

BIBLIOTECA  
CCCP

## Estudio de la contaminación marina por hidrocarburos en el Litoral Sur Pacífico Colombiano

*Por: Alonso J. Marrugo González*

### RESUMEN

En el presente trabajo se plantean y discuten los resultados de los análisis de Hidrocarburos Disueltos/Dispersos en aguas y acumulados en sedimentos y bivalvos en las zonas de más alta vulnerabilidad del Pacífico Colombiano. Este estudio forma parte del programa coordinado de monitoreo y vigilancia de la contaminación en áreas costeras del Pacífico Sudeste, de la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS).

Se presentan los resultados obtenidos durante el período septiembre 1987 a febrero de 1989, en la ensenada de Tumaco, la Isla de Gorgona y la Bahía de Buenaventura.

Las concentraciones de Hidrocarburos Disueltos/Dispersos son bajas en casi todo el litoral, con excepción de los niveles registrados en el Muelle de Ecopetrol en Buenaventura que sobrepasa los 10Ug/l. Los sedimentos y los bivalvos, se encuentran contaminados por Hidrocarburos en la Bahía interna de Tumaco y la desembocadura del río Anchicayá y el Muelle de Ecopetrol en la Bahía de Buenaventura. Las mayores concentraciones de Hidrocarburos totales se registraron en la Bahía de Buenaventura, decrecen en la Ensenada de Tumaco y menores en los alrededores de la Isla de Gorgona.

### ABSTRAC

In this work planted and discussed the results of the dissolved/dispersed hydrocarbon analysis on water and accumulated in sediments and bivalvos, in higher vulneravility zone of Colombian Pacific (Pacífico Colombiano). This study is part of the program coordinated of monitoring and vigilance of the pollution in coast areas of Saudeast Pacific of Permanent Soud Pacific Comition, CPPS, (Comisión Permanente del Pacífico Sur).

This presented the results obtaineds during September 787, to february /89, period in the Inlet of Tumaco, Gorgona Island and Buenaventura Bay.

\* The dissolved/dispersed hydrocarbon concentration are low on the coust, with exception of the registred levels on the Ecopetrol's Buenaventura pier's exceded 10 Ug/l. Sediments and bivalvos were contaminated by hidrocarbons in the inland bay of Tumaco, Anchicaya's outlet river's and Ecopetrol's Buenaventura pier's. The higher hidrocarbon's concentration total were registred in Buenaventura bay, diminish in the inlet of Tumaco and minors in the around of the Gorgona Island.

## INTRODUCCIÓN

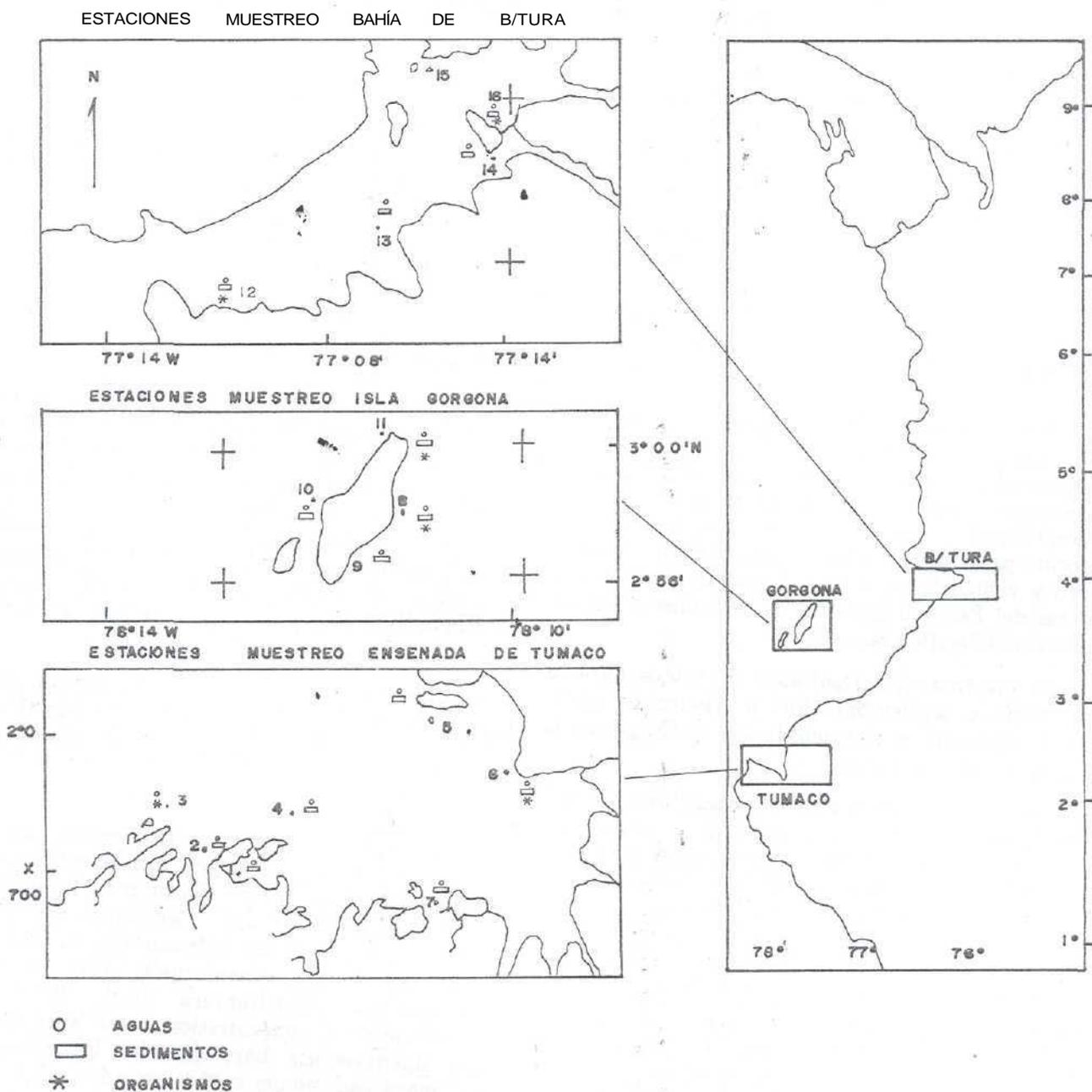
En nuestros días existe un peligro real para los mares y océanos de contaminación por petróleo, ante todo por el aumento del volumen de petróleo y derivados transportados. Si en 1930 el volumen transportado por mar en el mundo fue de 84 millones de toneladas, en estos momentos está alcanzando los 4 mil millones de toneladas. Teniendo en cuenta la intensidad del transporte de petróleo crudo y refinado, se puede afirmar que en el día, de una u otra forma se botan al Océano Mundial, alrededor de 16 mil toneladas de petróleo.

Las cifras anteriores nos pueden dar aproximadamente el monto de la importancia que tienen los estudios de contaminación por petróleo para la defensa del mayor potencial de alimentación que le queda a la humanidad, el Océano Mundial.

Además del aporte de Hidrocarburos Petrogénicos ocasionado por la manipulación del petróleo por el hombre, existen otras fuentes como los infiltrados de modo natural por el fondo del mar y los hidrocarburos producidos por los propios organismos o biogénicos.

Contaminación por petróleo

*Contaminación por petróleo*



GRÁFICANO.1: UBICACIÓN GEOGRAFICA. AREA ESTUDIADA.

En la bahía de Buenaventura se encuentra localizado el principal Puerto Colombiano y en la ciudad de Tumaco el segundo Puerto en importancia en la Costa Pacífica.

*Datos actuales.*

Desde el Puerto de Tumaco se exportan alrededor de 104.000 toneladas de petróleo crudo, operación en la cual se recibe un lastre aproximado de 45.000 toneladas, las cuales son vertidas directamente a sus aguas; además se descargan en el mismo puerto unas 2,300 toneladas al mes de derivados del petróleo. En el Puerto de Buenaventura se descargan aproximadamente 80.000 toneladas de derivados de petróleo para un período igual del tiempo (Capitanía de Puerto de Tumaco, 1989).

El presente informe corresponde a las actividades realizadas entre septiembre de 1987 y febrero de 1989, y los resultados obtenidos de los análisis de muestras de agua, sedimentos y organismos de 16 estaciones, 7 en la Ensenada de Tumaco, 4 en la Isla Gorgona y 5 en la Bahía de Buenaventura.

Los objetivos generales del Proyecto son los de establecer cuantitativamente la Concentración de hidrocarburos, detectar posibles fuentes y realizar el diagnóstico, con medidas básicas en la Ensenada de Tumaco, Bahía de Buenaventura e Isla Gorgona, mediante el periódico monitoreo de la Concentración de Hidrocarburos producida por las diferentes fuentes contaminantes.

## AREA DE ESTUDIO

### A. LOCALIZACION Y DESCRIPCIÓN DEL AREA ESTUDIADA

El presente estudio comprende la Ensenada de Tumaco (0.1°45' y 02°00' N, 78°30' y 78°45'), la Isla de Gorgona (02°55' y 03°02' N, 78°09' y 78°13' W) y la Bahía de Buenaventura (03°50' y 03°55' N, 77°10') en el Litoral Sur del Pacífico Colombiano; con áreas marinas de 300, 25 y 75 kms<sup>2</sup> aproximados respectivamente (Mapa No.1).

El clima es tropical con temperaturas altas, pero no excesivas, aire húmedo y lluvias abundantes.

En Buenaventura y Gorgona se registra una pluviosidad media anual de 6.500 mm. aproximados, debido principalmente a la cercanía de la Cordillera

Andina y al calor de la superficie. En Tumaco, se registra sólo una pluviosidad de 2.150 mm. al año, debido al sistema de vientos del Sur-oeste (70%). Se presentan dos épocas al año: lluviosa de enero a junio y seca de julio a diciembre, la mayoría de las lluvias comienzan por la noche y terminan por la mañana (PLADEICOP, 1983).

La temperatura media es de 26.5 °C, la máxima de 29.5 °C en mayo y la mínima 21.5 °C en noviembre. La temperatura no es excesiva debido a la nubosidad imperante, Tumaco presenta la menor variación de temperatura en comparación a las otras áreas del presente estudio.

El área de estudio antes detallada fue escogida por encontrarse en ella los dos principales puertos mas densamente poblados y donde se registra el mayor tráfico marítimo; además, es una región de alta vulnerabilidad por presentarse una variada y abundante riqueza marina.

La Isla Gorgona, fue escogida en un principio por ser un parque nacional, lo suficientemente alejado de cualquier fuente de contaminación directa, lo cual nos podría servir para establecer nuestros propios criterios y límites de contaminación relativos, indispensables en este tipo de estudios debido a los altos riesgos de contaminación de muestras en el transcurso del proceso de recolección y análisis de las mismas.

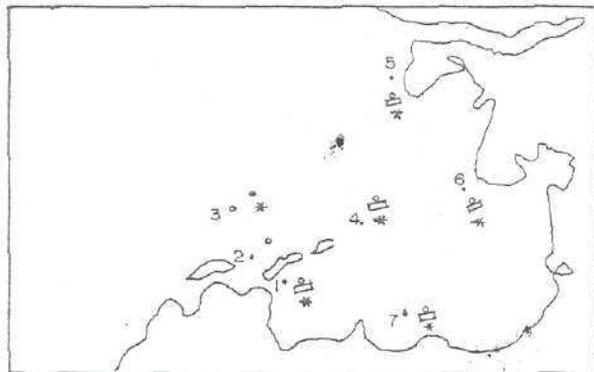
## METODOLOGÍA

Se tuvieron como referencia los manuales y guías No 13 de la COI "Manuales para la Vigilancia del Aceite y los Hidrocarburos del Petróleo disueltos y dispersos en el agua del mar y en las playas". UNESCO 1982.

Los manuales y guías No. 11 de la COI "Determinación de los hidrocarburos Petrogénicos en los sedimentos" UNESCO 1982.

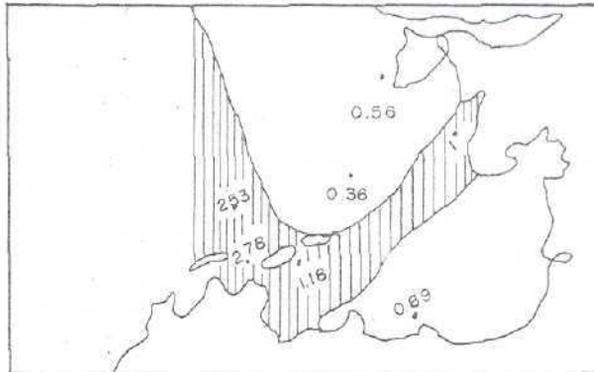
Los manuales de métodos de muestreos, manejo y análisis recopilados por la UNESCO/ COI/ PNUMA, 1984. Documentos operativos de la CPPS-COMPACSE.

Informe del curso regional sobre técnicas analíticas para la determinación de hidrocarburos de petróleo, en organismos y sedimentos marinos en el Pacífico Sudeste Valparaíso, Chile (Bruhn et. al. 1987).



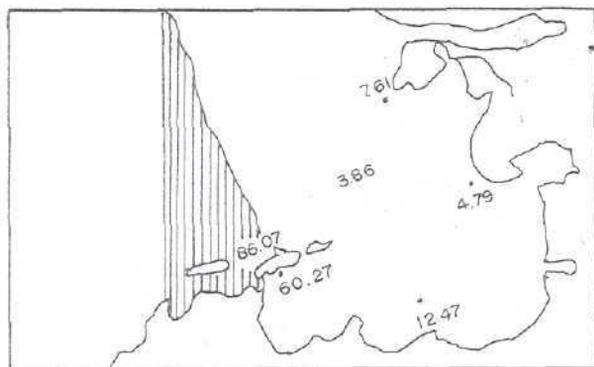
ESTACIONES DE MUESTREOS E. DE TUMACO

- O AGUAS
- ▭ SEDIMENTOS
- \* OSTRAS



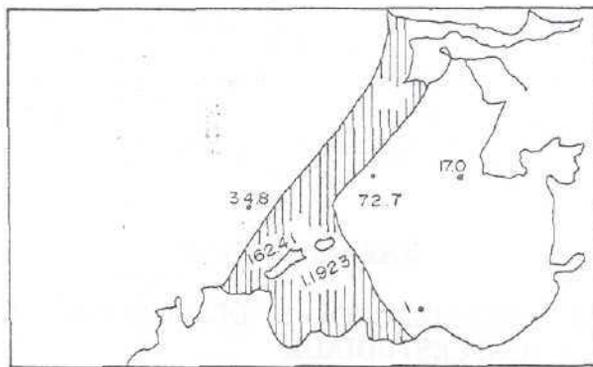
HIDROCARBUROS AROMATICOS EN AGUAS E. DE TUMACO

- ▭ < 1.0 mg/l
- ▨ > 1.0 mg/l



HIDROCARBUROS TOTALES EN SEDIMENTOS E. DE TUMACO.

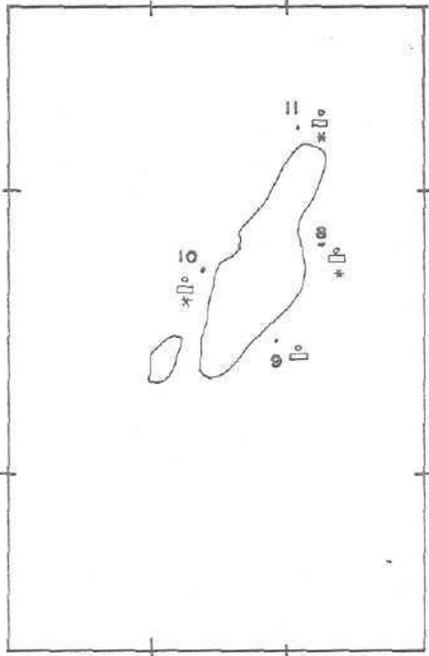
- ▭ MENORES DE 64 Mg/g
- ▨ MAYORES DE 64 Mg/g



HIDROCARBUROS TOTALES EN LA E. DE TUMACO

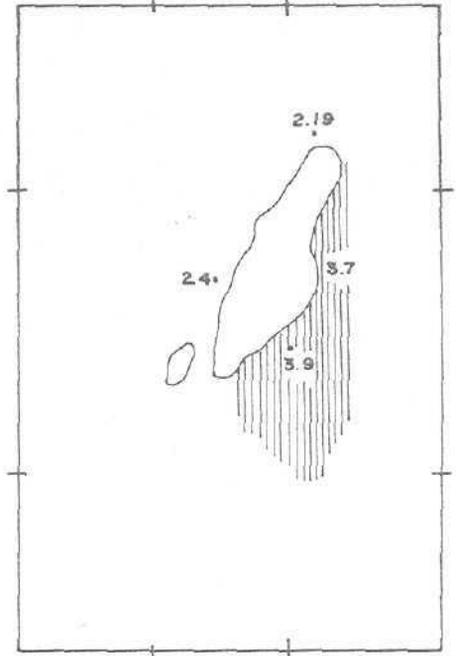
- ▭ MENORES DE 103 Mg/g
- ▨ MAYORES DE 103 Mg/g

GRAFICA N° 2. DISTRIBUCION DE HIDROCARBUROS EN LA ENSENADA DE TUMACO.



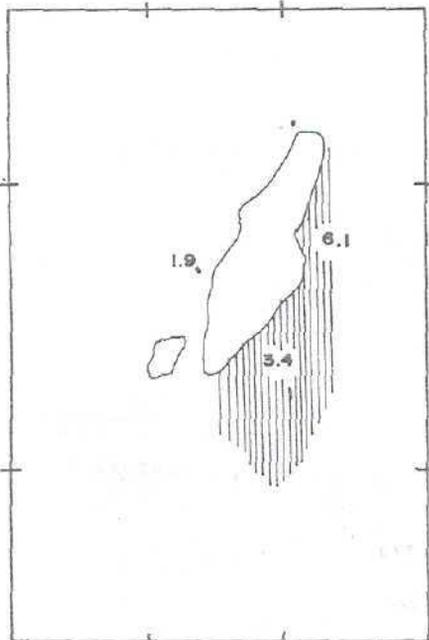
UBICACION DE ESTACIONES LGORGONA

- AGUAS
- SEDIMENTOS
- \* OSTRAS



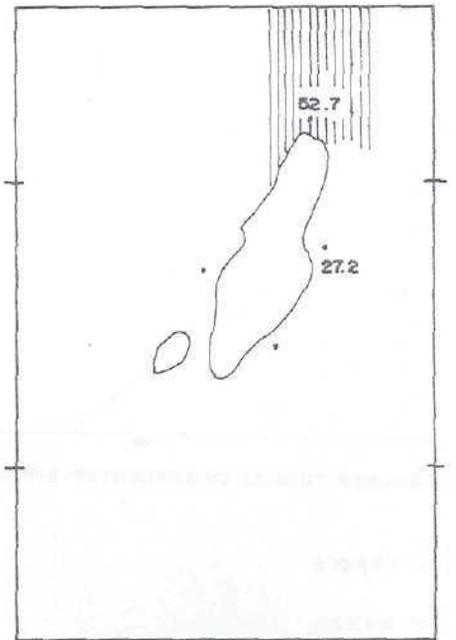
HIDROCARBUROS AROMATICOS EN AGUAS ISLA GORGONA

- ▨ < MAYORES VALORES



HIDROCARBUROS TOTALES EN SEDIMENTOS

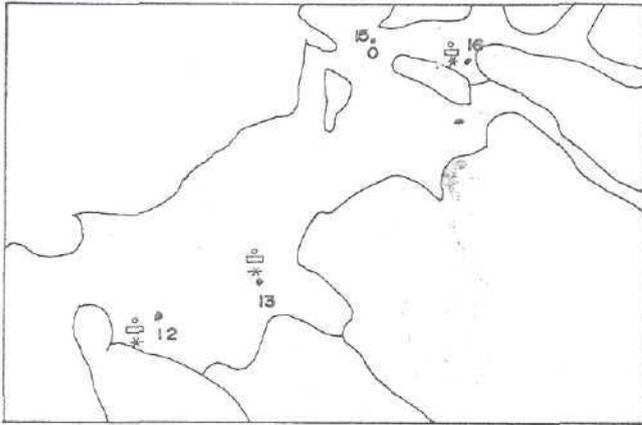
- ▨ < MAYORES VALORES



HIDROCARBUROS TOTALES EN OSTRAS

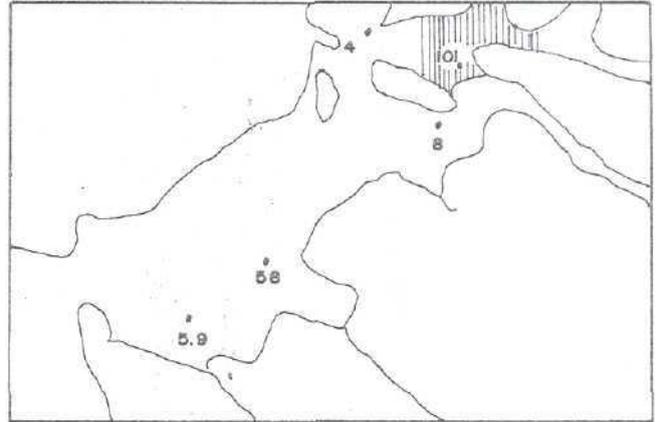
- ▨ < MAYORES VALORES

GRÁFICA N°3: DISTRIBUCIÓN DE LOS HIDROCARBUROS EN LA I. GORGONA



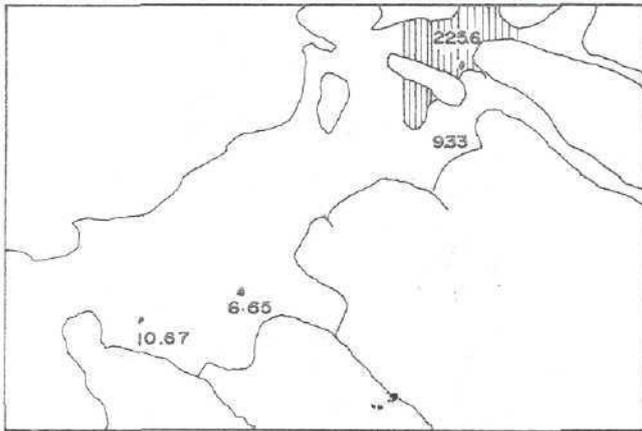
ESTACIONES DE MUÉSTREOS EN LA BAHÍA DE B/VENTURA

- A3ÚAS
- SEDIMENTOS
- \* OSTRAS



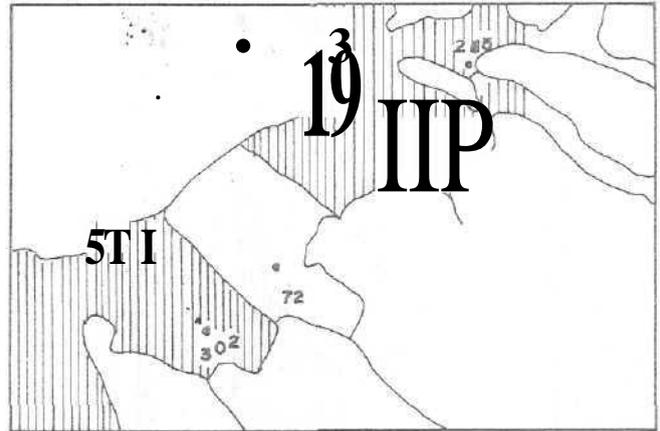
HIDROCARBUROS AROMÁTICOS EN AGUAS B/VENTURA

- < 10 µg/l
- > 10 µg/l



HIDROCARBUROS TOTALES EN SEDIMENTOS B/VENTURA

- < 64 Mg/g
- > 64 Mg/g



HIDROCARBUROS EN OSTRAS B/VENTURA

- < 105 Mg/g
- > 105 Mg/g

GRÁFICA Nº 4: DISTRIBUCIÓN DE LOS HIDROCARBUROS EN LA BAHÍA DE B/VENTURA

Para el muestreo de aguas se utilizaron botellas de 2.5 lts. de vidrio color ámbar (previamente lavadas con agua-detergente, agua destilada, acetona y n-Hexano).

Las muestras se tomaron a una profundidad de 1 metro. Se extrajeron los hidrocarburos con n-hexano utilizando el método de la pipeta.

Las muestras de sedimentos se obtienen utilizando Conos Berthois estos sedimentos superficiales así obtenidos se almacenaron envueltos en papel aluminio en una nevera. Luego en el laboratorio fueron refrigerados a 20 °C bajo cero hasta la fecha del análisis.

Las muestras para el estudio de hidrocarburos en ostras (*Crassostrea sp.*), se colectan manualmente, se lavan con agua destilada preextraída con n-hexano y se almacenan envueltas en papel aluminio refrigeradas a 20 °C bajo cero hasta su análisis.

Los extractos de n-hexano obtenidos de las muestras de agua son concentrados en un rotavapor hasta aproximadamente 0.5 ml y almacenados en viales de 5 ml donde se evaporan completamente.

Estos extractos se restituyen con 3 ml de n-hexano y se leen en Espectrofluorómetro SHIMADZU, modelo RF-510, usando una longitud de onda de excitación de 310 nm y una longitud de onda de emisión de 360 nm. Se usó como referencia una curva de calibración de criseno.

Las muestras de sedimentos se homogenizaron y se tomaron alícuotas de 30 gr. en peso húmedo. La muestra húmeda se saponificó luego la parte metanólica se extrajo con n-hexano. La parte hexánica se concentró en un rotavapor hasta 0.5 ml.

Seguidamente este extracto se hizo pasar por una columna cromatográfica rellena con alúmina activada. Las fracciones 1 y 2 así obtenidas que contienen n-alcanos se concentran y se analizan por cromatografía de gases.

La muestra de tejido de ostras se homogenizaron aproximadamente 10 gr, y aparte en un filtro se pesa otro tanto para determinar su peso seco. La muestra del matraz se sometió al proceso de digestión y saponificación. Posteriormente se extrajo con éter etílico, el extracto de éter fue llevado a sequedad por rotavaporación. Se disolvieron lue-

go. Este extracto se pasó por una columna cromatográfica.

Se obtuvieron la fracción 1 que contiene los hidrocarburos alifáticos y las fracciones 2 y 3 que contienen los hidrocarburos aromáticos, se analizaron por cromatografía de gases y fluorometría.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla número 1 se muestran los resultados de las concentraciones de hidrocarburos aromáticos disueltos/dispersos en aguas.

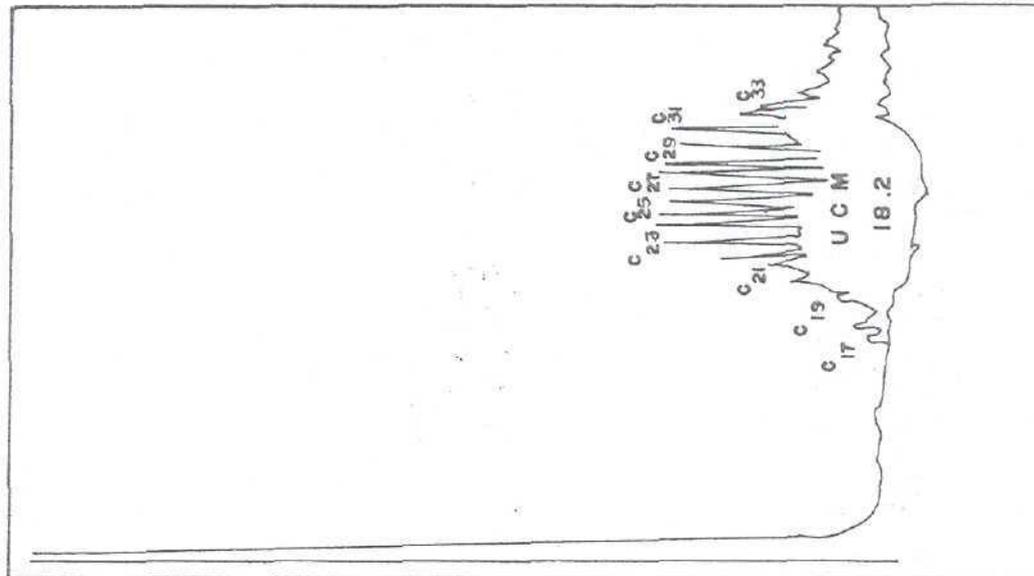
El número de datos tomados en cuenta en el cálculo del promedio por estación, el rango de las concentraciones, el promedio por sitio estudiado y la desviación estándar.

En la Ensenada de Tumaco las mayores concentraciones de hidrocarburos disueltos/dispersos en aguas se registraron en el Puente del Pindo y en las boyas de Ecopetrol con concentraciones de 2.78 y 2.55 Ug/l respectivamente. En promedio la Ensenada de Tumaco presentó una concentración de 1.33 Ug/l. En los alrededores de la Isla de Gorgona se encontraron concentraciones de hasta 4.49 Ug/l en su parte oriental.

El promedio para la isla fue de 3.07 Ug/l. En la Bahía de Buenaventura se registró la máxima concentración en el Muelle de Ecopetrol con 10.08 Ug/l. Valor éste que sobrepasa al máximo permitido para aguas superficiales libres de contaminación por hidrocarburos de 10 Ug/l (UNESCO 1976). El promedio obtenido para la Bahía de Buenaventura fue de 6.63 Ug/l. El promedio para el Pacífico Sur Colombiano fue de 4.03 Ug/l el cual supera el obtenido para el Caribe Colombiano de 2 Ug/l, pero inferior a los obtenidos en el Golfo de Méjico por ejemplo de 20 Ug/l., Costa Norte de Cuba 20 Ug/l, costa de Jamaica 15 Ug/l, costa Pacífica Panameña 11.9 Ug/l y costa ecuatoriana de 9.97 Ug/l. (Tabla No. 4).

Para tener un conocimiento de como la contaminación por petróleo ya ha afectado a los sedimentos y organismos, se analizaron en ellos los contenidos de hidrocarburos totales aromáticos y alifáticos acumulados. El petróleo emulsionado puede llegar al fondo marino especialmente deslastrarse con partículas minerales. Allí persisten durante largos períodos perjudicando a las plantas y animales.

En la Tabla No. 2 se reportan el número de datos tenidos en cuenta en los cálculos de la desvia-



GRAFICA N° 10

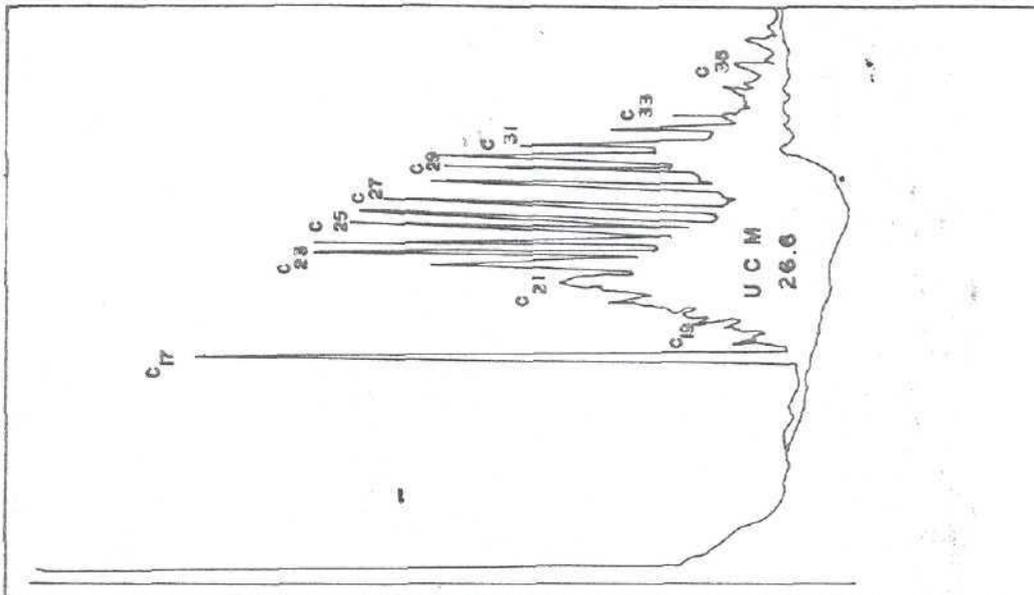
11 GORGONA ORGANISMOS

MARZO

V INJ = 1 ML

V dil = 100 ML

AT = 8 x 10<sup>2</sup>



GRAFICA N° 9

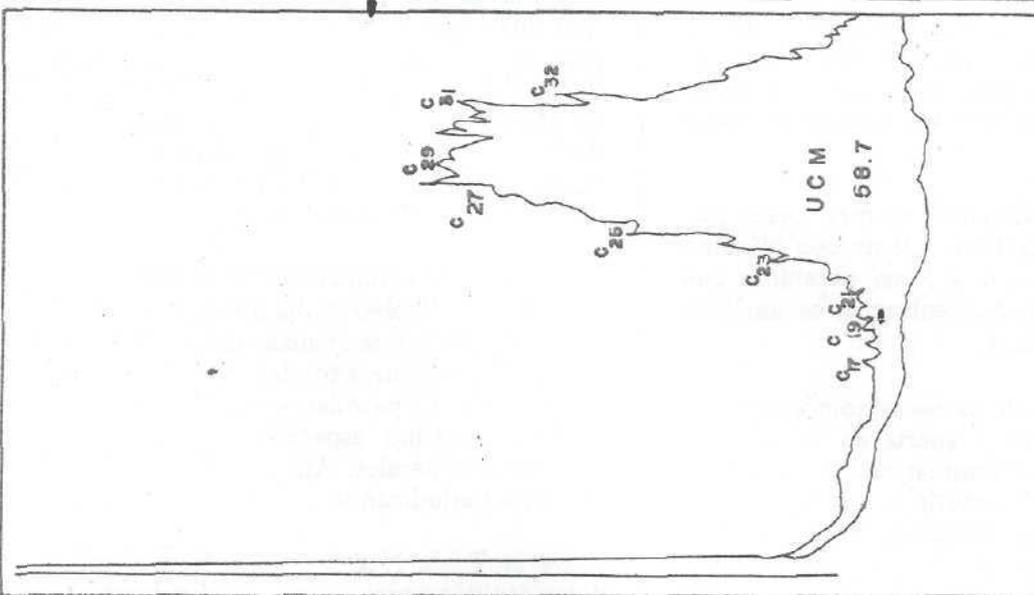
10 TUMACO - ORGANISMOS

MARZO

V INJ = 2 ML

V dil = 100 ML

AT = 8 x 10<sup>2</sup>



GRAFICA N° 8

12 B/TURA - ORGANISMOS

JUNIO

V INJ = 2 ML

V dil = 100 ML

AT = 8 x 10<sup>2</sup>

ción estandar, el intervalo de concentración y las concentraciones medias de hidrocarburos totales acumulados en sedimentos.

El problema para evaluar si existe o no contaminación por hidrocarburos en sedimentos es difícil porque no hay una norma nacional o internacional establecida sobre los niveles máximos permitidos. La acumulación de los hidrocarburos en sedimentos depende del tipo de éste, de su constitución granulométrica, contenido de materiales orgánicos, etc. Para tener una idea sobre los niveles de contaminación los mostraremos en estaciones de alto y bajo riesgo de contaminación para así promediando estos valores obtener una concentración límite para sedimentos y ostras características para zonas contaminadas. Esta cifra fue igual a 64 Ug/g en sedimentos y para organismos 103 Ug/g en peso seco. En las áreas estudiadas sobrepasan los 64 Ug/g en sedimentos y para organismos 103 Ug/g en peso seco.

En las áreas estudiadas sobrepasan los 64 Ug/g las muestras tomadas en el puente del Pindó, localizada en el extremo Sur de la Bahía interna de Tumaco y en la Estación Muelle de Ecopetrol en Buenaventura, también se registraron altas concentraciones en Combustibles del Pacífico en Tumaco.

En promedio para cada área arroja los siguientes resultados: en la Bahía de Buenaventura se obtuvo un promedio de 63 Ug/g, la Ensenada de Tumaco 29 Ug/g y para los alrededores de la Isla de Gorgona 4 Ug/g.

Es importante mencionar las altas concentraciones registradas en los sedimentos del Muelle de Ecopetrol con 226 Ug/g, valor éste comparable con los obtenidos para zonas muy contaminadas como el puerto de New York con 324 Ug/g y el puerto de Ornan en Arabia Saudita de 226 Ug/g.

Para evaluar cómo la contaminación ya ha afectado a las especies marinas se determinaron las concentraciones de hidrocarburos totales en tejidos de ostras, las cuales se utilizan como biodetectores por su capacidad de acumular por filtración contaminantes.

En la Tabla No, 3 se presentan las concentraciones medias de hidrocarburos totales discriminados en aromáticos y alifáticos resueltos y no resueltos, el número de muestras colectadas, los rangos de concentración, el promedio por estaciones y la dispersión de los datos obtenidos.

Al igual que para los sedimentos las mayores concentraciones de hidrocarburos totales en ostras se registraron en las estaciones Muelle de Ecopetrol y desembocadura del Río Anchicayá en la Bahía de Buenaventura, con 215 y 279 Ug/g respectivamente.

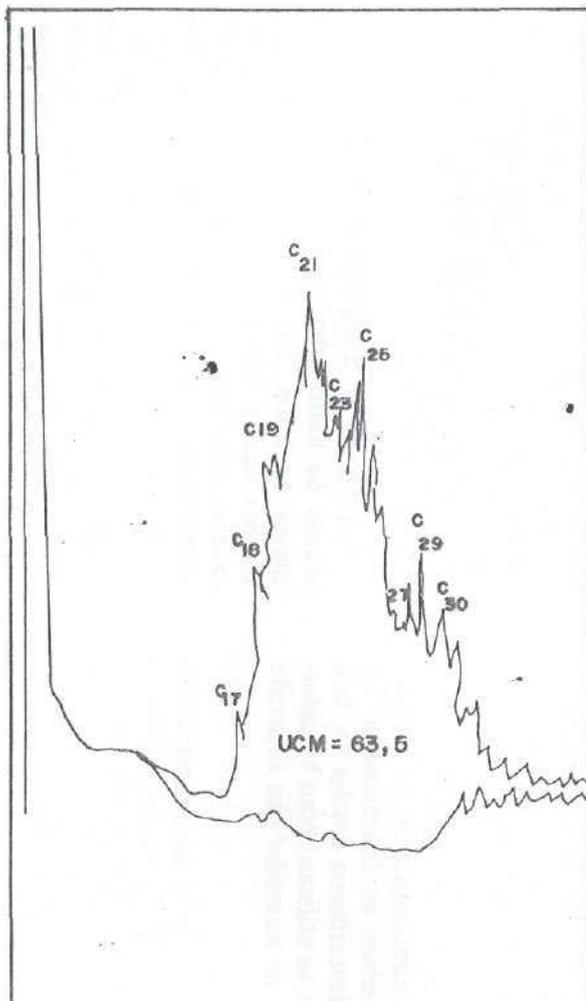
Para la Ensenada de Tumaco las más altas concentraciones se registraron en las estaciones ubicadas en la Bahía interna especialmente en el Puente del Pindo y en Combustibles del Pacífico con 162 y 119 Ug/g. En la Ensenada de Tumaco se registró un promedio de 87 Ug/g y de las 6 estaciones muestreadas el 50% supera la norma de 103 Ug/g. De 3 estaciones muestreadas 2 superan la norma. Para los alrededores de la Isla Gorgona se obtuvo un promedio de 40 Ug/g estando todas las estaciones por debajo de la norma tomada como referencia.

## CONCLUSIONES

Los mayores valores de hidrocarburos armáticos disueltos/dispersos en agua se registraron en la Bahía de Buenaventura, en especial se registró un valor por encima de la norma internacional de 10 Ug/g para aguas superficiales libres de contaminación en la estación Muelle de Ecopetrol con 10.08 Ug/l. Un caso similar también ocurrió en los análisis concentraciones se registraron en la Bahía de Buenaventura, especialmente en las estaciones ubicadas en la desembocadura del río Anchicayá y en el Muelle de Ecopetrol.

Por lo general las concentraciones en los tres parámetros estudiados aguas, sedimentos y ostras son mayores en la Bahía de Buenaventura, decrecen en la ensenada de Tumaco y son menores en la Isla de Gorgona; esta cumple en los análisis de aguas en donde las concentraciones, siendo en ambas zonas muy bajas, presentan mayores valores en los alrededores de la Isla Gorgona que en la Ensenada de Tumaco.

A lo largo de 3 años de estudios las concentraciones de hidrocarburos aromáticos disueltos/dispersos en aguas, han tenido un comportamiento discontinuo y heterogéneo. Las concentraciones medias obtenidas en el presente estudio han aumentado en la Bahía de Buenaventura e Isla Gorgona y disminuyeron en la Ensenada de Tumaco. El problema de la contaminación en aguas está principalmente centralizado en la Bahía de Buenaventura, alcanzando en algunas estaciones valores muy cercanos a las normas permitidas.

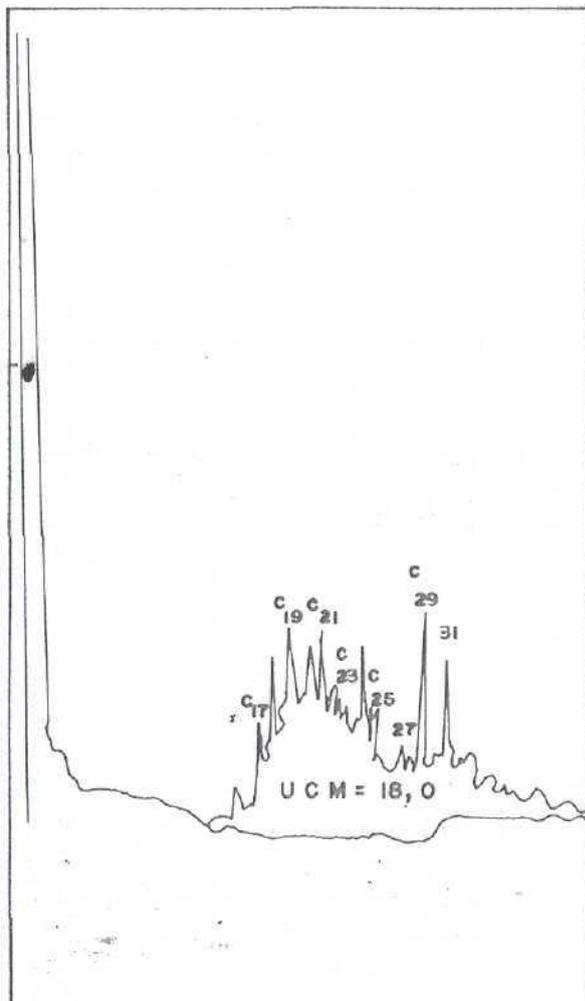


GRAFICA Nº 5

I TUMACO SEDIMENTOS

V INJ = 2 ML

V dil = 100 ML

AT =  $6 \times 10^2$ 

GRAFICA Nº 6

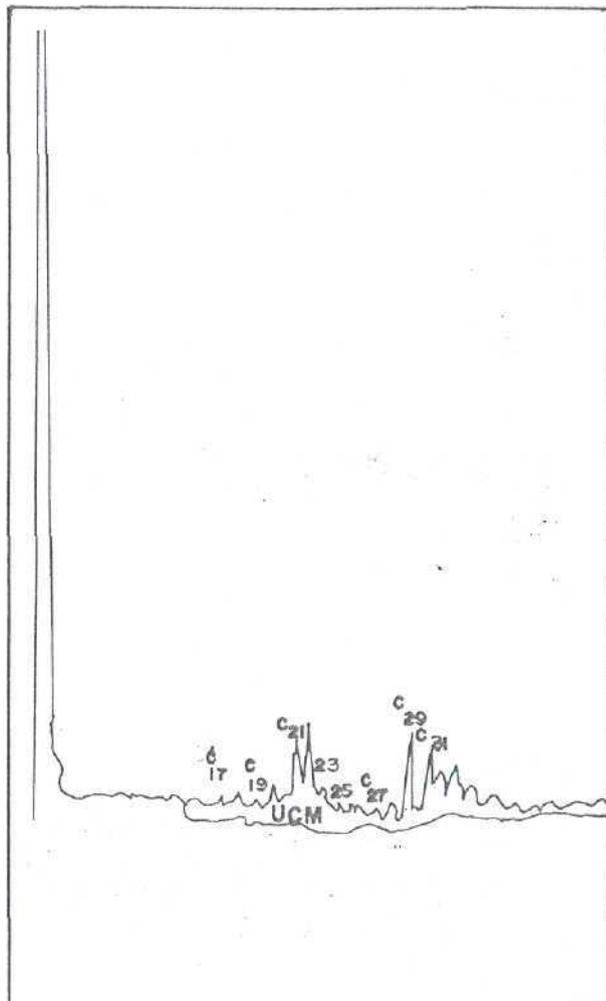
OV 101

12 B/TURA — SEDIMENTOS

JUNIO

V INJ = 1 ML

V dil = 100 ML



GRAFICA Nº 7

8 GORGONA — SEDIMENTOS

JUNIO

V INJ = 2 ML

V dil = 100 ML

AT =  $6 \times 10^2$

Los valores promedios con que se trabaja, muchas veces ocultan problemas locales, debido a la dinámica de las aguas, corrientes marinas superficiales, los vientos y las altas temperaturas que contribuyen a la evaporación y metabolismo de los hidrocarburos por los mismos organismos que hacen bajos los promedios (botellón, 1984).

Las concentraciones de hidrocarburos totales en sedimentos como era de esperarse tuvieron sus más altos valores, en las áreas con mayores antecedentes de influencias antropogénicas por el uso del petróleo y sus derivados, como son Combustibles del Pacífico y Puente del Pindo en la Bahía interna de Tumaco y en el Muelle de Ecopetrol en la Bahía de Buenaventura.

La falta de actividad industrial y escaso asentamientos humanos en el área de Gorgona la hacen libre de contaminación por hidrocarburos, a pesar del arribo de éstos por la corriente del Sur y del tráfico de buques de todo tipo. En algunas estaciones se han detectado niveles altos.

La mayoría de las muestras analizadas presentan claros indicios de hidrocarburos de origen biogénico, es decir predominio de n-alcános con número de carbonos impares, correspondiendo los mayores picos al C29, C31, C33, C21 y C19, lo que es común para sedimentos marinos de origen plantas terrestres y pastos de pantanos, así como de zonas libres de contaminación por petróleo (botellón, 1984).

Las mayores concentraciones de hidrocarburos en ostras halladas en el Pacífico Sur Colombiano son los recolectados en los sitios Muelle de Ecopetrol y desembocadura del Río Anchicayá en la Bahía de Buenaventura y las obtenidas en el Puente del Pindo, Combustibles del Pacífico e Isla Gallo en la zona de Tumaco. Se han obtenido valores hasta de 280 Ug/g de hidrocarburos totales; pero al no existir estudios a nivel nacional o internacional sobre niveles de hidrocarburos en ostras que sustentan algunas hipótesis es aventurado hacer conjeturas al respecto. En el presente estudio se ha observado una clara correlación directa entre los niveles de hidrocarburos en sedimentos y en ostras, siendo mayores en algunos casos ostensiblemente en ostras.

Como en el caso de los sedimentos en general, los cromatogramas obtenidos en bahías y en es-

tuarios presentan hidrocarburos de origen biogénicos continental.

Se puede concluir que parte de los hidrocarburos presentes en ostras dependen directamente de las actividades desarrolladas en el hábitat. Se observan generalmente las mayores concentraciones en los sitios de intenso tráfico marítimo y portuario así como de constante transporte y uso del petróleo.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar con el programa de monitoreo de hidrocarburos en la totalidad del Pacífico Colombiano y de esta forma crear las bases para estudios posteriores.
- Fomentar los intercambios de experiencias a nivel nacional e internacional, unificar criterios a fin de lograr mejor intercomparabilidad de los resultados.
- Fomentar los trabajos tendientes a obtener niveles de concentración máximos permitidos en sedimentos y ostras.
- Es indispensable hacer estudios minuciosos sobre el contenido de material orgánico diferente de hidrocarburos que interfieren en los análisis.
- Se recomienda un control más severo sobre vertimientos de derivados del petróleo como aceites lubricantes, diesel, gasolina, sobre todo en la Bahía de Buenaventura y Tumaco. Controlar todas las actividades que generen este tipo de residuos, especialmente los buques tanqueros y comerciales. Con estas medidas podría controlarse un poco los vertimientos que introduce el hombre al medio marino.
- Crear en los puertos, recipientes contenedores de lastre, al igual que exigir tanques independientes para dicho lastre para ejercer una efectiva vigilancia, como también fomentar las campañas ecológicas educando al pueblo, creando conciencia del grave peligro de contaminación por petróleo que se cierne sobre el océano mundial.

TABLA No. 1 CONCENTRACIÓN DE HIDROCARBUROS AROMÁTICOS DISUELTOS/DISPERSOS EN AGUAS (Ug/1.)

Estaciones 1 - 7 Ensenada de Tumaco, 8 - 11 Isla Gorgona, 12-16 Bahía de Buenaventura.

No. NOMBRE ESTACIONES	SEP/87	DIC/87	MAR/88	JUN/88	SEP/88	DIC/88	PROMEDIO	STD
1. Combustibles del Pacífico		3.94		0.01	0.43	0.33	1.18	1.85
2. Puente del Pino		6.46	5.64	0.01	1.45	0.33	2.78	3.05
3. Boyas de Ecopetrol		9.34	2.45	0.01	0.21	0.74	2.55	3.92
4. Bajo del Viudo			1.03	0.01	0.22	0.18	1.85	3.36
5. Isla del Gallo	0.3	2.56	0.01	0.01	0.22	0.27	0.56	0.98
6. Punta Laura		2.66	0.78	0.57	0.2	0.81	1	0.96
7. Trujillo		2.62		0.01	0.7	0.23	0.89	1.19
8. El Muelle		5.23	9.38		0.17	0.04	3.71	4.49
9. Playa Blanca		6.15	9.15		0.29	0.08	3.92	4.48
10. Mancora		6.19	2.74	3.05	0.14	0.09	2.44	2.52
11. El Horno		4.86		3.08	0.81	0.01	2.19	2.2
12. Anchicayá		20.13		2.47	0.41	0.59	5.9	9.53
13. Potedo	14.82	10.96		2.69	0.29	0.22	5.79	6.69
14. Dagua		16.94	11.65	7.14	0.47	1.25	7.49	6.99
15. Terminal Marítimo	4.04	8.29		1.16	5.85	0.01	3.87	3.38
16. Muelle de Ecopetrol		13.54	18.27	15.65	1.53	1.39	10.08	8.04

TABLA No. 2. CONCENTRACIÓN DE HIDROCARBUROS TOTALES EN SEDIMENTOS (Ug/g en peso seco)

AREA DE MUESTREO	No. NOMBRE ESTACIÓN	No. Datos	Intervalo Ug/g	Promedio	STD	Promedio Area
ENSENADA DE TUMACO	1. combustibles del Pacífico	4	26- 89	60.27	27. 7	29.21
ENSENADA DE TUMACO	2. Puente del Pindó	6	27- 194	86.07	63.15	29.21
ENSENADA DE TUMACO	4. Bajo del Viudo	3	2- 7	3.86	2. 2	29.21
ENSENADA DE TUMACO	5. Isla del Gallo	4	2- 16	7.81	6.15	29.21
ENSENADA DE TUMACO	6. Punta Laura	4	2- 7	4.79	2.13	29.21
ENSENADA DE TUMACO	7. Trujillo	4	3- 20	12.47	7.48	29.21
ISLA DE GORGONA	8. El Muelle	4	1- 10	6.08	3.61	3.79
ISLA DE GORGONA	9. Playa Blanca	5	0- 8	3.41	2.63	3.79
ISLA DE GORGONA	10. Mancora	4	0- 5	1.89	1.84	3.79
BAHÍA DE B/VENTURA	12. Anchicayá	4	2- 15	10.67	5.03	63.06
BAHÍA DE B/VENTURA	13. Potedo	3	2- 12	6.65	4.49	63.06
BAHÍA DE B/VENTURA	14. Dagua	4	2- 12	9.33	4.87	63.06
BAHÍA DE B/VENTURA	16. Muelle de Ecopetrol	5	59- 443	225.58	168.09	63.06
PROMEDIO TOTAL DEL AREA DE ESTUDIO						33.76

TABLA No. 3 CONCENTRACIONES MEDIAS DE HIDROCARBUROS EN OSTRAS (Ug/g en peso seco)

AREA DE MUESTREO	No.	NOMBRE ESTACIÓN	No. Datos	Aromáticos	Alifáticos		Total,
					Resuelt.	No. Resuelt.	
ENSENADA DE TUMACO	1.	Combustibles del Pacifico	3	29.88	5.77	83.58	119.23
ENSENADA DE TUMACO	2.	Puente del Pindo	5	26.15	18.25	118.01	162.41
ENSENADA DE TUMACO	3.	Boyas de Ecopetrol	3	1.66	9.42	23.72	34.8
ENSENADA DE TUMACO	4.	Bajo del Viudo	4	1.57	5.98	65.17	72.72
ENSENADA DE TUMACO	5.	Isla del Gallo	5	2.14	27.32	83.97	113.43
ENSENADA DE TUMACO	6.	Punta Laura	2	4.03	1.26	11.73	17.02
ISLA DE GORGONA	8.	El Muelle	2	0.53	6.38	20.31	27.22
ISLA DE GORGONA	11.	El Horno	3	6.85	16.29	29.57	52.71
BAHÍA DE B/VENTURA	12.	Anchicayá	6	12.04	10.73	279.25	302.02
BAHÍA DE B/VENTURA	13.	Potedo	5	2.77	7.26	61.74	71.77
BAHÍA DE B/VENTURA	16.	Muelle de Ecopetrol	3	35.16	6.42	172.92	214.5

TABLA No. 4 CONCENTRACIÓN DE HIDROCARBUROS TOTALES EN SEDIMENTOS REPORTADOS EN DIFERENTES ZONAS DEL MUNDO

AREA DE LOCALIZACION	INTERVALO ( ) (Ug/g)	REFERENCIA
Bahía de Cartagena, Colombia	23 - 886	Garay, 1986
Costa Caribe Colombiana	0,5 - 61,1	Garay, 1988
Costa Mediterránea	0,4- 1,6	Albaiges, 1983
California Bight	45 - 730	Venka Tessian, 1980
Costa Francesa	0.6-1,2	HD y Saliot, 1982
New York Bight	2-1200	Farrington y Tripp/77
Golfo de Mexico	42-232	Gearing, 1976
Río Coatzacoalcos, Mexico	89 - 2623	Botello, 1985
Puerto de New York, USA	1 - 2900	Parker, 1974
Orman, Arabia Saudita	42 - 835	Burns et al, 1982
Concepción, Chile	0,14 - 5,34	CPPS, 1987
Golfo de Guayaquil, Ecuador	0, 2-4	CPPS, 1987
Ensenada de Tumaco, Colombia	4, 8-86,1	Presente Trabajo
Bahía de Buenaventura, Colombia	6, 7 - 225,6	Presente Trabajo
Isla Gorgona, Colombia	1, 9-6,1	Presente Trabajo

## BIBLIOGRAFÍA

- \* ALBAIGES, J y A. CUBERES, 1975. *Control de la Contaminación Marina por Hidrocarburos y su aplicación al Litoral Mediterráneo Español*. Barcelona, PP. 937-952.
- BOTELLO, A, S. Villanyeva, Mendelwicz 1978-1984. *Programa de Vigilancia de los Hidrocarburos Fáciles en los Sedimentos del Golfo de México y Caribe Mexicano*.
- \* BRUHN, C, DUKE, V., LECAROS, O, MARRUGO, A, SONNENHOLZNER, S. Informe del Curso Regional CPPS/PNUMA/COI *Técnicas Analíticas para la determinación de Hidrocarburos de Petróleo en Organismos y Sedimentos Marinos en el Pacífico Sudeste*. 1987. PP 23.
- BURNS et. al. 1982. *Survey of Tar, Hydrocarbons and Metal Pollution in the Coastal Waters of Oman*. Mar. Bull. 13: 240-247.
- CCCP, 1986. *Estudio Preliminar de la Contaminación por Hidrocarburos del petróleo en el Litoral Pacífico Colombiano* Tumaco, 1986.
- COI. *Intercalibration exercise for petroleum hydrocarbons in biota and sediments*. Barcelona 1986.
- CPPS/UNESCO/COI. Manual y Guía. *Determinación de los Hidrocarburos del Petróleo en los Sedimentos*. Noruega 1982.
- Departamento Nacional de Planeación. 1983. *Plan de Desarrollo Integral para la Costa Pacífica PLADEL/COP*. Cali 391. p.
- \* ESCOBAR J. 1987. Investigación y Vigilancia de la Contaminación Marina por Hidrocarburos del Petróleo en el Pacífico Sudeste, dentro del Marco del Plan de Acción para la Protección del medio Marino y áreas Costeras, CPPS.
- FARRINGTON Y QUIN 1973. *Petroleum Hydrocarbons in Narragansett Bay: Survey of Hydrocarbons in Sediments and Clams*.
- K GARAY, J. Vigilancia de la Contaminación por Petróleo en el Caribe Colombiano, 1985.
- HIMAT. Pronóstico de pleamares y bajamares en la Costa Pacífica Colombiana. Bogotá, 1987-88.
- IOCARIBE. Manual de Caripol para la Vigilancia de la Contaminación por Petróleo. Miami 1980.
- MARRUGO, A. Programa de Investigación, Vigilancia y Control de la Contaminación Marina por Hidrocarburos de Petróleo en el Pacífico Sudeste. Fase I. (COMPACSE) 1987.
- PARKER, P. L. 1974. *Effects of Pollutants on Marine Organisms* NSF/IDOE. Workshop on effects of pollutants on Marine Organisms. Sidney British Columbia, Canadá. August 11 - 14, 46 p.
- \* PAUL, D. BOCHM - *Petroleum in the marine environment physical/chemical methods*. 1981.
- PNUMA, CPPS. *Métodos de Referencia para Estudios de contaminación Marina, Plan de Acción del Pacífico Sudeste*. Quito. 1984.
- \* WIR TKI STEVENSON. Modelo de la Circulación Superficial para el área del Pacífico Colombiano, 1970.