



INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

# INFORME

ISSN 0378 - 7702

Volumen 35 Número 1

## Evaluación ambiental en zonas marino costeras del Perú. 2002, 2003 y 2004

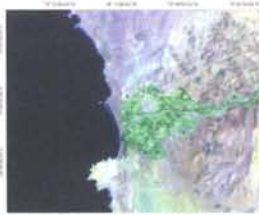
Chimbote



Callao



Huarmey



Cañete



# HIDROCARBUROS DE PETRÓLEO EN ÁREAS MARINO COSTERAS DEL PERÚ. 2004

## PETROLEUM HYDROCARBONS IN MARINE COASTAL AREAS OF PERU. 2004

Rita J. Cabello Torres    María E. Jacinto Tayco

Línea de Monitoreo Ambiental. Unidad De Gestión Marino Costera. DIAGCAC. IMARPE

### RESUMEN

CABELLO R, JACINTO ME. 2008. *Hidrocarburos de petróleo en áreas marino costeras del Perú, 2004. Inf. Inst. Mar Perú 35(1): 65-74.*- Se han evaluado los hidrocarburos aromáticos en agua y en sedimento marino. En sedimentos de fondo como indicador del deterioro o estado de contaminación, se ha empleado el contenido de compuestos aromáticos. Los resultados indicaron estados críticos en Talara (31,7 ug/g), El Ferrol, Chimbote (28,7 ug/g), Callao (12,7 ug/g). En Coishco, Huarmey, Supe-Paramonga, Carquín, Huacho, Chancay, los contenidos no superaron 1,0 ug/g de componentes aromáticos. En la columna de agua, las áreas de Paita, Sechura, Malabrigo, Samanco, Paracas, presentaron ingresos o permanencias significativas de residuos oleosos en la columna de agua (1,0 m de superficie), y es necesario complementar la información existente con el análisis de los sedimentos de fondo para puntualizar el estado o grado de contaminación.

PALABRAS CLAVE: contaminación, hidrocarburos de petróleo, áreas costeras, mar peruano.

### ABSTRACT

CABELLO R, JACINTO ME. 2008. *Petroleum hydrocarbons in marine coastal areas of Peru. 2004. Inf Inst Mar Peru 35(1): 65-74.*- Aromatic hydrocarbons have been evaluated in water and marine sediments. The content of aromatic compounds in bottom sediments, was used as an indicator of deterioration or pollution. The results showed critical situations in Talara (31.7 ug/g), El Ferrol, Chimbote (28.7 ug/g), Callao (12.7 ug/g). In Coishco, Huarmey, Supe-Paramonga, Carquín, Huacho, Chancay, the content did not exceed 1.0 ug/g of aromatic compounds. The áreas of Paita, Sechura, Malabrigo, Samanco, Paracas, presented significant revenue of oily waste stays in the water column (1.0 m of surface), and it is necessary to increase existing information with sediment analysis, to point out the pollution degree.

KEYWORDS: pollution, petroleum hydrocarbons, coastal areas, Peruvian sea.

### INTRODUCCIÓN

El monitoreo de la contaminación marina por compuestos orgánicos incluye los hidrocarburos del petróleo. El programa se viene realizando con mayor intensidad desde los años noventa, en diferentes áreas costeras seleccionadas. Se realiza mediante el análisis por espectrofluorometría, orientado a actualizar los niveles presentes en un área recurrente, o en nuevas áreas a evaluar.

Actualmente se da mayor énfasis al análisis de los sedimentos marinos y, en el futuro, se recomienda ampliar la cobertura con la inclusión de un indicador biológico efectivo, como son los moluscos bivalvos, para medir el estado y la tendencia de la contaminación en el tiempo.

### MATERIAL Y MÉTODOS

**Muestreo.-** Las áreas costeras seleccionadas y monitoreadas dentro del Plan Operativo Institucional anual, se incluyen en la Tabla 1 y en la Figura 1.

**Métodos.-** La colecta de sedimentos y aguas, así como el tratamiento y análisis instrumental de las muestras han sido desarrolladas en base a la siguiente metodología:

- Métodos referenciales para Estudios de Contaminación Marina N° 20: UNEP/COI/IAEA, 1992
- Manual y guía N° 11 COI-UNESCO, 1982 para la determinación de hidrocarburos de petróleo en sedimento marino.

- Manual y guía N° 13 COI-UNESCO, 1984 para la determinación de hidrocarburos de petróleo en agua de mar.

Las muestras de agua de mar se colectaron a 1,0 m del nivel superficial, en botellas ámbar de 4 litros de capacidad, dejando un espacio disponible para la adición del preservante (CCl<sub>4</sub>) y almacenado en un lugar fresco y oscuro hasta su transporte y análisis en laboratorio.

Para obtener muestras de sedimento se utilizó una draga Van Veen de 0,024 m<sup>2</sup>; con una espátula metálica se tomó material de los 3,0 cm superficiales, se cubrió con papel metálico, se almacenaron en hielo, y en el laboratorio se congelaron (-20 °C) para su posterior análisis.

La lectura instrumental se ha efectuado en el equipo Espectrofluorómetro uv Shimadzu RF 1501, se empleó estándar de criseno para la calibración correspondiente de acuerdo a las sugerencias establecidas por el Convenio MARPOL 73/78, la misma que es empleada por los países miembros de la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS).

Las áreas costeras monitoreadas se presentan en la Figura 1.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### ÁREA COSTERA DE TALARA

Esta área se monitorea desde 1980. Está considerada como un área crítica de contaminación por hidrocarburos aromáticos en sedimentos marinos (31,7 ug/g, abril 1997).

La Figura 2 muestra la carta de posiciones. La Tabla 2 contiene los resultados analíticos del contenido de grupos aromáticos disueltos / dispersos en agua marina.

**Hidrocarburos aromáticos del petróleo totales disueltos en Talara.-** El contenido de hidrocarburos disueltos totales (HDT) no excedió los 2,5 ug/L (expresados en unidades de criseno). Se observa una tendencia creciente dirigida hacia el interior de la bahía y hacia el sur del área evaluada (Figura 3). Estos valores no necesariamente indican el grado o el estado de contaminación, sino el contenido presente al momento de la prospección, el cual estaría sujeto a transformaciones en el tiempo debido a los factores meteorológicos y de degradación en este medio dinámico (agua marina). Es posible que indique ingresos recientes al sistema acuático, pero es difícil precisar fecha de ingreso o en que estado de descomposición se encuentra el residuo detectado. Sin embargo, es importante destacar que el nivel de concentración, aunque es menor al nivel establecido por la Comisión Oceanográfica Internacional (COI) en 1984 como estándar de referencia para aguas no contaminadas (10 ug/L), es comparable con el que se reporta en áreas críticas como Callao y Chimbote.

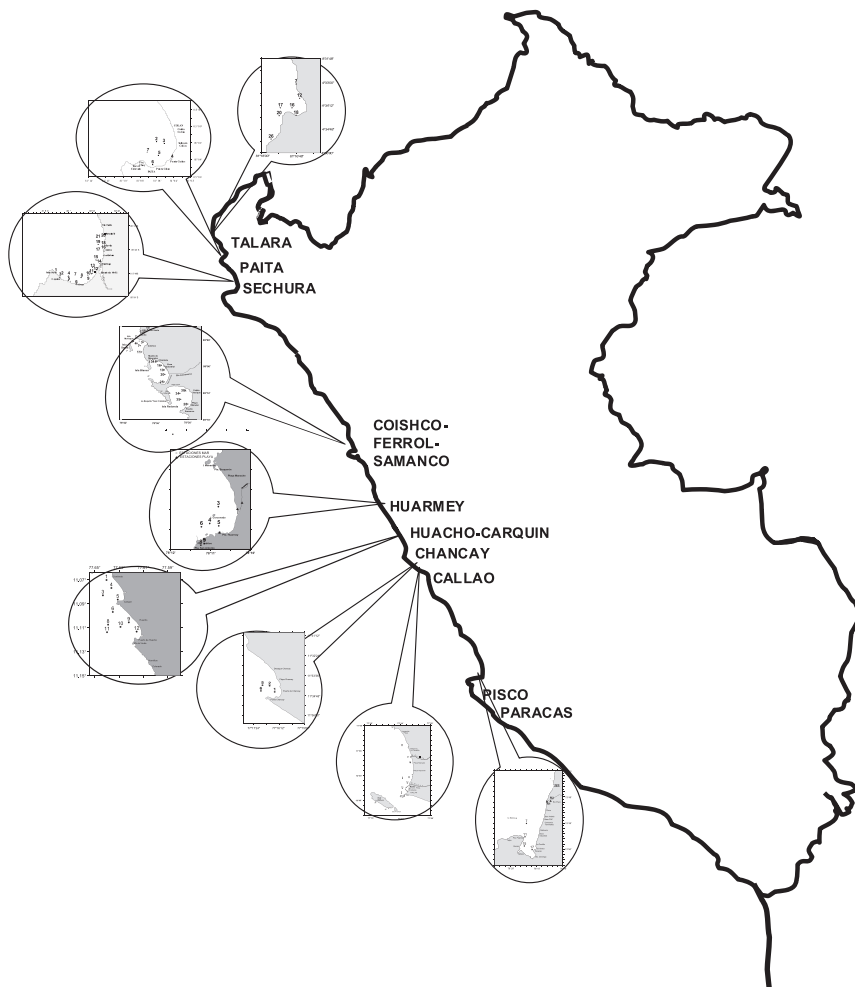


Figura 1.- Programa de Monitoreo de Hidrocarburos de Petróleo Perú. Período 2004.

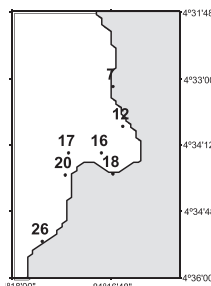


Figura 2.- Carta de posiciones. Área costera de Talara. 25-27 octubre 2004

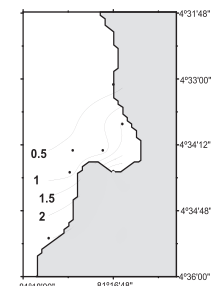


Figura 3.- HDT, ug/L, en agua de mar. Área costera de Talara. 25-27 octubre 2004



Figura 4.- Carta de posiciones. Área Costera de Paíta (31/03/04).

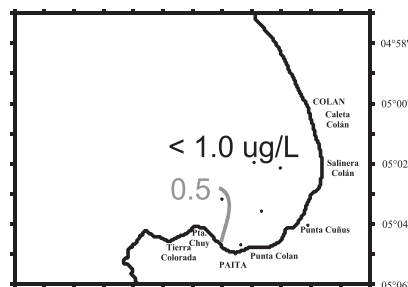


Figura 5.- Hidrocarburos del petróleo disueltos en agua de mar (HDT). Paíta 31/03/04.

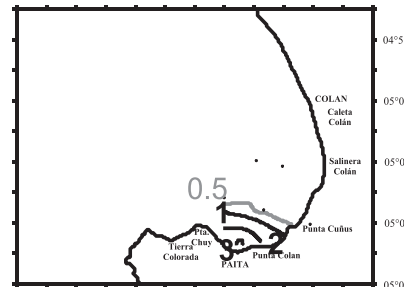


Figura 6.- Distribución de Hidrocarburos del petróleo aromáticos totales en sedimento de mar (HAT). Área Costera de Paíta 31/03/04.

Tabla 1.- Áreas costeras del Perú y muestreos efectuados en el 2004

Área costera	Fecha	Número de muestras	
		Agua	Sedimento
Talara	Octubre 25 - 27	8	-
Paita	Marzo 31	6	6
Sechura	Junio 18 - 19	9	-
Coishco	Febrero 2 - 3	4	3
	Mayo 21	4	-
El Ferrol	Febrero 5 y 10	8	9
	Mayo 22	4	-
Samanco	Febrero 6	5	4
	Mayo 23	4	-
Chiclayo-Malabrigo	Agosto 19	9	-
Huarmey	Mayo 10 y 19	6	7
Supe-Paramonga	Agosto 18	11	8
Carquín	Mayo 15	6	6
Huacho	Junio 10	6	6
Chancay	Junio 12	5	5
Callao	Julio 5 - 6	10	9
Pisco-Paracas	Abril 17 - 18	3	-

Tabla 3. Resultados Analíticos. Área Marino Costera de Paita 31/03/2004

Estación	Longitud	Latitud	Profundidad (m)	HDT (ug/L)*	HAT (ug/g)*
2	81°06'01.0"	05°01'52.0"	15	< 1,0	< 1,0
3	81°05'08.0"	05°02'03.0"	12	< 1,0	< 1,0
4	81°04'12.0"	05°03'57.0"	4	< 1,0	< 1,0
5	81°05'46.0"	05°03'29.0"	15	< 1,0	< 1,0
6	81°06'28.0"	05°04'36.0"	10	< 1,0	3.2
7	81°07'06.0"	05°02'65.0"	24	< 1,0	< 1,0

\*Hidrocarburos del petróleo expresados en unidades de criseno. LD: 1 ug/g, 1ug/L

ÁREA COSTERA DE PAITA

Evaluaciones anteriores (2002) indicaron valores no significativos en el contenido de estos contaminantes en agua marina (<2,62 ug/L) y en sedimentos de fondo marino (<2,0 ug/g). Los resultados para marzo 2004 se muestran en la Tabla 3; la carta de posiciones en la Figura 4 y los resultados en la Figura 5.

Hidrocarburos de petróleo totales disueltos en Paita (HDT).- Como se observa en la Tabla 3, en Paita, los valores no han superado 1,0 ug/L (expresado en unidades de criseno), lo que indica valores no significativos en el sistema acuático. La COI en 1984 estableció un valor máximo de 10 ug/L para aguas no contaminadas. Estos valores se han mantenido dentro del rango normalmente hallado en esta área costera (<1,0 ug/L). La Figura 6 se refiere a los hidrocarburos de petróleo aromáticos totales registrados en sedimentos, en marzo 2004.

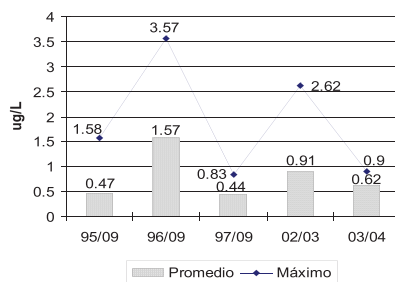


Figura 7. Tendencia temporal de hidrocarburos del petróleo en agua marina. Paita 03/2004.

La Figura 7, muestra la tendencia en el tiempo de los mencionados contaminantes. El contenido disuelto no ha superado los 6 ug/L hallados en 1996. Hasta la fecha no se han detectado valores mayores; sin embargo, es necesario destacar el vertido clandestino de las embarcaciones en la franja costera (dentro de las 3 mn) que se observa circunstancialmente como manchas de petróleo a la deriva en el área evaluada.

Hidrocarburos aromáticos de petróleo totales (HAT) en Paita.- En

Tabla 2.- Resultados Analíticos. Área Marino Costera de Talara. 25-27 octubre 2004

Estación	Longitud	Latitud	Profundidad (m)	HDT (ug/L)*
7	81°16'53"	04°33'00"	5	< 1,0
12	81°16'47"	04°33'36"	3	1.6
16	81°17'00"	04°34'00"	10	< 1,0
17	81°17'20"	04°34'00"	10	< 1,0
18	81°16'53"	04°34'19"	8	3.0
4	81°17'16"	04°32'30"	15	n.d.
20	81°17'10"	04°34'20"	31	< 1,0
26	81°17'36"	04°35'20"	7	2.5

\*Hidrocarburos del petróleo expresados en unidades de criseno. LD: 1 ug/g, 1ug/L n.d.=no detectado

Tabla 4. Resultados Analíticos. Área Costera de Sechura 18-19/06/04

Estación	Longitud	Latitud	Profundidad (m)	HDT (ug/L)*
1	81°30'21,6"	05°47'43"	24	2,1
3	81°21'28,8"	05°48'54"	8	1,2
6	81°58'00"	05°50'12"	5	<1,0
9	81°55'00"	05°49'50"	4	1,9
11	81°54'05"	05°48'00"	6	1,1
14	81°52'14"	05°45'31"	2	2,6
16	81°51'16"	05°42'06"	6	<1,0
18	81°51'14"	05°41'00"	6	2,8
21	81°52'37"	05°39'18"	10	<1,0

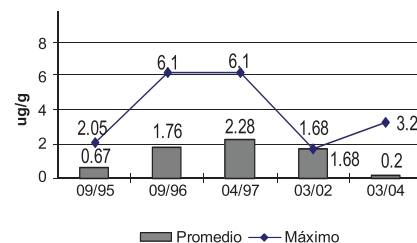


Figura 8. Tendencia temporal de hidrocarburos del petróleo en sedimento marino. Paita 03/2004.

esta oportunidad (Figura 8) las concentraciones han sido menores de lo esperado, el máximo valor hallado ha sido 6 ug/g (expresado en unidades de criseno por gramo de muestra seca). El área costera de Paita de acuerdo a lo informado por CABELLO y JACINTO (2002) no ha presentado valores significativos de estos contaminantes en el medio marino.

El área costera de Paita no ha mostrado incremento en el contenido de hidrocarburo del petróleo de tipo aromáticos totales, lo que se reflejó

Tabla 5.- Resultados Analíticos. Área Marino Costera de Coishco 2004

Estación	Longitud	Latitud	Profundidad (m)	H D T (ug/L)*	H A T (ug/g)*
<b>Muestreo: 02-03/02/04</b>					
3	78°38'24.4"	09°00'21.3"	9	1,5	< 1,0
4	78°39'14.5"	09°00'37.0"	15	< 1,0	< 1,0
7	78°38'51.8"	09°01'11.0"	15,5	< 1,0	-
9	78°38'06.1"	09°01'10.1"	14	1,5	-
E-"A1" (Puerto Santa)	Santa			-	< 1,0
<b>Muestreo: 21/05/04</b>					
3	78°38.422'	09°00.365'	9,5	1,0	-
7	78°38.869'	09°01.183'	15,5	n.d.	-
8	78°37.952'	09°00.723'	10	1,0	-
9	78°38.097'	09°01.168'	13	2,0	-

\*Hidrocarburos del petróleo expresados en unidades de criseno.  
n.d.= no detectado  
LD: 1 ug/g, 1ug/L

Tabla 7.- Resultados Analíticos. Área Marino Costera de Samanco 2004

Estación	Longitud	Latitud	Profundidad (m)	H D T (ug/L)*	H A T (ug/g)*
<b>Muestreo: 06/02/04</b>					
28	78°29'59,3"	09°14'32,8"	7	< 1,0	6,3
29	78°29'36,0"	09°13'05,9"	10	< 1,0	0,3 < 1
30	78°30'29,5"	09°11'23,8"	8	< 1,0	-
34	78°31'32,1"	09°12'03,0"	12	< 1,0	0,2 < 1
35	78°31'17,4"	09°13'26,4"	17	< 1,0	0,2 < 1
<b>Muestreo: 23/05/04</b>					
27	78°31.246'	09°15.276'	27	< 1,0	-
28	78°29.981'	09°14.547'	7	1,1	-
29	78°29.599'	09°13.100'	10	2,5	-
35	78°31.289'	09°13.440'	17	1,9	-

\*Hidrocarburos del petróleo expresados en unidades de criseno.  
LD: 1 ug/g, 1ug/L

en los niveles obtenidos en aguas y sedimentos de fondo marino. Los valores no superaron el máximo (3,6 ug/L y 6,1 ug/g) halladas en ambas matrices en periodos anteriores.

**ÁREA COSTERA DE SECHURA**

Se presentan los resultados obtenidos en la evaluación del área costera de Sechura desarrollada mediante prospección entre el 17-19 de junio 2004 (Figura 9). Los resultados se presentan en la Tabla 4.

**Hidrocarburos aromáticos de petróleo totales disueltos (HDT) en Sechura.-** Los resultados han presentado un promedio de 1,46 ug/L con valores que describen un mayor contenido de estos contaminantes en las aguas marinas. Estos valores han superado las concentraciones detectadas en áreas como Paita, 31 marzo 2004 (<1,0 ug/L).

Como se observa en la Tabla 4, los valores fueron mayores que las áreas de Talara y Paita con un importante ingreso de estos contaminantes en el sistema acuático. Sin embargo, la evaluación en los sedimentos de fondo precisaría el estado de contaminación (grado o

nivel) presente en este periodo.

Las isolíneas de distribución (Figura 10) muestran isolíneas dominantes de 1,5 ug/L promedio localizadas principalmente en el sector sur y en el interior del área evaluada. La tendencia creciente se extendió hacia el este de la bahía.

Evaluaciones anteriores (Figura 11) indican que los valores registrados son característicos del área de Sechura. Los mayores valores se han hallado generalmente al sur-oeste del área entre Petro Perú - Punta Lagunas a Punta Tric Trac (JACINTO y CABELLO 1999). Sin embargo, los máximos valores no han superado el estándar referencial COI (1982) de 10 ug/L (expresado en unidades de criseno) para aguas no contaminadas. Las evaluaciones realizadas por IMARPE en aguas marino costeras del Perú han hallado valores próximos a 1,0 ug/L, cuando no destacan intensas actividades relacionadas con la manipulación, transporte, extracción o refinación de petróleo y sus derivados, como el caso de Ite (noviembre 1997 <1,0 ug/L).

La evaluación en agua no es un indicador óptimo para determinar el estado de contaminación y sus

Tabla 7.- Resultados Analíticos. Área Marino Costera de El Ferrol 2004

Estación	Longitud	Latitud	Profundidad (m)	H D T (ug/L)*	H A T (ug/g)*
<b>Muestreo: 5 y 10/02/04</b>					
13	78°36'19,9"	09°04'46,0"	3	< 1,0	-
14	78°35'42,0"	09°04'56,5"	5	1,2	3,1
15	78°36'39,1"	09°05'22,3"	4,5	1,2	28,7
16	78°35'10,3"	09°05'27,5"	6	< 1,0	11,2
17	78°36'29,7"	09°07'05,1"	16	-	-
18	78°35'25,9"	09°06'33,9"	8	1,1	< 1,0
19	78°34'11,6"	09°06'31,9"	4	< 1,0	10,8
20	78°34'09,1"	09°07'29,8"	6	< 1,0	2,5
E-"RL2" (R. Lacramarca)				-	< 1,0
E-"RL3" (R. Lacramarca)				-	< 1,0
E-"RL1" (R. Lacramarca)				-	< 1,0

\*Hidrocarburos del petróleo expresados en unidades de criseno.  
LD: 1 ug/g, 1ug/L

Tabla 8. Resultados Analíticos. Área Marino Costera de Huarney 10 y 19/05/2004

Estación	Longitud	Latitud	Profundidad (m)	H D T (ug/L)*	H A T (ug/g)*
E-3	10°04'31"	78°10'10"	6	< 1,0	n.d.
E-4	10°05'10,5"	78°10'24"	7	< 1,0	0,1 < 1,0
E-5	10°05'21"	78°10'33"	17	< 1,0	0,1 < 1
E-6	10°05'12"	78°10'04"	5	< 1,0	n.d.
E-7	10°05'40"	78°10'51"	32	< 1,0	0,3 < 1
E-8	10°05'35"	78°10'30"	12	< 1,0	-
E-A	Rio Huarney			-	n.d.
E-B	Desembocadura del Rio Huarney			-	nd

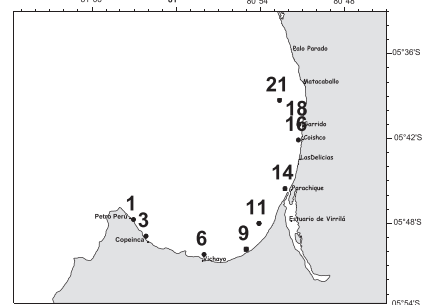


Figura 9. Carta de Posiciones. Área Marino Costera de Sechura 17-19 junio 2004

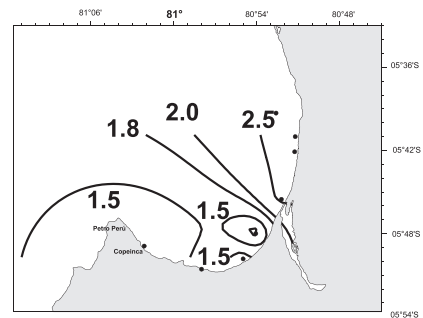


Figura 10. Distribución de Hidrocarburos del petróleo disueltos en agua de mar (HDT, ug/L). Área Costera de Sechura (18-19/06/04).

tendencias de persistencia en el tiempo, debido a que esta matriz corresponde a un sistema dinámico no acumulativo. Es importante considerar la colecta de organis-

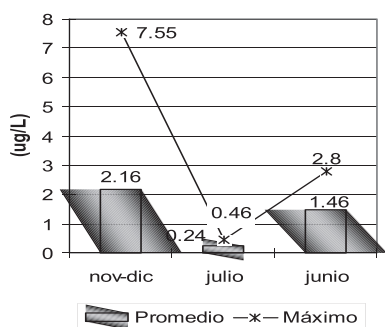


Figura 11.- Distribución temporal de hidrocarburos del petróleo en agua marina. Área costera de Sechura 18-19/06/04

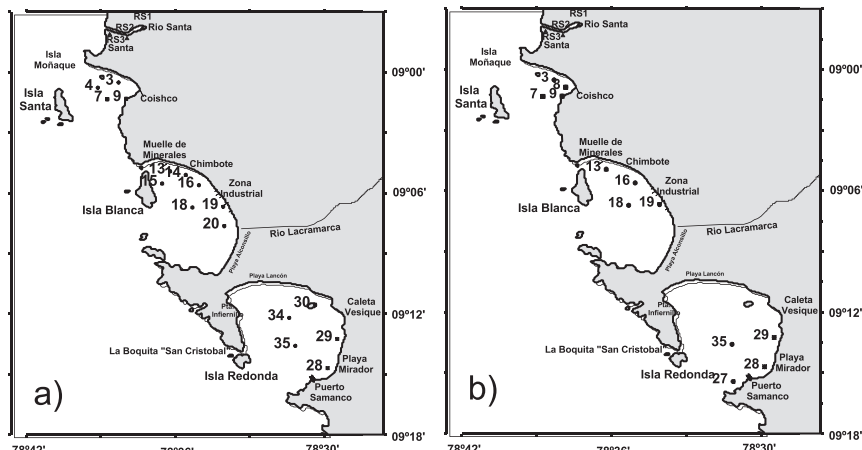


Figura 12.- Carta de posiciones. Áreas costeras de Coishco-Ferrol y Samanco: a) febrero y b) mayo 2004

mos y de sedimentos marinos en prospecciones futuras, para actualizar la información existente y obtener una medición eficaz y objetiva con relación a la acumulación de los mencionados contaminantes en el sistema marino receptor.

Las concentraciones de hidrocarburos disueltos / dispersos halladas en agua de mar no han superado estándares internacionales COI 1982 (<10 ug/L) para aguas no contaminadas; sin embargo, los valores son mayores a los hallados en áreas costeras (como Ite), con menor actividad relacionada con los hidrocarburos del petróleo.

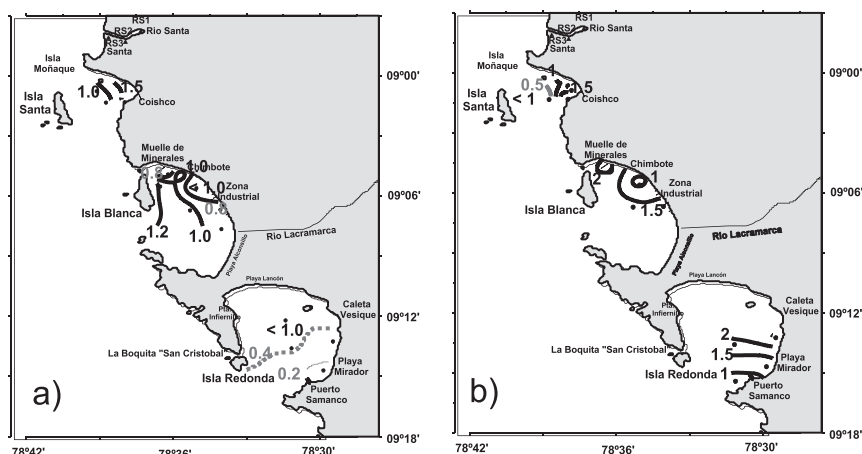


Figura 13.- Distribución de Hidrocarburos del petróleo disueltos en agua de mar (HDT, ug/L). Áreas Costeras de Coishco-Ferrol-Samanco evaluadas en: a) febrero 2004 y b) mayo 2004

### ÁREAS COSTERAS DE COISHCO, EL FERROL Y SAMANCO

Las áreas costeras de Coishco (2-3 febrero y 21 mayo), El Ferrol, (5 y 10 febrero y 22 mayo) y Samanco (6 febrero y 23 mayo), fueron motivo de evaluación con relación al contenido de hidrocarburos aromáticos en sedimentos y del contenido de estos disueltos en agua de mar. Este último parámetro fue evaluado dos veces en febrero y mayo del 2004.

Las Tablas 5, 6 y 7 presentan los resultados analíticos en las áreas evaluadas.

La carta de posiciones de los 2 periodos evaluados se muestra en las Figuras 12 y 13.

**Hidrocarburos aromáticos del petróleo totales disueltos.-** Coishco y El Ferrol mostraron tendencias similares en el tiempo, pero Samanco incrementó notablemente sus valores en el segundo periodo de estudio.

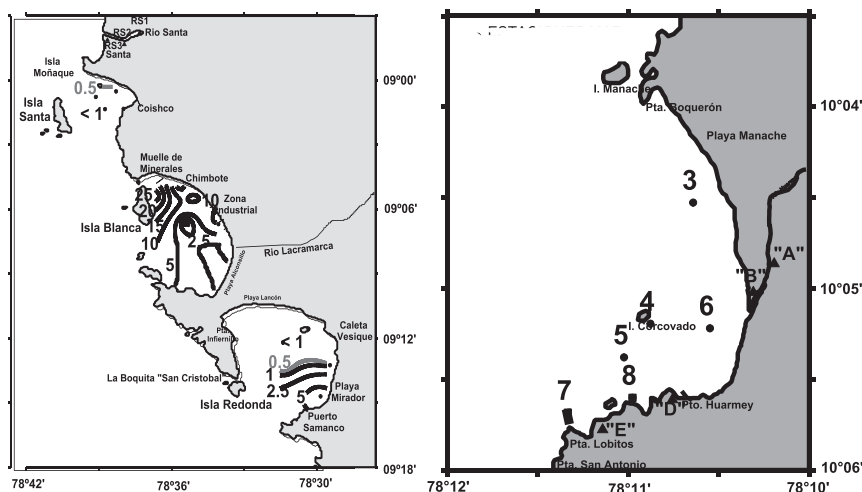


Figura 14.- Distribución de hidrocarburos del petróleo aromáticos totales en sedimento de mar (HAT, ug/g). Áreas costeras de Coishco (02-03/02/04) Ferrol (05 y 10/02/04), Samanco (06/02/04).

Figura 15.- Carta de Posiciones. Área Costera de Huarney 10 y 19/05/04

La Figura 13 muestra las tendencias espaciales desarrolladas por los contaminantes. Las mayores concentraciones se proyectaron en el interior de la bahía Coishco. El

Ferrol presentó una distribución creciente característica hacia el norte del área y en el centro. En Samanco se halló una fuerte tendencia creciente dirigida al norte, en

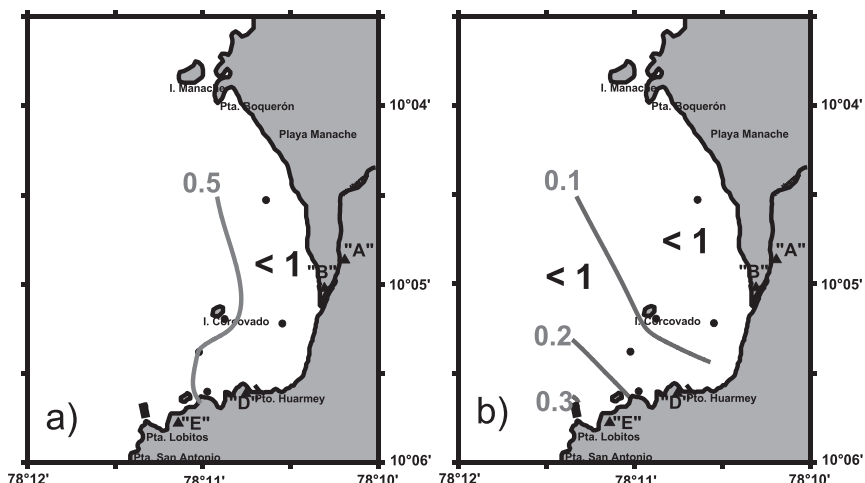


Figura 16.- Hidrocarburos del petróleo: a) disueltos en agua de mar (HDT, ug/L) ; y b) aromáticos totales en sedimentos (HAT, ug/g). Área costera de Huaramey (10 y19/05/04).

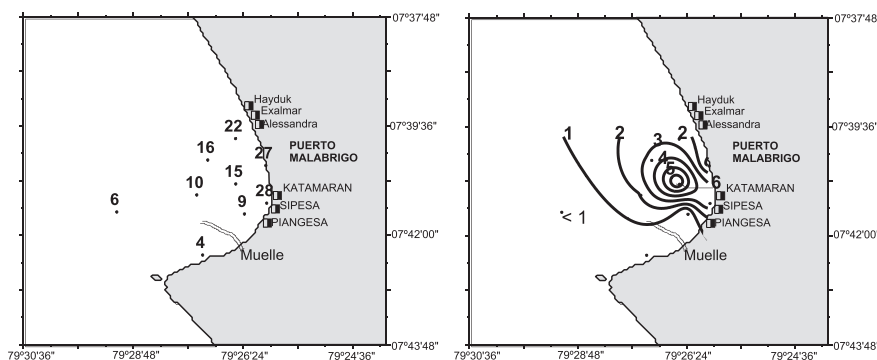


Figura 17. Carta de posiciones. Área Costera de Malabrigo (18/08/04).

Figura 18.- Hidrocarburos de petróleo disueltos en agua de mar (HDT, ug/L). Área costera de Malabrigo 18/08/04.

Tabla 9. Resultados Analíticos. Área Marino Costera de Malabrigo. 18/08/2004

Estación	Longitud	Latitud	Profundidad (m)	H.D.T. (ug/L)*
E-4	79°27'22.7''	07°42'07.2''	4.5	< 1,0
E-9	79°26'37.0''	07°41'22.1''	7	n.d.
E-10	79°27'29.1''	07°41'01.2''	10	2,0
E-15	79°26'46.5''	07°40'49.1''	8	7,1
E-16	79°27'17.1''	07°40'22.8''	10	3,2
E-6	79°28'56.5''	07°41'19.9''	13	n.d.
E-28	79°26'12.7''	07°41'10.2''	7.2	4,0
E-27	79°26'13.6''	07°40'28.9''	3	< 1,0
E-22	79°26'46.7''	07°39'59.3''	9	2,5

\*Hidrocarburos del petróleo expresados en unidades de criseno.  
n.d.= no detectado  
LD: 1 ug/g, 1ug/L

el sector de la caleta Vesique. Los valores hallados son comparables a los de áreas costeras como Callao, Pisco-Paracas con importante manipulación y transporte de material oleaginoso. Sin embargo, son inferiores al estándar COI 1984 (<10 ug/L) para aguas no contaminadas.

**Hidrocarburos aromáticos totales del petróleo.-** El contenido en la columna de agua no alcanza valores preocupantes, sin embargo las concentraciones halladas en sedimentos (especialmente en El Ferrol), indicarían un permanente ingreso al medio acuático que, por diversos procesos de degradación,

así como de la propia naturaleza del componente, se acumulan en el fondo del ecosistema marino.

Coishco ha presentado valores <1,0 ug/g; Samanco tiene un valor puntual que merece especial atención, puesto que evaluaciones anteriores reportaron concentraciones <1,0 ug/g y se observa una tendencia creciente en el tiempo. La bahía El Ferrol ha sido considerada como una de las tres áreas críticas de contaminación por hidrocarburos, que incluyen Callao y Talara, en las que es usual hallar datos que llegan a 30 ug/g (JACINTO y CABELLO 1999).

Las tendencias crecientes en la bahía El Ferrol (Figura 14) tienen como fuentes terrestres de contaminación, al sector norte entre Muelle ENAPU - Siderúrgica y, al centro de la bahía, la zona industrial y descargas domésticas que arrastran restos oleosos en sus sistemas de alcantarillado.

### ÁREA COSTERA DE HUARMEY

El área costera de Huaramey se monitorea desde marzo 2002. Se destaca por presentar un mineraducto perteneciente a la Minera Antamina y una empresa pesquera en su franja costera. La carta de posiciones (Figura 15) muestra las estaciones consideradas en la colecta de agua y sedimento marino. La Tabla 8 contiene los resultados analíticos en la evaluación de hidrocarburos disueltos/dispersos en agua como los adsorbidos en los sedimentos de fondo.

A la fecha Huaramey es un área que no presenta problemas significativos de carga orgánica de tipo persistente como los hidrocarburos aromáticos del petróleo (Figura 16) a pesar del permanente tráfico de buques en Punta Lobitos.

### ÁREA COSTERA DE MALABRIGO

Esta área costera ha sido evaluada por primera vez (Figura 17), sin embargo, es conocida la mediana actividad que se desarrolla, orientada principalmente a la producción de harina de pescado.

La Tabla 9 presenta los resultados obtenidos, los cuales señalan un ingreso importante de carga orgánica

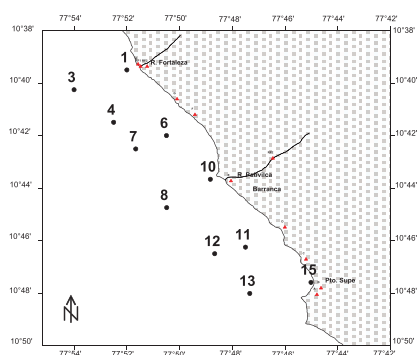


Figura 19. Carta de Posiciones. Área Costera de Supe-Paramonga 13- 19/08/2004

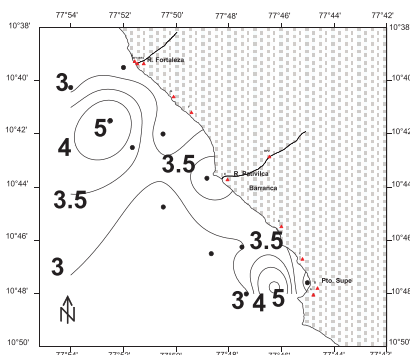


Figura 20.- Hidrocarburos de petróleo disueltos en agua de mar (HDT, ug/L). Área Costera de Supe-Paramonga (13-19/08/04),

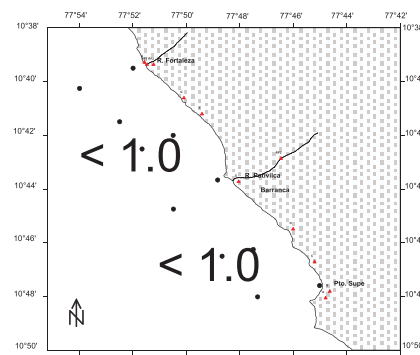


Figura 21. Hidrocarburos del petróleo aromáticos en sedimento de mar (HAT, ug/g). Supe-Paramonga (13-19/08/04).

nica persistente (los hidrocarburos disueltos). Estos valores han estado asociados al contenido de aceites y grasas (material orgánico extractable en hexano) analizado en el mismo periodo en que se hallaron valores de hasta 9,7 mg/L, un contenido bastante fuerte en materia orgánica que afecta la calidad acuática del medio (Fuente: Línea de Monitoreo y Evaluación Ambiental, 2004).

**Hidrocarburos disueltos / dispersos en agua.-** Las isótopas de distribución (Figura 18) presentan una tendencia creciente hacia el sector central de la bahía frente a la zona industrial, y reflejan las fuentes de ingreso al medio marino. Sin embargo, es necesario destacar el uso de indicadores de adsorción (como los sedimentos de fondo) o de bioacumulación de características de mayor estabilidad espacial en organismos marinos, especialmente los bivalvos, que son capaces de reflejar de manera óptima el estado de salud ambiental del sistema marino debido a cierta estabilidad en su hábitat.

**ÁREA COSTERA DE SUPE - PARAMONGA**

El área costera de Supe a Paramonga se evalúa desde enero 1997.

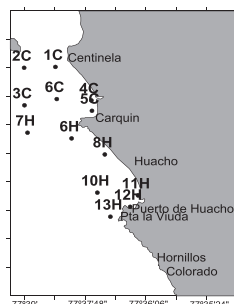


Figura 22. Carta de Posiciones. Carquin (15/05/04) y Huacho (10/06/04)

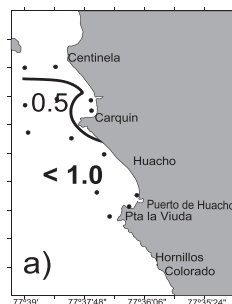


Figura 23.- Hidrocarburos de petróleo: a) disueltos/dispersos en agua (HDT, ug/L); b) acumulados en sedimentos (HAT, ug/g). Carquin (15/05/04) y Huacho (10/06/04).

Evaluaciones anteriores han registrado contenidos no significativos de los compuestos en estudio. Sin embargo, esta área ha experimentado derrames de sustancias o derivados de petróleo de manera recurrente (Tabla 10).

**Hidrocarburos disueltos / dispersos en agua.-** Como se observa en la Tabla 10, existe un importante ingreso de hidrocarburos petrolígenos al sistema acuático. En esta oportunidad se presentaron dos núcleos con los mayores valores; el primero situado en la zona norte del área y el segundo, en la zona sur frente al puerto de Supe; ambos con contenidos similares (5

ug/L), la isótopa de 3,0 ug/L refleja el promedio obtenido en el área (Figuras 19 y 20).

**Hidrocarburos aromáticos totales en sedimentos.-** La naturaleza granulométrica de la zona asociada principalmente a la forma abierta del área, a la fuerte intensidad de circulación marina (promedios de 14,3 cm/s en superficie y de 9,8 cm/s en fondo), y a la presencia de flujos divergentes (Fuente: Campos Martín 2004), no favorecen la sedimentación y adsorción de estos contaminantes en el lecho marino, lo que refleja un contenido no significativo en el sedimento marino (Figura 21).

Tabla 10. Resultados Analíticos. Área Marino Costera de Supe-Paramonga 18/04/2004

Estación	Longitud	Latitud	Profundidad (m)	HDT (ug/L)*	HAT (ug/g)*
E-1	77°51'59,9"	10°39'29,9"	11	2,6	< 1,0
E-3	77°54'0"	10°40'15,1"	20	2,8	n.d.
E-4	77°52'30"	10°41'29,6"	16,5	5,1	n.d.
E-6	77°50'29,8"	10°42'0"	10,5	2,6	n.d.
E-8	77°50'29,2"	10°44'44,7"	17,5	2,5	-
E-10	77°48'49,9"	10°43'39,8"	10	4,0	-
E-11	77°47'30"	10°46'15"	17,5	3,0	< 1,0
E-12	77°48'40"	10°46'30"	19,5	2,9	< 1,0
E-13	77°47'20,2"	10°48'0,9"	20	2,8	n.d.
E-14	77°46'14,5"	10°47'45,9"	19	5,6	n.d.
E-15	77°45'0,9"	10°47'35,6"	9	1,4	n.d.

\*Hidrocarburos del petróleo expresados en unidades de criseno. n.d.= no detectado LD: 1 ug/g, 1ug/L

Tabla 11. Resultados Analíticos. Área Marino Costera de Huacho 10/06/2004

Estación	Longitud	Latitud	Profundidad (m)	HDT (ug/L)*	HAT (ug/g)*
E-6	77°38'04"	11°05'41,01"	16	< 1,0	-
E-7	77°38'56,1"	11°05'33,8"	14	-	< 1,0
E-8	77°37'24,7"	11°06'01,3"	12	< 1,0	< 1,0
E-10	77°37'33,5"	11°06'49,5"	18	< 1,0	< 1,0
E-11	77°36'45,4"	11°06'53,1"	7	< 1,0	n.d.
E-12	77°36'54,7"	11°07'07,4"	19	< 1,0	n.d.
E-13	77°37'18,1"	11°07'19,9"	3	< 1,0	< 1,0

\*Hidrocarburos del petróleo expresados en unidades de criseno. n.d.= no detectado LD: 1 ug/g, 1ug/L



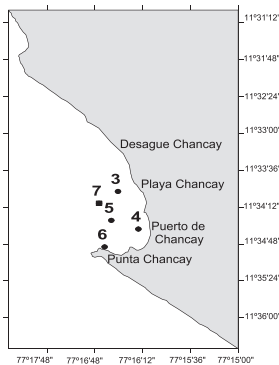


Figura 24.- Área costera de Chancay, 12-06-2004

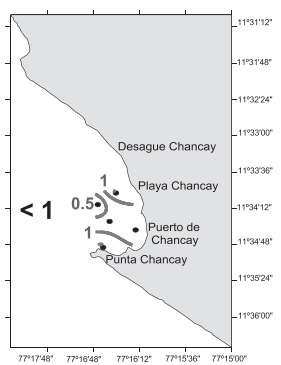


Figura 25.- Hidrocarburos del petróleo; a) en agua (HDT, ug/L) y b) sedimentos (HAT, ug/g). Área Costera de Chancay (10/06/04) y Huacho (10/06/04).

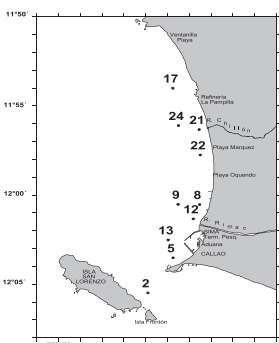
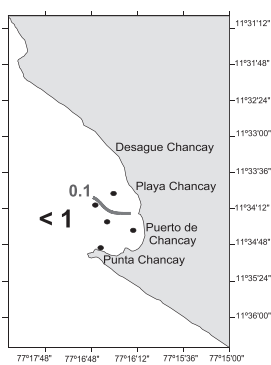


Figura 26.- Carta de posiciones. Bahía Callao-Ventanilla 05 y 06 de julio del 2004.

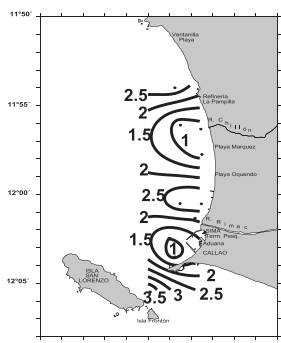


Figura 27.- Hidrocarburos de petróleo en agua de mar (HDT, ug/L). Callao (5-6/07/04).

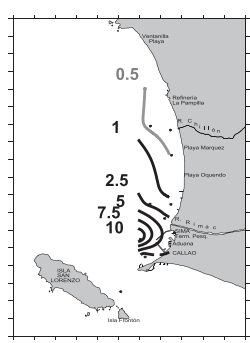


Figura 28.- Hidrocarburos del petróleo aromáticos en sedimento (HAT, ug/g). Callao (5-6/07/04).

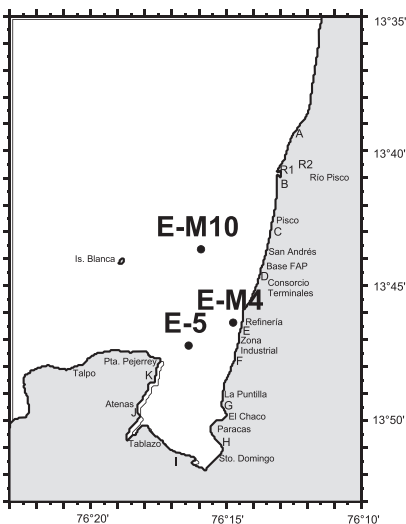


Figura 29.- Área costera de Pisco 17-18/04/2004

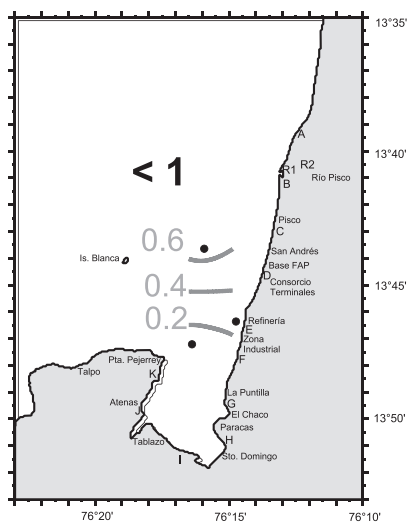


Figura 30.- Hidrocarburos de petróleo disueltos en agua de mar (HDT, ug/L). Área Costera de Pisco-Paracas (17-18/04/04).

### ÁREA COSTERA DE HUACHO-CARQUÍN

La carta de posiciones se presenta en la Figura 22. Estas áreas se evaluaron durante el otoño 2004.

Las Tablas 11 y 12 presentan los resultados obtenidos en las áreas de Huacho y Carquín, con relación al contenido de hidrocarburos del pe-

troleo en agua y sedimento marino.

**Hidrocarburos del petróleo aromáticos totales en aguas y sedimentos.-** Como se observa en la Figura 23, los valores no son significativos ni en aguas (<1,0 ug/L) ni en sedimentos (<1,0 ug/g). Estos valores corresponden a zonas costeras que no presentan deterioro

o acumulación significativa en el sistema marino; esto se explicaría además por no existir en la zona una fuente terrestre de aporte significativo con restos de estos contaminantes.

### ÁREA COSTERA DE CHANCAY

La carta de posiciones del monitoreo realizado el 12 de junio 2004 se muestra en la Figura 24. El área de Chancay se destaca por una intensa actividad pesquera que produce un periódico impacto negativo en la calidad de aguas. Es importante destacar que se han registrado manchas petrolígenas, o residuos oleosos, vertidos de manera ilegal al medio marino, probablemente por embarcaciones en la zona costera y como parte de los desechos de uso industrial entre otros (Figura 25, Tabla 13).

**Hidrocarburos del petróleo aromáticos totales en aguas y sedimentos.-** Los valores de estos contaminantes en agua marina señalan contenidos poco significativos en el sistema; la condición en el fondo marino no indica deterioro o impacto de adsorción por estos analitos de nivel significativo.

### ÁREA COSTERA DEL CALLAO

El área del Callao ha sido motivo de numerosas evaluaciones, debido a su condición de franja costera de relevancia económica industrial. Es el principal puerto peruano; existe un alto porcentaje de fábricas de diversos rubros, que realizan sus descargas directas al mar y las evacuaciones indirectas a través de la red de alcantarillado público. Un sector crítico está ubicado en la zona norte, debido a la presencia de la refinería La Pampilla; otro sector frente al río Rímac y la rada interior.

La Figura 26 muestra la tabla de posiciones, la prospección se efectuó el 5 y 6 de julio 2004. La tabla 14 presenta los resultados analíticos.

**Hidrocarburos del petróleo disueltos / dispersos en agua marina.-** La presencia de hidrocarburos del petróleo en la capa superficial alcanzó un promedio de 1,6 ug/L. La Figuras 27 y 28 muestran la distribución espacial de los contami-

Tabla 12. Resultados Analíticos. Área Marino Costera de Carquin  
15/05/2004

Estación	Longitud	Latitud	Profundidad (m)	H.D.T. (ug/L)*	H.A.T (ug/g)*
E-1	77°38'23,1"	11°04'10,7"	11	< 1,0	n.d.
E-2	77°39'0,1"	11°04'11,8"	16	< 1,0	n.d.
E-3	77°38'59,7"	11°04'59,2"	17	< 1,0	n.d.
E-4	77°37'40,6"	11°04'53,0"	3,5	< 1,0	n.d.
E-5	77°37'39,9"	11°05'06,1"	3,5	< 1,0	n.d.
E-6	77°38'21,5"	11°04'51,3"	15	< 1,0	n.d.

\*Hidrocarburos del petróleo expresados en unidades de criseno.  
n.d.= no detectado  
LD: 1 ug/g, 1ug/L

Tabla 13. Resultados Analíticos. Área Marino Costera de Chancay  
12/06/2004

Estación	Longitud	Latitud	Profundidad (m)	H.D.T. (ug/L)*	H.A.T (ug/g)*
E-3	77°16,509'	11°33,946'	7	1,5	< 1,0
E-4	77°16,253'	11°34,557'	8	< 1,0	< 1,0
E-5	77°16,593'	11°34,416'	12	< 1,0	< 1,0
E-6	77°16,677'	11°34,847'	6	1,5	n.d.
E-7	77°16,747'	11°34,138'	6	n.d.	< 1,0

\*Hidrocarburos del petróleo expresados en unidades de criseno.  
n.d.= no detectado  
LD: 1 ug/g, 1ug/L

Tabla 14. Resultados Analíticos. Área Marino Costera de Callao  
05 y 06/07/2004

Estación	Longitud	Latitud	Profundidad (m)	H.D.T. (ug/L)*	H.A.T (ug/g)*
E-2	77°10'54"	12°05'29"	10	3,9	-
E-5	77°09'44,8"	12°03'31,0"	10	< 1,0	1,7
E-8	77°08'31,6"	12°00'32,0"	5	3,0	1,2
E-9	77°09'31,0"	12°00'31,0"	7	2,9	1,8
E-12	77°08'49,2"	12°01'20,0"	2,4	2,2	2,9
E-13	77°09'58,5"	12°02'30,9"	4	1,0	12,7
E-17	77°09'45,2"	11°54'00,1"	14	3,0	< 1,0
E-21	77°08'32,8"	11°56'19,4"	9	< 1,0	< 1,0
E-22	77°08'30,0"	11°57'45,0"	9	< 1,0	< 1,0
E-24	77°09'30"	11°56'06"	15	< 1,0	< 1,0

\*Hidrocarburos del petróleo expresados en unidades de criseno.  
LD: 1 ug/g, 1ug/L

Tabla 15. Resultados Analíticos. Área Marino Costera de Pisco  
17-18/04/04

Estación	Longitud	Latitud	Profundidad (m)	H.D.T. (ug/L)*
E-M10	76°16'02,9"	13°43'31,2"	12	< 1,0
E-M4	76°14'51,7"	13°46'14,2"	7	< 1,0
E-5	76°16'30,3"	13°47'05,3"	17	< 1,0

\*Hidrocarburos del petróleo expresados en unidades de criseno.  
LD: 1 ug/g, 1ug/L

nantes, en 3 sectores muy bien definidos. El primero descrito por un grupo de isolíneas de mayor concentración con un máximo de 2,5 ug/L, frente a la refinería en Ventanilla; un segundo grupo frente a la zona de descarga del río Rímac con valores similares y una tercera dirigido al sector sur (isla San Lorenzo) que alcanzó las mayores concentraciones (3,5 ug/L).

**Hidrocarburos del petróleo aromáticos totales del petróleo en sedimentos marinos.-** El área costera del Callao es considerada como una de las áreas críticas de contaminación por hidrocarburos. Los anteriores datos corresponden a los años 90, con concentraciones máximas recurrentes de hidrocarburos aromáticos derivados del petróleo entre 20 y 33 ug/g, situados en el centro del área asociado a los sedimentos de fondo que presenta parches de tipo limo-arcilloso en donde resulta eficaz la adsorción de los compuestos petrolígenos debido a la particularidad de afinidad polar y a la porosidad de la partícula. En esta prospección el máximo valor (12,7 ug/g) correspondió a la estación 13 ubicada frente a la rada interior. Esta situación le confiere un estado crítico de contaminación por estos compuestos.

### ÁREA COSTERA DE PISCO - PARACAS

El área costera de Paracas destaca por las múltiples actividades comerciales o económicas que se desarrollan en ella, principalmente la industria pesquera, turística y cuenta además con un importante puerto San Martín, de intenso uso. Los resultados analíticos se presentan en la Tabla 15, y la carta de posiciones en la Figura 29 y la distribución en la Figura 30.

**Hidrocarburos del petróleo disueltos / dispersos en agua marina.-** Los valores hallados no han sido significativos, sin embargo es necesario resaltar la necesidad de incluir en prospecciones futuras la colecta de indicadores óptimos de estado y tendencia de estos compuestos en el sistema marino costero que pudieran impactar sobre la biodiversidad existente.

### CONCLUSIONES

- Las áreas costeras del Callao y El Ferrol, Chimbote mantienen características de estado crítico de contaminación, por residuos petrolígenos especialmente en los sedimentos de fondo. Los valores de hidrocarburos presentes en el agua en Talara indicaron su perma-

nencia o presencia recurrente; por ello, el área se caracteriza por presentar un estado crítico similar a las dos áreas antes mencionadas.

- Las áreas costeras como Huarmey, Supe-Paramonga, Carquín, Huacho, Chancay, Coishco, no presentaron contenidos significativos de hidrocarburos aromáticos del petróleo en los sedimentos de fondo empleados como indicadores de acumulación.
- Las áreas costeras como Paita, Samanco, Sechura y Malabrigo presentaron ingresos relativamente significativos de compuestos hidrocarbonados al medio marino. Las áreas de Paita y Samanco presentaron un nivel medio de contaminación (valores puntuales máximos de 6,0 ug/g en sedimentos) con relación a las áreas críticas.
- Es importante considerar la necesidad de un análisis complementario de sedimentos de fondo en las áreas de Paracas, Sechura y Malabrigo para actualizar el estado de acumulación de los residuos petrolígenos.

## REFERENCIAS

- CABELLO R, JACINTO M. 2002. Contaminación marina por hidrocarburos de petróleo en áreas seleccionadas del Perú. Informe Interno IMARPE 2002.
- CAMPOS M. 2004. Evaluación de la Calidad Ambiental en la bahía de Supe y Paramonga (13-19 Agosto 2004). Componente física. Informe Interno Área de Oceanografía Física, Dirección de Oceanografía. IMARPE.
- JACINTO M, CABELLO R. 1999. Niveles de hidrocarburos de petróleo en el ecosistema marino costero del Perú. Bahías seleccionadas. Período 1996. Inf. Prog. Inst. Mar Perú 110.
- UNESCO. 1982. Determinación de los hidrocarburos del petróleo en los sedimentos. Manual y Guía N° 11/COI.
- UNESCO. 1984. Manual for monitoring oil and dissolved/dispersed petroleum hydrocarbons in marine waters and beaches. Manual and Guides N° 13/COI.
- UNEP/COI/IAEA, 1992. Métodos referenciales para Estudios de Contaminación Marina N° 20.
- VELAZCO F. 1998. Informe del Estudio sedimentológico del proyecto Análisis comparativo entre el contenido de hidrocarburos del petróleo en especies comerciales y sedimentos correspondientes a las bahías Ferrol y Samanco 1998. Informe Interno Inst. Mar Perú.