

Bol. Cient. CIOH	Cartagena (Colombia)	No. 7	p. g. 101 - 118	Mayo 1987	ISSN 0120-0542
------------------	-------------------------	-------	-----------------	-----------	----------------

**"VIGILANCIA DE LA CONTAMINACION POR PETROLEO EN EL CARIBE COLOMBIANO"
(PUNTA CANOAS HASTA BARBACOAS, CARTAGENA, COLOMBIA).**

Por: JESUS ANTONIO GARAY TINOCO *

RESUMEN

En 1985 el CIOH inició el programa de "Vigilancia de la contaminación marina por residuos del petróleo en el Caribe colombiano". Con este proyecto, se integró definitivamente Colombia al Programa CARIPOL de IOCARIBE, al cual se le aporta información desde marzo de ese año.

Durante 1985 se ha estudiado la zona entre punta Canoas y punta Barbacoas, en donde se detectaron concentraciones de hidrocarburos disueltos y dispersos, principalmente en las estaciones situadas en la bahía de Cartagena; los valores promedio oscilan entre 0.7 y 17.9 $\mu\text{g/L}$. Se atribuye el mayor aporte de estos residuos al transporte marítimo, actividades de muelles y desembarcaderos, y usos industriales.

ABSTRACT

In 1985 the CIOH started a program of marine pollution monitoring by oil in the Colombia Caribbean. With this project Colombia was integrated to the CARIPOL Program of IOCARIBE, which inputs information to CARIPOL since march 1985.

During 1985 the zone between punta Canoas and Barbacoas was studied, where concentrations of dissolved and disperse hydrocarbons were detected, mainly in Cartagena bay with average values between 0.7 and 17.9 $\mu\text{g/L}$. The greater amount of these residues is attributed to maritime transportation, dock activity and industrial uses.

INTRODUCCION

Los hidrocarburos se encuentran en el mar como resultado de los procesos de tipo biosintético y geoquímico que en él se desarrollan, así como de las diversas actividades humanas. "Por su estabilidad, en general, constituyen los eslabones finales del ciclo orgánico del mar y, por tanto, una parte importante de la materia orgánica disuelta en él (Cuberes, A., Albalgés., 1975).

En Colombia, el proceso de perforación y explotación de nuevos pozos petrolíferos, con fines de autoabastecimiento, así como el transporte, refinación y usos de sus derivados, han aumentado significativamente la contaminación de los ríos, las zonas costeras y el medio marino en general. En la costa Caribe de

* Químico de la Universidad Nacional de Colombia-Bogotá
Jefe de la División de Control de Contaminación Marina del CENTRO DE INVESTIGACIONES OCEANOGRÁFICAS E HIDROGRÁFICAS.

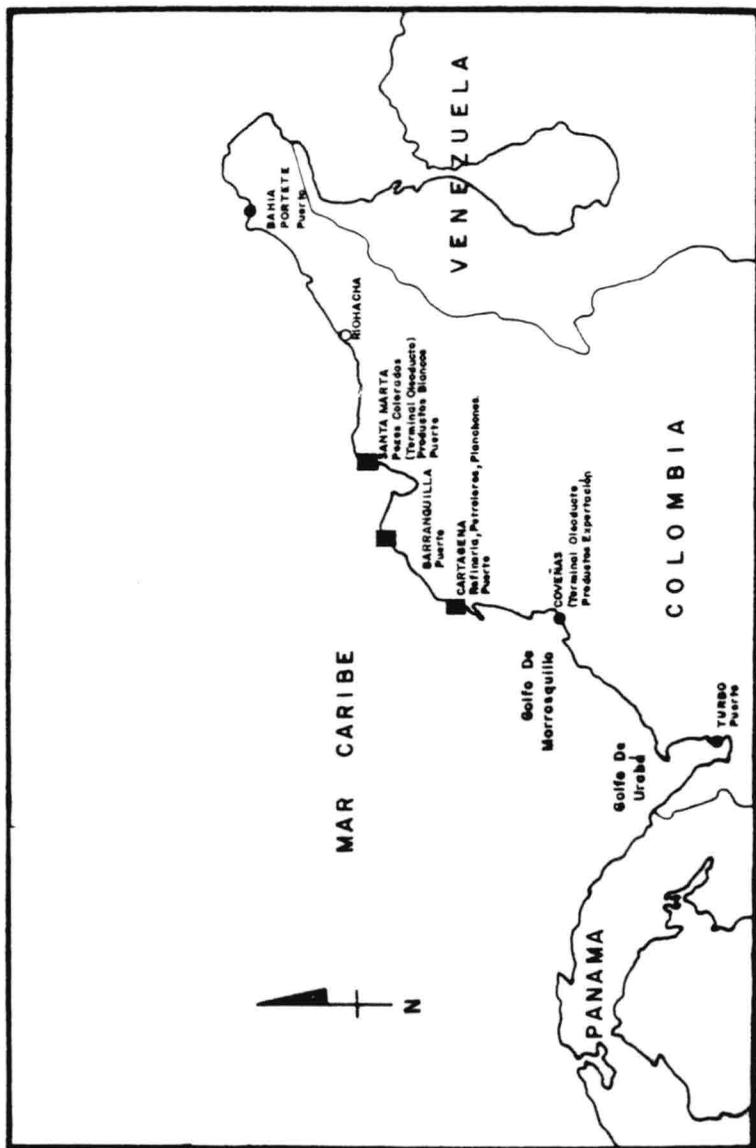


FIGURA 1. Costa Caribe colombiana, zonas de riesgo de contaminación por residuos del petróleo

Colombia, existen tres zonas consideradas como fuentes principales de contaminación por residuos del petróleo, debido a las actividades marítimas, portuarias e industriales que allí se realizan. Estas son: Cartagena y regiones adyacentes, Coveñas y las zonas de Barranquilla y Santa Marta (figura 1).

Durante 1983, en el CIOH se efectuó un estudio sobre "Concentraciones y composición de hidrocarburos derivados del petróleo en aguas, sedimentos y peces de la bahía de Cartagena", durante el cual se determinaron los niveles de concentración de hidrocarburos aromáticos y saturados en estos medios (GARAY, 1985). En 1.985, se inició el programa "Vigilancia de la contaminación por petróleo en el Caribe colombiano", el cual se ha propuesto hasta 1990 y debe cubrir en cinco fases, toda el área. Con este programa, Colombia se integró definitivamente al programa CARIPOL de IOCARIBE.

En el presente trabajo se dan a conocer los niveles de concentración de hidrocarburos disueltos y dispersos (HDD), obtenidos en 26 estaciones de la zona de Cartagena, Barbacoas y las islas del Rosario (figura 2); así como de los agregados de alquitrán en algunas playas (AAP).

AREA DE ESTUDIO

El trabajo se desarrolló en el área comprendida entre punta Canoas y punta Barbacoas en el Caribe colombiano, zona localizada entre latitud $10^{\circ}34' - 10^{\circ}06' N$ y longitud $75^{\circ}31' - 75^{\circ}44' OE$ (figura 2).

Esta zona comprende principalmente las bahías de Cartagena, Barbacoas y las islas del Rosario. La principales actividades que se realizan en el área son: entre otras, pesca artesanal y camaricultura, actividades industriales de diversa naturaleza, incluyendo el transporte, refinación y distribución de petróleo y sus derivados, actividades turísticas en alto grado y actividades marítimas y portuarias, pues existe en Cartagena uno de los terminales de mayor importancia para el cabotaje del Caribe colombiano.

La zona está sometida al régimen de vientos Alisios que definen la época seca y soplan con velocidad variable pero elevada y de manera constante del N-NE durante los meses de diciembre a abril (PAGLIARDINI, 1982). En la otra época del año (mayo a noviembre), los vientos son muy variables tanto en dirección como en fuerza (PUJOS, 1985).

La estación húmeda (agosto-noviembre), se caracteriza por su mayor porcentaje en calma y su alta precipitación pluviométrica, cuya intensidad máxima se alcanza en octubre, el mes más lluvioso del año.

METODOS

Para el estudio de hidrocarburos disueltos y dispersos (HDD) en aguas, se realizaron durante 1985 dos muestreos en 26 estaciones preestablecidas del área (figura 2), que conforme a las condiciones meteorológicas de la zona comprendieron las épocas de verano e invierno respectivamente. El primer muestreo se realizó entre el 18 y 21 de julio y el segundo entre el 21 y 25 de octubre.

La red de estaciones para el programa CARIPOL se estableció en esta misma zona

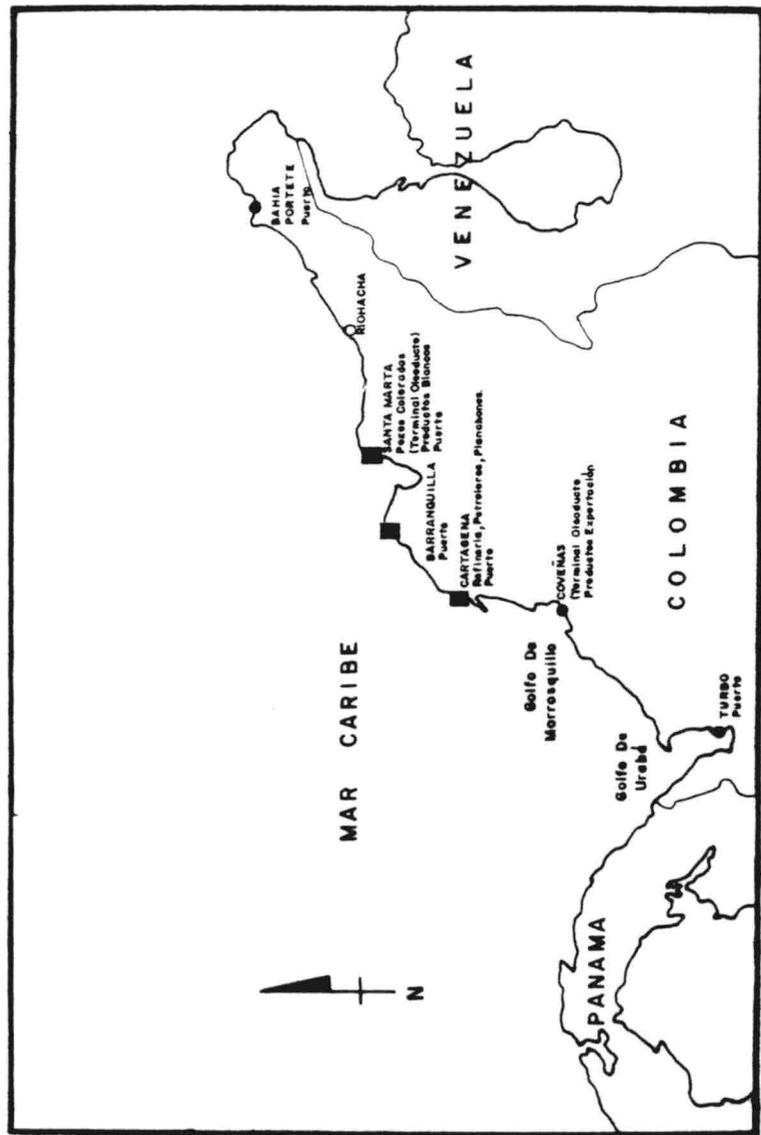


FIGURA 1. Costa Caribe colombiana, zonas de riesgo de contaminación por residuos del petróleo

Colombia, existen tres zonas consideradas como fuentes principales de contaminación por residuos del petróleo, debido a las actividades marítimas, portuarias e industriales que allí se realizan. Estas son: Cartagena y regiones adyacentes, Coveñas y las zonas de Barranquilla y Santa Marta (figura 1).

Durante 1983, en el CIOH se efectuó un estudio sobre "Concentraciones y composición de hidrocarburos derivados del petróleo en aguas, sedimentos y peces de la bahía de Cartagena", durante el cual se determinaron los niveles de concentración de hidrocarburos aromáticos y saturados en estos medios (GARAY, 1985). En 1985, se inició el programa "Vigilancia de la contaminación por petróleo en el Caribe colombiano", el cual se ha propuesto hasta 1990 y debe cubrir en cinco fases, toda el área. Con este programa, Colombia se integró definitivamente al programa CARIPOL de IOCARIBE.

En el presente trabajo se dan a conocer los niveles de concentración de hidrocarburos disueltos y dispersos (HDD), obtenidos en 26 estaciones de la zona de Cartagena, Barbacoas y las islas del Rosario (figura 2); así como de los agregados de alquitrán en algunas playas (AAP).

AREA DE ESTUDIO

El trabajo se desarrolló en el área comprendida entre punta Canoas y punta Barbacoas en el Caribe colombiano, zona localizada entre latitud $10^{\circ}34' - 10^{\circ}06' N$ y longitud $75^{\circ}31' - 75^{\circ}44' OE$ (figura 2).

Esta zona comprende principalmente las bahías de Cartagena, Barbacoas y las islas del Rosario. La principales actividades que se realizan en el área son: entre otras, pesca artesanal y camaricultura, actividades industriales de diversa naturaleza, incluyendo el transporte, refinación y distribución de petróleo y sus derivados, actividades turísticas en alto grado y actividades marítimas y portuarias, pues existe en Cartagena uno de los terminales de mayor importancia para el cabotaje del Caribe colombiano.

La zona está sometida al régimen de vientos Alisios que definen la época seca y soplan con velocidad variable pero elevada y de manera constante del N-NE durante los meses de diciembre a abril (PAGLIARDINI, 1982). En la otra época del año (mayo a noviembre), los vientos son muy variables tanto en dirección como en fuerza (PUJOS, 1985).

La estación húmeda (agosto-noviembre), se caracteriza por su mayor porcentaje en calma y su alta precipitación pluviométrica, cuya intensidad máxima se alcanza en octubre, el mes más lluvioso del año.

METODOS

Para el estudio de hidrocarburos disueltos y dispersos (HDD) en aguas, se realizaron durante 1985 dos muestreos en 26 estaciones preestablecidas del área (figura 2), que conforme a las condiciones meteorológicas de la zona comprendieron las épocas de verano e invierno respectivamente. El primer muestreo se realizó entre el 18 y 21 de julio y el segundo entre el 21 y 25 de octubre.

La red de estaciones para el programa CARIPOL se estableció en esta misma zona

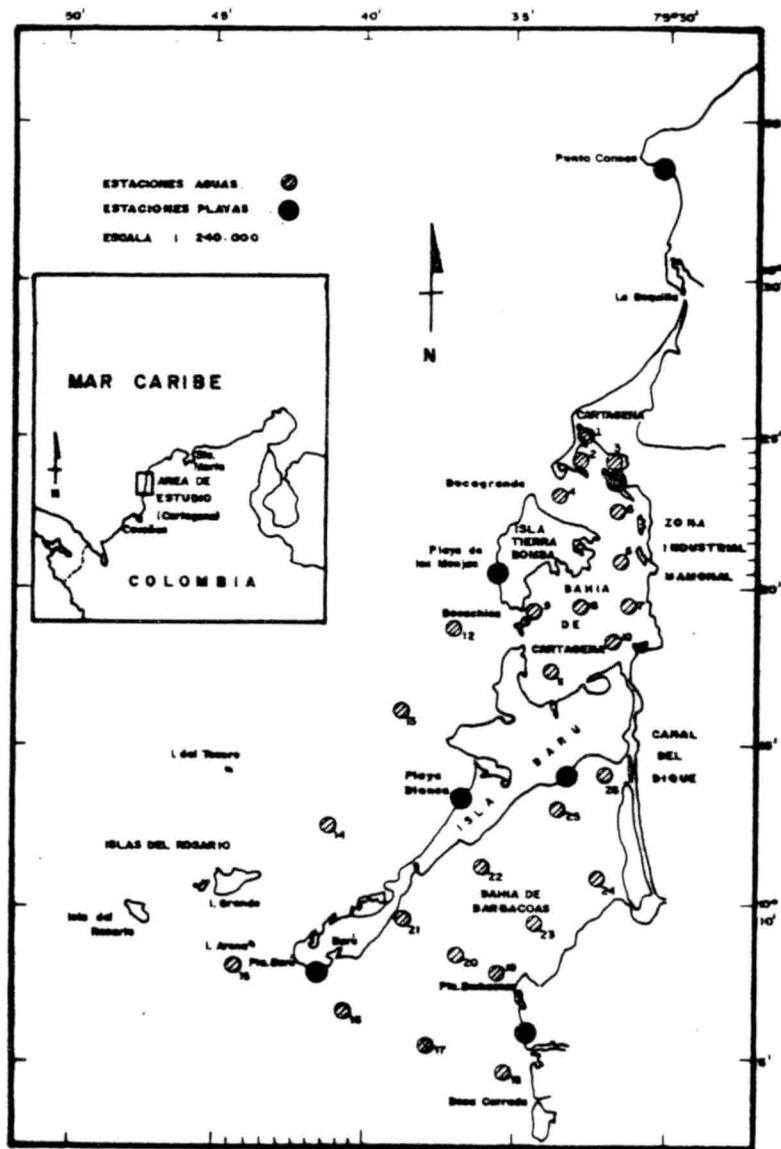


FIGURA 2. Area de estudio.

(figura 3), y durante 1985 se realizaron cuatro muestreos para análisis de hidrocarburos disueltos y dispersos (junio, septiembre, octubre y noviembre de 1985).

Para el estudio de agregados de alquitrán en las playas (AAP), se establecieron siete estaciones (figuras 2 y 3). Entre marzo y noviembre de 1985 se realizaron seis muestras.

El muestreo, preservación de muestras y análisis de laboratorio, se efectuaron siguiendo las recomendaciones de los Manuales de CARIPOL (1980) y los Manuales y Guías No. 13 de la UNESCO (1984). Las muestras tanto de agua, como de alquitran en las playas, se analizaron el mismo día que se cumplieron las salidas de campo. El análisis de hidrocarburos disueltos y dispersos se llevó a cabo, usando un espectrofluorómetro SHIMADZU modelo RF-510.

RESULTADOS

La ubicación y características de la red de estaciones de muestreo en el mar y playa para CARIPOL, se encuentran en los cuadros 1 y 2 respectivamente.

Los resultados obtenidos para hidrocarburos disueltos y dispersos en las 26 estaciones muestreadas, se consignan en el cuadro 3, mientras que los datos para la red de estaciones de CARIPOL se muestran en el cuadro 4.

Los valores encontrados para agregados de alquitrán en las playas estudiadas, se consignan en el cuadro 5.

DISCUSION

Durante el muestreo realizado en el mes de junio, se presentan tres zonas con un alto nivel de contaminación por hidrocarburos, comprendidas dos de ellas en la bahía de Cartagena y la tercera entre las islas del Rosario y la isla de Barú (figura 4), con valores que oscilan entre 10 y 20 $\mu\text{g/L}$.

Las dos zonas de la bahía de Cartagena con mayor índice de contaminación por hidrocarburos se presentan en la bahía interna (al norte), donde existe intenso tráfico marítimo y actividad portuaria, muelles y desembarcaderos y áreas de desagües municipales. La otra zona está comprendida entre Bocachica y la zona industrial, abarcando gran parte de la bahía, por donde navegan todos los buques que entran y salen de Cartagena. Esta zona también está sometida a las descargas de los emisarios de las industrias, situadas en el costado oriental de la bahía, las cuales son de diversa naturaleza, incluidas la refinería de petróleo y la industria petroquímica, entre otras.

En la bahía de Barbacoas se detectaron en promedio concentraciones más bajas, entre 1 y 5 $\mu\text{g/L}$ (figura 4), lo cual es comprensible, pues no existe una fuente de residuos petrolíferos que tenga incidencia directa sobre esta bahía, a excepción de los canales Matunilla y Lequerica, brazos del Canal del Dique.

Para el muestreo de octubre (figura 5), los niveles de hidrocarburos disminuyen ostensiblemente en la mayor parte del área, pues se detectan concentraciones entre 1 y 5 $\mu\text{g/L}$ en la mayor parte de la zona estudiada, a excepción de las

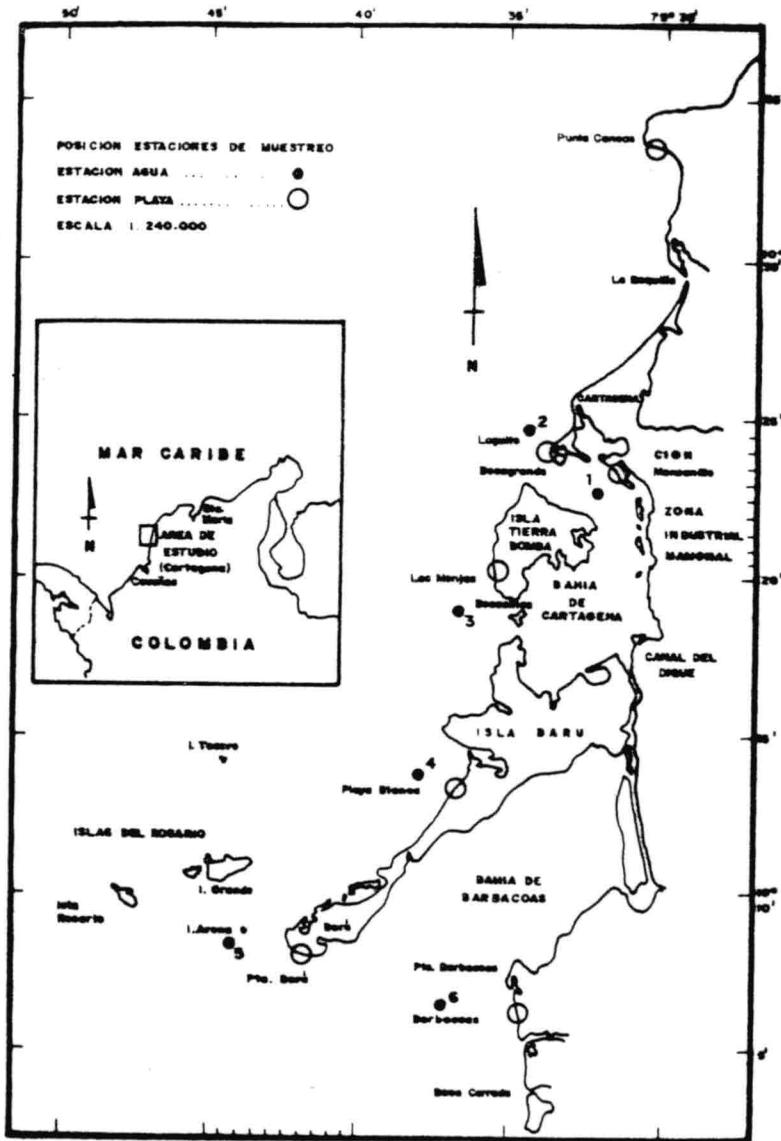


FIGURA 3. Area de estudio - Programa CARIPOL.

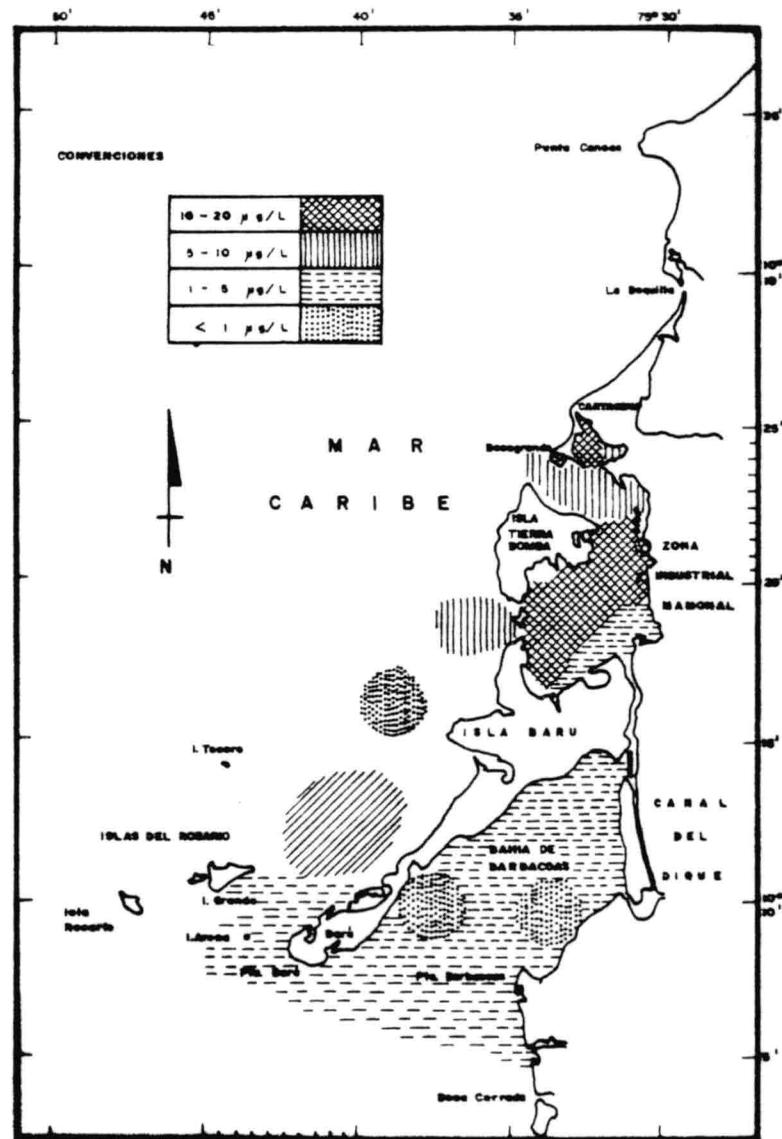


FIGURA 4. Distribución de hidrocarburos disueltos y dispersos ($\mu\text{g/L}$), junio 1985.

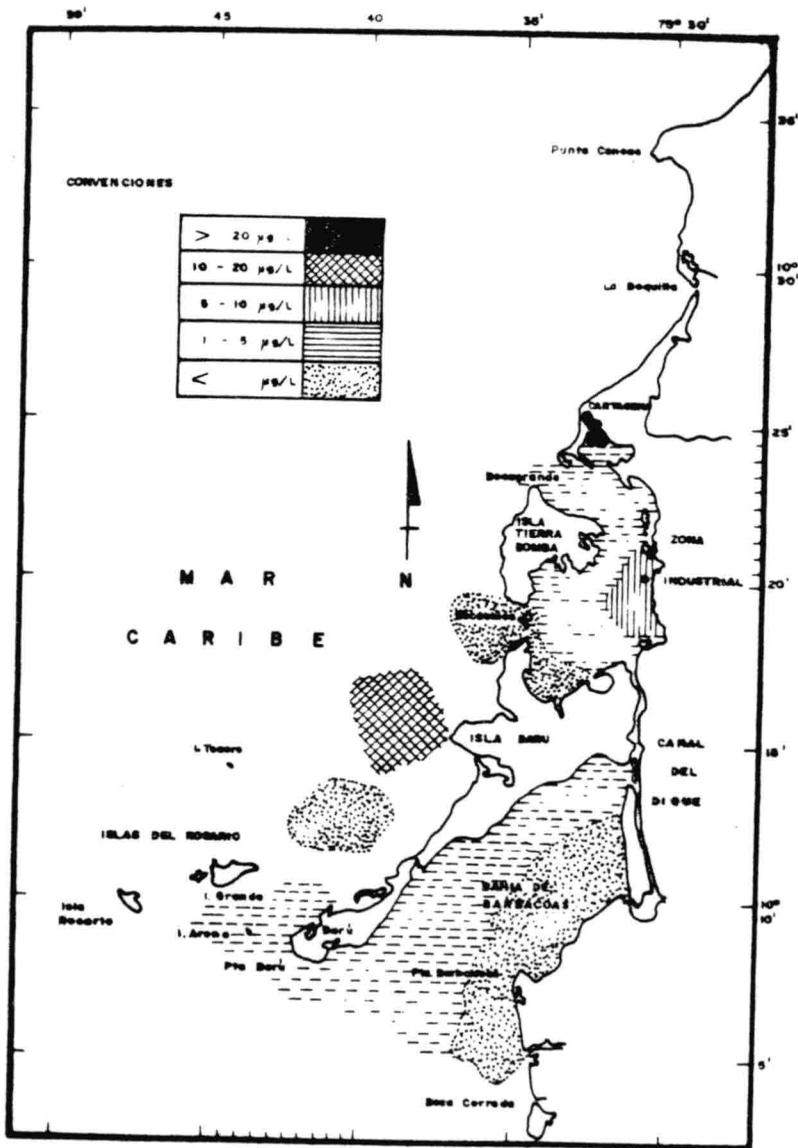


FIGURA 5. Distribución de hidrocarburos disueltos y dispersos ($\mu\text{g/L}$), muestreo octubre 1985.

zonas norte e industrial en la bahía de Cartagena, donde se presentan altos niveles de contaminación, con valores de $23 \mu\text{g/L}$ en la primera y entre 10 y $20 \mu\text{g/L}$ en la segunda, respectivamente. Este hecho confirma lo indicado sobre la incidencia que tienen el tráfico marítimo, las actividades portuarias y los usos industriales del petróleo y sus derivados, como fuentes principales de contaminación por hidrocarburos sobre la bahía de Cartagena y zonas adyacentes.

En ambos muestreos se detectó otra área con niveles entre 10 y $20 \mu\text{g/L}$ de hidrocarburos, hacia el noreste de las islas del Rosario, frente a la isla Barú, zona de intenso tráfico, principalmente de embarcaciones menores. Además, hacia el norte se encuentra la ruta de los buques mayores, que en gran número entran y salen por Bocachica, incluidos los tanqueros, que transportan crudos desde Oritó (Tumaco) y Venezuela, hacia Cartagena y posteriormente, hacia otros países, los productos de exportación (crudos pesados y combustóleo).

Los residuos y películas superficiales de petróleo vertidos por toda clase de embarcaciones, son posiblemente transportados hacia la zona de islas del Rosario, principalmente por la acción de los vientos que durante la época seca soplan del N y NE. Durante los procesos de renovación de aguas de la bahía de Cartagena, una parte de los residuos petrolíferos dentro de ella son transportados y dispersados hacia el mar abierto a través de Bocachica y Bocagrande, terminando finalmente en las zonas costeras del sur y del norte de Cartagena, de acuerdo con el régimen imperante de vientos y corrientes.

Se realizaron seis muestreos en las playas, de marzo a noviembre de 1985, detectándose agregados de alquitrán (AAP) en cuatro estaciones, situadas en la isla Barú (figura 6), en Playa Blanca en dos oportunidades y en punta Barú en los tres últimos muestreos realizados en septiembre, octubre y noviembre; también en la isla Tierrabomba y punta Canoas.

Con relación al trabajo de GARAY (1985) en la bahía de Cartagena, en el presente estudio se detectaron concentraciones menores de hidrocarburos, del orden de 1 a $5 \mu\text{g/L}$ en promedio, mientras que en aquel los máximos fueron de $65 \mu\text{g/L}$ y promedios entre 5 y $20 \mu\text{g/L}$. Se nota una disminución, en el transcurso de dos años, lo que quiere decir que han cesado en parte los vertimientos, producto de los accidentes o el aporte crónico de las actividades marítimas y portuarias, usos industriales y Canal del Dique.

En una evaluación más general, a nivel del Caribe colombiano, la zona de Cartagena es tal vez la región más contaminada por hidrocarburos del petróleo, sin embargo, es posible que las zonas de Coveñas, Barranquilla y Santa Marta, presenten también altos índices de hidrocarburos, por las actividades que allí se realizan. Estudios futuros dentro de este proyecto, nos permitirán hacer una evaluación.

Cuando se obtenga mayor información de estas zonas, se podrá hacer una evaluación más completa, y un diagnóstico del estado general del Caribe colombiano en cuanto a contaminación por hidrocarburos. Así mismo, el análisis general permitirá conocer mejor la dinámica y dispersión de estos residuos del petróleo, y la forma en que son transportados por la acción de los vientos y corrientes del Caribe.

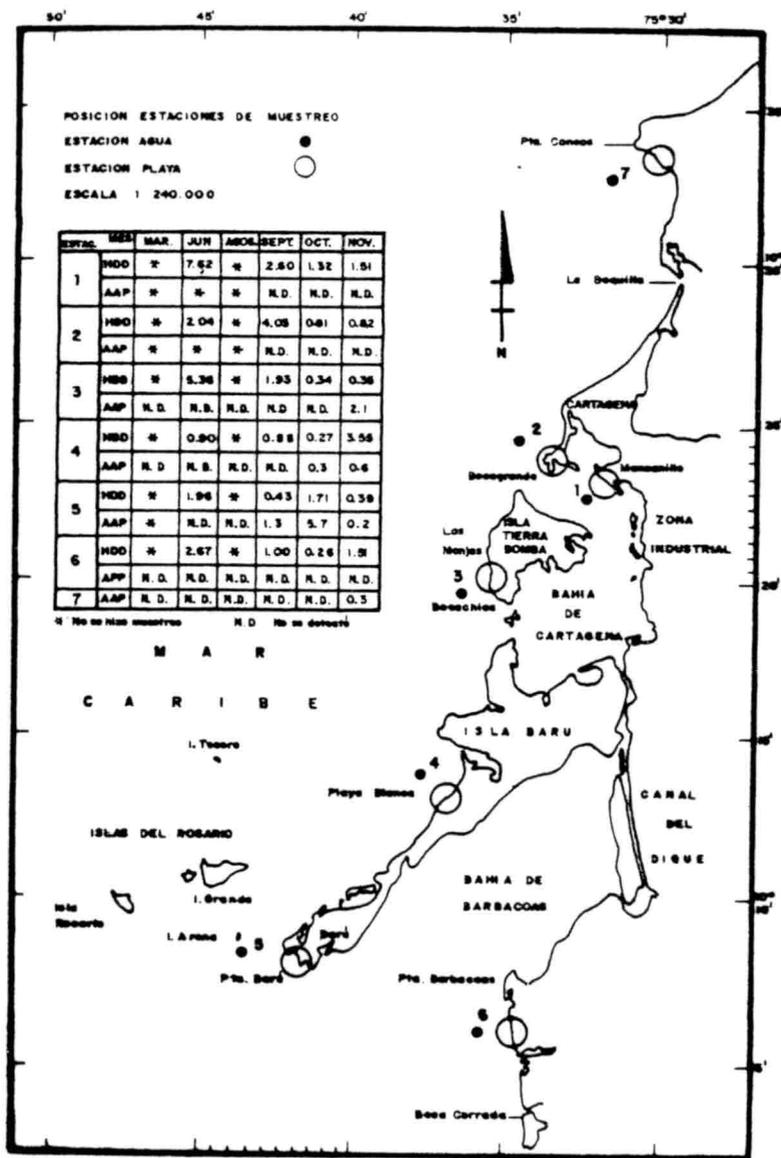


FIGURA 6. Concentraciones de hidrocarburos disueltos y dispersos ($\mu\text{g/L}$) y residuos de alquitrán en playas (gr/m^2) del Caribe colombiano durante 1985. Red de estaciones CARIPOL (Colombia).

CONCLUSIONES

Las mayores concentraciones de hidrocarburos disueltos y dispersos se detectaron en la bahía de Cartagena, principalmente en la bahía interna, zona desde Bocachica hasta Mamonal y frente a la zona industrial. Los cuerpos de agua de estas zonas, presentan valores altos de contaminación por hidrocarburos derivados del petróleo. Estos oscilan entre 10 y 20 $\mu\text{g/L}$.

Las condiciones meteorológicas y el régimen de corrientes son aparentemente determinantes en la distribución, dispersión y transporte de residuos del petróleo en esta zona, pues mientras en la época seca son concentrados hacia el sur, durante la época húmeda son transportados al norte concentrándose en la bahía interna de Cartagena. Las áreas más afectadas han sido; la bahía interna, la costa oriental de la isla Tierrabomba, la costa de Manzanillo y Manga, las áreas adyacentes a El Laguito y Castillo Grande, la zona suroriental de la bahía de Cartagena, y finalmente la zona de las islas del Rosario.

Esta primera fase del proyecto sugiere que las principales fuentes de contaminación por residuos del petróleo en el área de Cartagena y regiones adyacentes, son en orden de importancia; las actividades derivadas del tráfico marítimo y portuario, actividades industriales, refinería y el Canal del Dique.

En términos generales, los resultados obtenidos constituyen una primera información de base para la evaluación de los aportes terrestres y marítimos de esta zona del Caribe colombiano. Su comparación con otros de la bibliografía, permite concluir que la bahía de Cartagena presenta altas concentraciones de hidrocarburos derivados del petróleo, mas no así la bahía de Barbacons, cuyos niveles de hidrocarburos son moderados.

CUADRO 1. Estaciones de muestreo en el mar (CARIPOL)

ESTACION	LATITUD (N)	LONGITUD (O)	UBICACION
1	10°23'	75°32'	Muelle de la Marina Escuela Naval de Cadetes, Manzanillo
2	10°24'	75°34'	Punta del Laguito, 500 metros frente al hotel Hilton.
3	10°19'	75°36'	Boya de mar Bocachica.
4	10°14'	75°38'	Un kilómetro afuera, frente a Playa Blanca, cerca al sitio de fondeo de los botes turísticos.
5	10°09'	75°44'	A 500 metros por el sur de isla Arena.
6	10°07'	75°36'	A 500 metros afuera, perpendicular a las playas de Barbaças (casita roja).

CUADRO 2. Descripción de los sitios de muestreo en playas (CARIPOL).

NOMBRE DE LA PLAYA	LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS
Punta Canoas **	Frente al pueblo de punta Canoas, playa ancha (~ 100m), litoral extenso, arena fina gris, tres (3) estaciones
El Laguito (2)	Al suroeste del hotel Hilton, playa ancha (~ 50m), zona turística arena fina gris, una (1) estación.
Manzanillo (1)	Cincuenta metros al sur del CIOH, playa angosta (~ 5m), pegada al muelle de la marina, arena fina gris, una (1) estación.
Las Monjas (3)	Trecientos (300) metros al norte de Bocachica, playa angosta (~10m), arena fina gris, una (1) estación.
Playa Blanca (4)	200 metros al oeste de la zona turística de Playa Blanca en la isla de Barú, playa ancha (~50m), litoral extenso, arena fina blanca, tres (3) estaciones.
Punta Barú (5)	En la punta de la isla Barú, frente a isla Arena, playa angosta (~10m), arena fina blanca, tres (3) estaciones.
Barbaças (6)	500 metros al sur de punta Barbaças, frente al playón de la casita roja, playa angosta (~20m), litoral extenso, arena gris, una (1) estación.

(*) Estos sitios corresponden perpendicularmente con los puntos de muestreo en el mar entre paréntesis.

(**) No hay estación para muestras de mar en punta Canoas.

CUADRO 3. Concentraciones de hidrocarburos disueltos y dispersos ($\mu\text{g/L}$) en aguas de las bahías de Cartagena, Barbacoas y las islas del Rosario.

ESTAC.No.	MUEST. JUN/85	MUEST. OCT/85	Concentración Promedio	Desviación Standar
1	11.92	23.92	17.92	6.00
2	12.63	4.33	8.48	4.15
3	7.68	2.96	5.32	2.36
4	7.62	1.32	4.47	3.15
5	6.29	2.56	4.43	1.87
6	17.38	3.52	10.45	6.93
7	-	6.98	-	-
8	12.73	2.33	7.53	5.20
9	13.08	1.73	7.41	5.68
10	4.60	1.10	2.85	1.75
11	12.91	0.50	6.71	6.21
12	5.36	0.34	2.85	2.51
13	0.90	15.57	8.24	7.34
14	12.18	0.27	6.23	5.96
15	1.96	1.74	1.85	0.11
16	2.34	4.31	3.33	0.99
17	2.67	1.90	2.29	0.39
18	3.15	0.26	1.71	1.45
19	3.37	2.58	2.98	0.40
20	5.19	1.12	3.16	2.04
21	0.85	1.63	1.14	0.49
22	2.68	2.12	2.40	0.28
23	0.93	0.58	0.76	0.18
24	1.94	0.89	1.42	0.53
25	2.32	0.73	1.53	0.80
26	3.49	3.02	3.26	0.24

CUADRO 4. Concentraciones de hidrocarburos disueltos y dispersos ($\mu\text{g/L}$) en el Caribe colombiano (zona de Cartagena), red de estaciones CARIFOL (1985).

MES ESTACION	JUNIO 18-21	SEPT. 20	OCTUBRE 22	NOVIEMBRE 19-20
1. Muelle Marina CIOH	7.62	2.60	1.32	1.51
2. Frente hotel Hilton Laguito	2.04	4.03	0.91	0.82
3. Boya de mar Bocachica	5.36	1.93	0.34	0.35
4. Frente punta Gigante	0.90	0.88	0.27	3.55
5. Isla Arena	1.96	0.43	1.74	0.39
6. Frente casita roja Barbacoas.	2.67	1.00	0.26	1.51

CUADRO 5. Residuos de alquitrán (gr/m²) en las estaciones de playas desde punta Canoas hasta Barbacoas (1985).

NOMBRE DE LA PLAYA	MARZO	JUNIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
LAGUITO	*	*	*	N.D.	N.D.	N.D.
MANZANILLO	*	*	*	N.D.	N.D.	N.D.
PUNTA CANOAS	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.3
LAS MONJAS	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	2.1
PLAYA BLANCA	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.3	0.6
PUNTA BARU	*	N.D.	N.D.	1.3	5.7	0.2
BARBACOAS	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

N.D. : No se detectó.

* : No se hizo muestreo

BIBLIOGRAFIA

- COMISION OCEANOGRAFICA INTERGUBERNAMENTAL/SUB-COMISION PARA EL CARIBE Y REGIONES ADYACENTES. Manual de CARIPOL para la vigilancia de la contaminación por petróleo. 1980. 24p.
- CUBERES, A., ALBAIGES, J. Control de la contaminación marina por hidrocarburos y su aplicación al litoral Mediterraneo español. Separata del I Congreso Iberoamericano del Medio Ambiente. Barcelona, 1975. pp. 937-952.
- GARAY J. A. Concentración y composición de hidrocarburos derivados del petróleo en aguas, sedimentos y peces de la bahía de Cartagena, In Boletín Científico-CIOH. no. 6, Cartagena, 1985. pp. 41-62.
- ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACION, LA CIENCIA Y LA CULTURA. Procedimiento para el componente petróleo del sistema de vigilancia de la contaminación del mar (Marpolmon-P) COI. Manuales y Guía no. 13. 1984. 37p.
- PAGLIARDINI J. L. Síntesis del proyecto bahía de Cartagena. In Boletín Científico-CIOH no. 4. Cartagena, 1982. pp. 49-110.
- PUJOS M., et al. Influencia de la contracorriente norte colombiana para la circulación de las aguas de la plataforma continental: su acción sobre la dispersión de los efluentes en suspensión del río Magdalena. In Boletín Científico-CIOH no. 6. Cartagena, 1985. pp. 3-15.