



informe progresivo

nº
110

Noviembre
1999

Niveles de hidrocarburos de petróleo en el ecosistema marino costero del Perú. Bahías seleccionadas. Periodo 1996

María E. Jacinto T.

Rita J. Cabello T.

DGIQ-54

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

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU (IMARPE)

Esq. Gamarra y Gral. Valle, Chucuito, Callao.

Apartado 22, Callao, Perú.

Telf. 429-7630 / 420-2000 Fax: 465-6023

Email: imarpe+@imarpe.gob.pe

Asesora científica
Dra. Norma Chirichigno Fonseca

Editor científico
Dr. Pedro G. Aguilar Fernández

© 1999. **Instituto del Mar del Perú**
Esquina Gamarra y General Valle
Apartado Postal 22
Callao, PERU
Teléfono 429-7630 / 420-2000
Fax (511) 465-6023
E-mail:imarpe+@imarpe.gob.pe

Hecho el depósito de ley.
Reservados todos los derechos de reproducción total
o parcial, la fotomecánica y los de traducción.

Impresión: Gráfica Técnica SRL.
Calle Los Talladores 184, Urb. El Artesano - Ate
Teléfono: 436-3140 / 437-5842
Tiraje: 300 ejemplares

NIVELES DE HIDROCARBUROS DE PETROLEO EN EL ECOSISTEMA MARINO COSTERO DEL PERU. BAHIAS SELECCIONADAS. PERIODO 1996

María E. Jacinto T.
Dirección de Monitoreo y
Protección del Ambiente Marino

Rita J. Cabello T.
Area de Evaluación
de la Contaminación Marina

CONTENIDO

Resumen	3
1. Introducción	4
2. Producción de petróleo en el Perú	5
3. El Instituto del Mar del Perú y el Programa de Vigilancia	6
4. Material y Métodos	6
4.1 Muestreo	6
4.2 Métodos	7
5. Resultados y Discusión	7
5.1 Bahía Callao - Ventanilla (10 al 12 de abril de 1996)	7
5.2 Bahía Callao - Ventanilla (06 al 08 de Agosto de 1996)	9
5.3 Bahía Ferrol - Chimbote (17 al 19 de abril de 1996)	11
5.4 Bahía Ferrol - Chimbote (26 al 29 de julio de 1996)	12
5.5 Bahía Pisco - Paracas (22 al 24 de mayo de 1996)	14
5.6 Bahía Pisco - Paracas (23 al 25 de octubre de 1996)	15
5.7 Bahías Mollendo, Ilo e Ite (17 al 25 de agosto de 1996)	16
5.8 Bahía de Mollendo (23 al 25 de agosto de 1996)	16
5.9 Bahía de Ilo (17 al 19 de agosto de 1996)	17
5.10 Bahía de Ite (20 al 22 de agosto de 1996)	18
5.11 Bahía de Paita (19 al 21 de setiembre de 1996)	19
5.12 Bahía de Talara (23 al 26 de setiembre de 1996)	20
5.13 Ensenada de Sechura - Puerto Bayóvar (29 de noviembre al 01 de diciembre de 1996)	22
6. Conclusiones	24
7. Recomendaciones	24
8. Agradecimientos	25
9. Referencias	25
Tablas	27
Figuras	44

RESUMEN

JACINTO, M. E. Y R. J. CABELLO T. 1999. Niveles de hidrocarburos de petróleo en el ecosistema marino costero del Perú. Bahías seleccionadas. Período 1996. Inf. Prog. Inst. Mar Perú 110. Noviembre 1996.

Se presentan las concentraciones de hidrocarburos de petróleo en agua y sedimentos en áreas costeras de Talara, Ensenada de Sechura - Puerto de Bayóvar, Ferrol-Chimbote, Callao-Ventanilla, Pisco-Paracas, Mollendo, Ilo e Ite durante 1996, dentro del Programa de Vigilancia de la Calidad del Medio Marino Costero. La determinación de hidrocarburos se realizó

conforme a la metodología COI-UNESCO 1982 – 1984. Se han calificado 3 bahías localizadas en el norte (Talara y Ferrol-Chimbote) y centro (Callao) costero en condiciones críticas de contaminación por compuestos petrolíferos.

Los hidrocarburos disueltos, en general variaron entre 0,26 µg/L (Talara) y 18,43 µg/L (Ferrol- Chimbote) en unidades de crisenio. El ecosistema marino de Ferrol-Chimbote durante los últimos años viene presentando un incremento en las concentraciones de hidrocarburos disueltos, situación que estaría asociada, también, a las operaciones de lastre, carga y descarga de combustibles de las numerosas embarcaciones que allí se concentran, así como a posibles fugas de combustible a través de la línea submarina que abastece a empresa petrolera. La bahía del Callao también experimentó un incremento en sus concentraciones (máximo: 6,22 µg/L en abril), pero en menor proporción respecto a evaluaciones anteriores a 1996. En Talara se registró una mejora de la calidad acuática, que se tradujo en una disminución de valores respecto al promedio (4,90 µg/L) presentado en 1989.

Los niveles de hidrocarburos aromáticos en los sedimentos de fondo variaron entre < 0,10 (Ite) a 33,38 µg/g (Callao, agosto). En la bahía del Callao, los mayores valores se hallaron principalmente en la rada interior; el incremento observado en los sedimentos se explicaría en los procesos biodegradativos de estos compuestos a través de la columna de agua y su acumulación en el fondo marino. Las mayores concentraciones correspondieron a sedimentos finos de aspecto limo arcilloso. Excepto por los niveles de hidrocarburos encontrados en sedimentos de las bahías del Callao, Talara (máximo en setiembre: 19,63 µg/g) y Ferrol-Chimbote (máximo en julio: 20,21 µg/g) los resultados en las demás bahías presentaron concentraciones “no significativas”. La presencia de alquitrán sólido en playas de Talara y Callao resultó positiva con concentraciones que no superaron los 0,25 g/m² (Callao).

La evaluación por playas (zona litoral), identificó la zona frente a fábrica de fertilizantes (norte del Callao), como la más crítica de contaminación por estos compuestos. El impacto de esta descarga (máximo en agosto: 1453,08 µg/L) se reflejó en las áreas agrícolas circundantes, en el ganado existente (impregnado de color negruzco grasiento) y en una franja (zona de mezcla) donde confluye dicha descarga.

PALABRAS CLAVE: Hidrocarburos de petróleo: disuelto y aromáticos, microgramos (µg) de crisenio, Bahías Talara, Ferrol-Chimbote, Callao. Sedimento limo arcilloso, tamaño de partícula.

1. INTRODUCCION

En el Perú el desarrollo de la explotación petrolera y las múltiples actividades que de ella se derivan, constituye un permanente riesgo de perturbación del ecosistema marino.

Los crudos de petróleo y la mayoría de productos refinados son mezclas extremadamente complejas constituidas principalmente por compuestos hidrocarbonados, que con frecuencia presentan algo de azufre, nitrógeno y heterocíclicos de oxígeno, entre otros. Estos compuestos orgánicos incluyen estructuras de hidrocarburos aromáticos (fig. 1), los cuales son objeto del presente estudio motivado por su relación con la toxicidad y cancerígenos asociados especialmente a los polinucleoaromáticos (CPPS 1981). Si bien existen plantas y organismos marinos que puedan sintetizar hidrocarburos, su ingreso e incremento en el ecosistema marino se produce también por diferentes fuentes. Una serie de mecanismos físicos, químicos y biológicos favorecen su degradación (Fig. 2).

Según la Ocean Orbit (1995) el ingreso de petróleo al ambiente marino a nivel mundial se estimó en 3,2 millones de toneladas métricas por año. De ello, el 37% lo constituyen las descargas industriales y esorrentías urbanas. Le siguen las operaciones de los barcos (limpieza, lastre) con un 33%, los derrames accidentales (12%), las precipitaciones atmosféricas (9%), fuentes naturales (7%) y las actividades de exploración y producción fuera de la costa (2%). Además indica que el promedio de ingreso de petróleo por derrames de accidentes de los buques tanques en las aguas marinas del mundo se ha reducido de 400 000 a 114 000 t/año (Fig. 3).

El Instituto del Mar del Perú ejecutó durante el período 1996 una serie de monitoreos en diferentes bahías de nuestro litoral, dentro del programa de "Evaluación de la Calidad del Medio Marino Costero". El objetivo del mismo fue continuar con el seguimiento de las concentraciones de hidrocarburos del petróleo en áreas con serios problemas de contaminación (Callao, Talara, Ferrol-Chimbote y Pisco) y en otros casos, obtener una información básica referencial de sus concentraciones en áreas evaluadas por primera vez como es el caso de Mollendo. Esta información actualizada contribuirá a evaluar indirectamente la eficiencia de los programas de adecuación ambiental del sector hidrocarburos, a la identificación de áreas críticas y sensibles para el Plan Nacional de Contingencias, así como contribuir en el ordenamiento de las múltiples actividades portuarias, entre otros.

Los resultados que se presentan revelan que las máximas concentraciones se hallan especialmente en los puertos de las bahías de Callao, Ferrol-Chimbote y en menor grado Talara. En esta última se ha observado una mejora en los valores de hidrocarburos en agua. Es innegable que factores hidrodinámicos, presencia de materia orgánica y tamaño de partícula de los sedimentos influyen en la persistencia o dilución/dispersión de los compuestos hidrocarbonados que se analizan en el informe.

2. PRODUCCION DE PETROLEO EN EL PERU

De acuerdo al Instituto de Estadística e Informática (INEI 1997); la producción de petróleo crudo en el Perú en 1996 fue de 101.484,2 miles de barriles (mb) disminuyendo 1,88 % respecto a 1995. En este período el 43,0 % de la producción total provino de la explotación en zonas de la costa, zócalo y oriente, el 66,0 % de este crudo se obtuvo de la selva en el oriente peruano el cual se caracteriza por presentar una mayor producción anual (Fig. 4). Este crudo es transportado a través del oleoducto nor peruano de 856 km, que cruza los Andes hasta llegar a la costa norte en el terminal de Bayóvar, el cual tiene una capacidad de almacenaje de 15 000 m³ de petróleo.

La explotación en la costa es del 18,7 % y en el zócalo del 15,3 % de la producción zonal. Esta última se desarrolla en el sector norte del ecosistema marino costero peruano, desde aproximadamente 80 plataformas marinas de extracción a profundidades que varían entre 60 y 300 pies. El petróleo procedente de diversas plataformas alimenta a estaciones reforzadas de donde es bombeado a tierra a través de una tubería submarina.

Durante 1996 el Perú logró alcanzar un promedio productivo diario de 120,0 mb de petróleo crudo. El consumo interno de derivados representó el 46,6% del crudo producido en dicho año, siendo el petróleo diesel el de mayor consumo (tabla 1). Un sector importante de crudo es

transportado por buques tanques a las refinerías para la producción de los derivados que alcanzó en este período 54.387,4 mb. De ellos, el petróleo industrial representa el 33,9 % y el diesel 2 el 23,2 % de la producción total. La refinería de la Pampilla (Callao) le corresponde el 51,0 % y la refinería de Talara (en el norte del país) el 40,0 % de la producción de derivados (tabla 2). El transporte marítimo del crudo y sus derivados se realiza a través de la red de distribución de la empresa PETROPERU (Fig. 5).

3. EL INSTITUTO DEL MAR DEL PERU Y EL PROGRAMA DE VIGILANCIA

Dentro del marco del Plan de Acción para la protección del medio marino en el Pacífico Sudeste, el IMARPE inició en 1985 la ejecución del programa de “Investigación y Vigilancia de la Contaminación Marina por Hidrocarburos del Petróleo”. Este programa que contó con apoyo financiero del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS) hasta 1990, fue posteriormente asumido por el IMARPE dentro de sus líneas de investigación en cumplimiento de sus objetivos institucionales y del compromiso asumido por el Perú a través del Convenio de Lima.

El inventario de la CPPS (1981) identificó a las bahías de Talara y Callao como zonas con fuerte contaminación por hidrocarburos del petróleo. Durante los últimos años, las evaluaciones realizadas sobre estos compuestos hidrocarbonados dentro del programa de vigilancia de la calidad, han confirmado que las áreas de Callao y Talara siguen presentando niveles elevados de hidrocarburos, aunque en el caso de Talara se observa una tendencia decreciente en sus aguas en el presente período respondiendo entre otros factores, a un proceso dinámico de las mismas. En el caso del sedimento de fondo, este presenta un transporte mucho más lento constituyendo el lecho marino el lugar donde finalmente se depositan dichos compuestos. Bayóvar presentó niveles muy bajos a pesar de ser una zona de riesgo, mientras que la bahía Ferrol-Chimbote ha venido mostrando un incremento significativo en sus concentraciones.

4. MATERIAL Y METODOS

4.1 Muestreo

El muestreo de los niveles de hidrocarburos de petróleo en las bahías seleccionadas durante 1996 se realizó en los siguientes períodos:

- Bahía Callao - Ventanilla del 10 al 12 de abril y del 06 al 08 de agosto (Fig. 6).
- Bahía Ferrol - Chimbote del 17 al 19 de abril y del 26 al 29 de julio (Fig. 7).
- Bahía de Pisco - Paracas del 22 al 24 de mayo y del 23 al 25 de octubre (Fig. 8).
- Bahías Mollendo, Ilo e Ite del 17 al 25 de agosto (Fig. 9).
- Bahía Talara del 23 al 26 de setiembre (Fig. 10).
- Bahía Paíta del 19 al 21 de setiembre (Fig. 11).
- Ensenada de Sechura - Puerto Bayóvar del 29 de noviembre al 01 de diciembre (Fig. 12).

En el mar se recolectaron muestras a un metro de la superficie en estaciones previamente seleccionadas empleando botellas de 4L de capacidad, de color ámbar, dejando un espacio disponible para la adición de CCl_4 como preservante para su análisis en la determinación de hidrocarburos disueltos.

Se colectaron muestras de sedimento empleando la draga Van Veen de 0,024 m², las mismas fueron envueltas en papel metálico, embolsadas y puestas en hielo hasta su llegada a laboratorio, en donde se congelaron a -20°C hasta su análisis.

Se realizaron además estaciones a nivel de playas, colectándose muestras de agua para la determinación de hidrocarburos disueltos principalmente en zonas de mezcla próximas a descargas, muelles y en la línea de playa (aproximadamente 5,0 m de orilla). También se realizó la identificación y colecta de alquitrán en playas. Alquitrán, compuestos hidrocarbonados de alto peso molecular que forman una película externa protectora que por acción de mareas se depositan en playas combinándose con partículas de sedimento.

4.2 Métodos

La metodología usada por el IMARPE para la determinación de hidrocarburos del petróleo se basa en las siguientes referencias:

- Manual y guía N° 13 de la COI-UNESCO, 1984 para la determinación de hidrocarburos del petróleo en agua de mar.
- Manual y guía N° 11 de la COI-UNESCO, 1982 para la determinación de hidrocarburos del petróleo en sedimento marino.
- Manual N° 13 COI-UNESCO, 1984 para la determinación de alquitrán en playas.

Los informes analíticos expresan las concentraciones de hidrocarburos disueltos totales en unidades de criseno por litro de agua de mar y los hidrocarburos aromáticos totales en unidades de criseno por gramo de muestra seca.

- Límite de detección analítica: 0,03 µg/L ó 0,03 µg/g.
- Límite de cuantificación analítica: 0,10 µg/L ó 0,10 µg/g.

5. RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación se presentan los resultados obtenidos en cada una de las áreas costeras evaluadas.

5.1 Bahía Callao – Ventanilla (10 al 12 de abril de 1996)

La bahía del Callao tiene aproximadamente 15 millas de largo comprendidas entre Punta Bernal y el cabezo norte de la isla San Lorenzo. Sin embargo el monitoreo se extendió hacia el sur de la Isla San Lorenzo sumando alrededor de 18 millas el área evaluada.

En el centro de la bahía fluyen diversas e importantes descargas que vierten directamente al litoral costero, los ríos Chillón y Rímac que aumentan su caudal durante la época de verano y las descargas domésticas de los colectores Comas y Callao con caudales, aproximados, de 3,5 m³/s y 3,0 m³/s, respectivamente. Estas descargas son superiores a las industriales vertidas directamente al medio marino.

La bahía del Callao alberga importantes infraestructuras marítimas, las cuales están ubicadas en la rada interior, destacando la presencia de numerosos muelles (Terminal Marítimo, Muelle de Minerales, Petróleo, etc). En general, la bahía se caracteriza por una intensa actividad portuaria ligada al tráfico marítimo de embarcaciones de diferentes tonelajes.

El área marina costera evaluada en este período estuvo comprendida entre las latitudes 11°51'30" – 12°06'54" S y longitudes 77°07'57" – 77°11'08" W.

5.1.1 Hidrocarburos disueltos totales en agua de mar (HDT)

Se realizaron 16 estaciones por mar y 2 estaciones por playa (frente a la fábrica de fertilizantes "F" y en la playa Ventanilla "V" próxima a la refinera de petróleo) (Fig. 6a). Los resultados de las concentraciones de hidrocarburos disueltos totales en muestras de agua colectadas se presentan en la tabla 3.

El área evaluada presentó valores entre 0,27 y 6,22 µg/L correspondientes a las estaciones 8 (a la altura de fábrica de fertilizantes y emisor Callao) y estación 22 (al sur-oeste de la playa Márquez), respectivamente. Un 44,0 % de los valores se ubicaron entre 1,01 y 6,22 µg/L; los demás valores fueron inferiores a 1,0 µg/L. Considerando que el rango usual (< 1,0 µg/L) detectado a lo largo de la costa peruana en áreas de menor actividad industrial especialmente en la zona litoral, este porcentaje indica una tendencia a niveles críticos que finalmente se comprueban en función del contenido de los sedimentos de fondo.

Se observó un grupo de isolíneas de tendencia creciente de norte a sur hasta aproximarse a la playa Oquendo, cuyo rango varió entre 1,0 y 5,0 µg/L (Fig. 16). Esta distribución estuvo asociada con la presencia de flujos provenientes del norte (desde Ventanilla) con dirección predominante sur-este que avanzaron hasta cercanías de la referida playa (MORÓN *et al.* 1996a). En esta latitud se observó una disminución de concentraciones que estuvo relacionada con el cambio direccional sur-oeste (fig. 20) de las corrientes (hacia La Punta). Concentraciones menores de 1,0 µg/L se localizaron frente a la isla San Lorenzo al sur de la bahía.

Estos valores mostraron un incremento respecto al período agosto 1995 (0,29 – 1,87 µg/L); pero inferiores a los hallados en marzo 1995 (0,79 - 12,87 µg/L). El aumento experimentado ha superado inclusive valores presentados en la bahía de Talara (0,26 – 1,53 µg/L) en setiembre 1996. La bahía Concepción de Chile presentó valores similares en junio de 1986 entre 0,83 y 5,0 µg/L (ALCÁZAR *et al.* 1986).

La evaluación en las estaciones de playas identificó la presencia de un efluente con alto contenido de restos de combustible, ubicado en la estación F (fábrica de fertilizantes) con una concentración de 337,37 µg/L de hidrocarburos disueltos totales.

El impacto de esta descarga se reflejó en las áreas agrícolas circundantes, en el ganado existente (impregnado de color negruzco, grasiento) y en una franja de la zona del litoral (zona de mezcla) donde confluye esta descarga.

También se halló alquitrán en las playas de Ventanilla (estación V) en una concentración de 0,25 g/m² de área (tabla 13).

5.1.2 Hidrocarburos aromáticos totales en sedimento marino (HAT)

Muestras de sedimento marino fueron colectadas en 13 estaciones. Los resultados de los análisis de hidrocarburos son presentados en la tabla 3.

El rango fue de $<0,1$ y $32,10 \mu\text{g/g}$ ubicadas en las estaciones 2 (al sur de la bahía próxima a la Isla San Lorenzo) y en la estación 13A (en la rada interior del puerto) con profundidades de 15 m y 13 m, respectivamente. El mínimo valor correspondió a un sedimento de aspecto arenoso de grano medio, mientras que el máximo a un sedimento de arcilla arenosa (VELAZCO 1994); el cual despedía un fuerte olor a combustible/kerosene de acuerdo a las características observadas de los sedimentos en las estaciones respectivas (tabla 15).

El 33% de los valores superaron los $10 \mu\text{g/g}$ ($11,53$ y $32,10 \mu\text{g/g}$), considerando que en áreas costeras con menores actividades antrópicas los valores usuales son menores de $1,0 \mu\text{g/g}$, en esta oportunidad el 77% de concentraciones superaron este valor ($1,0 \mu\text{g/g}$) que sumado a los niveles detectados indica condiciones críticas de contaminación.

Se observaron dos "familias" de isolíneas en el área evaluada (Fig. 17). La primera comprende un grupo de curvas elípticas ($2,5 - 10,0 \mu\text{g/g}$) de tendencia creciente desde las proximidades del río Chillón hacia el nor-oeste de Ventanilla, distribución asociada a las arenas que degradan a arenas limosas conforme se alejan de la línea de costa (VELAZCO 1994). El segundo grupo, ubicado a la altura de playa Márquez y río Rímac, con una tendencia creciente sur - oeste en un rango de $3,0$ a $7,5 \mu\text{g/g}$. Sedimentos con concentraciones mayores a $10,0 \mu\text{g/g}$ se hallaron próximos a la rada del Callao, coincidentemente con una textura de limo arenosos/arcillosos a arcillas limosas (VELAZCO 1994). Los valores menores de $1,16 \mu\text{g/g}$ se ubicaron próximos a la Isla San Lorenzo en sedimentos de tipo arena.

Estos valores fueron inferiores a los presentados en enero 1990 ($1,18 - 50,27 \mu\text{g/g}$); pero superiores a los resultados hallados en junio 1994 ($0,08 - 11,24 \mu\text{g/g}$) en los que coincidentemente el valor máximo se ubicó en la rada interior del puerto.

De acuerdo a las características observadas en los sedimentos analizados, los mayores contenidos de hidrocarburos estarían asociados a partículas de menor tamaño, preferentemente a arenas muy finas y a partículas menores de 63 micras; es decir, partículas que presentan una mayor área específica (como los sedimentos finos predominantes en la rada del Callao), alta porosidad y propiedades polares, entre otros, que ofrece una mayor capacidad de adsorción de los hidrocarburos aromáticos.

5.2 Bahía Callao-Ventanilla (06 al 08 de agosto de 1996)

La evaluación se realizó en un área definida entre las latitudes $11^{\circ}51'25'' - 12^{\circ}07'39''\text{S}$ y las longitudes $77^{\circ}07'57'' - 77^{\circ}11'39''\text{W}$. Se monitorearon 14 estaciones por mar y 4 por playas (Fig. 6b).

5.2.1 Hidrocarburos disueltos totales en agua de mar (HDT)

Los resultados se presentan en la tabla 4. Los valores variaron entre $1,15$ y $4,76 \mu\text{g/L}$, ubicándose el mínimo valor al norte de la bahía (estación 17) y el máximo en la estación 25 al sur oeste de playa Márquez. Los valores se mostraron muy uniformes en el área evaluada con un promedio de $1,82 \mu\text{g/L}$.

El 86% de valores estuvo en un rango de $1,0$ a $2,0 \mu\text{g/L}$ y, aunque éstos han experimentado una ligera disminución respecto a abril, la existencia total de valores mayores al rango usual ($< 1,0 \mu\text{g/L}$) indica una situación de constante vertimiento petrolífero al medio marino.

Se observó en el centro de la bahía un grupo de isolíneas semicerradas de tendencia creciente al alejarse de la costa en un rango de 2,0 a 4,0 $\mu\text{g/L}$ (Fig. 18), asociados a las tendencias de los flujos predominantes hacia el sur con desviaciones hacia el oeste (Fig. 22) a la altura del río Chillón. Hacia el sur, se ubicó una isolínea dominante de 1,5 $\mu\text{g/L}$.

En ambos períodos de abril y agosto las mayores concentraciones se distribuyeron en la zona central de la bahía, comprendida entre las latitudes de los ríos Chillón y Rímac.

A nivel de playas el valor más crítico (1453,08 $\mu\text{g/L}$) se halló en el efluente proveniente de la fábrica de fertilizantes que superó ampliamente la concentración encontrada en abril (337,7 $\mu\text{g/L}$). Descarga que ejerció un fuerte impacto en las zonas circundantes (descrito en 5.1.1).

La búsqueda de alquitrán en playas de Ventanilla resultó positiva: 0,12 g/m^2 , valor inferior al hallado en abril pasado (tabla 13).

5.2.2 Hidrocarburos aromáticos totales en sedimento marino (HAT)

Los resultados se presentan en la tabla 4. El rango fue de 0,33 a 33,38 $\mu\text{g/g}$, ubicándose el máximo valor en la estación 16 (al sur oeste de la rada del puerto del Callao) a una profundidad de 16 m, para un sedimento de tipo fango limo-arcilloso (Tabla 16). Estos valores fueron comparables a los presentados en abril (valor máximo: 32,10 $\mu\text{g/g}$) y superiores a los encontrados en Chimbote en el mes de julio (máximo: 20,21 $\mu\text{g/g}$).

Concentraciones menores de 4,0 $\mu\text{g/g}$ se presentaron en un 70% del área total observándose isolíneas dominantes de 2,0 y 2,5 $\mu\text{g/g}$ al norte y centro de la bahía respectivamente (Fig. 19). En general el 80% de concentraciones fueron mayores a 1,0 $\mu\text{g/g}$; los niveles hallados reafirman la condición crítica del medio marino del Callao.

La distribución de estos contaminantes presentó una tendencia creciente desde playa Márquez hacia el sur oeste (próximo a La Punta), comparable a la presentada en el mes de abril.

En esta oportunidad el mayor valor hallado en la estación 16, indicaría la presencia de una corriente con flujo sur-oeste (observado en abril, frente a La Punta), que arrastraría sedimentos finos favoreciendo su concentración en este sector.

Se observó además una tendencia decreciente hacia la costa conforme a la orientación sur-este de los flujos (Fig. 23).

De las evaluaciones realizadas en abril y agosto de 1996, se observa que la zona con mayor contenido de hidrocarburos del petróleo se halla en la rada interior y estaciones aledañas que se extienden hacia el sur-oeste. Es indudable que la principal fuente la constituyen las numerosas embarcaciones que navegan y acoderan en esta zona y en menor grado las descargas industriales. Estos hidrocarburos que provienen de las operaciones de carga y descarga, sufren una serie de procesos de degradación y sedimentación.

Estos valores fueron mayores comparados a las concentraciones halladas en otros países de la región como Colombia en Tumaco, junio 1988 (0,01 – 3,91 $\mu\text{g/g}$) con intensa actividad

portuaria (MARRUCO y GALLO, 1987) y en Chile junio 1986 (0,14 – 5,06 µg/g) en la bahía de Concepción (ALCÁZAR *et al.* 1986).

Monitoreos realizados desde junio 1985 (Fig. 13) indicaron que los niveles de hidrocarburos disueltos totales en aguas no han superado los 10,0 µg/L con excepción de marzo 1995 (máximo: 12,8 µg/L). Comportamiento similar ocurre con los hidrocarburos aromáticos totales en sedimentos, que no superaron los 10 µg/g de hidrocarburos aromáticos totales expresados en unidades de crisenó, con excepción de la rada interior que presentó niveles elevados de contaminación que fluctuaron entre 50 µg/g (enero 1990) y 30µg/g (en abril y agosto de 1996). Estas concentraciones ponen de manifiesto la persistencia del problema de contaminación petrolífera de origen antrópico.

5.3 Bahía Ferrol-Chimbote (17 al 19 de abril de 1996)

La bahía de Ferrol-Chimbote alberga el principal puerto pesquero del país y la ciudad de Chimbote; presenta una configuración semicerrada con 6 millas de norte a sur y de 4 millas de ancho, delimitada al oeste por las Islas Blanca, Ferrol Norte, Medio y Sur. Configuración que influye en las propiedades físico-químicas de las aguas y en el comportamiento de dilución/dispersión de los diversos contaminantes.

A lo largo de esta bahía confluyen una serie de descargas, destacando las domésticas e industriales. Estas últimas ligadas principalmente a la actividad pesquera. También existe una descarga importante proveniente de la siderúrgica ubicada al norte de la bahía.

Las múltiples descargas y la configuración de la bahía, aunada a una falta de ordenamiento de las diversas actividades existentes, la han llevado a una situación de serio deterioro ambiental.

El mes de abril (1996) correspondió a una época de actividad industrial pesquera.

El área evaluada se localiza entre las latitudes 09°04'04" – 09°09'15"S y longitudes 78°33'21" – 78°37'05"W.

5.3.1 Hidrocarburos disueltos totales en agua de mar (HDT)

En la tabla 5 se presentan los resultados obtenidos en la determinación de hidrocarburos disueltos. La carta de posiciones es mostrada en la Fig 7a.

A un metro de superficie los valores se presentaron en un rango de 0,95 a 6,81 µg/L. El máximo valor se registró en la estación 1 (Muelle Minerales) un área de acoderamiento de embarcaciones pesqueras de mediano tonelaje y zona próxima a la siderúrgica (JACINTO *et al.* 1997a). El nivel encontrado estaría relacionado con la concentración hallada en la zona de mezcla de la descarga proveniente de la siderúrgica (28,6 µg/L) lo cual indicaría la influencia de esta descarga que, favorecida por la configuración morfológica y la presencia de embarcaciones, permiten una mayor permanencia de estos compuestos residuales.

El 87,5% de concentraciones superaron 1,0 µg/L indicando de manera similar un ingreso de petrolíferos cuya gravedad se confirma en los niveles de fondo (sedimentos) que alcanzaron los 7,57 µg/g.

La Fig. 24 muestra dos isóneas (1,5 y 2,0 $\mu\text{g/L}$) ubicadas en la zona central que dominaron gran parte de la bahía.

Estos valores mostraron un incremento respecto a octubre 1995 (período de veda), que presentó concentraciones de 0,16 a 2,78 $\mu\text{g/L}$, los cuales estarían asociados a un mayor tráfico marítimo, operaciones propias de las embarcaciones, así como las probables fugas durante los procesos de descarga de combustible a través de la tubería submarina existente.

En la evaluación por playas, las estaciones localizadas en la zona de mezcla de la siderúrgica (A_1), y en uno de los muelles pesqueros de la zona industrial (H_1) presentaron valores cercanos y altos, con un promedio de 28,36 $\mu\text{g/L}$ (tabla 5).

5.3.2 Hidrocarburos aromáticos totales en sedimentos marinos (HAT)

En la tabla 5 se presentan los resultados obtenidos.

Los sedimentos evaluados presentaron concentraciones entre 0,5 y 7,57 $\mu\text{g/g}$. La batimetría del área estudiada varió entre los 6,0 y 27,0 m. El máximo valor se ubicó en la estación 2 en la zona norte (Bocana Chica) con un aspecto fangoso (tabla 17).

El 83% de los valores fueron mayores de 1,0 $\mu\text{g/g}$ (valores < 1,0 $\mu\text{g/g}$ son detectados en áreas de mínima influencia antrópica en la costa peruana), esta situación reflejaría un tipo moderado de contaminación, la que finalmente se agrava en el siguiente período donde se observa un notable incremento en sus concentraciones (máximo: 20,21 $\mu\text{g/g}$) alcanzando niveles críticos.

La (Fig. 25) presenta la distribución espacial de los contaminantes en fondo. Las mayores concentraciones se presentaron entre la zona industrial pesquera, la compañía petrolera al centro de la bahía y en la zona norte con isóneas de 3,0 $\mu\text{g/g}$ donde se ubican muelles importantes con una gran afluencia de embarcaciones pesqueras, arrojando lastres y pérdidas de combustible durante su respectiva provisión, así como la presencia de una tubería de abastecimiento de petróleo y sus derivados que se constituyen en las principales fuentes de contaminación.

Estos valores superaron los presentados en octubre 1995 (<0,10 – 4,54 $\mu\text{g/g}$). La ubicación de las mayores concentraciones coincidió en ambos casos. Esta tendencia creciente fue similar a la de los hidrocarburos disueltos.

5.4 Bahía Ferrol-Chimbote (26 al 29 de julio de 1996)

La tabla 6 presenta los resultados obtenidos en los análisis de aguas y sedimento marino. La carta de posiciones se representa en la Fig. 7b.

El mes de julio (1996) representó una época de baja actividad industrial pesquera.

El área evaluada se localizó entre las latitudes 09°04'04" – 09°09'37"S y longitudes 78°33'21" – 78°37'05"W.

5.4.1 Hidrocarburos disueltos totales en agua de mar (HDT)

Los resultados obtenidos corresponden a una época de baja actividad industrial pesquera. El rango fue 0,55 a 18,43 $\mu\text{g/L}$; ubicándose el mínimo valor en la estación 6 (frente a muelle de la compañía pesquera) y el máximo en la estación 3 (frente a Isla Blanca), respectivamente.

En este período los niveles se han incrementado notablemente respecto al mes de abril período de actividad industrial (máximo: 6,81 $\mu\text{g/L}$) a diferencia del mes de abril el 75% de concentraciones superaron los 2,0 $\mu\text{g/L}$, indicando condiciones más severas.

La Fig. 26 muestra la distribución espacial de estos compuestos químicos. Se observó un grupo de isolíneas al norte de la bahía con una tendencia creciente hacia Isla Blanca (5,0 – 18,0 $\mu\text{g/L}$) y otro grupo al centro con una tendencia creciente de sur a norte (altura de la compañía petrolera : 2,0 – 5,0 $\mu\text{g/L}$).

La evaluación por playas de la bahía detectó valores de hidrocarburos disueltos totales de 20,28 y 3,65 $\mu\text{g/L}$ en las estaciones A₁ (zona de mezcla de siderúrgica) y H (muelle de compañía pesquera), respectivamente.

En general, los monitoreos en playas han identificado durante 1996 a las zonas entre la compañía petrolera y las fábricas pesqueras como “críticas”, por el serio deterioro que presentan y por los restos de combustibles detectados (2,19 – 28,55 $\mu\text{g/L}$), cuyas máximas concentraciones impactan la franja costera circundante a los lugares mencionados. Los valores de hidrocarburos disueltos (4,2 – 57,9 $\mu\text{g/L}$) obtenidos en playas entre 1994 y 1996 sólo han sido superados por los valores (67,99 $\mu\text{g/L}$) hallados en playa de Mollendo (al sur de Matarani).

5.4.2 Hidrocarburos aromáticos totales en sedimento marino (HAT)

Los valores se presentaron entre 0,89 y 20,21 $\mu\text{g/g}$; el mínimo se ubicó en la estación 14 (próximo a Punta del Brujo) y el máximo en la estación 1 (frente al muelle de Minerales) a una profundidad de 6 m el cual presentó un sedimento de aspecto limo arcilloso (tabla 18).

El 89% de concentraciones fueron mayores de 1,0 $\mu\text{g/g}$ y el 33% superaron los 5,0 $\mu\text{g/g}$ indicando valores críticos.

La Fig. 27 presenta una distribución de concentraciones crecientes desde la zona sur hacia la zona norte frente al muelle de Minerales (5 – 20 $\mu\text{g/g}$). Estos valores superaron los presentados en abril (0,5 a 7,57 $\mu\text{g/g}$), en ambos períodos las máximas concentraciones se ubicaron en la zona norte a la altura del Muelle de Minerales. La batimetría (6 m a 27 m) y geomorfología de la bahía presentó además un fondo marino de tipo fangoso, con un importante contenido de materia orgánica y un conjunto de procesos físicos y químicos que permitieron una mayor concentración en este período.

Las zonas comprendidas entre el centro y norte de la bahía albergan en su litoral costero descargas de tipo doméstica, pesquera y siderúrgicas; también se ubica una línea submarina que abastece de combustible a la empresa petrolera. A esto se une la manipulación de combustible durante las actividades de recuperación de aceite proveniente de los efluentes pesqueros que descargan en

la playa. De lo mencionado, se explica que las diversas fuentes y la falta de control en sus procesos y emisiones, conjuntamente con las operaciones de las numerosas embarcaciones existentes, son las causas de este sustancial incremento de compuestos hidrocarbonados en la bahía Ferrol, convirtiéndola en un área crítica de contaminación por estos componentes.

Desde 1994 (Fig. 14) se ha presentado una tendencia creciente en el contenido de hidrocarburos disueltos en agua de mar entre 0,20 a 18,43 $\mu\text{g/L}$. Al norte de la bahía entre Muelles de Minerales - Isla Blanca y la franja costera entre PETROPERU la zona industrial pesquera, presentaron las mayores concentraciones (6,0 a 18,43 $\mu\text{g/L}$). Esta misma tendencia se observó en el contenido de hidrocarburos aromáticos en sedimento; en este caso los valores máximos también se ubicaron próximos a los muelles de Minerales (20,2 $\mu\text{g/g}$) y Gildemeister (18,2 $\mu\text{g/g}$). Estas altas concentraciones al norte se explicarían en la proyección de las corrientes superficiales hacia la Bocana Chica y en la presencia de Isla Blanca que influye en los procesos de circulación al interior de la bahía y por ende en los mecanismos de sedimento de los contaminantes.

5.5 Bahía Pisco-Paracas (22 al 24 de mayo de 1996)

La bahía de Pisco-Paracas se localiza en la costa central del territorio nacional presenta una extensa área arenosa cultivada especialmente en el sector norte y en el interior (en los valles de Pisco), el río Pisco desemboca en este sector. Esta bahía alberga además un amarradero petrolero y una tubería submarina que transporta el crudo en las operaciones de carga y descarga de los buques tanques y otros.

Una serie de colectores domésticos e industriales sobre todo pesqueros descargan al medio marino agudizando los serios problemas de eutroficación que caracterizan esta bahía; estos últimos se concentran al sur de la Base Aérea (hacia La Puntilla). El sector industrial pesquero constituye un ingreso importante en la economía nacional. La pesca artesanal es otra actividad que destaca en estas áreas, pues sólo desde Pisco a Lagunillas se cuentan con el 4,8% de las embarcaciones a nivel nacional (ESCUADERO 1997). Paracas se localiza en el sector sur y presenta un área semicerrada, cuenta con el principal puerto "General San Martín" que en la actualidad ofrece las mejores facilidades portuarias.

Actividades turísticas desarrolladas especialmente en el Chaco (visita a las Islas Ballestas) forman parte de los ingresos económicos locales.

La carta de posiciones es mostrada en la Fig. 8.

El área de estudio estuvo definida por las latitudes 13°40'06" – 13°51'38" S y las longitudes 76°13'16" – 76°18'07" W.

5.5.1 Hidrocarburos disueltos totales en agua de mar (HDT)

Los resultados se ubican en la tabla 7.

Las concentraciones a un metro de superficie variaron entre 0,37 y 1,37 $\mu\text{g/L}$, expresado en unidades de crisenol. El mayor valor correspondió a la estación 15 al sur oeste de Pisco. El promedio general fue de 0,78 $\mu\text{g/L}$.

La Fig. 28 muestra una tendencia creciente desde el interior de la bahía hacia el nor oeste, a la altura del río Pisco donde se observó una isólinea de alta concentración ($1,2 \mu\text{g/L}$) con relación a las demás, asociada al sentido nor oeste de las corrientes en este sector (Fig. 32). Estos valores fueron algo mayores a los hallados en 1995 ($< 0,15 - 0,62 \mu\text{g/L}$) en los meses de febrero, mayo y setiembre. Análisis efectuados en cuatro estaciones de playa presentaron valores homogéneos con un promedio de $1,74 \mu\text{g/L}$. En general, los valores detectados no mostraron signos serios de contaminación por estos compuestos disueltos; las concentraciones fueron menores al límite UNESCO 1982 ($< 10,0 \mu\text{g/L}$) para aguas no contaminadas.

5.5.2 Hidrocarburos aromáticos totales en sedimento marino (HAT)

Los valores variaron de $0,10$ a $3,57 \mu\text{g/g}$, concentraciones que normalmente se registran en esta bahía. El mayor valor se localizó en la estación 4 (al sur de las pesqueras industriales).

El promedio general fue de $0,73 \mu\text{g/g}$. Un 81% de los valores fueron inferiores a $0,70 \mu\text{g/g}$.

La distribución espacial de las concentraciones se presenta en la Fig. 29. Se observa una tendencia decreciente desde el sector sur-este (al sur de las pesqueras) hacia el nor oeste de la bahía. Esta concentración de valores frente a las pesqueras estaría asociado con los flujos que ingresaron próximos a Punta Pejerrey hacia el interior de la bahía (Fig. 33). Estos valores mostraron un incremento en sus niveles respecto a 1995 ($< 0,1 - 0,99 \mu\text{g/g}$) en los meses de febrero y mayo. El aumento de hidrocarburos disueltos en las aguas guardó relación con el incremento de los compuestos aromáticos, indicando una mayor persistencia de compuestos hidrocarbonados en el medio marino receptor. Sin embargo, los niveles detectados fueron inferiores a los hallados en bahías consideradas críticas de contaminación (Callao, Talara y Ferrol-Chimbote).

5.6 Bahía Pisco - Paracas (23 al 25 de octubre de 1996)

La carta de posiciones se presenta en la Fig. 8b.

Los resultados se presentan en la tabla 8.

El área evaluada se localizó entre las latitudes $13^{\circ}40'11''$ - $13^{\circ}49'17''\text{S}$ y longitudes $76^{\circ}13'35''$ $76^{\circ}16'34''\text{W}$.

5.6.1 Hidrocarburos disueltos totales en agua de mar (HDT)

Los valores variaron entre $0,31$ y $0,50 \mu\text{g/L}$, con un promedio de $0,39 \mu\text{g/L}$. La mayor concentración se localizó en la estación 11 (frente a San Andrés).

La Fig. 30 presenta una isólinea predominante de mayor concentración ($0,45 \mu\text{g/L}$) en el sector comprendido entre el río Pisco y el norte de las empresas pesqueras, dicha isólinea presenta un acercamiento al muelle de San Andrés.

La evaluación realizada en playas del litoral registró un valor alto en la estación F ($17,17 \mu\text{g/L}$) correspondiente a la playa de una fábrica pesquera.

5.6.2 Hidrocarburos aromáticos totales en sedimento marino (HAT)

El contenido de hidrocarburos aromáticos totales en sedimento marino varió entre $< 0,10$ a $3,02 \mu\text{g/g}$. El máximo valor correspondió a la estación 6 frente a las pesqueras y a una profundidad de 8 m con un sedimento que presentó un fuerte olor a sulfuro de aspecto de arena fina.

En la Fig. 31 se observa un núcleo de mayores concentraciones en el sector industrial pesquero, con una isolínea de mayor concentración ($2,5 \mu\text{g/g}$). En general este período presentó similares características de distribución y valores comparables con relación al mes de mayo.

Las corrientes marinas presentaron una importante influencia en la distribución de los contaminantes disueltos tendientes a incrementar valores en las afueras de la bahía (oeste y noroeste) de acuerdo a la intensidad y dirección de la circulación a nivel superficial; mientras que el comportamiento en fondo estaría asociado a la presencia de material particulado fino (tabla 19-20) en la bahía con profundidades menores de 20 m y con el sentido de las corrientes que concentraron estos contaminantes próximos a las industrias pesqueras.

Los valores presentados para el caso de sedimentos, permiten calificar a esta bahía con grado de contaminación “no significativa” respecto a valores críticos detectados en Talara, Ferrol-Chimbote y Callao en 1996.

5.7 Bahías Mollendo, Ilo e Ite (17 al 25 de agosto de 1996)

La ciudad de Ilo y las playas de Ite se caracterizan por una intensa actividad minera que aporta los más altos ingresos a la economía nacional. Sin embargo, Ilo también presenta plantas de almacenamiento de crudo y tuberías submarinas que se internan dentro de la zona costera las cuales son empleadas en operaciones de descarga. Las fábricas harineras y conserveras de pescado se suman a las actividades costeras convirtiendo a esta bahía en un área de riesgo de contaminación por compuestos petrolíferos. Además, el puerto de Ilo atiende las necesidades portuarias propias de la bahía; en él se localizan muelles petroleros, pesqueros, fiscal, terminal marítimo, de la compañía minera, etc., con un intenso movimiento comercial.

En 1988 IMARPE realizó una primera evaluación estableciendo información básica respecto a los niveles presentes de compuestos hidrocarbonados en agua de mar, los resultados variaron entre $1,58$ y $5,70 \mu\text{g/L}$. Estos valores fueron inferiores a los límites ($< 10,0 \mu\text{g/L}$) establecidos por organismos internacionales como la COI-UNESCO (1982).

La carta de posiciones es mostrada en la Fig. 9.

La tabla 9 presenta los resultados de los análisis en agua y sedimento marino.

5.8 Bahía de Mollendo (23 al 25 de agosto de 1996)

El área evaluada se localizó entre las latitudes $17^{\circ}01'20''$ – $17^{\circ}15'25''$ S y longitudes $71^{\circ}34'22''$ – $72^{\circ}01'15''$ W.

5.8.1 Hidrocarburos disueltos totales en agua de mar (HDT)

Los valores se ubicaron entre 1,28 y 4,20 $\mu\text{g/L}$, localizándose el mínimo en la estación 32 (al norte del río Tambo) y el máximo en la estación 39 (al norte de Punta Pacay).

Aunque el 100% de valores superaron 1,0 $\mu\text{g/L}$ (lo cual indica un ingreso de petrolíferos en el medio) las concentraciones en fondo ($<0,2\mu\text{g/g}$) indican niveles “no significativos”. Las características geomorfológicas: área abierta, batimetría como intensidad de flujos de circulación favorecen una menor permanencia en el medio. En la figura 34 se observa una tendencia decreciente desde la estación 39 (al sur) hacia la estación 32 (al nor-oeste, frente a la playa Mejía), coincidiendo con la dirección del flujo predominante de sur a norte (Fig. 38). El promedio fue de 2,46 $\mu\text{g/L}$. Estos resultados se mantuvieron dentro de rangos registrados anteriormente en marzo 1995 (0,12 – 4,01 $\mu\text{g/L}$) y marzo 1996 (1,13 – 1,74 $\mu\text{g/L}$). Sin embargo, en la zona litoral, al sur de Matarani (estación 7M) se presentó una elevada concentración (67,99 $\mu\text{g/L}$) que superó ampliamente los 10 $\mu\text{g/L}$. La estación 7M se caracterizó por la presencia de películas de petróleo en superficie e impregnadas en rocas (JACINTO *et al.* 1998).

5.8.2 Hidrocarburos aromáticos totales en sedimento marino (HAT)

El rango estuvo entre $< 0,10$ y 0,15 $\mu\text{g/g}$. Un 67% de los valores detectados fueron inferiores al límite de cuantificación analítica (0,1 $\mu\text{g/g}$).

De acuerdo a la Fig. 35, las concentraciones fueron homogéneas y comparables a las presentadas en marzo de 1995 ($<0,10\mu\text{g/g}$). Estos niveles detectados se encuentran asociados a profundidades superiores a los 15 m (hasta los 80 m).

Las concentraciones encontradas en aguas podrían también estar influenciadas por la presencia de pigmentos fluorescentes que sumados a los petrolíferos existentes incrementaron el contenido detectado. Así mismo, no se descarta la presencia de una fuente contaminante (no identificada) al medio marino, como la proveniente del tráfico marítimo de grandes embarcaciones, especialmente en Matarani.

5.9 Bahía de Ilo (17 al 19 de agosto de 1996)

El área evaluada estuvo comprendida entre las latitudes 17°25'00" – 17°40'52" S y las longitudes 71°19'04" – 71°27'20"W.

5.9.1 Hidrocarburos disueltos totales en agua de mar (HDT)

Se realizaron 6 estaciones por mar.

El rango obtenido fue 0,69 a 2,48 $\mu\text{g/L}$, ubicándose el mínimo en la estación 3 próximo a Punta Sopladera y el máximo valor en la estación B al sur-oeste de Punta El Carmen. El 75 % de los valores superaron los 1,0 $\mu\text{g/L}$. El promedio general fue 1,96 $\mu\text{g/L}$.

La Fig. 34 muestra concentraciones crecientes desde la estación 3 (próxima a Punta Sopladera) hacia la estación 9; que estaría asociada al desdoblamiento de la corriente principal en esta zona

con dirección sur (Fig. 36). Estas concentraciones son comparables a las detectadas en marzo 1996 (1,5 -2,96 $\mu\text{g/L}$).

En playas los valores promediaron 2,54 $\mu\text{g/L}$ inferiores al valor hallado en Mollendo en este período (67,99 $\mu\text{g/L}$).

5.9.2 Hidrocarburos aromáticos totales en sedimento marino (HAT)

Las concentraciones variaron entre 0,18 y 0,99 $\mu\text{g/g}$ de muestra seca (tabla 9), ubicándose el máximo valor en la estación 9 (al sur del río Ilo), con una profundidad de 83 m y un sedimento de aspecto limo-arcilloso (tabla 21). El promedio de distribución en las estaciones evaluadas fue de 0,66 $\mu\text{g/g}$. En este caso, las máximas concentraciones en agua y sedimento se hallaron en la estación 9 (al sur del río Ilo). En general estos valores no son significativos.

5.10 Bahía de Ite (20 al 22 de agosto de 1996)

El área evaluada estuvo comprendida entre las latitudes 17° 51'48" – 17°58'51"S y longitudes 70°55'00"-71°06'06"W.

5.10.1 Hidrocarburos disueltos totales en agua de mar (HDT)

Se realizaron 7 estaciones por mar. Los resultados variaron entre 0,59 y 4,76 $\mu\text{g/L}$, el mínimo se detectó en la estación 19 al sur del río Locumba y el máximo en la estación 22 aproximadamente a 5 millas del Locumba. El promedio fue de 1,87 $\mu\text{g/L}$. En la Fig. 34 se observa una distribución variada con valores máximos en las estaciones 18 y 22 más distantes de la línea costera, coincidiendo con la dirección de flujo (Fig 37). Los menores valores se presentaron próximos a la línea costera. Estos niveles fueron superiores a los registrados en marzo 1996 (1,22 – 2,40 $\mu\text{g/L}$); pero comparables a marzo 1995 (0,75 – 4,91 $\mu\text{g/L}$). En ambos casos las máximas concentraciones se presentaron en las proximidades del río Locumba.

5.10.2 Hidrocarburos aromáticos totales en sedimento marino (HAT)

Se realizaron 7estaciones por mar. Los valores fueron inferiores al límite de cuantificación analítica (<0,1 $\mu\text{g/g}$) en base seca.

Los mayores valores detectados (< 0,03 $\mu\text{g/g}$) se encontraron en estaciones (21 y 22) alejadas de la costa (Fig. 35), las cuales también presentaron un sedimento de aspecto limo-arcilloso. La tendencia de corriente en fondo (Fig. 40) fue similar a la de superficie.

Los niveles se mantienen estables frente a los obtenidos en los meses de marzo de 1995 (máximo: 0,48 $\mu\text{g/g}$) y 1996 (máximo: 0,1 $\mu\text{g/g}$).

El área de Ite evaluada responde a condiciones similares a las presentadas en Ilo.

En general, los niveles presentados en las tres áreas costeras (Mollendo, Ilo e Ite) fueron homogéneos con mayores concentraciones en aguas a diferencia de los sedimentos.

Con relación a la bahía de Pisco los valores detectados en las aguas de Ilo son ligeramente mayores aunque inferiores a los límites COI ($<10\mu\text{g/L}$), sin embargo las menores concentraciones halladas en los sedimentos en Ilo indican mejores condiciones de respuesta del ecosistema marino receptor.

Estos compuestos son biodegradados a través de la columna de agua favorecidos por grandes profundidades (14,0 – 87,0 m) y la gran hidrodinámica que caracteriza las bahías mencionadas. Estas condiciones entre otras favorecen los bajos contenidos en los sedimentos, por lo que estas áreas califican con un grado de contaminación “no significativa”.

5.11 Bahía Paita (19 al 21 de setiembre de 1996)

La bahía de Paita se encuentra ubicada en la costa norte del país y presenta una extensión de línea costera de 9 millas aproximadamente. El río Chira atraviesa la extensión arenosa y desemboca directamente en la zona litoral. Esta área costera se destaca por la intensa actividad industrial pesquera que promueve un importante tráfico marítimo en la bahía y aporta un importante ingreso económico al país. El puerto de Paita (en el sector sur) alberga así las numerosas embarcaciones en su mayoría pesqueras e importantes muelles como el Terminal Marítimo Fiscal, de las industrias pesqueras, entre otros.

El área evaluada se localizó entre las latitudes $04^{\circ}58'10''\text{S}$ - $05^{\circ}04'23''\text{S}$ y longitudes $81^{\circ}04'43''$ - $81^{\circ}09'10''\text{W}$.

La carta de posiciones es mostrada en la Fig. 11.

5.11.1 Hidrocarburos disueltos totales en agua de mar (HDT)

A un metro de superficie se colectaron muestras en 9 estaciones.

Los resultados analíticos se muestran en la tabla 10. Los valores variaron de 0,45 a $3,57\mu\text{g/L}$. El mayor valor se ubicó en la estación 14 (al centro de la bahía). El promedio ponderado para este estrecho rango fue de $1,57\mu\text{g/L}$. Aunque el 66,7% de los valores fueron mayores de $1,0\mu\text{g/L}$ las concentraciones en fondo (66,7% de valores menores de $1,0\mu\text{g/g}$) manifiestan una contaminación “no significativa”.

La gráfica de distribución (Fig. 42) muestra concentraciones de 1,0 y $1,5\mu\text{g/L}$ predominantes en la bahía y ubicadas en la zona nor-oeste. Las tendencias de las isolíneas respecto a la línea costera estuvieron asociadas a las corrientes de salida hacia el oeste (Fig. 44). Los mayores valores se ubicaron en la zona central.

Estos valores son comparables a los obtenidos en Ilo, Ite y Mollendo y se caracterizaron por un ligero incremento respecto a lo registrado en setiembre 1995 ($0,11 - 1,58\mu\text{g/L}$).

5.11.2 Hidrocarburos aromáticos totales en sedimento marino (HAT)

Los resultados se muestran en la tabla 10.

Se realizó la colecta de sedimento marino en 6 estaciones de la bahía. Los resultados presentaron un rango de 0,19 a $6,10\mu\text{g/g}$ en base seca correspondientes a las estaciones 16 A

(frente a Caleta Colán) y 6 A (frente a Tierra Colorada), con profundidades de 14 y 10 m respectivamente. En ambos casos el sedimento presentó un aspecto limo arcilloso con un fuerte olor a sulfuro (tabla 22).

La Fig. 43 muestra una tendencia decreciente de concentraciones desde Tierra Colorada hacia el centro de la bahía. La configuración de las isolíneas de distribución mostraron similitud con la orientación y sentido de los flujos (Fig. 45). Un 66,6 % de los valores fueron menores de 1,0 µg/g.

Estas concentraciones superaron los valores hallados en setiembre 1995 (0,06 – 2,05 µg/g; base húmeda). Sin embargo, en ambos períodos no se presentaron niveles críticos. Las máximas concentraciones se ubicaron siempre frente a Tierra Colorada.

Esta tendencia creciente estuvo asociada a lodos de aspecto limo arcilloso. En esta área no se desarrollan actividades relacionadas con la extracción de crudo y producción de derivados de petróleo; sin embargo, la presencia de un número importante de embarcaciones y el manipuleo en las operaciones de carga y descarga de combustibles influenciarían en los niveles hallados.

En general la bahía de Paita responde a los niveles encontrados en Paracas y por tanto con un grado de contaminación “no significativa”.

5.12 Bahía de Talara (23 al 26 de setiembre de 1996)

La bahía de Talara ubicada en la costa norte del Perú presenta un importante potencial hidrocarburífico, de tal forma que las actividades involucradas con el aprovechamiento de este recurso energético, constituyen la principal actividad de la población. En menor grado se desarrolla la actividad pesquera.

Además de las plataformas existentes en el zócalo continental, se ubica una refinería al sur de la bahía con una capacidad de producción de 65.000 barriles por día. De esta refinería se han identificado dos importantes descargas de tipo doméstico-industrial que vierten directamente al medio marino (Fig. 54). Estos efluentes se caracterizan por su elevada temperatura (35 °C, setiembre 1995) y la presencia de compuestos aceitosos. La bahía cuenta con un puerto en el cual se ubican tres muelles principales, destinados principalmente al manipuleo de productos de petróleo, combustibles y cargas no inflamables a granel. Indudablemente que estas numerosas actividades la convierten en un área de riesgo permanente a la contaminación por crudo y sus derivados.

El área evaluada estuvo comprendida entre los 04°32'18" – 04°35'38" S y 81°16'00" – 81°18'23"W.

5.12.1 Hidrocarburos disueltos totales en agua de mar (HDT)

Los valores obtenidos se presentan en la tabla 11. Se colectaron 14 muestras por mar y 4 por playas. En la Fig. 10 se presenta la carta de posiciones.

El rango varió entre 0,26 y 1,53 $\mu\text{g/L}$ localizados en la estación 7 (la más distante a la línea costera) y la estación 20 (frente a la playa "Las Peñitas"), respectivamente.

La Fig. 46 muestra la distribución de los niveles a lo largo de la zona litoral. Las concentraciones fueron mayores conforme se acercaron a la costa. La forma adoptada por las isolíneas de distribución siguió el sentido de las corrientes paralelas a la configuración costera con flujos provenientes del sur hacia el interior de la bahía (Fig. 48), continuando luego hacia el norte y disminuyendo los niveles conforme las corrientes se alejaron de la costa. El valor promedio fue 0,75 $\mu\text{g/L}$. En playas el rango fue de 0,8 a 1,47 $\mu\text{g/L}$ (estación F), esta última correspondiente al muelle N° 3 de la compañía petrolera.

En general, los valores encontrados en esta ocasión fueron comparables a los valores obtenidos en setiembre 1995 (0,29 – 2,62 $\mu\text{g/L}$), en ambos períodos las mayores concentraciones se ubicaron frente a los muelles 1, 2 y 3. El nivel promedio (4,90 $\mu\text{g/L}$) correspondiente a los períodos 1988-1989, ha experimentado un decremento originado, probablemente, por una mayor eficiencia en los procesos y operaciones de la actividad petrolífera y mejora en las operaciones de las embarcaciones, asociado a factores ambientales como la temperatura, circulación, morfología, entre otros.

Esta situación se reflejó también en una menor cantidad de alquitrán en las playas del norte de la bahía. En esta ocasión se halló una concentración promedio de 0,22 g/m^2 en las áreas evaluadas, valor inferior al hallado en 1988 que alcanzó 1,30 g/m^2 en playa Malacas (tabla 13). Esta reducción en los niveles también podría atribuirse a una disminución en la producción de petróleo crudo en el zócalo continental, entre el año 1988 (8.564 mb) a 1996 (6.708 mb).

Las concentraciones de alquitrán registradas no fueron significativas respecto a lo encontrado en otros países del Pacífico Sudeste, tal como Panamá (Canal de Panamá) que en 1988 presentó un rango de 5,30 – 91,16 g/m^2 (MARRUCO y GALLO 1987).

5.12.2 Hidrocarburos aromáticos totales en sedimento marino (HAT)

En la tabla 11 se presentan los resultados del contenido de hidrocarburos aromáticos evaluados en 16 estaciones de la bahía de Talara. Los valores indicaron un rango comprendido entre 0,13 $\mu\text{g/g}$ en la estación 14 (frente al muelle N° 3) y 19,63 $\mu\text{g/g}$ base seca en la estación 23 (al oeste de Punta Macará). Esta máxima concentración pertenece a un sedimento fangoso de aspecto limo arcilloso (tabla 23).

La figura 47 representa una distribución de concentraciones a lo largo de la franja central cuyos niveles se incrementaron al alejarse de la línea costera con isolíneas que alcanzaron un valor máximo de 17,5 $\mu\text{g/g}$ que se ubicó al oeste de Punta Macará.

Los flujos a 20 metros de profundidad (Fig. 49) presentaron características similares a los de nivel superficial, pero mientras que los hidrocarburos disueltos se diluyeron o biodegradaron conforme las corrientes avanzaron hacia el nor oeste, en esta ocasión la concentración de los contaminantes adsorbidos en los sedimentos (más finos) incrementaron valores al alejarse de la costa. El sector comprendido entre Punta Macará y San Pedro presentó un 25,0 % de valores mayores de 3,0 $\mu\text{g/g}$; el resto de la bahía fue dominada por valores menores de 1,0 $\mu\text{g/g}$, que representaron un 44,0 % del total.

Con respecto a los valores de setiembre 1995 (0,11 – 11,93 $\mu\text{g/g}$), se ha observado que en ambos períodos los mayores niveles se ubicaron entre Punta Malpaso y Punta Macará pero no superaron los valores de diciembre 1988 (1,5 – 25,0 $\mu\text{g/g}$) donde el área frente a Punta Rocallosa presentó las máximas concentraciones (JACINTO y CONTRERAS 1989).

La distribución espacial de los compuestos hidrocarbonados en la bahía de Talara en la presente evaluación mostraron tendencias opuestas en agua y sedimento a pesar de que las corrientes presentaron similares características. La tendencia creciente de los hidrocarburos disueltos al alejarse de la costa, se explicaría en que la principal fuente sería de origen terrestre (muelles, tanques, líneas submarinas, etc.). Debido a la dinámica de las aguas y por acción de sus flujos son transportados con dirección nor oeste, dispersándose y/o diluyéndose conforme se alejan de la costa. Los procesos naturales degradan estos compuestos, una fracción de ellos es transportada hacia el fondo y adsorbida por los sedimentos más finos.

La tendencia creciente en el sedimento estaría asociada con la mecánica de transporte de partículas finas (que adsorbe mayor cantidad de estos compuestos) que son más fácilmente transportados por los flujos hacia el noroeste de la bahía.

Durante el período 1987-1996 (Fig. 15), se produjo una variabilidad en los niveles de concentración hallados especialmente en los de sedimento, los que generalmente han presentado mayores concentraciones (máximo en 1988/12: 25 $\mu\text{g/g}$). Con relación a los hidrocarburos disueltos en agua, estos no superaron los 10 $\mu\text{g/L}$, excepto en marzo de 1988 (> 25 $\mu\text{g/L}$). Esta disminución indica una mejora en las medidas de seguridad y de control en el manipuleo de los combustibles y de los procesos de refinación. También desde 1986 se ha producido una notable disminución en los niveles de producción de crudo que contribuiría a dicha reducción.

Factores ambientales (temperatura, flujos de circulación, vientos, etc.), tipo de combustible y procesos de intemperización favorecerían una mayor degradación de estos compuestos.

Sin embargo, a pesar de la variabilidad en las concentraciones de los hidrocarburos aromáticos en sedimentos y de una reducción en el tiempo en los niveles de hidrocarburos disueltos en agua, estos últimos se consideran elevados, lo cual indica la existencia de una fuente puntual ligada a la actividad petrolífera de la zona con ingresos casi permanentes al medio marino, que finalmente sedimentan y se acumulan en el fondo marino, estableciendo en la actualidad condiciones críticas de contaminación por estos compuestos.

5.13 Ensenada de Sechura - Puerto Bayóvar (29 noviembre de 01 diciembre de 1996).

La Ensenada de Sechura-Puerto Bayóvar fue evaluada por primera vez en el mes de mayo de 1996.

La ensenada de Sechura tiene fondos que varían entre los 18 y 60 m. En el extremo sur oeste de la ensenada, se halla el puerto de Bayóvar, cuyas instalaciones atienden los embarques de petróleo y donde confluyen el oleoducto nor peruano que viene desde la selva. El puerto cuenta con muelles y plataforma para recibir buques de hasta 250 000 toneladas de capacidad. El movimiento y las operaciones (lastre, bombeo de sentinas) de embarcaciones de gran tonelaje, los tanques de

almacenamiento existentes, los procesos de abastecimiento de crudo y derivados, convierten a esta zona en un área propensa a derrames accidentales, siendo identificada como un área de riesgo por el inventario CPPS (1981). La carta de posiciones es mostrada en la Fig. 12.

El área evaluada estuvo localizada entre los 05°42'34" – 05°48'32"S y los 80°52'20"- 81°03'06"W.

5.13.1 Hidrocarburos disueltos totales en agua de mar (HDT)

Por mar se realizaron 8 estaciones y por playas se colectó una muestra en la estación "B" cerca al terminal de Bayóvar. Los resultados se presentan en la tabla 12.

En las aguas costeras los valores indicaron un rango de 0,39 y 7,55 µg/L ubicándose el menor valor en las estaciones 11 y 8 (parte central de la bahía frente a Punta Vichayo) y el máximo en la estación 14 (frente a Punta Lagunas) respectivamente.

Si bien el 37,5% de valores superó 1,0 µg/L indicando presencia de petrolíferos en el agua superficial los niveles de fondo (máximo: 0,23 µg/g) muestran cantidades "no significativas".

La Fig.50 muestra un núcleo de mayores concentraciones frente a Punta Lagunas las cuales van decreciendo conforme se alejan con dirección norte hacia la playa "Las Delicias".

En esta evaluación se observó un incremento en los valores respecto al mes de mayo 1996 (máximo: 2,34 µg/L).

La evaluación por playa en la estación "B" (frente a tubería de descarga inoperativa en el terminal de oleoducto) presentó una concentración de 0,70 µg/L.

5.13.2 Hidrocarburos aromáticos totales en sedimento marino (HAT)

Los resultados de la evaluación en sedimento marino son presentados en la tabla 12.

No se detectaron compuestos hidrocarbonados en un 50% de las muestras analizadas, los valores cuantificables correspondieron a estaciones próximas a Punta Lagunas.

Se halló un máximo de 0,23 µg/g (base seca) localizado la estación 16 (al nor-oeste de Punta Lagunas).

La Fig. 51, muestra isóneas cuyas concentraciones presentaron una tendencia decreciente a la altura de Punta Lagunas hacia el centro de la bahía que se caracterizaron por presentar sedimentos de aspecto limo-arcilloso (tabla 25). Arenas de tipo grano medio, grueso o fino coincidieron con distribuciones de menor nivel (< 0,10 µg/g) en la bahía.

Los niveles hallados tanto en agua como en sedimentos, son inferiores a los detectados en áreas críticas como Callao y Ferrol - Chimbote (Figs. 52 y 53) lo cual califica a esta área de la Ensenada de Sechura-Puerto Sechura como un área de contaminación "no significativa".

Un aspecto importante a destacar son los derrames que se han venido produciendo durante la última década. Estos han estado circunscritos principalmente a las zonas de puertos y muelles, durante las operaciones de carga y descarga de estos compuestos. Los derrames más frecuentes se han producido en Callao y Talara; en este último, en las plataformas de extracción del crudo. Esta fuente circunstancial ha contribuido en el incremento de estos compuestos en el sedimento de áreas críticas como Callao y Talara. En la tabla 25 se presenta la relación de derrames ocurridos entre 1992-1996.

6. CONCLUSIONES

1. La configuración geomorfológica y los factores ambientales propios de la bahía de Ferrol-Chimbote favorecen la concentración y permanencia de los contaminantes petrolíferos especialmente en zonas próximas a muelles o instalaciones portuarias. La falta de control en las descargas de los combustibles y de la aplicación de medidas correctivas en los diferentes procesos tecnológicos productivos existentes, contribuyen a mantener esta situación crítica.

2. Las bahías del Callao y Talara presentaron un significativo incremento en los niveles de contaminación por hidrocarburos del petróleo, sobre todo en los sedimentos de fondo que las convierten en áreas críticas de contaminación petrolífera, como viene ocurriendo en Ferrol-Chimbote.

3. La rada interior del Callao presentó valores críticos de contaminación por petróleo y sus derivados como consecuencia de las diversas actividades portuarias de la zona. La residencia de dichos contaminantes se ve favorecida por lentos procesos de circulación que se producen en el interior de la misma y por el material fino presente en el lecho marino.

4. Una geomorfología abierta, los intensos procesos de circulación, unidos a mayores profundidades (14 – 87 m), entre otros factores, favorecieron la dilución/dispersión de los contaminantes en las bahías de Mollendo, Ilo e Ite.

5. Las bahías de Paita, Pisco-Paracas, Mollendo, Ilo, Ite y la Ensenada de Sechura–Puerto Bayóvar presentaron niveles de contaminación “no significativos” por hidrocarburos del petróleo en relación a los sedimentos de las bahías Talara, Ferrol-Chimbote y Callao.

6. Las mayores concentraciones de hidrocarburos aromáticos estuvieron asociados a partículas de textura fina como los limo-arcillosos (< 63 micras), cuya mayor área específica de interacción, porosidad y propiedades polares favorecen su adsorción.

7. Las playas del norte de la bahía del Callao (frente a fábrica de fertilizantes) presentaron valores altos de hidrocarburos disueltos, que impactaron en la calidad y estética de las áreas adyacentes a la descarga.

8. En las playas de Ventanilla (Callao) y Talara se registró la presencia de alquitrán en concentraciones inferiores a las detectadas en evaluaciones anteriores.

9. Los derrames accidentales han contribuido a incrementar los niveles de hidrocarburos del petróleo en sedimentos especialmente en Callao y Talara.

7. RECOMENDACIONES

1. No autorizar la implementación de infraestructuras o instalaciones productivas, principalmente en el litoral de Ferrol-Chimbote.

2. Desarrollar un plan de ordenamiento efectivo de carácter multisectorial orientado a la reducción de los serios impactos producidos especialmente en Ferrol-Chimbote, en el cual las autoridades locales tengan participación activa y directa.

3. Las instalaciones submarinas de abastecimiento de crudo y derivados debe contar con un plan de mantenimiento y prevención de fugas de los compuestos petrolíferos.

4. A fin de minimizar los problemas de contaminación, se recomienda la implementación de instalaciones y servicios de recepción de residuos petrolíferos en los puertos, conforme lo establece la Regla 10 del Convenio MARPOL 73/78.

8. Agradecimientos

Un especial agradecimiento a las Srtas. Tcas. Qcas. ANA CLEMENTE y JANETH VILLANUEVA por su valioso apoyo tanto en el aspecto analítico, recopilación de información, procesamiento de datos y otros, que hicieron posible la elaboración del presente informe.

9. Referencias

- ALCÁZAR, F., L. LÓPEZ y A. SALINAS. 1986. Contenido de hidrocarburos en agua, sedimentos de fondo, arenas de playas y en organismos de la bahía de Concepción. CONPACSE - I 1986.
- IMARPE. Area de Evaluación de la Contaminación Marina (AECM). 1996. Reportes analíticos de hidrocarburos del petróleo en aguas y sedimentos marinos costeros del Perú.
- UNESCO - COI. Comisión Oceanográfica Intergubernamental 1982. Determinación de los Hidrocarburos del petróleo en los sedimentos. Manual y guía 11.
- UNESCO - COI. Comisión Oceanográfica Intergubernamental, 1984. Manual for monitoring oil and dissolved/dispersed petroleum hydrocarbons in marine waters and on beaches. Manual y guía 13.
- CPPS. Comisión Permanente del Pacífico Sur. 1981. Inventario de Fuentes contaminantes.
- CPPS. Comisión Permanente del Pacífico Sur. 1984. Pacífico Sur Nº 14.
- CONCAWE. 1985. Strategies for the assessment of the biological impacts of large coastal oil spills-european coasts. Report Nº 5185.
- CPPS. Comisión Permanente del Pacífico Sur. 1987. Curso regional sobre técnicas analíticas para la determinación de hidrocarburos del petróleo en organismos y sedimentos marinos en el Pacífico Sudeste. Valparaíso, Chile. Octubre 19-29 de 1987. Suplemento al informe del curso. Bogotá, noviembre 1987. CPPS/PNUMA/COI.
- DHNM. Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina. 1981. Derrotero de la costa del Perú. Volumen I.
- DHNM. Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina. 1982. Derrotero de la costa del Perú. Volumen II.
- DGCGP. Dirección General de Capitanías y Guardacostas del Perú. 1998. Derrames de hidrocarburos del petróleo ocurridos en aguas marinas del Perú.
- ESCOBAR, J. 1997. Revisión actualizada a 1997 del estado de la contaminación marina en la región del Pacífico Sudeste. Informe de Consultoría de la Comisión Permanente del Pacífico Sur, Santa Fé de Bogotá, Colombia, febrero de 1997.
- ESCUADERO, L. 1997. Encuesta estructural de la pesquería artesanal del litoral peruano. Inf. Prog. Inst. Mar Perú 59:3-87.
- GUZMÁN, M., J. CÓRDOVA, O. MORÓN, S. SÁNCHEZ. 1997. Estado de la calidad en el ecosistema marino costero de la bahía de Ilo-Ite-Mollendo. Agosto 17-25 1996. Informe interno Area de Contaminación Marina. IMARPE.
- INEI. Instituto Nacional de Estadística e Informática. 1997. Perú: Estadísticas del Medio Ambiente 1997. Comisión interinstitucional de estadísticas del medio ambiente. Lima, mayo 1997: 120 - 121.
- JACINTO, M. E., J. BALBIN, E. CONTRERAS. 1989. Evaluación de los niveles de Hidrocarburos de Petróleo en áreas sensibles de la costa peruana. CONPACSE-FASE I. Inf. IMARPE Callao.
- JACINTO, M. E. y E. CONTRERAS. 1990. Niveles de Hidrocarburos de petróleo en Bahías Talara, Callao, Pisco e Ilo 1988-1989. Informe IMARPE-COMPACSE-Fase I. Callao.
- JACINTO, M.E., J. CHÁVEZ, C. MARTÍNEZ, 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. E., J. CHÁVEZ, C. MARTÍNEZ, M. GUZMÁN. 1996b. Evaluación de la calidad del medio marino en la Bahía de Talara. Inf. Prog. Inst. Mar Perú Nº 41: 19-35.
- JACINTO, M. E., J. CHÁVEZ, O. MORÓN, S. SÁNCHEZ, J. CÓRDOVA. 1997b. Evaluación de la Calidad del Ambiente Marino en la bahía de Ferrol-Chimbote (17-19 abril 1996). Inf. Interno AECM. IMARPE.
- JACINTO, M. E., O. MORÓN, C. MARTÍNEZ, P. VILLANUEVA, M. GUZMÁN, J. CÓRDOVA. 1997a. Evaluación de la Calidad del Ambiente Marino en el Area de Bayóvar - Ensenada de Sechura, 8 a 10 mayo 1996. Inf. Prog. Inst. Mar Perú 54 : 30-64.

- JACINTO, M. E., O. MORÓN, S. SÁNCHEZ, J. CÓRDOVA. 1998. Evaluación del estado de calidad del medio marino en las bahías de Mollendo, Ilo e Ite (agosto, 1996). *Inf. Inst. Mar Perú* 136:110-160.
- MARPOL, 1978. Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques, 1973 (MARPOL, 73) en su firma enmendada por el Protocolo de 1978 (MARPOL 73/78).
- MARRUCO, G. A. y C. T. GALLO. 1987. Programa de Investigación, Vigilancia y Control de la Contaminación Marina por Hidrocarburos del Petróleo en el Pacífico Sudeste. Fase I CONPACSE. Tumaco, Colombia. Noviembre 1987.
- MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. 1997. Dirección General de Hidrocarburos. Información esta dística preliminar a febrero de 1997.
- MORÓN, O. 1996a. Informe sobre corrientes de circulación marina costera de la bahía del Callao-Ventanilla. Abril 1996. *Inf. Interno DIPO. IMARPE.*
- MORÓN, O. 1996b. Informe sobre corrientes de circulación marina costera de la bahía del Callao-Ventanilla – Agosto 1996. *Inf. Interno DIPO. IMARPE.*
- MORÓN, O. 1996c. Informe sobre corrientes de circulación marina costera de las áreas costeras de Mollendo, Ilo e Ite. Agosto 1996. *Inf. Interno DIPO. IMARPE.*
- MORÓN, O. 1996d. Informe sobre corrientes de circulación marina costera de la bahía de Paita – Setiembre 1996. *Inf. Interno DIPO. IMARPE.*
- OCEAN ORBIT. 1995. Tanker spills in perspective. Newsletter. The International Tanker Owners Pollution Federation Ltd. May 1995: 4-5.
- PARKER, H.D. 1983. Informe de Misión de Consultoría en Contaminación Marina. DESTTRANSMAR. Proyecto PER/81/013.
- PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN, VIGILANCIA Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN MARINA POR HIDROCARBUROS DEL PETRÓLEO EN EL PACÍFICO SUDESTE. 1988. Informe de Vigilancia de los Hidrocarburos disueltos/dispersos en la bahía de Panamá y el Golfo de Chiriqui. Noviembre 1988.
- REGIONAL SEAS. 1992. Determination of petroleum hydrocarbons in sediments. Reference Methods for Marine Pollution Studies Nº 20. UNEP noviembre, 1992.
- VELAZCO, F. Características de los sedimentos superficiales del fondo marino en el Area de Callao y Ventanilla. Informe interno. IMARPE.

TABLAS

TABLA 1. Consumo interno de derivados del petróleo crudo en el Perú, según tipo de producto, 1995-1996 (miles de barriles)

Tipo de Producto	1995	1996
TOTAL	52 528,0	55 984,9
GPL	3 106,6	3 191,2
Gasolina 84	7 352,8	7 194,5
Gasolina 90	1 188,7	1 658,3
Gasolina 95	576,8	649,4
Gasolina 97	858,1	1 058,8
Turbo A1	3 155,4	4 347,7
Kerosene	5 092,0	5 103,3
Pet. Diesel 2	19 199,4	19 591,6
Pet. Res. 6	3 854,0	3 237,3
Pet. Res 500	6 556,4	8 650,1
Otros	4 587,8	1 302,7

Fuente: Ministerio de Energía y Minas-Dirección General de Hidrocarburos

TABLA 2. Producción de derivados del petróleo crudo, por refinería según tipo de producto: 1995 - 1996 (miles de barriles)

TIPO DE PRODUCTO	Refinería Talara		Refinería Pampilla		Otras Refinerías		TOTAL	
	1995	1996	1995	1996	1995	1996	1995	1996
TOTAL	21 253,0	21 753,5	28 363,8	27 800,7	4 087,4	4 833,2	53 704,2	54 387,4
Gas licuado	1 385,5	1 389,4	537,9	630,9	-	-	1 923,4	2 020,3
Gasolinas	4 128,7	5 064,0	4 099,4	4 545,7	271	358	8 499,1	9 967,8
Turbo combustible A-1	926,5	975,50	2 124,4	2 144,9	198,7	263,1	3 249,6	3 383,6
Kerosene	3 062,2	2 954,2	1 646,3	1 617,9	408,1	422,7	5 116,6	4 994,8
Diesel N° 2	5 680,8	5 989,5	5 842,2	5 524,9	792,5	1 092,8	12 315,5	12 607,3
Petróleo industrial	2 080,6	3 058,3	14 132,9	13 191,9	1 748,8	2 187,7	17 962,3	18 437,8
Otros	3 988,7	2 322,4	19,3	144,5	668,3	508,9	4 676,3	2 975,9

Fuente: Ministerio de Energía y Minas-Dirección General de Hidrocarburos.

TABLA 3. Niveles de hidrocarburos disueltos totales en agua de mar e hidrocarburos aromáticos totales en sedimentos marinos. Bahía de Callao-Ventanilla 10 - 12 abril de 1996

Estación	Latitud	Longitud ($\mu\text{g/L}$)*	HTD (m)	Prof. ($\mu\text{g/g}$)**	HAT
Por mar					
2	12°06'30"	77°09'48"	---	15,0	0,09 < I.c.
3	12°06'54"	77°10'26"	0,61	18,0	---
4	12°05'30"	77°09'30"	0,61	12,0	1,16
6	12°05'18"	77°11'04"	0,42	11,0	---
8	12°00'15"	77°09'45"	0,27	5,0	0,44
10	12°01'40"	77°10'42"	0,60	12,0	8,42
12	12°01'30"	77°08'40"	1,01	3,0	0,11
13	12°02'13"	77°09'26"	0,74	11,0	---
13A	12°02'25"	77°08'52"	5,09	13,0	32,10
14	12°03'22"	77°09'30"	2,52	8,0	21,23
16	12°03'27"	77°10'47"	0,73	15,0	---
17	11°52'57"	77°09'35"	0,66	13,0	1,25
19	11°53'24"	77°11'08"	3,77	26,0	11,53
20	11°56'53"	77°13'16"	5,26	33,0	2,15
22	11°58'04"	77°09'15"	6,22	13,0	3,52
23	11°59'22"	77°09'59"	1,64	13,0	4,86
25	11°59'53"	77°10'38"	0,54	24,0	4,18
Por playa					
"F"	Efluente de Fábrica fertilizante		337,37	---	---
"V"	Playa Ventanilla		0,96	---	---

* Hidrocarburos disueltos totales expresados en unidades de criseno por litro de agua de mar.

** Hidrocarburos aromáticos totales expresados en unidades de criseno por gramo de muestra seca.

TABLA 4. Niveles de hidrocarburos disueltos totales en agua de mar (HDT) e hidrocarburos aromáticos totales en sedimentos marinos (HAT). Bahía de Callao-Ventanilla 06 - 08 agosto de 1996

Estación	Latitud	Longitud	HDT ($\mu\text{g/L}$)*	Prof. (m)	HAT ($\mu\text{g/g}$)**
Por mar					
03	12°07'39"	77°09'29"	1,27	16,0	---
05	12°05'23"	77°10'29"	1,30	11,0	0,47
06	12°05'34"	77°11'39"	1,75	6,0	---
08	12°00'13"	77°09'32"	2,40	8,0	3,71
10	12°01'34"	77°10'35"	1,28	18,0	8,65
12	12°01'25"	77°08'58"	1,93	4,0	2,17
13	12°02'29"	77°08'55"	1,98	11,0	17,33
16	12°03'14"	77°11'03"	1,77	16,0	33,38
17	11°52'45"	77°09'26"	1,15	10,0	---
19	11°52'56"	77°11'13"	1,25	26,0	2,13
20	11°55'40"	77°10'45"	1,16	16,0	---
22	11°55'30"	77°08'44"	1,56	10,0	0,33
23	11°57'35"	77°08'34"	1,95	8,0	2,73
25	11°57'50"	77°10'06"	4,76	13,0	2,29
Por playa					
"F"	Efluente de Fábrica Fertilizante		1 453,08	---	---
"F1"	Zona de mezcla de efluente		19,47	---	---
"MB"	Bocanegra		1,56	---	---
"V"	Playa Ventanilla		1,08	---	---

* Hidrocarburos disueltos totales expresados en unidades de criseno por litro de agua de mar.

** Hidrocarburos aromáticos totales expresados en unidades de criseno por gramo de muestra seca.

TABLE 5. Niveles de hidrocarburos disueltos totales en agua de mar (HDT) e hidrocarburos aromáticos totales en sedimentos marinos (HAT). Bahía de Ferrol - Chimbote 17 - 19 abril de 1996

Estación	Latitud	Longitud (µg/L)*	HDT (m)	Prof. (µg/g)**	HAT
Por mar					
01	09°04'25"	78°36'38"	6,81	6,0	3,23
02	09°04'45"	78°37'05"	---	13,0	7,57
03	09°05'38"	78°36'32"	1,59	6,0	2,49
04	09°05'22"	78°35'30"	---	8,0	4,37
05	09°06'00"	78°34'45"	1,18	9,0	2,00
06	09°06'45"	78°34'18"	2,55	9,0	3,79
08	09°07'15"	78°36'45"	1,45	26,0	1,89
09	09°07'42"	78°34'42"	1,66	9,0	2,62
11	09°08'25"	78°35'40"	0,95	13,0	1,03
12	09°09'30"	78°36'20"	---	8,0	1,35
13	09°09'00"	78°34'30"	1,12	9,0	0,50
14	09°09'00"	78°35'45"	---	9,0	0,7
Por playa					
"A1"	Zona mezcla siderúrgica		28,55	---	---
"H"	Extremo muelle pesquero		2,19	---	---
"H1"	A mitad muelle pesquero		28,17	---	---

* Hidrocarburos disueltos totales expresados en unidades de criseno por litro de agua de mar.

** Hidrocarburos aromáticos totales expresados en unidades de criseno por gramo de muestra seca.

TABLE 6. Niveles de hidrocarburos disueltos totales en agua de mar (HDT) e hidrocarburos aromáticos totales en sedimentos marinos (HAT). Bahía de Ferrol - Chimbote 26 - 29 julio de 1996

Estación	Latitud	Longitud (µg/L)*	HDT (m)	Prof. (µg/g)**	HAT
Por mar					
01	09°04'24"	78°36'35"	4,38	6,0	20,21
02	09°04'43"	78°37'05"	---	10,0	3,08
03	09°05'37"	78°36'32"	18,43	6,0	2,56
04	09°05'20"	78°35'30"	---	8,0	18,22
05	09°06'03"	78°34'47"	6,01	8,0	3,82
06	09°06'48"	78°34'06"	0,55	8,0	---
08	09°06'46"	78°36'38"	1,79	17,0	---
09	09°07'22"	78°34'40"	2,30	9,0	5,74
11	09°08'14"	78°35'34"	1,26	13,0	4,22
12	09°09'37"	78°36'08"	---	8,0	---
13	09°09'10"	78°34'29"	1,31	9,0	2,12
14	09°09'10"	78°35'45"	---	10,0	0,89
Por playa					
"A1"	Zona mezcla siderúrgica		20,28	---	---
"H1"	A mitad muelle pesquero		3,65	---	---

* Hidrocarburos disueltos totales expresados en unidades de criseno por litro de agua de mar.

** Hidrocarburos aromáticos totales expresados en unidades de criseno por gramo de muestra seca.

TABLA 7. Niveles de hidrocarburos disueltos en agua de mar (HTD) e hidrocarburos aromáticos totales en sedimentos marinos (HAT). Bahía de Pisco - Paracas 22 - 24 mayo de 1996

Estación	Latitud	Longitud (µg/L)*	HTD (m)	Prof. (µg/g)**	Hat
Por mar					
3	13°49'16"	76°16'34"	0,37	10,0	0,34
4	13°48'23"	76°15'26"	0,59	8,0	3,57
5	13°47'48"	76°17'01"	---	16,0	0,40
6	13°46'53"	76°15'11"	0,71	11,0	1,87
7	13°46'55"	76°18'00"	0,55	22,0	---
9	13°45'41"	76°16'27"	---	15,0	0,44
0	13°44'28"	76°18'07"	---	20,0	0,32
11	13°43'42"	76°15'03"	0,89	11,0	0,66
14	13°41'58"	76°13'42"	---	4,0	0,11
15	13°41'38"	76°16'35"	1,37	12,0	0,12
16	13°40'11"	76°13'56"	1,01	6,0	0,11
17	13°40'06"	76°16'06"	---	12,0	0,10
Por playa					
"B"	Muelle Fiscal		1,66	---	---
"E"	Compañía petrolera		1,20	---	---
"L"	Playa Santo Domingo		1,98	---	---
"O"	Punta Pejerrey		2,13	---	---

* Hidrocarburos disueltos totales expresados en unidades de crisenos por litro de agua de mar.

**Hidrocarburos aromáticos totales expresados en unidades de crisenos por grano de muestra seca.

TABLA 8. Niveles de hidrocarburos disueltos totales en agua de mar (HDT) e hidrocarburos aromáticos totales en sedimentos marinos (HAT). Bahía de Pisco - Paracas 23 - 25 octubre de 1996

Estación	Latitud	Longitud (µg/L)*	HDT (m)	Prof. (µg/g)**	HAT
Por mar					
3	13°49'17"	76°16'34"	0,35	10,0	0,85
4	13°48'24"	76°15'26"	0,36	6,0	1,56
6	13°46'53"	76°15'11"	0,31	9,0	3,02
9	13°45'42"	76°16'27"	0,46	18,0	0,18
11	13°43'42"	76°15'04"	0,50	10,0	0,37
16	13°40'11"	76°13'56"	0,38	7,0	N.D.
Por playa					
"D"	Playa San Andrés		0,91	---	---
"F"	Fábrica Pesquera		17,17	---	---

* Hidrocarburos disueltos totales expresados en unidades de crisenos por litro de agua de mar.

** Hidrocarburos aromáticos totales expresados en unidades de crisenos por gramo de muestra seca.

N.D.: No Detectable (< 0,03 µg/g).

TABLA 9. Niveles de hidrocarburos disueltos totales en agua de mar (HDT) e hidrocarburos aromáticos totales en sedimentos marinos (HAT). Bahía de Mollendo, Ilo e Ite 17 - 25 agosto de 1996

Estación	Latitud	Longitud	Area	HDT ($\mu\text{g/L}$)*	Prof. (m)	HAT ($\mu\text{g/g}$)**
Por mar						
28	17°02'00"	72°01'15"	Mollendo	1,77	37,0	0,04<I.c.
31	17°07'12"	71°57'01"	Mollendo	2,95	87,0	0,15
32	17°08'02"	71°55'34"	Mollendo	1,28	50,0	0,10
35	17°13'00"	71°51'02"	Mollendo	1,52	23,0	0,03<I.c.
38	17°15'00"	71°41'03"	Mollendo	3,05	71,0	0,07<I.c.
39	17°15'25"	71°34'22"	Mollendo	4,20	17,0	0,03<I.c.
3	17°30'05"	71°22'16"	Ilo	0,69	31,0	---
05	17°33'59"	71°22'57"	Ilo	1,19	68,0	0,82
08	17°36'30"	71°21'45"	Ilo	2,31	23,0	0,18
09	17°39'21"	71°23'00"	Ilo	2,48	83,0	0,99
A	17°33'20"	71°24'40"	Ilo	1,09	---	---
B	17°25'20"	71°27'20"	Ilo	4,00	---	---
17	17°58'51"	70°55'00"	Ite	---	34,0	N.D.
18	17°58'28"	70°56'56"	Ite	3,16	36,0	N.D.
19	17°56'18"	70°57'01"	Ite	0,59	17,0	0,03<I.c.
20	17°53'38"	71°01'01"	Ite	1,18	14,0	---
21	17°56'06"	71°01'54"	Ite	0,88	42,0	0,07<I.c.
22	17°55'36"	71°03'00"	Ite	4,76	39,0	0,07<I.c.
23	17°53'35"	71°03'42"	Ite	1,05	23,0	N.D.
24	17°54'06"	71°06'06"	Ite	---	55,0	0,08<I.c.
25	17°51'48"	71°06'06"	Ite	1,50	15,0	---
Por playa						
7M	Playa al sur de Matarani		Mollendo	67,99	---	---

* Hidrocarburos disueltos totales expresados en unidades de criseno por litro de agua de mar.

** Hidrocarburos aromáticos totales expresados en unidades de criseno por gramo de muestra seca.

N.D.: No Detectable (< 0,03 $\mu\text{g/g}$)

I.c.: Límite de cuantificación (0,1 $\mu\text{g/g}$)

TABLA 10. Niveles de hidrocarburos disueltos totales en agua de mar (HDT) e hidrocarburos aromáticos totales en sedimentos marinos (HAT). Bahía de Paita 19 - 21 setiembre de 1996

Estación	Latitud	Longitud ($\mu\text{g/L}$)*	HDT (m)	Prof. ($\mu\text{g/g}$)**	HAT
Por mar					
06A	05°04'23"	81°08'47"	---	10,0	6,10
07	05°03'56"	81°08'04"	1,82	14,0	3,19
09	05°03'44"	81°06'28"	0,92	20,0	---
09B	05°04'12"	81°07'06"	---	16,0	0,30
11	05°03'50"	81°05'00"	---	8,0	0,29
14	05°02'21"	81°06'20"	3,57	20,0	0,49
15	05°01'51"	81°07'38"	1,83	29,0	---
16A	05°00'54"	81°05'35"	1,06	14,0	0,19
17	04°59'12"	81°04'43"	0,81	5,0	---
18	04°59'56"	81°07'57"	1,70	22,0	---
20	04°58'10"	81°05'45"	1,99	10,0	---
22	04°58'16"	81°09'10"	0,45	19,0	---

* Hidrocarburos disueltos totales expresados en unidades de criseno por litro de agua de mar.

** Hidrocarburos aromáticos totales expresados en unidades de criseno por gramo de muestra seca.

TABLA 11. Niveles de hidrocarburos disueltos totales en agua de mar (HDT) e hidrocarburos aromáticos totales en sedimentos marinos (HAT). Bahía de Talara 23 - 26 Setiembre de 1996

Estación	Latitud	Longitud ($\mu\text{g/L}$)*	HDT (m)	Prof. ($\mu\text{g/g}$ **	HAT
Por mar					
01	04°35'33"	81°17'38"	0,79	7,0	0,47
03	04°35'38"	81°18'23"	---	13,0	0,47
04	04°35'12"	81°17'32"	0,54	6,0	---
05	04°35'05"	81°17'37"	---	9,0	0,50
07	04°34'25"	81°18'09"	0,26	14,0	---
08	04°34'42"	81°17'19"	0,49	8,0	---
09	04°34'08"	81°17'28"	0,28	10,0	---
10	04°34'17"	81°17'08"	0,53	6,0	0,41
11	04°34'01"	81°17'03"	1,07	45,0	9,84
12	04°34'08"	81°16'56"	---	7,0	0,24
13	04°34'15"	81°16'45"	---	33,0	2,32
14	04°34'08"	81°16'30"	1,45	18,0	0,13
15	04°34'00"	81°16'38"	---	4,0	5,63
16	04°34'00"	81°16'28"	---	4,0	1,80
17	04°33'41"	81°17'21"	---	10,0	0,53
18	04°33'32"	81°16'52"	0,72	6,0	3,46
20	04°33'10"	81°16'45"	1,53	5,0	5,76
22	04°32'43"	81°16'45"	---	5,0	5,56
23	04°32'46"	81°17'10"	0,78	50,0	19,63
24	04°32'30"	81°17'28"	0,42	100,0	---
25	04°32'30"	81°16'44"	1,05	5,0	---
26	04°32'18"	81°16'50"	0,70	9,0	0,28
Por playa					
"A"	Playa Fertilizantes		0,80	---	---
"B"	Pta. Macara		1,41	---	---
"F"	Muelle N°3		1,47	---	---
"I1"	Playa al sur de Talara		1,43	---	---

* Hidrocarburos disueltos totales expresados en unidades de criseno por litro de agua de mar.

** Hidrocarburos aromáticos totales expresados en unidades de criseno por gramo de muestra seca.

TABLA 12. Niveles de hidrocarburos disueltos totales en agua de mar (HDT) e hidrocarburos aromáticos totales en sedimentos marinos (HAT). Área de Bayóvar - Ensenada de Sechura, 29 noviembre - 01 diciembre de 1996

Estación	Latitud	Longitud	HDT ($\mu\text{g/L}$)*	Prof. (m)	HAT ($\mu\text{g/g}$ **
Por mar					
01	05°42'34"	80°52'20"	0,44	8,0	N.D.
04	05°46'05"	80°53'10"	---	5,0	N.D.
08	05°47'30"	80°57'18"	0,39	8,0	0,04<I.c.
11	05°48'32"	80°52'16"	0,39	7,0	N.D.
13	05°48'16"	81°01'17"	0,67	7,0	---
14	05°48'08"	81°02'10"	7,55	5,5	---
15	05°46'33"	81°02'03"	2,10	40,0	0,11
16	05°46'58"	81°03'04"	1,00	42,0	0,23
17	05°46'16"	81°02'35"	4,73	26,0	---
Por playa					
"B"	Playa de Bayóvar (Terminal Oleoducto)		0,70	---	---

* Hidrocarburos del petróleo disuelto expresado en unidades de criseno por litro de agua de mar.

** Hidrocarburos del petróleo aromáticos totales expresados en unidades de criseno por gramo de muestra seca.

N.D.: No Detectable (< 0,03 $\mu\text{g/g}$)

I.c.: Límite de cuantificación (0,1 $\mu\text{g/g}$).

TABLA 13. Concentración de alquitrán por playas 1996

Bahía	Zona de Muestreo	Concentración Alquitrán (g/m ²)
Callao 1996/04/10-12	Playa Ventanilla	0,25
Callao 1996/08/06-08	Playa Ventanilla	0,12
Talara 1996/09/23-26	Playa Malacas	0,22

TABLA 14. Rango del contenido de hidrocarburos de petróleo en agua (HTD) y sedimento (HAT) marino en bahías seleccionadas de la costa peruana durante 1996

Bahía evaluada	Fecha de muestreo	HTD (µg/L)*		HAT (µg/g)**	
		Rango	Concentración Máxima	Rango	Concentración Máxima
CALLAO - VENTANILLA	1996/04/10-12	0,27 - 6,22	E - 22 Al SO playa Márquez	0,09 - 32,1	E - 13A Rada Interior
CALLAO - VENTANILLA	1996/08/06-08	1,15 - 4,76	E - 25 Zona Central	0,33 - 33,38	E - 16 Al SO de Rada Interior
CHIMBOTE	1996/04/17-19	0,95 - 6,81	E - 1 Muelle Minerales	0,50 - 7,75	E - 2 Próximo a Bocana Chica
CHIMBOTE	1996/07/26-29	0,55 - 18,43	E - 3 (Frente a Isla Blanca)	0,89 - 20,21	E - 1 Frente a muelle Minerales
PISCO-PARACAS	1996/05/22-24	0,37 - 1,37	E - 15 Al sur-oeste de Pisco	0,10 - 3,57	E - 4 Al sur de Fáb. Pesqueras
PISCO-PARACAS	1996/10/23-25	0,31 - 0,50	E - 11 Frente a San Andrés	< 0,10 - 3,02	E - 6 Frente a Fáb. Paracas
ILO	1996/08/17-19	0,69 - 4,00	E - B Al SOPunta El Carmen	0,18 - 0,99	E - 9 Al sur del río Ilo
ITE	1996/08/20-22	0,59 - 4,76	E - 22 Desemb. Río Locumba	< 0,010 - 0,08	E - 24 Altura Punta Picata
MOLLENDO	1996/08/23-25	1,28 - 4,20	E - 39 Al sur de Mollendo	< 0,10 - 0,15	E - 31 Frente a playa Mejía
PAITA	1996/08/19-21	0,45 - 3,57	E - 14 Punta Cuñas-Salinera Colán	0,19 - 6,10	E - 6A Frente a Tierra Colorada
TALARA	1996/09/23-26	0,26 - 1,53	E - 20 playa Las Peñitas	0,13 - 19,63	E - 23 Frente a Punta Macará
BAYOVAR	1996/11/29 - 12/01	0,39 - 7,55	E - 14 Frente a Punta Lagunas	< 0,10 - 0,23	E - 16 Al NO de Punta Lagunas

*Expresados en unidades de criseno por litro de agua de mar.

**Expresados en unidades de criseno por gramo de muestra seca.

TABLA 15. Características principales observadas en los sedimentos marinos.
Bahía Callao - Ventanilla. 10 - 12 abril de 1996.

Estación	Latitud	Longitud	Fecha Muestreo	Fondo (m)	Características observadas
2	12°06'30"	77°09'30"	96-04-12	18,0	Color: Gris plumizo. Olor: A sulfuros. Textura: Arena grano medio.
4	12°05'30"	77°09'30"	96-04-12	12,0	Color: Verde claro con tonos oscuros. Olor: A sulfuros. Textura: Grano medio.
8	12°00'15"	77°09'45"	96-04-10	5,0	Color: Verde oscuro. Olor: A sulfuros. Textura: Grano medio.
10	12°01'40"	77°10'42"	96-04-10	12,0	Color: Verde claro con tonos muy oscuros. Olor: A sulfuros y combustible. Textura: Limo arcilloso.
12	12°01'30"	77°08'40"	96-04-10	3,0	Color: Gris Oscuro. Olor: A sulfuro. Textura: Arena media fina.
13A	12°02'25"	77°08'52"	96-04-10	13,0	Color: Verde claro con tonos muy oscuros. Olor: A combustible (fuerte olor a kerosene) Textura: Limo arcilloso.
14	12°03'22"	77°09'30"	96-04-10	8,0	Color: Verde claro con tonos muy oscuros. Olor: A sulfuros. Textura: Limo arcilloso.
17	11°52'57"	77°09'35"	96-04-11	13,0	Color: Verde muy oscuro. Olor: A sulfuros. Textura: Arena media fina.
19	11°53'24"	77°11'08"	96-04-11	26,0	Color: Verde muy oscuro. Olor: A sulfuros. Textura: Limo arcilloso.
20	11°56'53"	77°12'05"	96-04-11	33,0	Color: Verde plumizo. Olor: A sulfuros. Textura: Limo arcilloso. Otros: Restos de conchuelas trituradas.
22	11°58'04"	77°09'15"	96-04-11	13,0	Color: Gris negruzco. Olor: A sulfuros. Textura: Limo arcilloso.
23	11°59'22"	77°09'59"	96-04-11	13,0	Color: Verde plumizo. Olor: A sulfuros. Textura: Limo arcilloso. Otros: Presencia de poliquetos.
25	11°59'53"	77°10'38"	96-04-11	24,0	Color: Negro. Olor: A sulfuros. Textura: Limo arcilloso.;

Textura: Se refiere al aspecto físico observado en el sedimento sin análisis granulométrico.

TABLA 16. Características principales observadas en los sedimentos marinos.
Bahía Callao - Ventanilla. 06 - 08 agosto de 1996.

Estación	Latitud	Longitud	Fecha Muestreo	Fondo (m)	Características observadas
5	12°05'23"	77°10'30"	96-08-08	11,0	Color: Negro verde. Olor: Fuerte olor a sulfuro. Textura: Aspecto Limo. Lodoso. Arcilloso. Otros: Restos de conchuelas trituradas.
8	12°00'14"	77°09'32"	96-08-07	8,0	Color: Negro verde. Olor: A sulfuro. Textura: Aspecto fangoso limo arcilloso.
10	12°01'35"	77°10'36"	96-08-06	18,0	Color: Negruzco. Olor: A sulfuro. Textura: Limo arcillosa.
12	12°01'26"	77°08'58"	96-08-07	4,0	Color: Verde gris-verde oscuro. Olor: A sulfuro. Textura: Aspecto fangoso. Limo arcilloso.
13	12°02'29"	77°08'55"	96-08-07	11,0	Color: Negruzco. Olor: A combustible. Textura: Aspecto limo arcilloso. Otros: Restos de conchuelas trituradas.
16	12°03'14"	77°11'04"	96-08-07	16,0	Color: Verde pasto y negro. Olor: Sulfuro. Textura: Fango limo arcillosos. Otros: Presencia de poliquetos.
19	11°52'56"	77°11'13"	96-08-06	26,0	Color: Gris oscuro. Olor: Sulfuro. Textura: Limo arcilloso. Otros: Poliquetos.
22	11°55'30"	77°08'45"	96-08-06	10,0	Color: Negro. Olor: Sulfuro. Textura: Aspecto fangoso y arena media.
23	11°57'36"	77°08'34"	96-08-06	8,0	Color: Negruzco. Olor: Sulfuro. Textura: Limo arcilloso.
25	11°57'50"	77°10'06"	96-08-06	13,0	Color: Negruzco. Olor: Sulfuros. Textura: Limo arcilloso.

Textura: Se refiere al aspecto físico observado en el sedimento sin análisis granulométrico.

TABLA 17. Características principales observadas en los sedimentos marinos.
Bahía de Ferrol - Chimbote. 17 -19 abril de 1996

Estación	Latitud	Longitud	Fecha Muestreo	Fondo (m)	Características observadas
01	09°04'25"	78°36'38"	17-04-1996	6,0	Color: Gris verdoso oscuro. Olor: A sulfuros. Textura: Limo arcillosa. Otros: Poliquetos.
02	09°04'45"	78°37'05"	17-04-1996	13,0	Color: Verde petróleo con manchas negras. Olor: A sulfuros. Textura: Limo arcillosa. Fangosa. Otros: Micas.
03	09°05'38"	78°36'32"	17-04-1996	7,0	Color: Verde negruzco. Olor: A sulfuros. Textura: Fangosa.
04	09°05'22"	78°35'30"	17-04-1996	9,0	Color: Plomo negruzco. Olor: A sulfuros. Textura: Limo arcillosa.
05	09°06'00"	78°34'45"	18-04-1996	9,0	Color: Gris negruzco. Olor: A sulfuros. Textura: Arena fina.
06	09°06'45"	78°34'18"	18-04-1996	10,0	Color: Negro verdoso. Olor: A sulfuros. Textura: Arena fina.
08	09°07'15"	78°36'45"	18-04-1996	27,0	Color: Verde oscuro con manchas negras. Olor: A sulfuros. Textura: Fangosa. Otros: Micas.
09	09°07'42"	78°36'45"	18-04-1996	10,0	Color: Verde petróleo con manchas grises. Olor: A sulfuros. Textura: Limo arcillosa. Otros: Poliquetos.
11	09°08'25"	78°35'40"	18-04-1996	14,0	Color: Gris verdoso oscuro. Olor: A sulfuros. Textura: Fangosa. Otros: Poliquetos.
12	09°09'15"	78°36'20"	19-04-1996	9,0	Color: Verde negruzco. Olor: A sulfuros. Textura: Arena fina. Otros: Micas.
13	09°09'15"	78°34'30"	19-04-1996	10,0	Color: Plomo negruzco. Olor: A sulfuros. Textura: Arena fina.
14	09°09'22"	78°35'45"	19-04-1996	10,0	Color: Gris verdoso. Olor: A sulfuros. Textura: Limo arcillosa. Otros: Micas.

Textura: Se refiere al aspecto físico observado en el sedimento sin análisis granulométrico.

TABLA 18. Características principales observadas en los sedimentos marinos.
Bahía de Ferrol - Chimbote. 26 - 29 julio de 1996

Estación	Latitud	Longitud	Fecha Muestreo	Fondo (m)	Características observadas
01	09°04'24"	78°36'35"	27-07-1996	6,0	Color: Verde petróleo con manchas negras. Olor: A sulfuros Textura: Limo arcillosa Otros: Poliquetos
02	09°04'43"	78°37'05"	27-07-1996	10,0	Color: Verde petróleo con manchas negras. Olor: A sulfuros Textura: Fangoso Otros: Restos de conchuelas trituradas
03	09°05'37"	78°36'32"	27-07-1996	6,0	Color: Verde oscuro Olor: A sulfuros Textura: Limo arcillosa. Fangoso. Otros: Micas
04	09°05'20"	78°35'30"	27-07-1996	8,0	Color: Gris oscuro con manchas negras. Olor: Fuerte olor a sulfuros Textura: Arcilloso Otros: Restos de conchuelas trituradas
05	09°06'03"	78°34'47"	27-07-1996	8,0	Color: Verde negruzco Olor: A sulfuros Textura: Limo arcillosa. Fangosa Otros: Micas y restos de conchuelas trituradas.
09	09°07'22"	78°34'40"	29-07-1996	9,0	Color: Gris oscuro Olor: A sulfuros Textura: Limo arcillosa fangosa
11	09°08'14"	78°35'34"	29-07-1996	13,0	Color: Negro plumizo Olor: A sulfuros Textura: Fangoso Otros: Gris negruzco
13	09°09'10"	78°34'29"	29-07-1996	9,0	Color: Negro plumizo Olor: A sulfuros Textura: Aspecto fangoso Otros: Micas
14	09°09'10"	78°35'45"	29-07-1996	10,0	Color: Negro plumizo Olor: A sulfuros Textura: Limo arcilloso Otros: Micas y restos de conchuelas trituradas

Textura: Se refiere al aspecto físico observado en el sedimento sin análisis granulométrico.

TABLA 19. Características principales observadas en los sedimentos marinos.
Bahía de Pisco - Paracas. 22 - 24 mayo de 1996

Estación	Latitud	Longitud	Fecha Muestreo	Fondo (m)	Características observadas
3	13°49'16"	76°16'34"	96-05-24	10,0	Color: Verde plomizo. Olor: A sulfuros.
4	13°48'23"	76°15'26"	96-05-22	8,0	Textura: Limo-arcilloso. Color: Plomo oscuro. Olor: Sulfuros.
5	13°47'48"	76°17'01"	96-05-23	16,0	Textura: Limo-arcilloso. Otros: Presencia de micas. Color: Verde plomizo. Olor: Sulfuros.
6	13°46'53"	76°15'11"	95-05-22	11,0	Textura: Limo-arcilloso. Otros: Restos de conchuelas trituradas. Color: Verde plomizo. Olor: Sulfuros.
9	13°45'41"	76°16'27"	96-05-23	15,0	Textura: Limo-arcilloso. Color: Verde gris muy oscuro. Olor: Sulfuros.
10	13°44'28"	76°18'07"	96-05-24	20,0	Textura: Limo-arcilloso. Color: Verde plomizo. Olor: Sulfuros.
11	13°43'42"	76°15'03"	96-05-22	11,0	Textura: Limo-arcilloso. Otros: Presencia de micas. Color: Verde negruzco. Olor: Sulfuros.
14	13°41'58"	76°13'42"	96-05-22	4,0	Textura: Limo-arcilloso. Color: Verde plomizo. Olor: Sulfuros.
15	13°41'38"	76°16'35"	96-05-24	12,0	Textura: Limo-arcilloso. Otros: Presencia de poliquetos. Color: Verde negruzco. Olor: Sulfuros.
16	13°40'11"	76°13'56"	96-05-24	2,0	Textura: Limo-arcilloso. Color: Gris-verde negruzco. Olor: Fuerte olor a sulfuros y a combustible.
17	13°40'06"	76°16'06"	96-05-23	12,0	Textura: Limo-arcilloso. Otros: Presencia de micas y poliquetos. Color: Gris-plomo oscuro. Olor: Sulfuro.
					Textura: Limo-arcilloso. Otros: Presencia de micas y restos de conchuelas trituradas.

Textura: Se refiere al aspecto físico observado en el sedimento sin análisis granulométrico.

TABLA 20. Características principales observadas en los sedimentos marinos.
Bahía de Pisco - Paracas. 23 - 25 octubre de 1996

Estación	Latitud	Longitud	Fecha Muestreo	Fondo (m)	Características observadas
3	13°49'17"	76°16'34"	96-10-23	9,0	Color: Verde gris. Olor: A sulfuros. Textura: Limo-arcilloso.
4	13°48'24"	76°15'26"	96-10-23	5,0	Color: Verde plomizo oscuro. Olor: Sulfuros. Textura: Limo-arcilloso. Otros: Presencia de micas.
6	13°46'53"	76°15'11"	96-10-23	8,0	Color: Verde gris. Olor: Sulfuros. Textura: Limo-arcilloso. Otros: Restos de conchuelas trituradas.
9	13°45'42"	76°16'27"	96-10-25	17,0	Color: Verde gris muy oscuro. Olor: Sulfuros. Textura: Limo-arcilloso.
11	13°43'42"	76°15'04"	96-10-24	9,0	Color: Verde gris oscuro. Olor: Sulfuros. Textura: Limo-arcilloso.
16	13°40'11"	76°13'56"	96-10-24	6,0	Color: Verde gris. Olor: A algas. Textura: Arena fina. Otros: Presencia de micas y restos de conchuelas trituradas.

Textura: Se refiere al aspecto físico observado en el sedimento sin análisis granulométrico.

TABLA 21. Características principales observadas en los sedimentos marinos.
Bahía de Ilo, Ite y Mollendo. 14 - 25 agosto de 1996

Área	Estación	Latitud	Longitud	Fecha Muestreo	Fondo (m)	Características observadas
Ilo	5	17°33'59"	71°22'57"	96-08-17	75,0	Color: Verde oscuro. Olor: A sulfuros. Textura: Limo arcillosa.
Ilo	8	17°36'30"	71°21'45"	96-08-18	24,0	Color: Pardoso. Olor: Algas (metano) Textura: Arena de grano medio.
Ilo	9	17°39'21"	71°23'00"	96-08-18	83,0	Color: Plomizo verdoso. Olor: A sulfuro. Textura: Fangoso/limo arcilloso. Otros: Poliquetos.
Ite	17	17°58'51"	70°55'00"	96-08-20	34,0	Color: Plateado y plomizo. Olor: A sulfuro. Textura: Arcillosa (pastoso).
Ite	18	17°58'28"	70°56'56"	96-08-20	36,0	Color: Plateado. Olor: A sulfuro. Textura: Limo arcilloso.
Ite	19	17°56'18"	70°57'01"	96-08-20	16,0	Color: Verde gris Olor: A mar Textura: Arena media Otros: Restos de conchuelas trituradas.
Ite	21	17°56'06"	71°01'54"	96-08-21	42,0	Color: Gris oscuro. Olor: Ligero olor a sulfuro Textura: Limo arcilloso.
Ite	22	17°56'06"	71°01'54"	96-08-21	39,0	Color: Plomo oscuro. Olor: A sulfuro. Textura: Limo arcilloso.
Ite	23	17°53'35"	71°03'42"	96-08-21	23,0	Color: Gris oscuro. Olor: A algas. Textura: Arena fina-fangoso. Otros: Restos de conchuelas trituradas, poliquetos.
Ite	24	17°54'06"	71°06'06"	96-08-21	55,0	Color: Plomo-gris. Olor: A sulfuros. Textura: Limo-arcilloso.
Mollendo	28	17°02'06"	72°01'15"	96-08-25	37,0	Color: Plomizo. Olor: A algas. Textura: Arena gruesa. Otros: Poliquetos.
Mollendo	31	17°07'12"	71°57'01"	96-08-25	87,0	Color: Marrón verdoso/gris oscuro. Olor: A algas; fuerte olor a gas metano. Textura: Limo arcilloso. Otros: Poliquetos.
Mollendo	32	17°06'02"	71°55'34"	96-08-24	50,0	Color: Plomizo. Olor: Ligero olor a sulfuro. Textura: Limo arcilloso.
Mollendo	35	17°05'00"	71°51'02"	96-08-23	23,0	Color: Verde plomizo. Olor: Ligero olor a grasa. Textura: Arena fina.
Mollendo	38	17°15'00"	71°41'03"	96-08-23	70,0	Color: Gris oscuro. Olor: A algas. Textura: Limo arcilloso-fangoso.
Mollendo	39	17°15'25"	71°34'22"	96-09-23	17,0	Color: Verde plomizo. Olor: A algas. Textura: Arena grano medio.

Textura: Se refiere al aspecto físico observado en el sedimento sin análisis granulométrico.

TABLA 22. Características principales observadas en los sedimentos marinos.
Bahía Paita. 19 - 21 setiembre de 1996.

Estación	Latitud	Longitud	Fecha Muestreo	Fondo (m)	Características observadas
6A	05°04'24"	81°08'48"	96-09-21	10,0	Color: Negro gris. Olor: Olor fuerte a sulfuros. Textura: Limo arcillosa.
7	05°03'56"	81°08'05"	96-09-21	14,0	Color: Verde gris oscuro. Olor: A sulfuros. Textura: Limo arcillosa. Otros: Presencia de poliquetos. Restos de conchuelas trituradas.
9B	05°04'12"	81°07'06"	96-09-21	16,0	Color: Verde gris. Olor: Ligero olor a combustible. Texturas: Limo arcillosa. Pastoso.
11	05°03'50"	81°05'00"	96-09-20	8,0	Color: Gris verdoso. Olor: A sulfuros. Textura: Arena fina. Otros: Presencia de micas. Poliquetos.
14	05°02'21"	81°06'20"	96-09-20	20,0	Color: Gris verdoso. Olor: A mar y metano. Textura: Limo arcilloso-Arena fina.
16A	05°00'55"	81°05'35"	96-09-20	14,0	Color: Gris oscuro. Olor: A sulfuro. Textura: Limo arcilloso. Otros: Poliquetos.

Textura: Se refiere al aspecto físico observado en el sedimento sin análisis granulométrico.

TABLA 23. Características principales observadas en los sedimentos marinos.
Bahía de Talara. 23 - 26 setiembre de 1996

Estación	Latitud	Longitud	Fecha Muestreo	Fondo (m)	Características observadas
1	04°35'33"	81°17'38"	96-09-2	57,0	Color: Verde plomizo. Olor: Urea. Textura: Arena grano medio. Otros: Muy muy, micas, restos de conchuelas trituradas.
3	04°35'38"	81°18'23"	96-05-25	13,0	Color: Plomizo. Olor: Fuerte olor a sulfuros y a podrido. Textura: Arena media. Otros: Abundantes poliquetos y parásitos.
5	04°35'05"	81°17'37"	96-09-25	9,0	Color: Gris oscuro. Olor: A algas. Textura: Arena fina.
10	04°34'17"	81°17'08"	96-09-25	6,0	Color: Verde paca. Olor: Ligero olor a sulfuro. Textura: Aspecto de grano de arena media. Otros: Restos de conchuelas trituradas, micas.
11	04°34'01"	81°17'03"	96-09-24	45,0	Color: Verde claro-gris oscuro. Olor: Fuerte olor a grasa. Textura: Fango limo arcilloso.
12	04°34'08"	81°16'56"	96-09-24	7,0	Color: Verde gris. Olor: A algas. Textura: Grano medio. Otros: micas.
13	04°34'15"	81°16'45"	96-09-24	33,0	Color: Verde plomizo. Olor: A sulfuro. Textura: Grano medio.
14	04°34'08"	81°16'30"	96-09-24	18,0	Color: Verde gris (oscuro). Olor: Sulfuro, combustible. Textura: Aspecto limo arcilloso pastoso.
15	04°34'00"	81°16'38"	96-09-24	4,0	Color: Verde gris. Olor: A sulfuro. Textura: Arena fina. Otros: Restos de conchuelas trituradas.
16	04°34'00"	81°16'28"	96-09-24	4,0	Color: Verde plomizo oscuro. Olor: A algas. Textura: Aspecto grano medio. Otros: Restos de conchuelas trituradas.
17	04°33'41"	81°17'21"	96-09-24	10,0	Color: Verde claro. Olor: Ligero olor a sulfuro. Textura: Arena fina.
18	04°33'32"	81°16'52"	96-09-24	6,0	Color: Gris oscuro. Olor: A sulfuros. Textura: Arena fina. Otros: Restos de caparazón de machas.
20	04°33'10"	81°16'45"	96-09-24	5,0	Color: Plomizo. Olor: A sulfuros. Textura: Aspecto de arena grano fino. Otros: Poliquetos, restos de caparazón de choro de 2 cm. de longitud.
22	04°32'43"	81°16'45"	96-09-23	5,0	Color: Verde plomizo. Olor: A algas. Textura: Arena fina-aspecto fangoso. Otros: Poliquetos.
23	04°32'46"	81°17'10"	96-09-23	50,0	Color: Verde gris claro. Olor: A algas. Textura: Limo arcilloso. Fangoso.
26	04°32'18"	81°16'50"	96-09-23	9,0	Color: Verde gris. Olor: Ligero olor a combustible. Textura: Arena media. Otros: Restos de conchuelas trituradas, micas.

Textura: Se refiere al aspecto físico observado en el sedimento sin análisis granulométrico.

TABLA 24. Características principales observadas en los sedimentos marinos.
Área Bayóvar - Ensenada de Sechura. 29 noviembre - 01 diciembre de 1996

Estación	Latitud	Longitud	Fecha Muestreo	Fondo (m)	Características observadas
1	05°42'34"	80°52'20"	96-11-29	8,0	Color: Beige. Olor: Ligero olor a metano. Textura: Arena grano medio. Otros: Restos de conchuelas trituradas.
4	05°46'51"	80°53'10"	96-11-29	5,0	Color: Verde mostaza. Olor: A algas. Textura: Arena gruesa. Otros: Restos de conchuelas trituradas.
8	05°47'20"	80°57'18"	96-12-01	8,0	Color: Verde Gris. Olor: A sulfuros. Textura: Arena gruesa. Otros: Restos de conchuelas trituradas.
11	05°48'32"	80°52'16"	96-12-01	7,0	Color: Ocre. Olor: A metano. Textura: Arena gruesa. Otros: Restos de conchuelas trituradas, un cangrejo pequeño.
15	05°46'33"	81°02'26"	96-11-30	40,0	Color: Verde Gris oscuro. Olor: A sulfuros. Textura: Fango-limo arcilloso. Otros: Restos de conchuelas trituradas.
16	05°46'58"	81°03'40"	96-11-30	42,0	Color: Verde. Olor: Ligero olor a sulfuro. Textura: Fango-limo arcilloso.

Textura: Se refiere al aspecto físico observado en el sedimento sin análisis granulométrico.

TABLA 25. Derrames de hidrocarburos de petróleo ocurridos en aguas marinas

Lugar	Fecha	Responsable	Tipo de Combustible
Callao	18-05-1992	B/T Isabel Barreto	Crudo, cantidad no determinada.
Conchán	10-01-1995	B/T Trompetero	Gasolina, 700 barriles.
Talara	12-06-1995	Plataforma Petrotech	Crudo.
San Nicolás	17-07-1995	Shougang	Petróleo residual.
Conchán	06-08-1995	Refinería Conchán	Crudo, 429 barriles.
San Nicolás	17-08-1995	Shougang	Residual.
La Pampilla	18-08-1995	Refinería La Pampilla	Productos blancos, 100 barriles.
San Nicolás	09-12-1995	Shougang	Residual 500, 48 barriles.
Talara	09-02-1996	Petrotech	Crudo plataforma "U", 400 m ² aproxi.
Callao	10-04-1996	Buque sin determinar	Residual 500 quemado Playa Chorrillos - Pucusana.
Callao	23-11-1996	Chata Petrolube	Aceite básico nacional, 166 barriles.

Fuente: Dirección General de Capitanías y Guardacostas del Perú.

FIGURAS

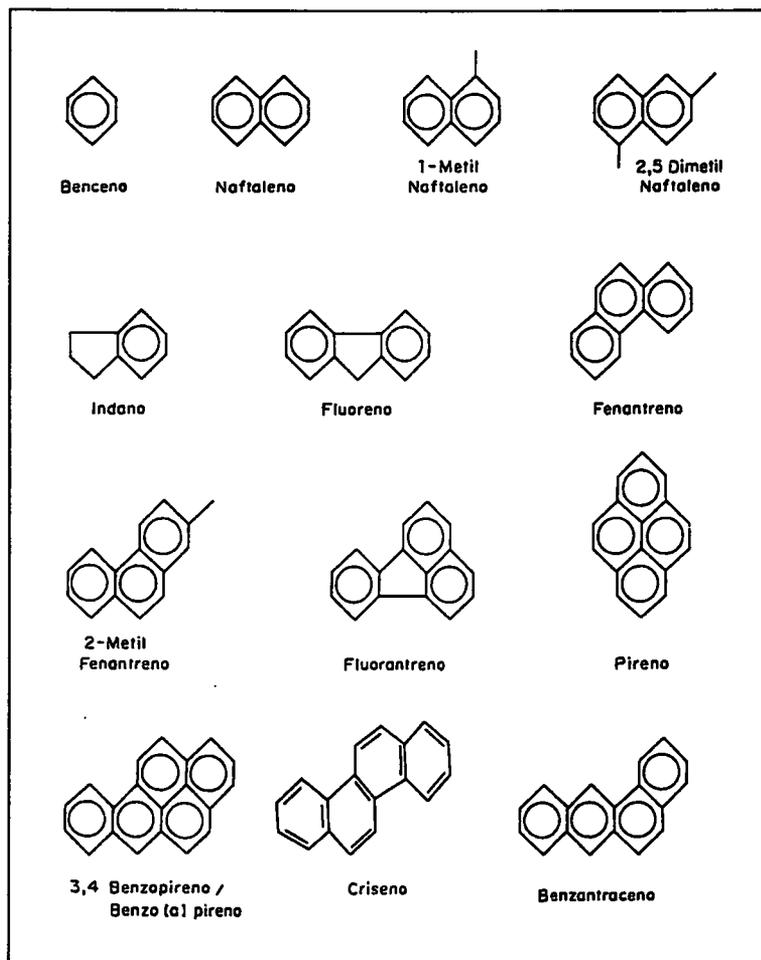


FIGURA 1. Estructura química de hidrocarburos aromáticos
Fuente: Regional Seas. UNEP, 1992.

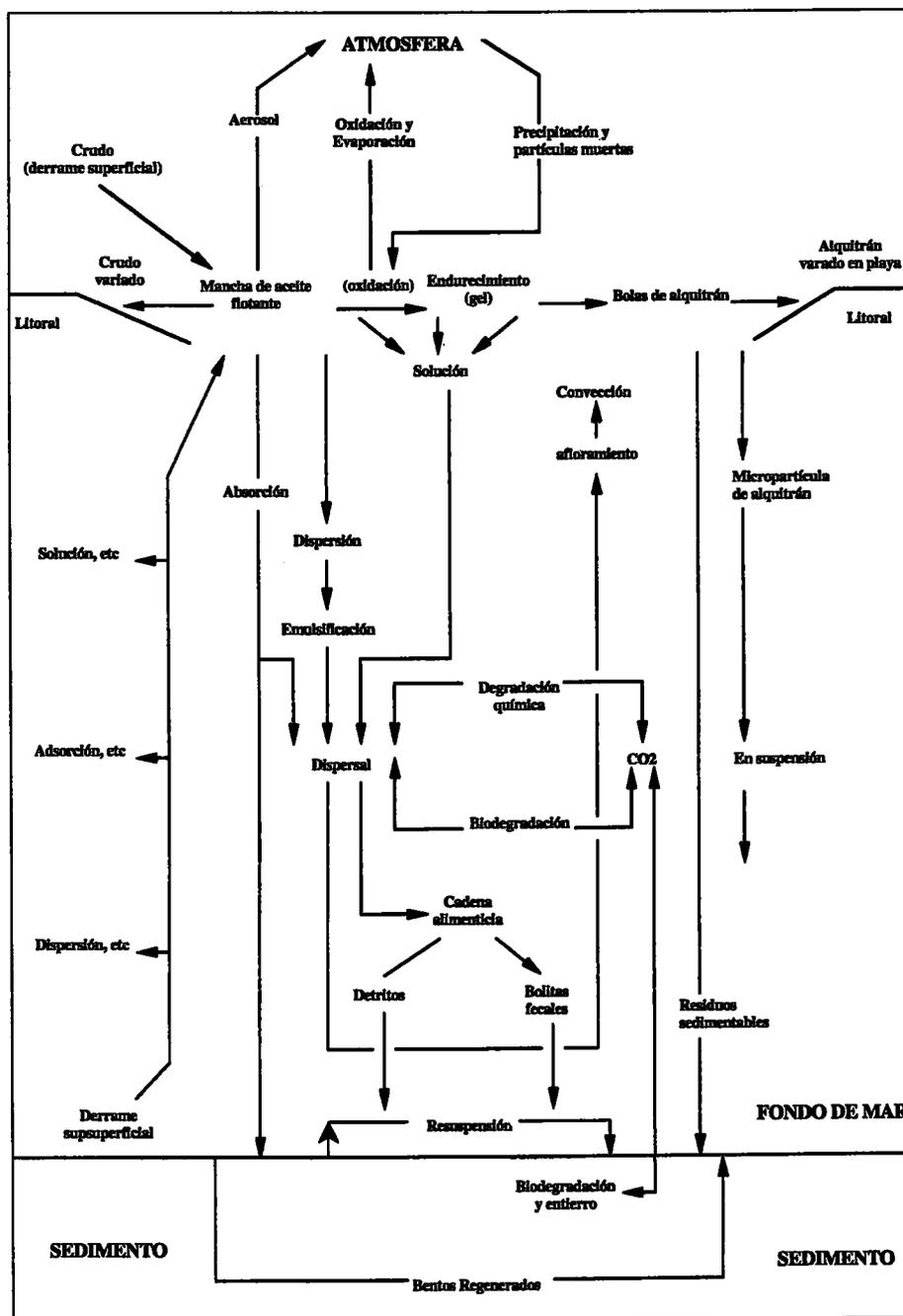


FIGURA 2. Procesos de dispersión natural
Fuente: CONCAWE, 1985.

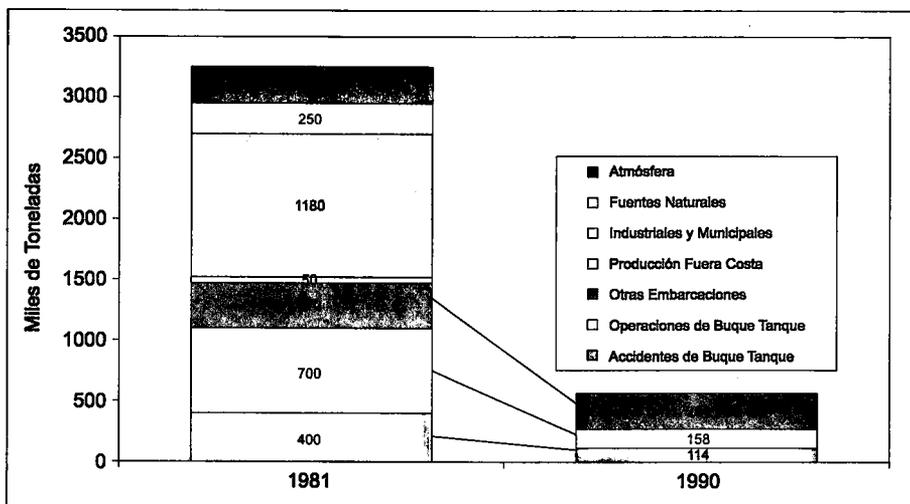


FIGURA 3. Ingresos de hidrocarburos de petróleo al ambiente marino (Fuente: Ocean Orbit, 1995)

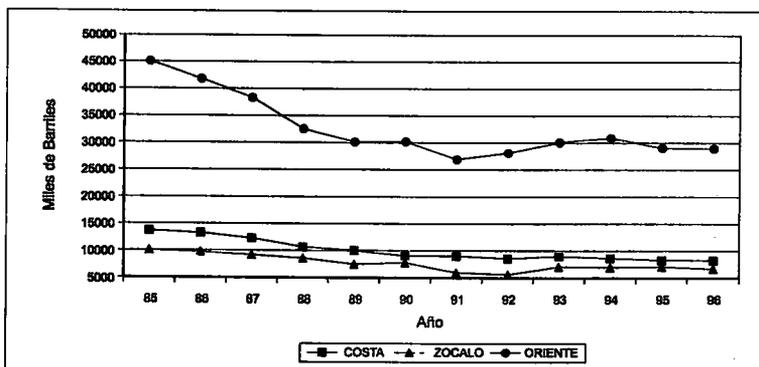


FIGURA 4. Producción anual de petróleo por zonas de explotación (miles de barriles) Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática. Perú - Compendio Estadístico 1996 - 1997

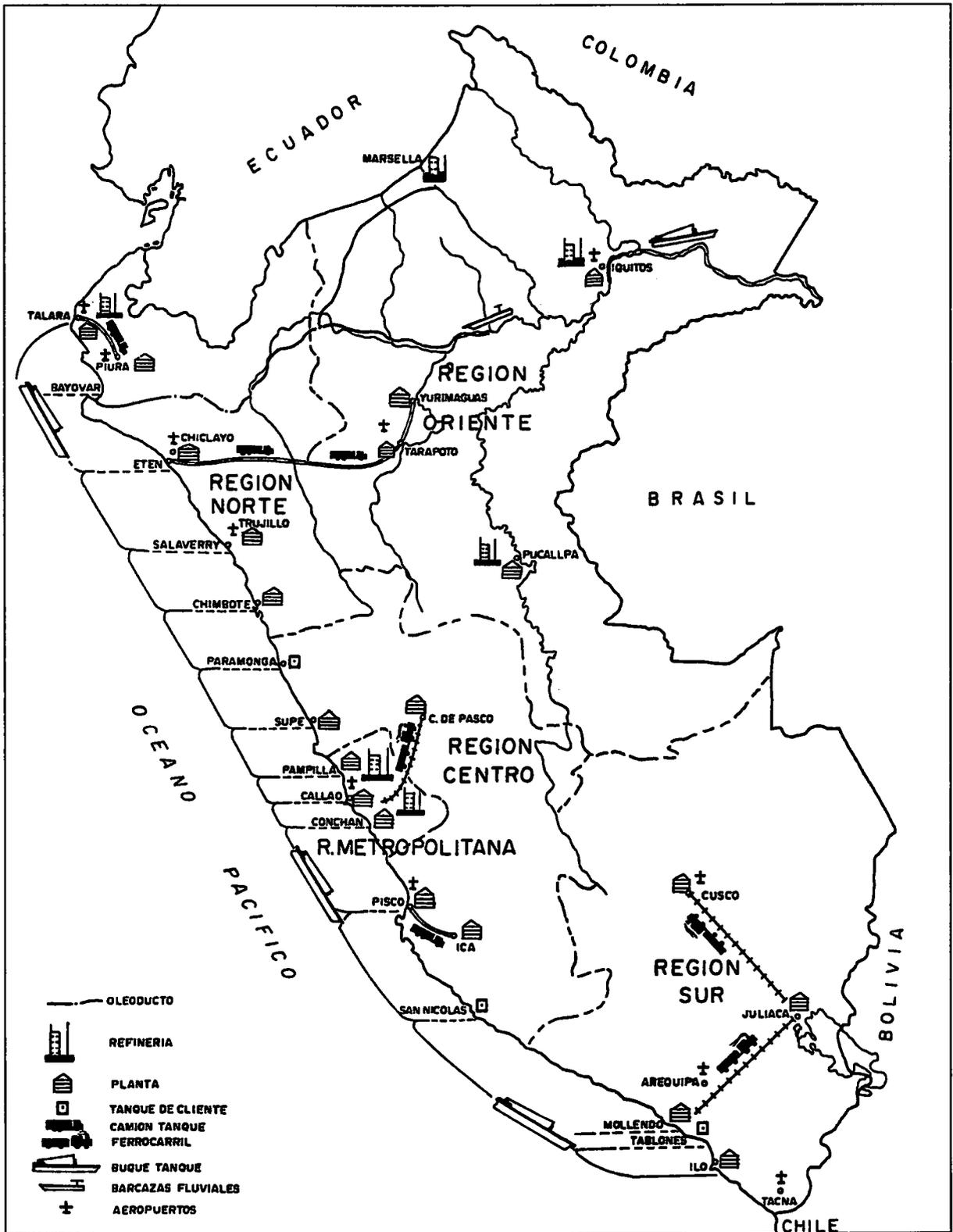


FIGURA 5. Red de distribución del crudo y sus derivados.
Fuente: Ministerio de Energía y Minas. Dir. Gral. de Hidrocarburos.

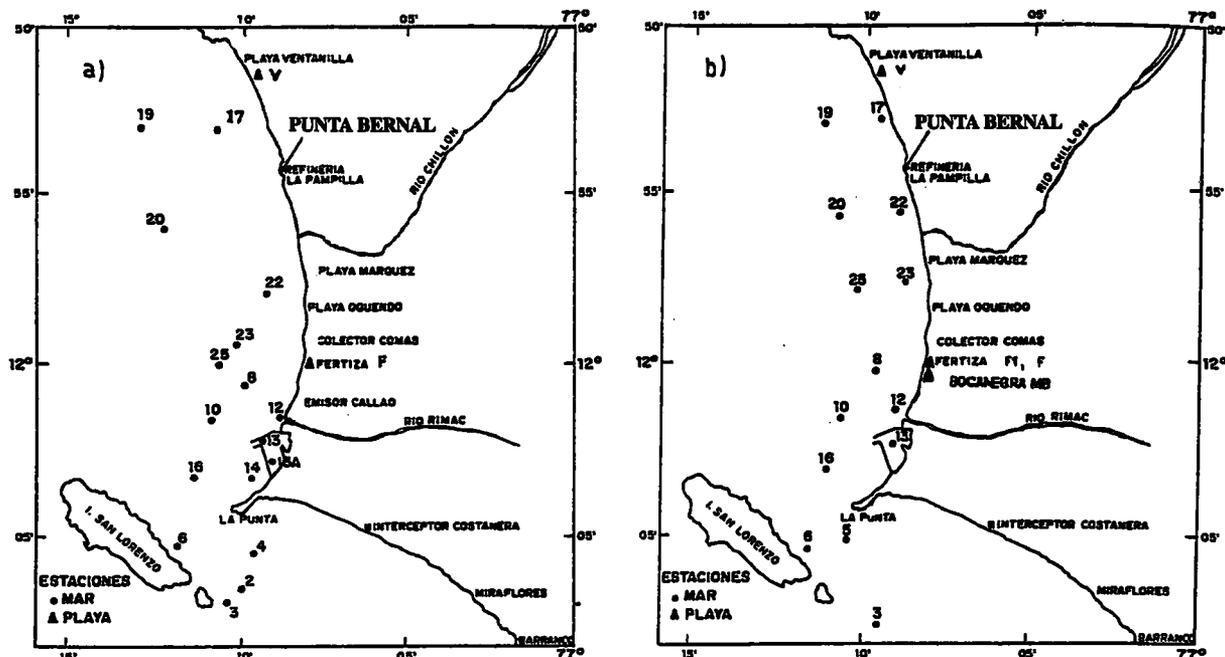


FIGURA 6. Carta de posiciones. Niveles de hidrocarburos de petróleo en la bahía Callao-Ventanilla 1996 a) 10-12 abril, b) 6-8 agosto.

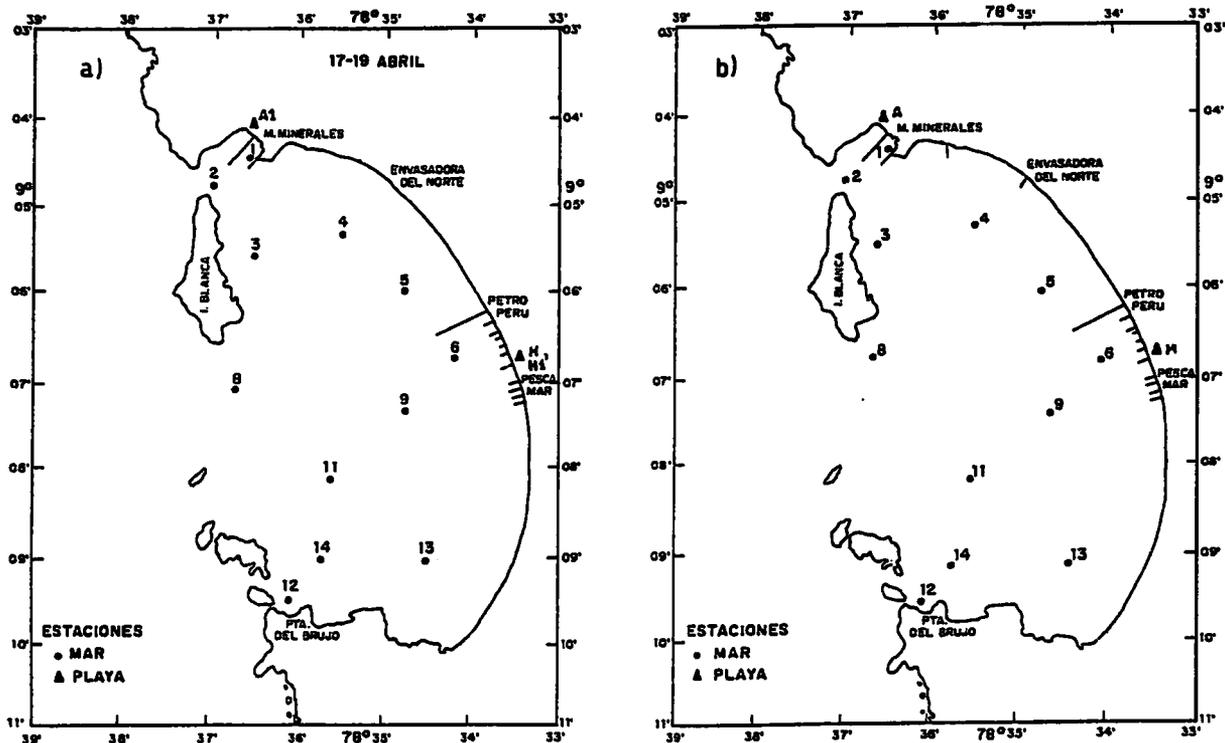


FIGURA 7. Carta de posiciones. Niveles de hidrocarburos de petróleo en la bahía Ferrol-Chimbote 1996. a) 17-19 abril, b) 26-29 julio.

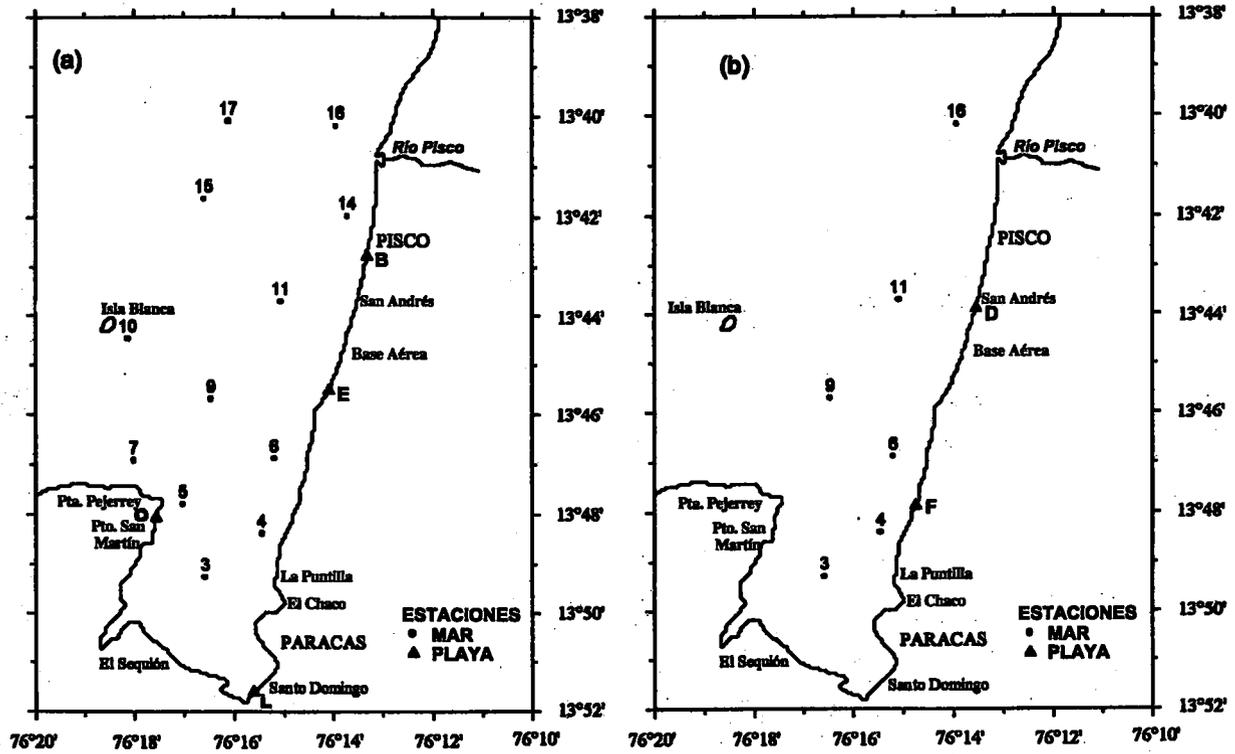


FIGURA 8. Carta de posiciones. Niveles de hidrocarburos de petróleo en la bahía de Pisco-Paracas, 1996. a) 22 - 24 mayo, b) 23 - 25 octubre.

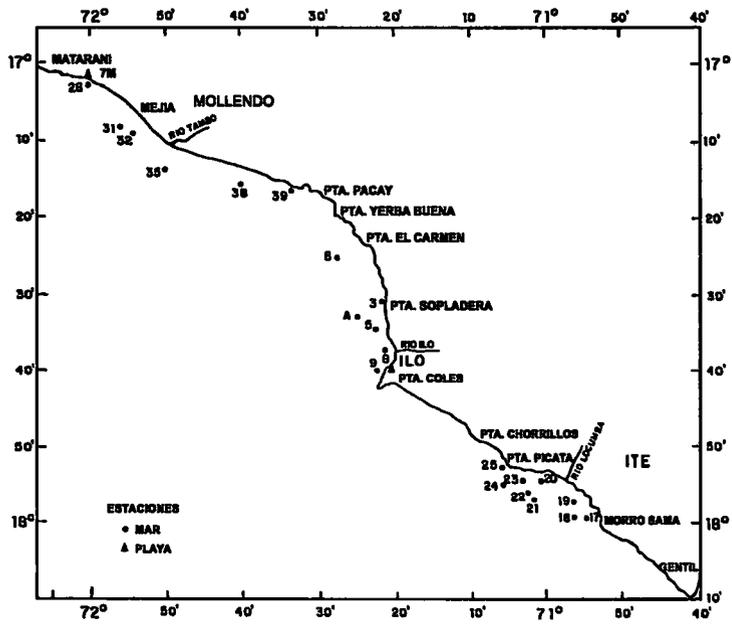


FIGURA 9. Carta de posiciones. Niveles de hidrocarburos de petróleo en las bahías Mollendo 1996 agosto (23-25), Ilo 1996 agosto (17-19) e Ite 1996 (20-22).

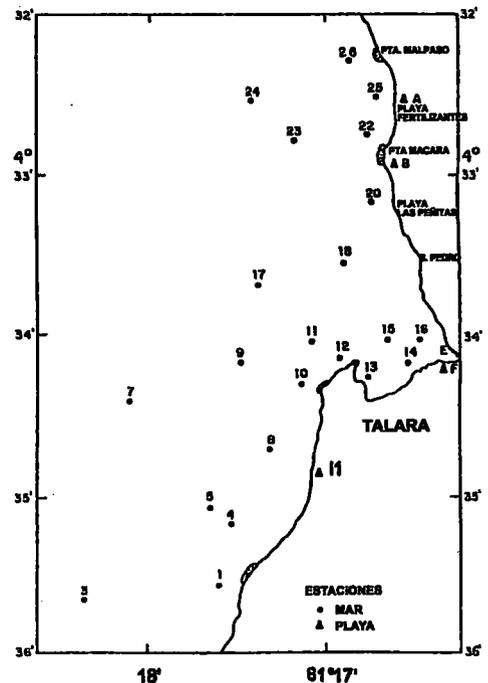


FIGURA 10. Carta de posiciones. Niveles de hidrocarburos de petróleo en la bahía Talara 1996, 23-26 setiembre.

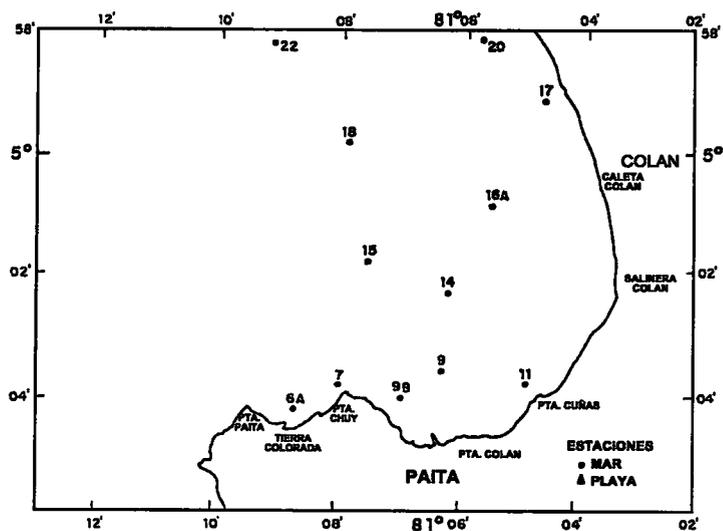


FIGURA 11. Carta de posiciones. Niveles de hidrocarburos de petróleo en la bahía Paita 1996, 19-21 setiembre.

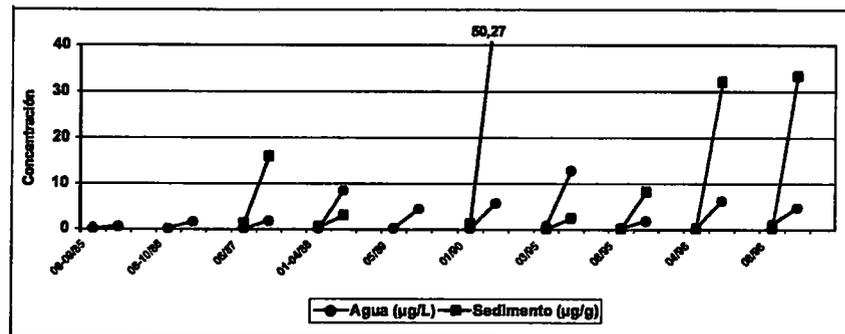


FIGURA 13. Rangos de concentración de hidrocarburos de petróleo, en la bahía de Callao-Ventanilla; 1985 - 1996.

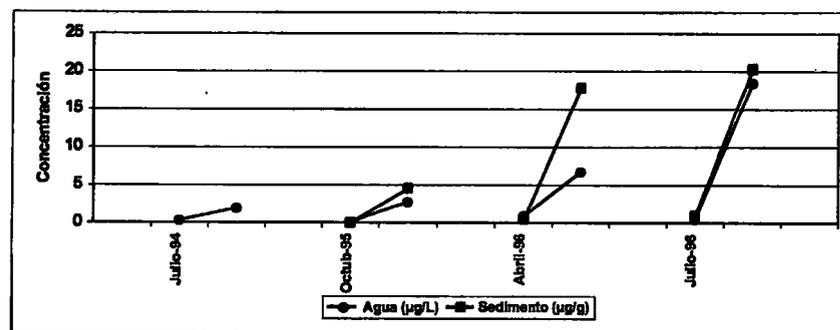


FIGURA 14. Rangos de concentración de hidrocarburos de petróleo, en la bahía Ferrol-Chimbote; 1994 - 1996.

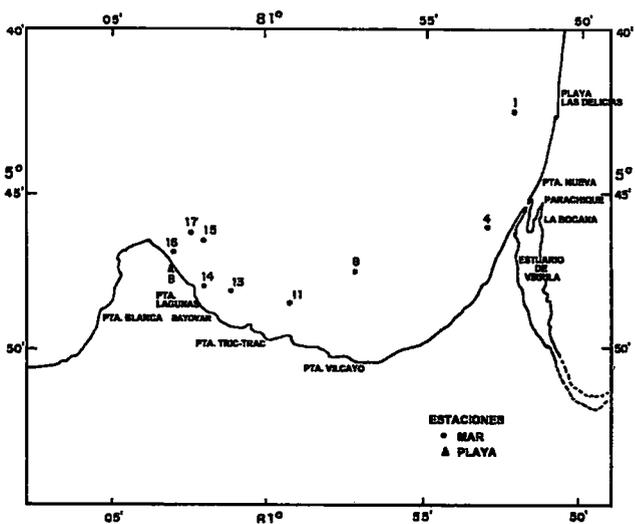


FIGURA 12. Carta de posiciones. Niveles de hidrocarburos de petróleo en la Ensenada de Sechura-Puerto Bayóvar 1996, 29 noviembre-01 diciembre.

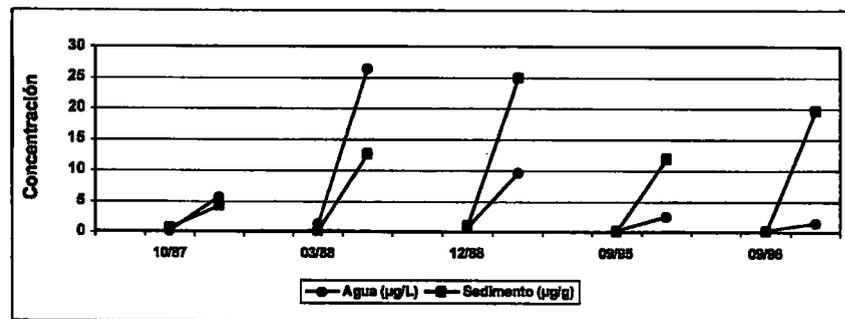


FIGURA 15. Rangos de concentración de hidrocarburos de petróleo, en la bahía de Talara; 1987 - 1996.

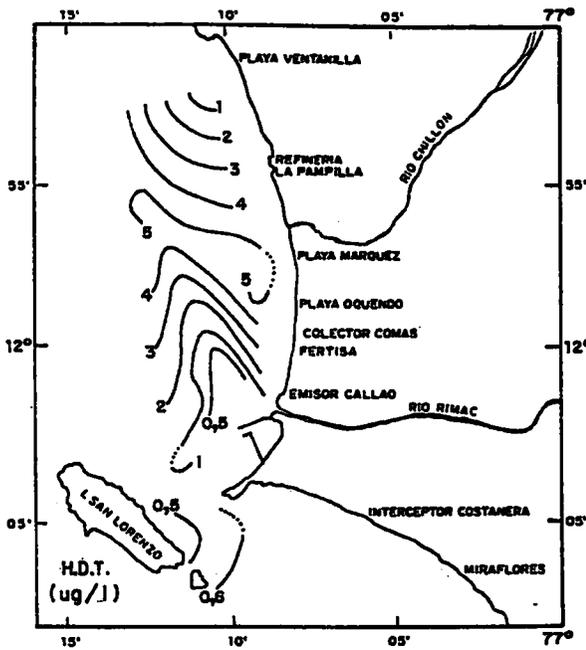


FIGURA 16. Distribución de hidrocarburos disueltos totales en la bahía del Callao-Ventanilla 1996, 10-12 abril.

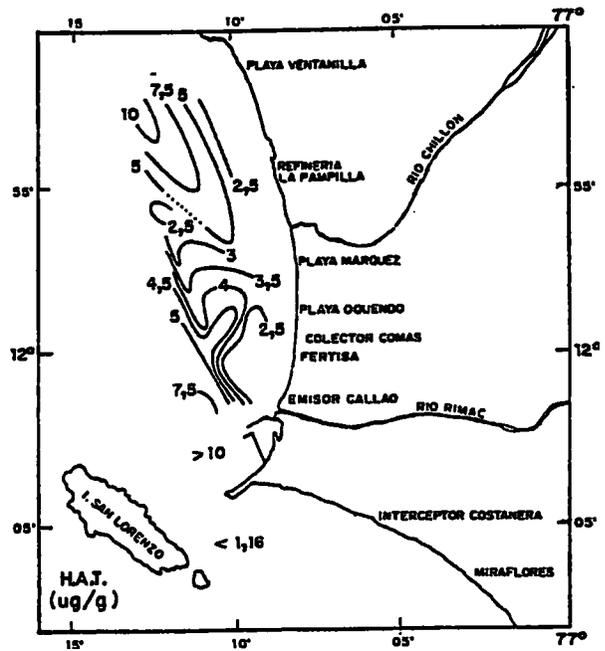


FIGURA 17. Distribución de hidrocarburos aromáticos totales en la bahía del Callao-Ventanilla 1996, 10-12 abril.

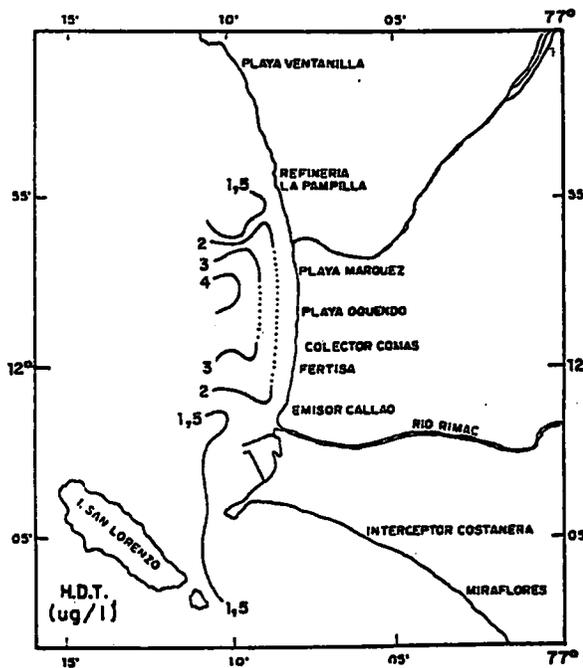


FIGURA 18. Distribución de hidrocarburos disueltos totales en la bahía del Callao-Ventanilla 1996, 06-08 agosto.

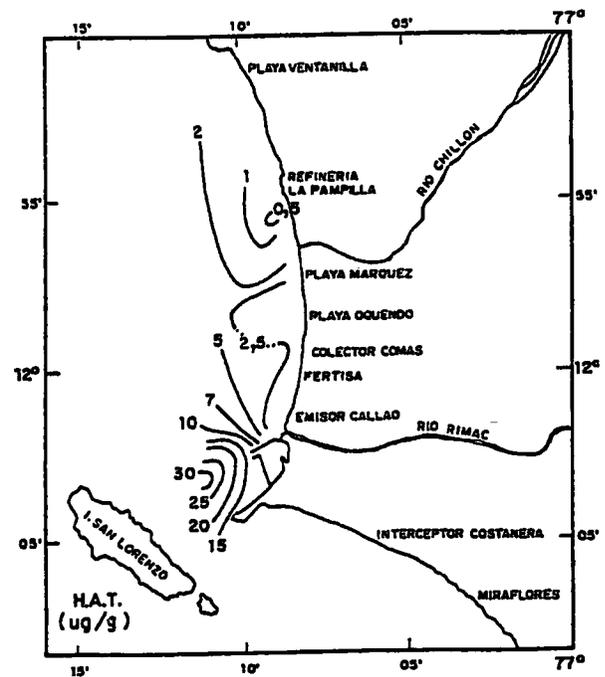


FIGURA 19. Distribución de hidrocarburos aromáticos totales en la bahía del Callao-Ventanilla 1996, 06-08 agosto.

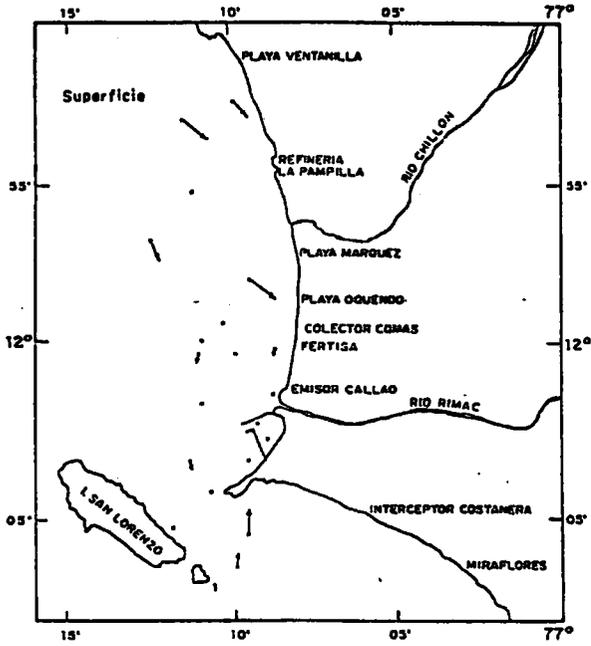


FIGURA 20. Distribución de circulación marina superficial en la bahía del Callao-Ventanilla 1996, 10-12 abril.

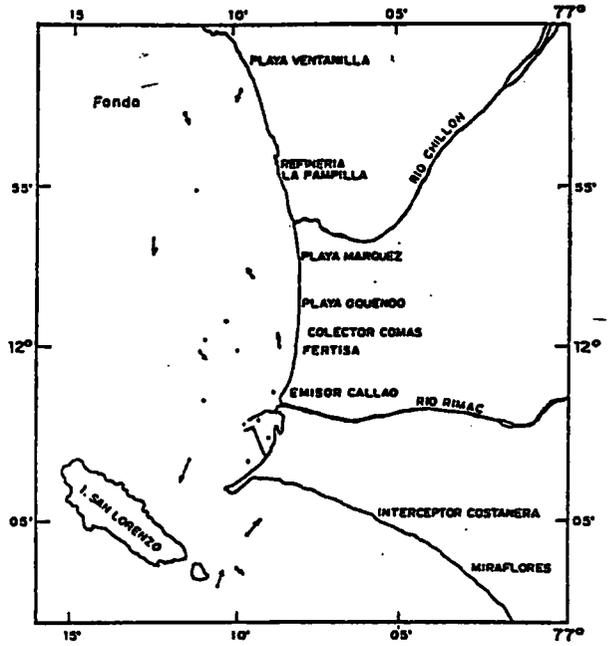


FIGURA 21. Distribución de circulación marina de fondo en la bahía del Callao-Ventanilla 1996, 10-12 abril.

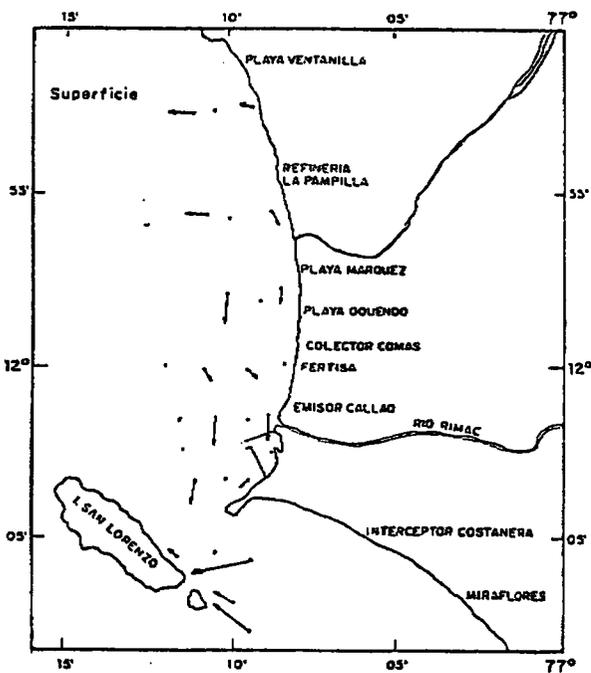


FIGURA 22. Distribución de circulación marina superficial en la bahía del Callao-Ventanilla 1996, 06-08 agosto.

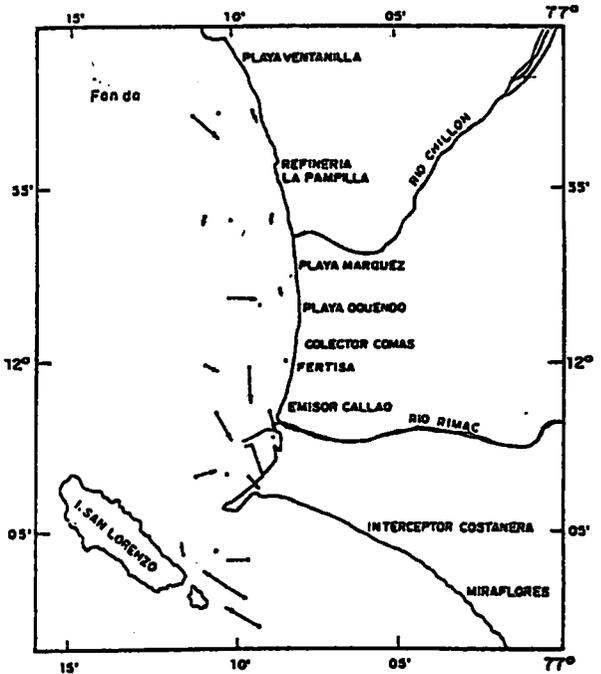


FIGURA 23. Distribución de circulación marina de fondo en la bahía del Callao-Ventanilla 1996, 06-08 agosto.

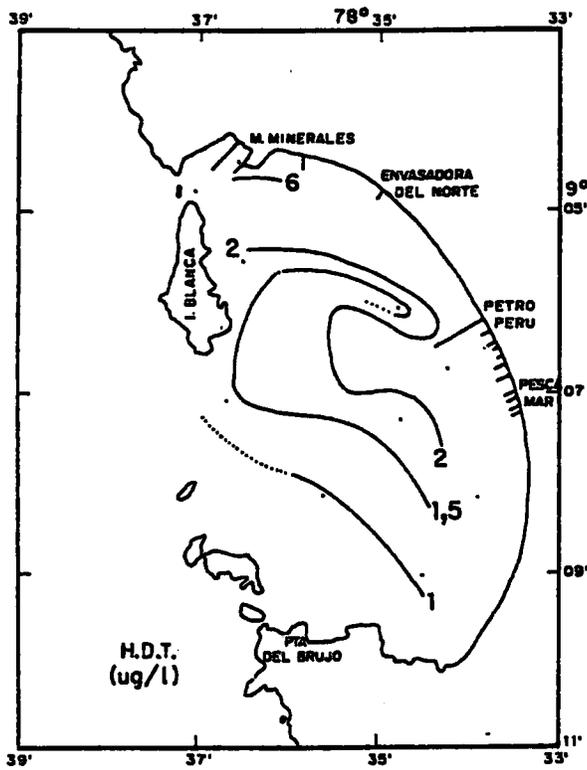


FIGURA 24. Distribución de hidrocarburos disueltos totales en la bahía de Ferrol-Chimote 1996, 17-19 abril.

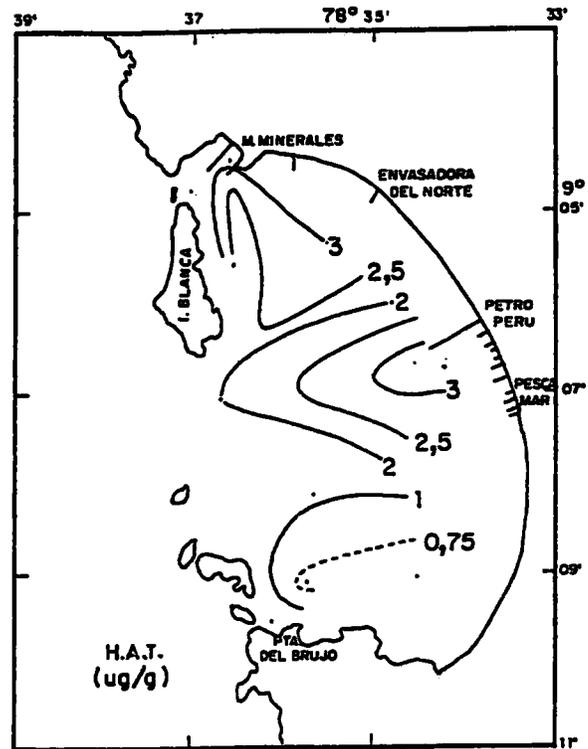


FIGURA 25. Distribución de hidrocarburos aromáticos totales en la bahía de ferrol-Chimote 1996, 17-19 abril.

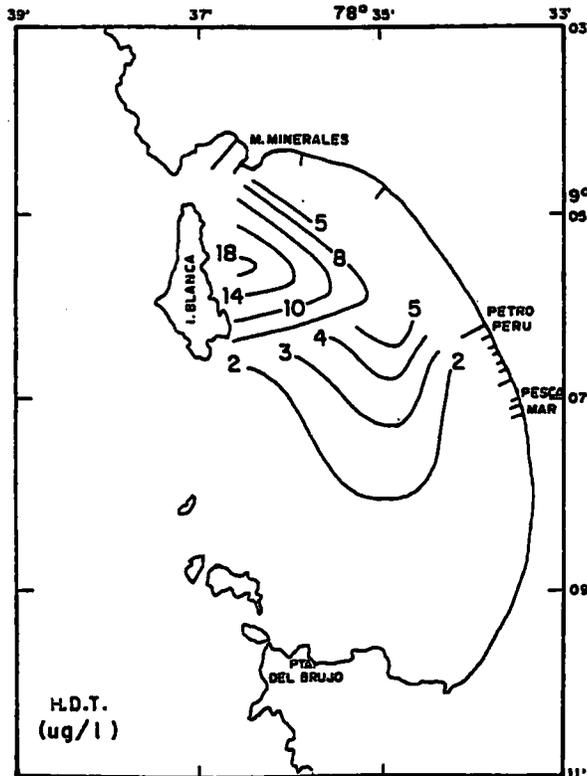


FIGURA 26. Distribución de hidrocarburos disueltos totales en la bahía de Ferrol-Chimote 1996, 26-29 julio.

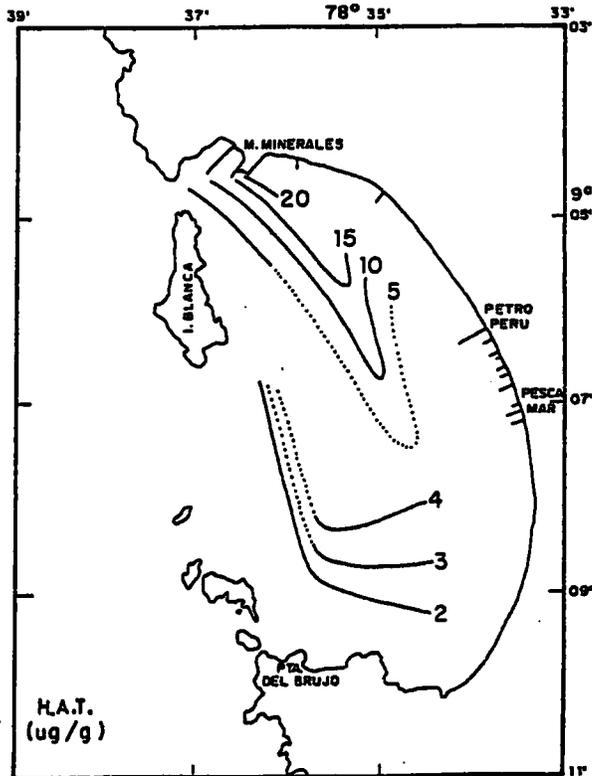


FIGURA 27. Distribución de hidrocarburos aromáticos totales en la bahía de Ferrol-Chimote 1996, 26-29 julio.

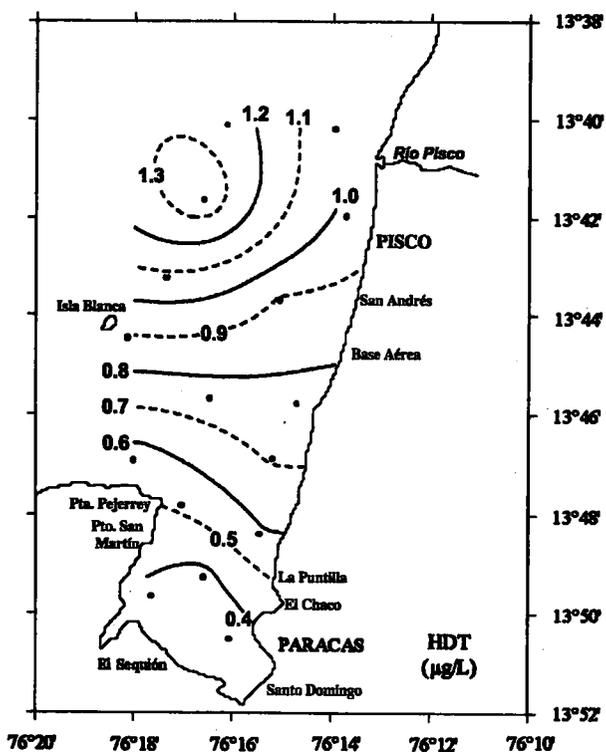


FIGURA 28. Distribución de hidrocarburos disueltos totales en la bahía de Pisco - Paracas, 22 - 24 mayo, 1996.

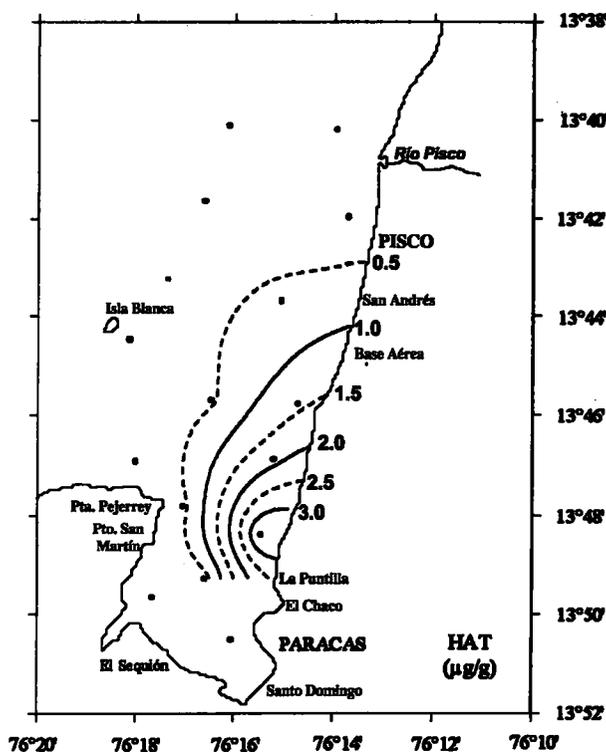


FIGURA 29. Distribución de hidrocarburos aromáticos totales en la bahía de Pisco - Paracas, 22 - 24 mayo, 1996.

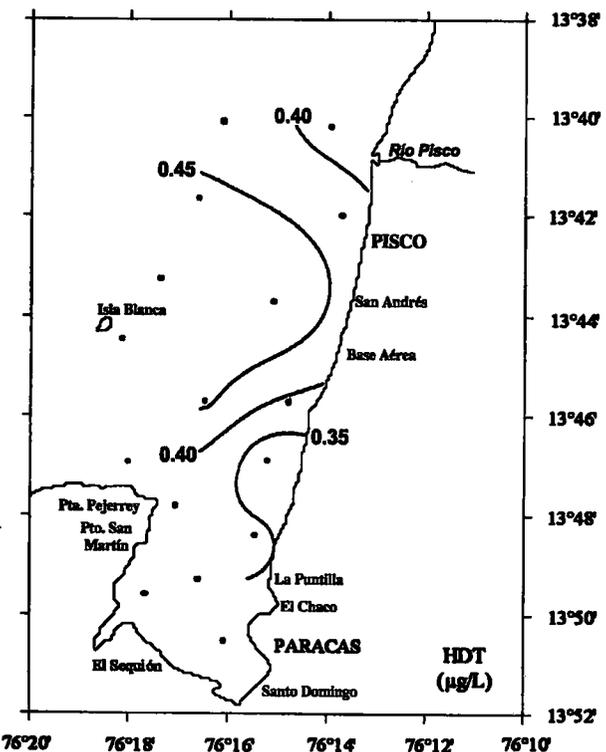


FIGURA 30. Distribución de hidrocarburos disueltos totales en la bahía de Pisco - Paracas, 23 - 25 octubre, 1996.

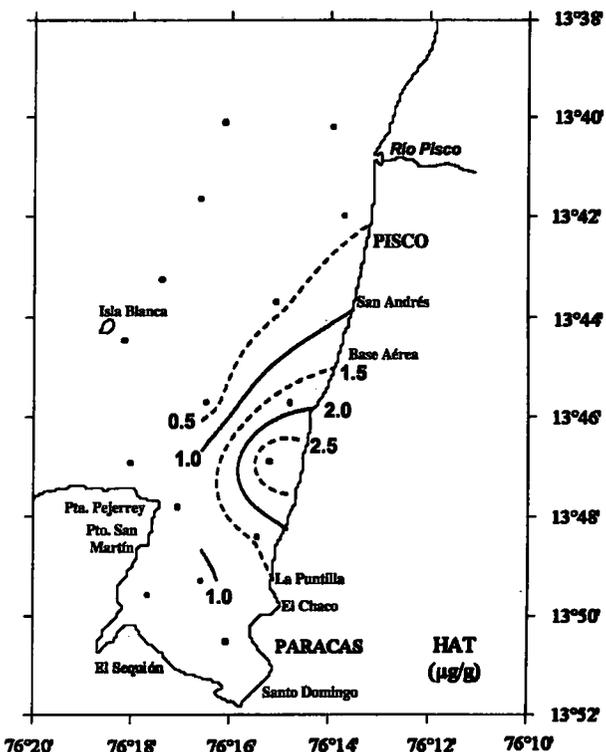


FIGURA 31. Distribución de hidrocarburos aromáticos totales en la bahía de Pisco - Paracas, 23 - 25 octubre, 1996.

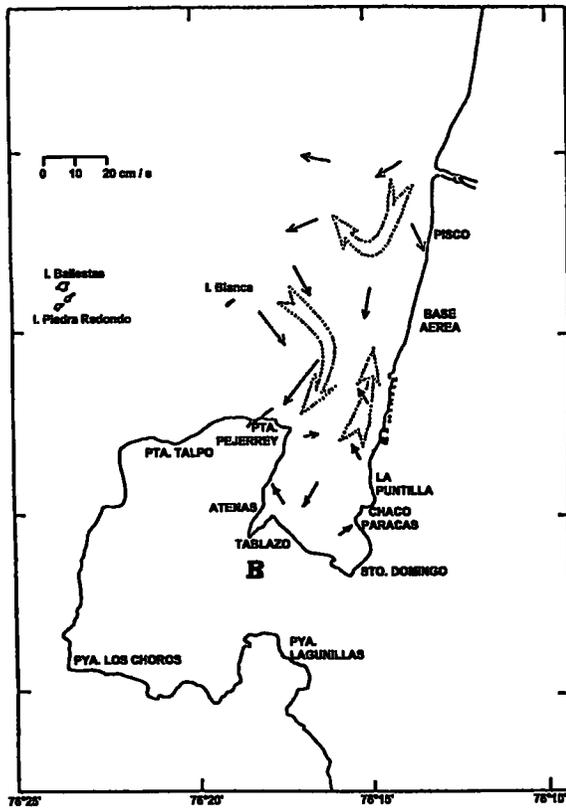


FIGURA 32. Distribución de circulación marina superficial en la bahía de Pisco-Paracas 1996, 22-24 mayo.

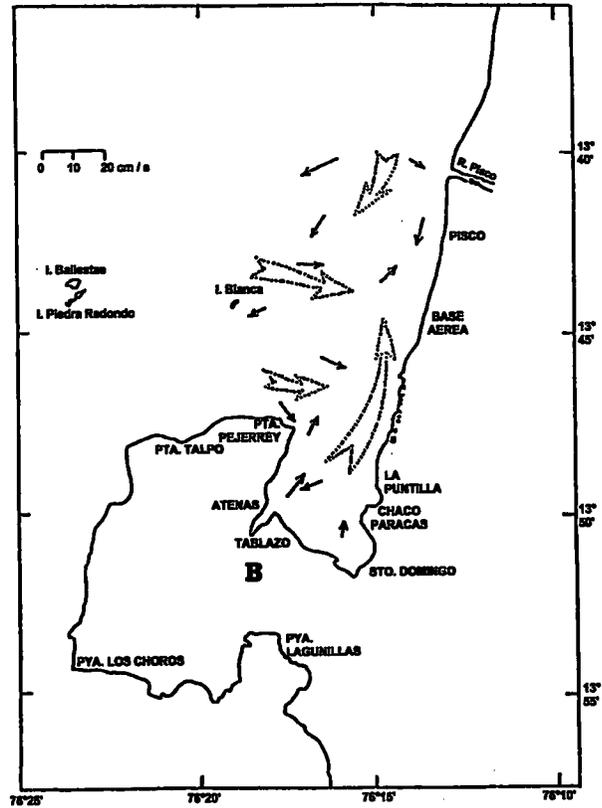


FIGURA 33. Distribución de circulación marina de fondo en la bahía de Pisco-Paracas 1996, 22-24 mayo.

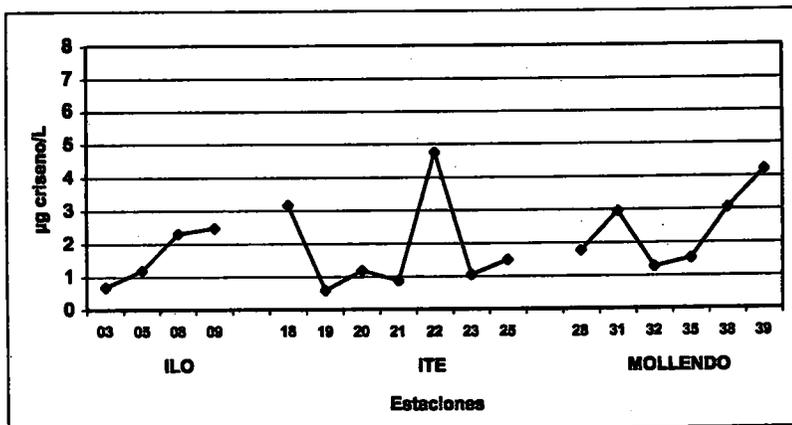


FIGURA 34. Niveles de hidrocarburos disueltos totales en las bahías de Ilo, Ite y Mollendo 17 - 25 Agosto de 1996.

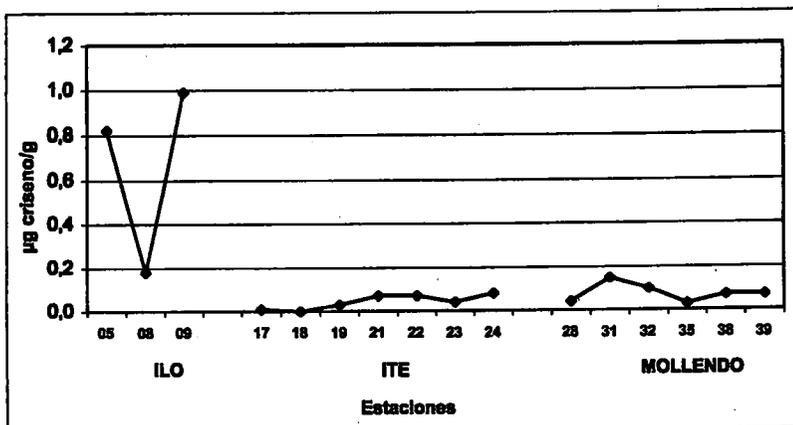


FIGURA 35. Niveles de hidrocarburos aromáticos en sedimento marino. Bahías Ilo, Ite y Mollendo 17 - 25 Agosto de 1996.

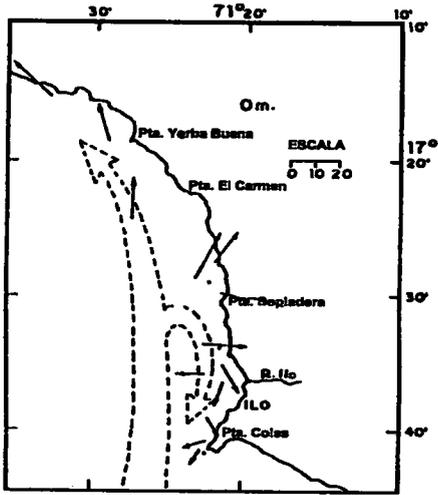


FIGURA 36. Distribución de circulación marina superficial en la bahía Ilo 1996, 17-19 agosto.

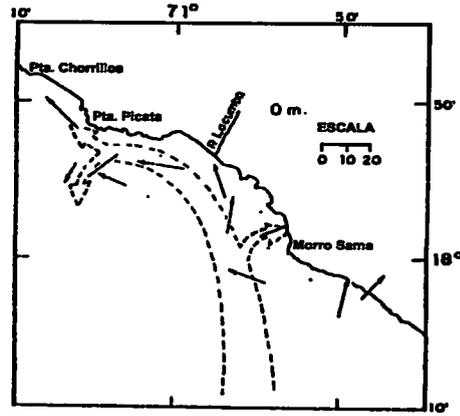


FIGURA 37. Distribución de circulación marina superficial en la bahía Ite 1996, 20-22 agosto.

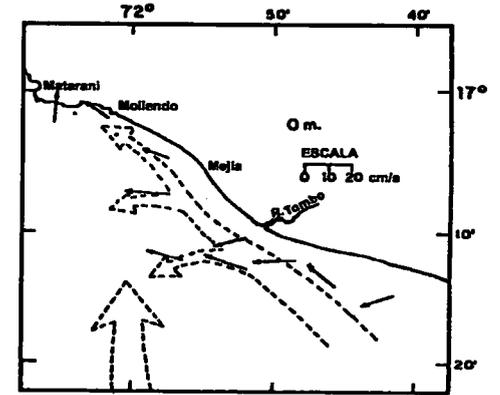


FIGURA 38. Distribución de circulación marina superficial en la bahía Mollendo 1996, 23-25 agosto.

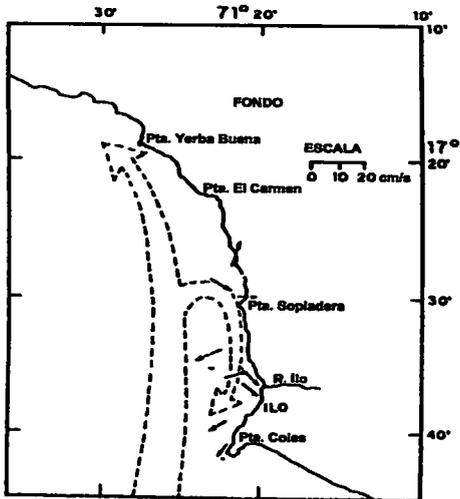


FIGURA 39. Distribución de circulación marina defondo en la bahía Ilo 1996, 17-19 agosto.

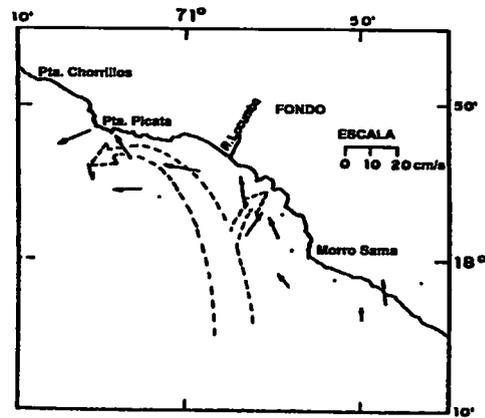


FIGURA 40. Distribución de circulación marina de fondo en la bahía de Ite 1996, 20-22 agosto.

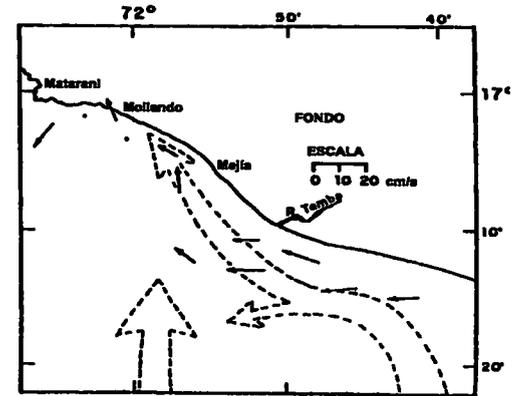


FIGURA 41. Distribución de circulación marina defondo en la bahía de mollendo 1996, 23-25 agosto.

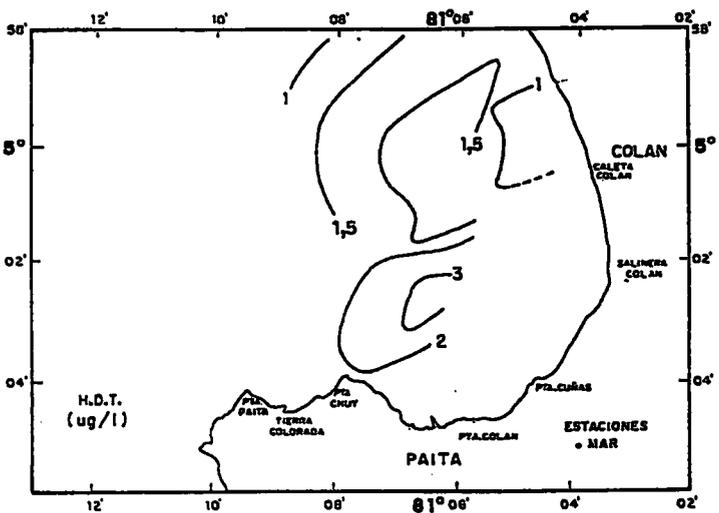


FIGURA 42. Distribución de hidrocarburos disueltos totales en la bahía de Paita 1996, 19-21 setiembre.

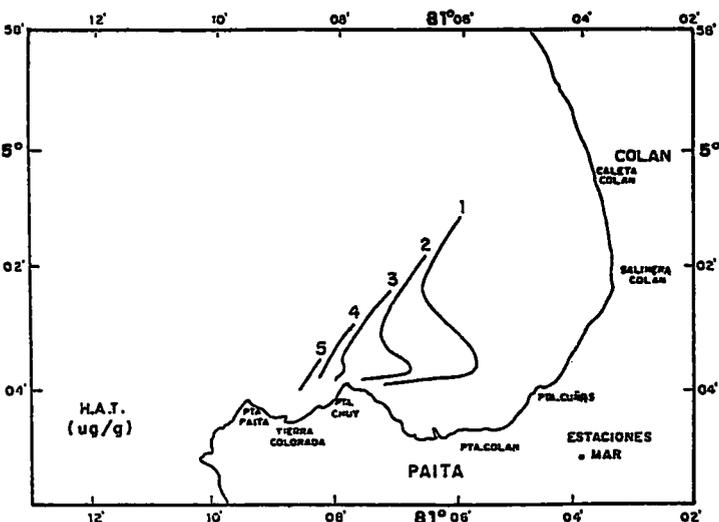


FIGURA 43. Distribución de hidrocarburos aromáticos totales en la bahía de Paita 1996, 19-21 setiembre.

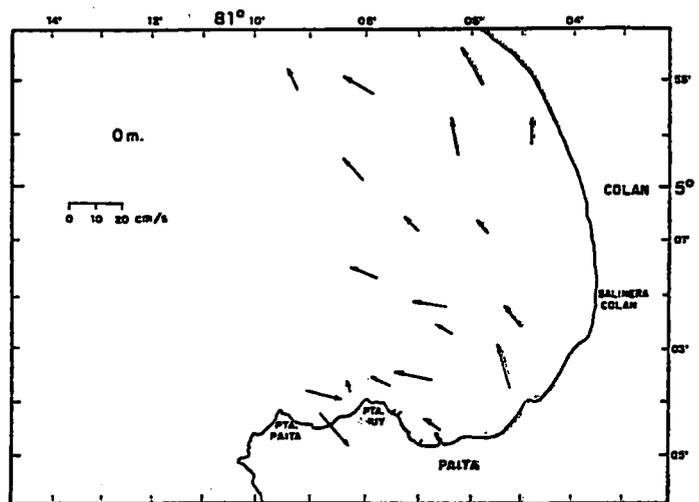


FIGURA 44. Distribución de circulación marina superficial en la bahía de Paita 1996, 19-21 setiembre.

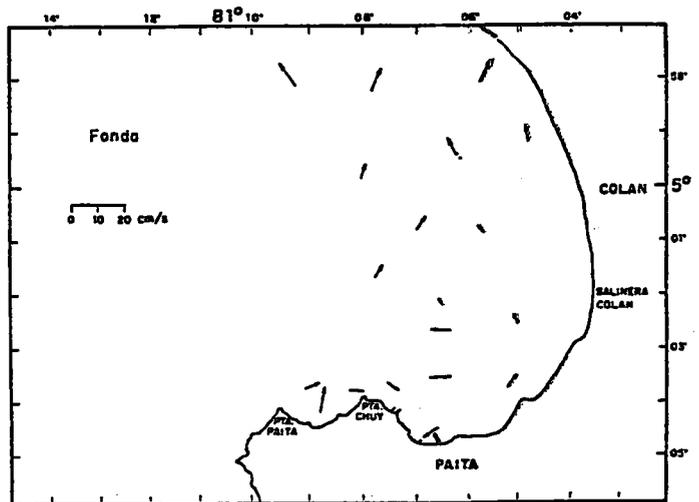


FIGURA 45. Distribución de circulación marina de fondo en la bahía de Paita 1996, 19-21 setiembre.

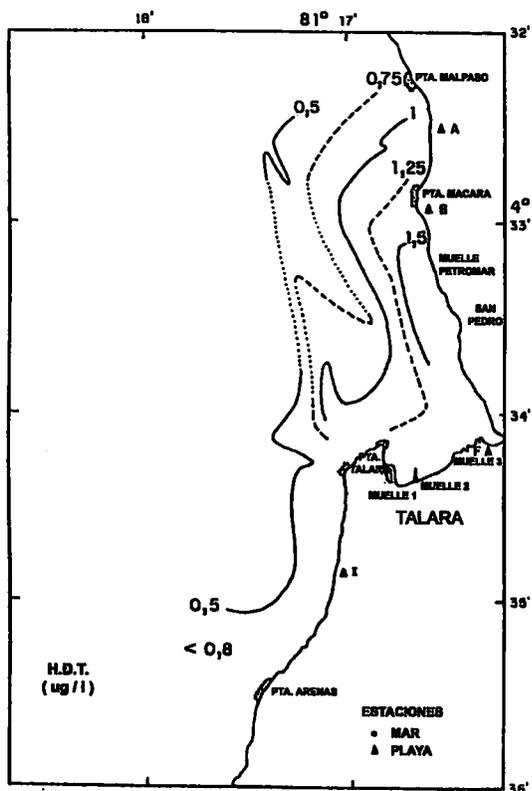


FIGURA 46. Distribución de hidrocarburos disueltos totales en la bahía de Talara 1996, 23-26 setiembre.

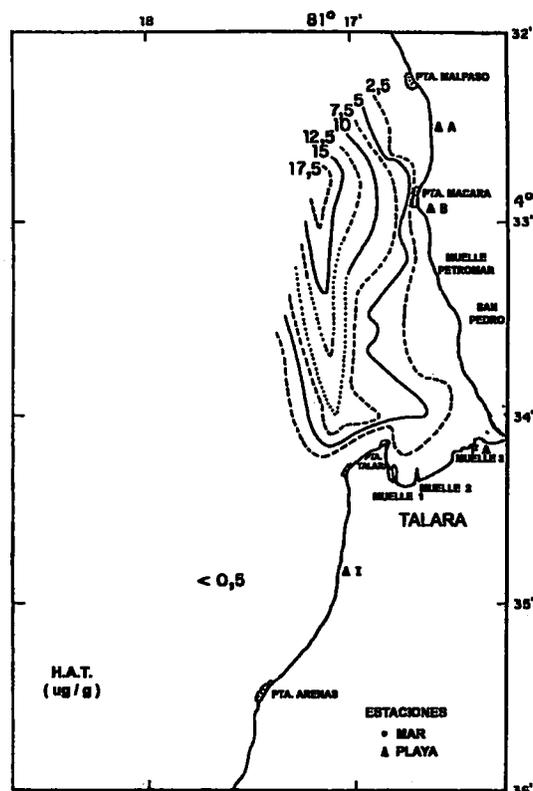


FIGURA 47. Distribución de hidrocarburos aromáticos totales en la bahía de Talara 1996, 23-26 setiembre.

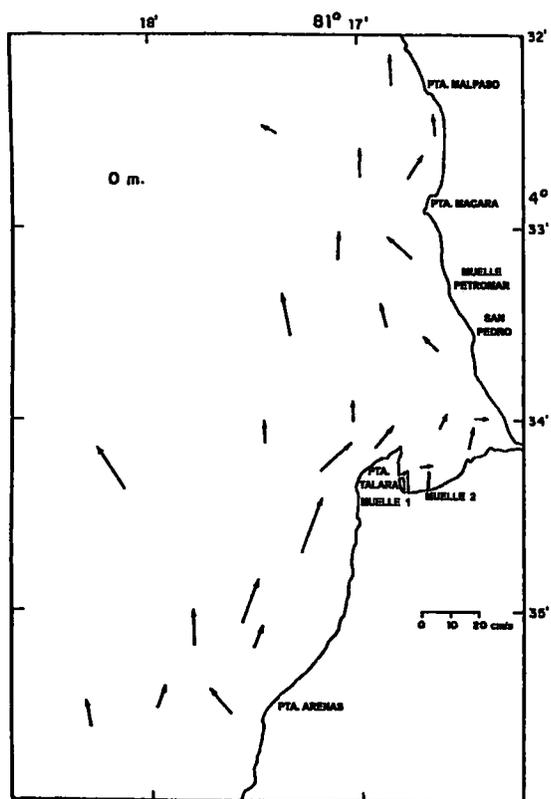


FIGURA 48. Distribución de circulación marina superficial en la bahía de Talara 1996, 23-26 setiembre.

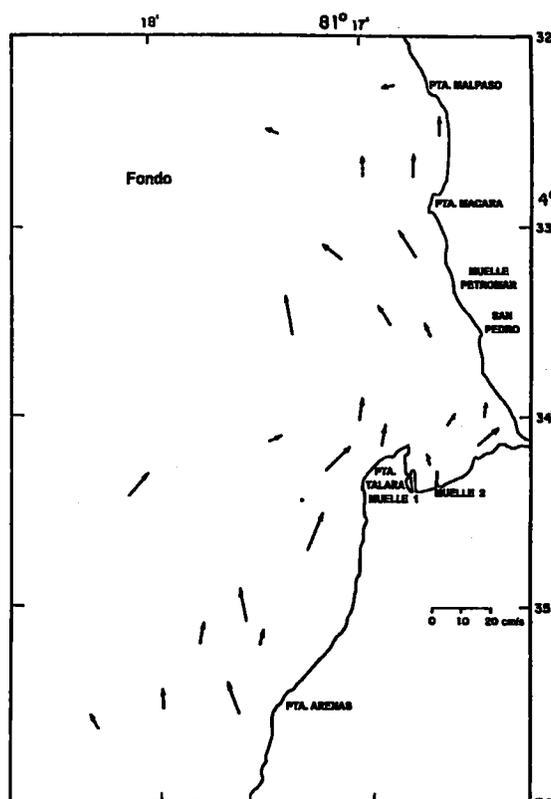


FIGURA 49. Distribución de circulación marina de fondo en la bahía de Talara 1996, 23-26 setiembre.

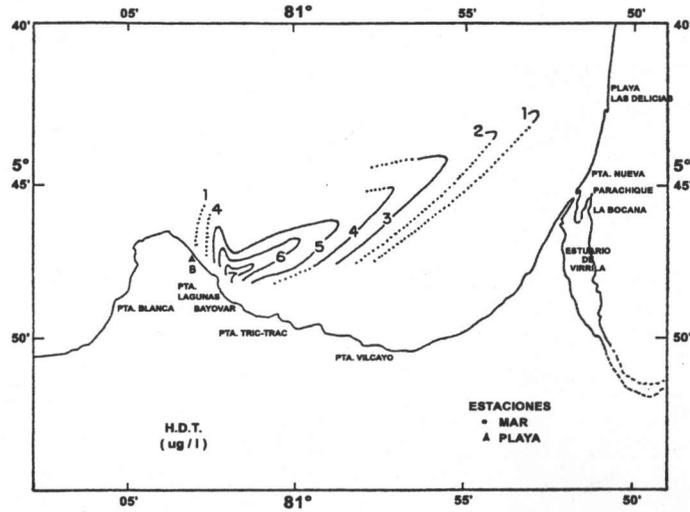


FIGURA 50. Distribución de hidrocarburos disueltos totales en la Ensenada de Sechura-Puerto Bayovar 1996, 29 noviembre - 01 diciembre.

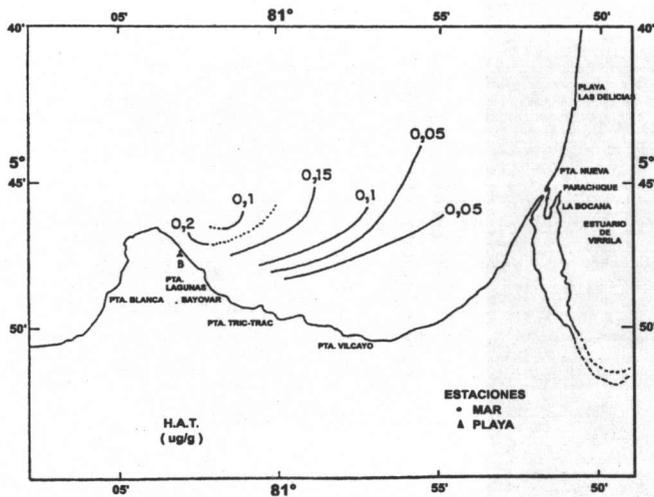


FIGURA 51. Distribución de hidrocarburos aromáticos totales en la Ensenada de Sechura-Puerto Bayovar 1996, 29 noviembre - 01 diciembre.

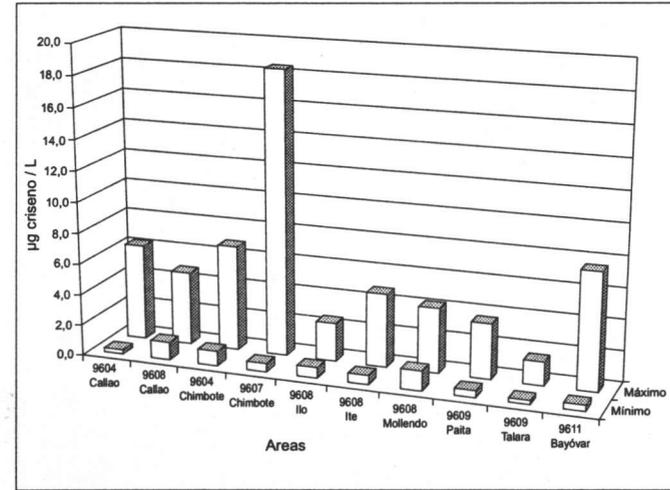


FIGURA 52. Rangos de concentración de hidrocarburos disueltos totales en agua de mar, en bahías seleccionadas de la costa peruana; 1996.

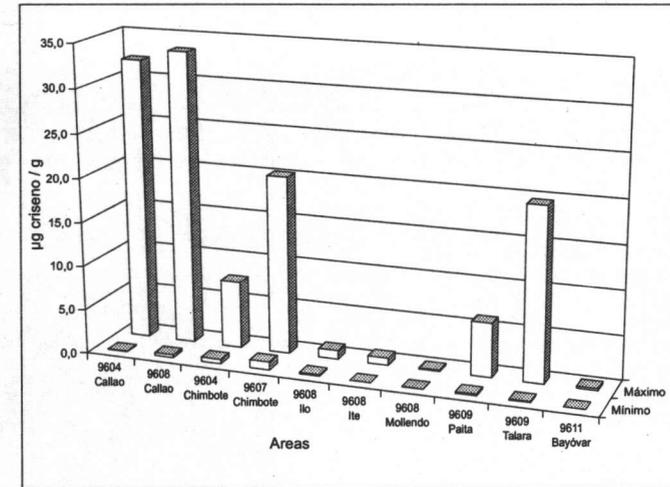


FIGURA 53. Rangos de concentración de hidrocarburos aromáticos totales en sedimento marino, en bahías seleccionadas de la costa peruana; 1996.



FIGURA 54. Refinería de Talara. Descarga doméstica industrial.
Fuente: Instituto del Mar del Perú - Área de Evaluación de la Contaminación Marina.