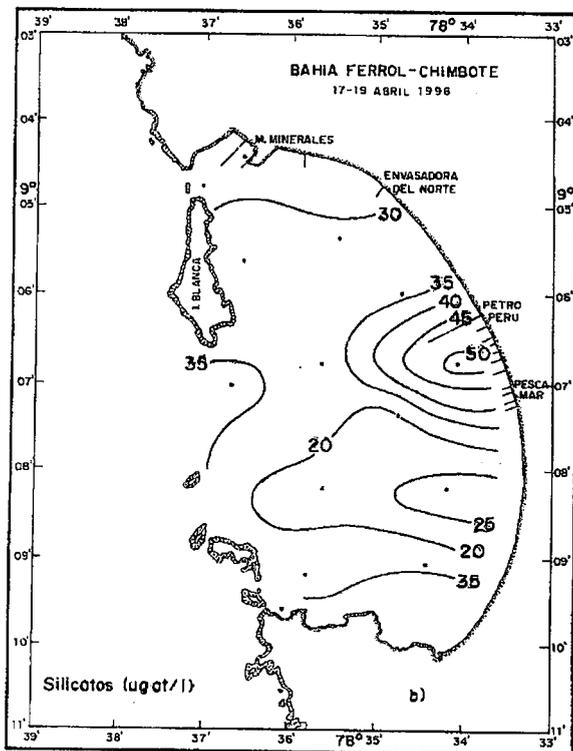
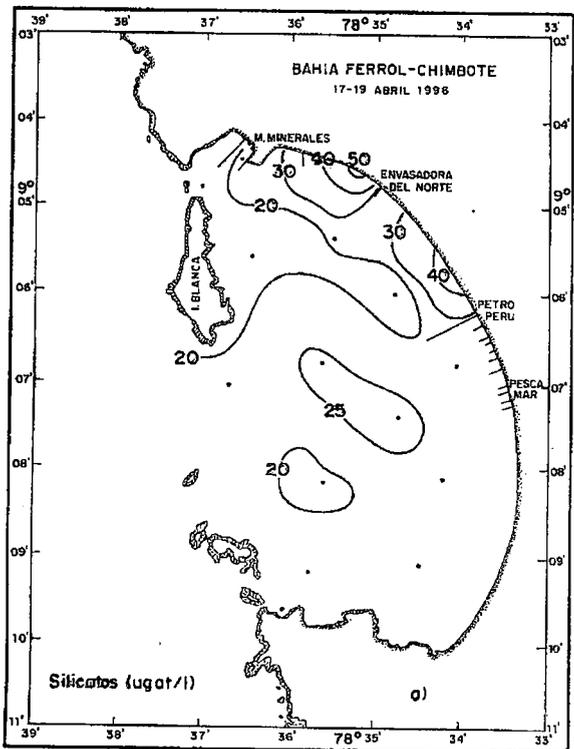


FIGURA 12. Distribución de silicatos en: a) superficial y b) fondo. Bahía Ferrol, Chimbote (17 a 19 abril 1996).

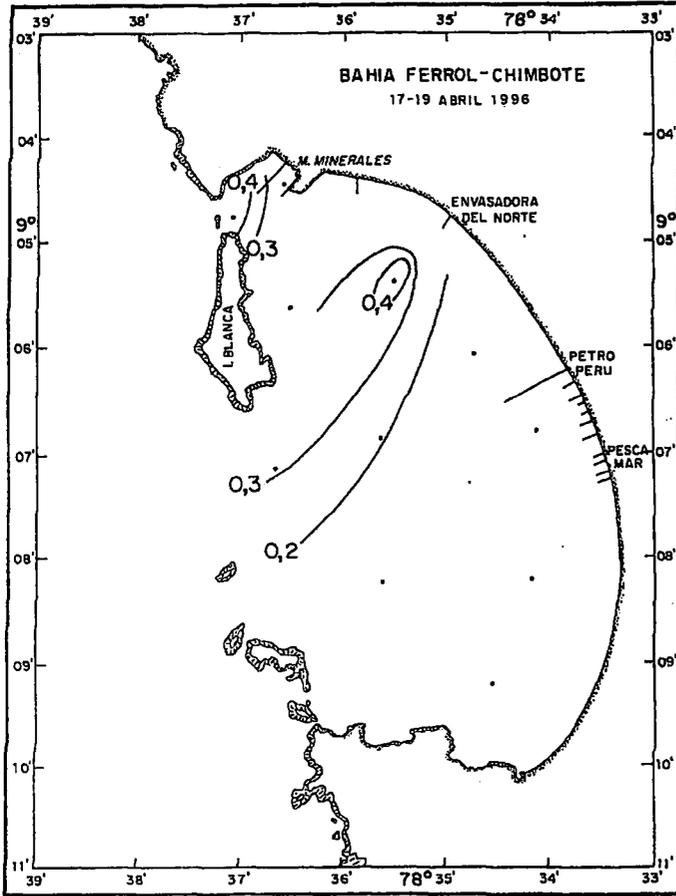


FIGURA 13. Distribución de plancton (volumen) en superficie. Bahía Ferrol, Chimbote (17 a 19 abril 1996).

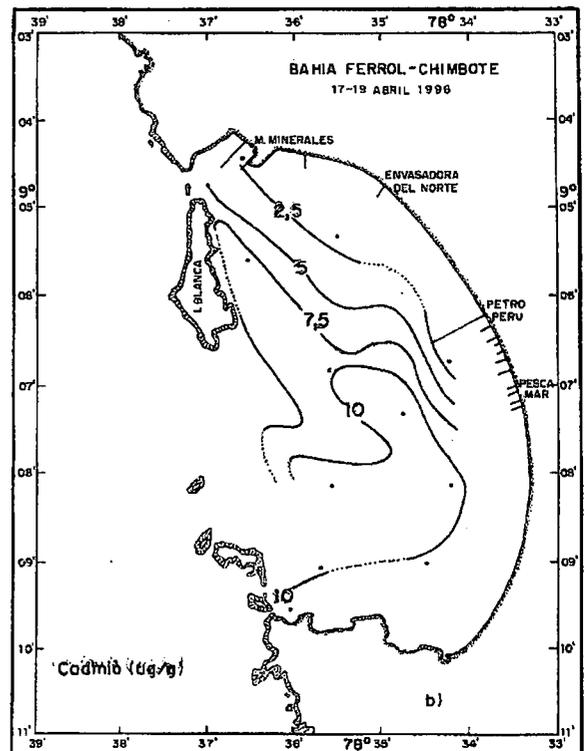
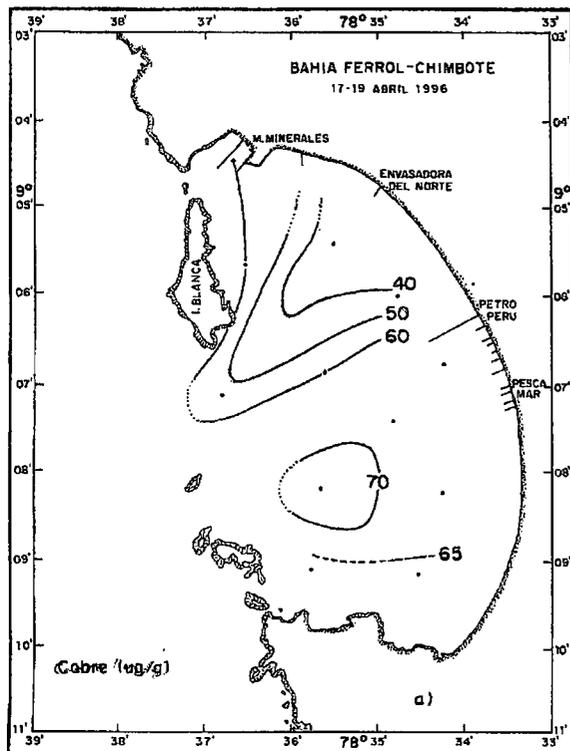


FIGURA 14. Distribución de: a) cobre y b) cadmio, en sedimentos marinos. Bahía Ferrol, Chimbote (17 a 19 abril 1996).

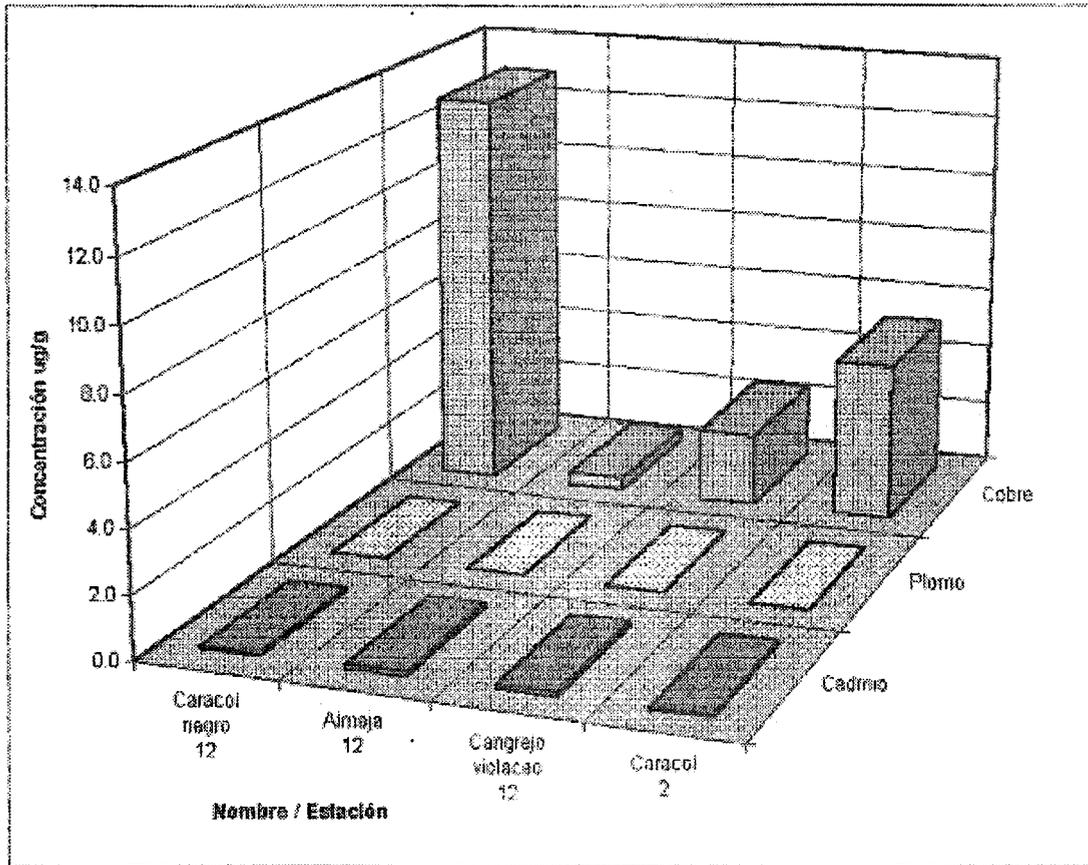


FIGURA 15. Concentración de metales pesados en especies marinas bahía Ferrol-Chimbote (19/04/96). Bahía Ferrol, Chimbote (17 a 19 abril 1996).

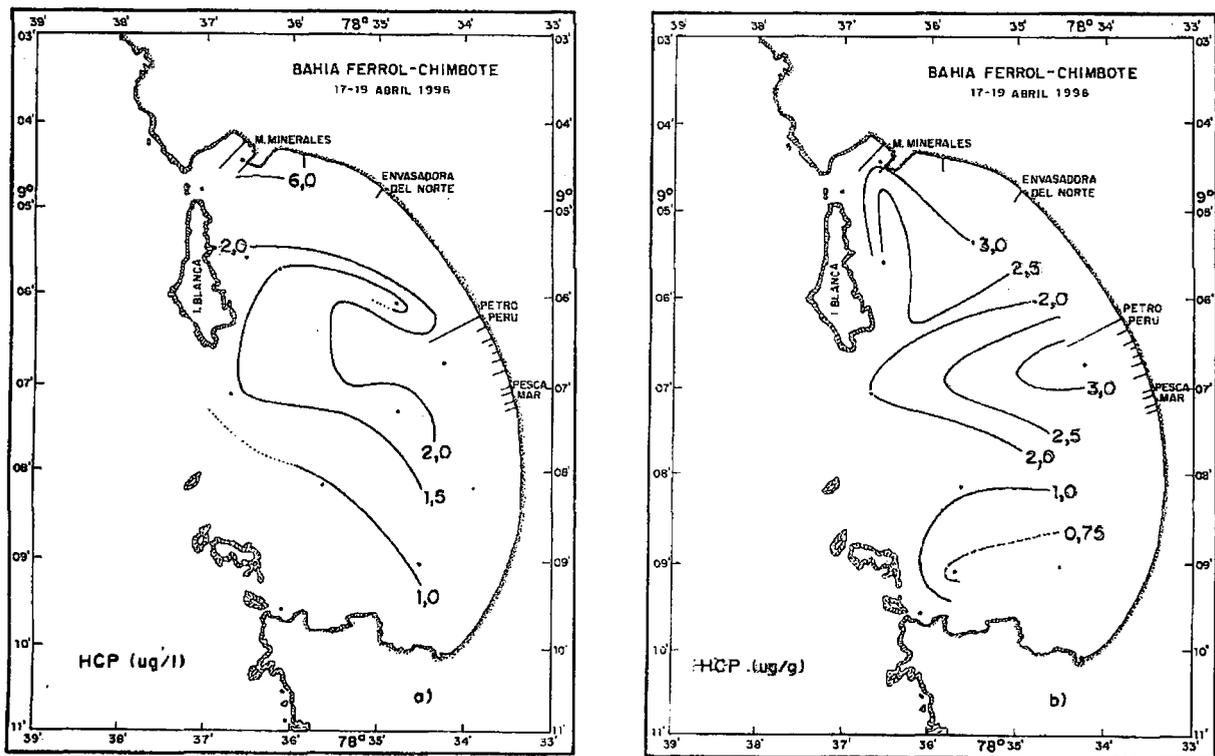


FIGURA 16. Distribución de hidrocarburos de petróleo aromáticos en: a) agua y b) sedimento. Bahía Ferrol, Chimbote (17 a 19 abril 1996).

Impreso por Visual Service S.R.L.
José de la Torre Ugarte # 433
Lima 14 - PERU