

DISTRIBUCION DE HIDROCARBUROS EN LA BAHIA DE POZUELOS Y AREAS ADYACENTES, ESTADO ANZOATEGUI, VENEZUELA

GILBERTO CEDEÑO F.

Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela

RESUMEN: En la zona costera del Estado Anzoátegui, desde playa Maurica hasta la Bahía de Pertigalete, se observaron películas oleosas y ocasionales residuos de petróleo en estado de degradación y desechos sólidos depositados en la franja litoral. Los hidrocarburos alifáticos presentes en los desechos fueron determinados por espectroscopia infrarroja y cromatografía de gas líquido. Las mayores concentraciones se localizaron a la salida del río Neverí (50 - 90 µg/l), y en la descarga de los efluentes de las refinerías de Corpoven (60 - 80 µg/l). La distribución de los n-alcenos desde n-C₁₇ a n-C₃₂, magnitud de incremento de línea base de los cromatogramas y los compuestos orgánicos no resueltos, indicó el carácter antropogénico de los hidrocarburos los cuales se distribuyeron ampliamente por toda la Bahía de Pozuelos y sus áreas adyacentes.

ABSTRACT: In the coastal area of Anzoátegui State, from Maurica beach to Pertigalete Bay, a surface film of greasy material, occasional residues of biodegradable petroleum and tar balls on the beach were observed. The aliphatic hydrocarbons produced by this waste were determined by infrared and gas liquid chromatographic techniques. The greatest concentrations were found in the mouth of the Neverí river (50 - 90 µg/l), and near the effluent of Corpoven refinery (60-80 µg/l). The distribution of the n-alkanes from n-C₁₇ to n-C₃₂, the increase of the base line of the chromatograms and the non-resolved organic compounds indicated the petrogenic origin of the hydrocarbons, which were found all over the surface of Pozuelos Bay and adjacent areas.

INTRODUCCION

En la región Noreste del Estado Anzoátegui existe un auge poblacional e industrial que genera agentes externos que van a las aguas de la Bahía de Pozuelos y áreas adyacentes, algunos de los cuales no son biodegradables y pueden acumularse en los organismos marinos produciendo efectos tóxicos. Otras sustancias permanecen en las aguas balnearias desmejorando la calidad de las playas. De estas sustancias, el petróleo y sus derivados son los principales contaminantes de la región.

Un análisis de la presencia de hidrocarburos del petróleo en la región Noreste del Estado Anzoátegui indica que hay diversas fuentes que podrían contribuir a la contaminación por hidrocarburos petrogénicos en las aguas de la Bahía de Pozuelos y áreas adyacentes. En este sentido existe una intensa actividad en el tráfico marítimo debido

a la navegación de ferries, barcos, tanqueros y lanchas de diversos tipos, que vierten aceites lubricantes al mar. Por los muelles de Corpoven se embarca un promedio de 335.000 barriles de petróleo y sus derivados, que representan un peligro potencial, aun cuando los riesgos de derrames por accidentes operacionales tienden a ser minimizados por medidas de seguridad.

Los desechos cloacales municipales, aguas de escorrentía y las emisiones atmosféricas de vehículos automotores y de las refinerías, también son una fuente contaminante permanente.

Las refinerías de Corpoven contribuyen enormemente a la presencia de hidrocarburos de origen petrogénico en la Bahía de Pozuelos. Mientras que el río Neverí, en su largo recorrido, arrastra gran cantidad de aguas de desechos de poblaciones situadas a sus márgenes.

Como producto de la actividad industrial se han observado cinturones de petróleo en proceso de degradación, causados posiblemente por derrames involuntarios. También se ha notado en las aguas superficiales manchas de grasas y aceites lubricantes en gran extensión, especialmente en la zona costera.

Como producto de esas actividades que afectan las aguas de la Bahía de Pozuelos, el papel de los hidrocarburos en el medio marino es de gran interés no sólo por las implicaciones ecológicas, sino también por el desmejoramiento de la calidad de agua. Por esta razón, se ha creído importante realizar un estudio en aguas de la Bahía de Pozuelos y áreas adyacentes con el objeto de evaluar el estado de contaminación por hidrocarburos de origen petrogénico, tomando en consideración la existencia de la amplia actividad petrolera en la zona.

AREA DE ESTUDIO

El área de estudio abarca la zona costera del Estado Anzoátegui, desde la Bahía de Pertigalete hasta la desembocadura del río Neverí (Fig. 1), e incluye las bahías de Pertigalete, Guanta y Bergantín. Estas áreas fueron descritas por OKUDA (1981).

Las bahías de Guanta y Pertigalete tienen una gran importancia por ser puertos para la entrada de grandes cargueros; son áreas someras y de circulación restringida.

La Bahía de Bergantín es una zona semicerrada donde se localizan los muelles de Corpoven para la carga y transporte de petróleo y sus derivados. Este muelle es uno de los mayores de América Latina para el embarque del petróleo y sus derivados. A la entrada, y en la parte interna

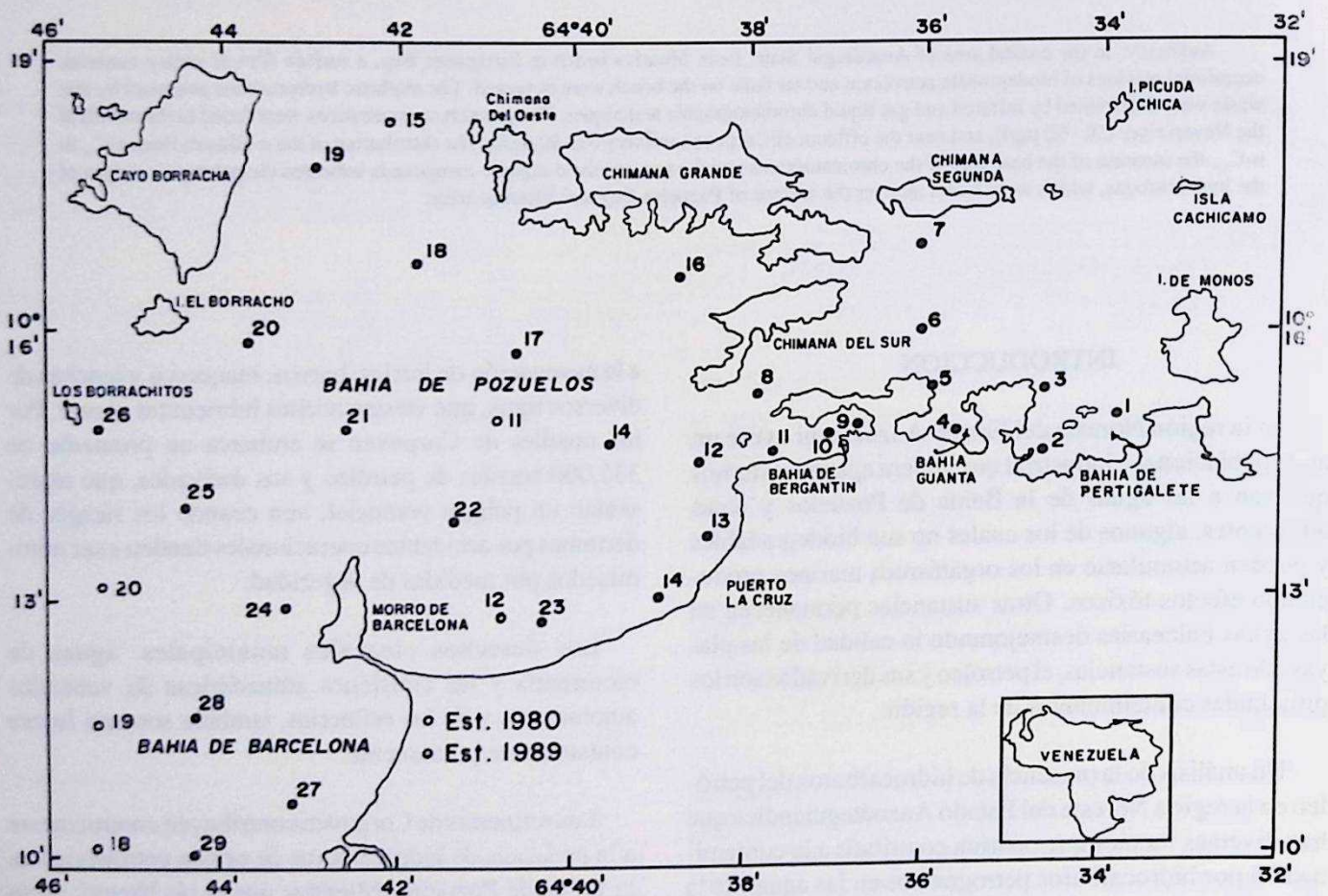


Fig. 1. Distribución de estaciones en la Bahía de Pozuelos y áreas adyacentes.

de la bahía, descargan los efluentes de las dos refinerías de Corpoven.

La Bahía de Pozuelos, situada al Norte del Estado Anzoátegui, está delimitada por un cinturón de islas conformado por Las Chimanas y La Borracha, que forma pasos de comunicación con el Mar Caribe. Al sur se encuentra Puerto La Cruz, ciudad de gran auge industrial y poblacional.

El sentido general de las corrientes y la dirección prevalente del viento en la zona costera propicia la dispersión y transporte de desechos hacia el Oeste de la Bahía de Pozuelos.

METODOLOGIA

Las muestras de agua fueron captadas durante las expediciones realizadas el 3 de Junio de 1980, 24 de Septiembre de 1980 y en Febrero, Mayo y Septiembre de 1989.

Para el análisis cuantitativo de hidrocarburos alifáticos, se tomaron muestras de 2,8 l a 1 m de la superficie del agua con botellas de vidrio y se inactivaron con 2 ml de HCl concentrado. Los hidrocarburos fueron extraídos con dos porciones de 10 ml de tetracloruro de carbono. El tetracloruro fue evaporado en corriente de nitrógeno y en baño de arena a 60°C y el extracto fue separado por cromatografía de capa fina modificada por Cedeño (1979).

Para la cuantificación, la fracción con los hidrocarburos alifáticos totales fue disuelta en tetracloruro y leída en celdas de un cm a 2.930 cm⁻¹, en un espectrofotómetro infrarojo Shimadzu, modelo 400. La concentración fue referida a nonadecano (n-C₁₉).

La separación e identificación de n-alcanos fue realizada en columnas de vidrio de 2 m, empacadas con OV-101 al 3%; en un cromatógrafo Hewlett Packard, modelo 7.800, y en columnas capilares de sílice de 50 m con OV-101 en un cromatógrafo Varian modelo 3.700. Ambos cromatógrafos equipados con detector de ionización a la llama. Las condiciones de trabajo fueron las siguientes: detector: (280°C), Inyector: 270°C, Horno: 100-200°C/min, fase móvil: nitrógeno a 25 ml/min.

RESULTADOS Y DISCUSION

Un análisis visual de la superficie del agua en la Bahía de Pozuelos y sus áreas adyacentes indica acumulación de películas oleosas en la cercanía de los puertos de Los Cocos, Corpoven, Punta Meta y Guanta. La presencia de cinturones de petróleo («tar balls») también han sido observados en las playas de la Bahía de Pozuelos. Estos indicios presuponen una contaminación por hidrocarburos de origen antropogénico.

Aspectos cuantitativos de los hidrocarburos disueltos y/o dispersos en la superficie del agua fueron determinados durante la expedición del 3 de Junio de 1980 (Fig. 2). Altas concentraciones fueron encontradas en la desembocadura del río Neverí (90 µg/l) y en el área de influencia en los efluentes de la refinería Corpoven en Puerto La Cruz (80 µg/l).

En la expedición del 24 de Septiembre de 1980 (Fig. 3) se localizaron varias zonas de alta concentración en áreas cercanas a los efluentes de la refinería de Corpoven, en la desembocadura del río Neverí, al sur de la Isla Borracha, en el paso entre esta isla y la Isla Chimana del Oeste. En general los hidrocarburos estuvieron ampliamente distribuidos en todo el área de estudio y las concentraciones fluctuaron entre 15 y 80 µg/l.

Una comparación del comportamiento de los hidrocarburos para ambas expediciones (Figs. 2 y 3) indica fluctuaciones comunes en el patrón de distribución; en este sentido, las concentraciones más elevadas se situaron en las cercanías de la desembocadura del Río Neverí y en la descarga de los efluentes de la Refinería Corpoven a la entrada de la Bahía de Bergantín.

En la distribución mundial de los hidrocarburos en el mar, el aporte de hidrocarburos por los ríos ocupa un lugar significativo con un 39% del total. Mientras que la introducción de hidrocarburos por efluentes de refinería representa un 3% (NAS 1975). Para el área de estudio, el río Neverí en su recorrido de aproximadamente 150 km, recoge los desechos de la ciudad de Barcelona y de pueblos situados a sus márgenes. Mientras que la Refinería Corpoven vierte los efluentes al mar en una forma continua y sistemática, lo cual produce un efecto crónico en las comunidades bentónicas de la Bahía de Bergantín y Bahía de Pozuelos (LIÑERO, 1990).

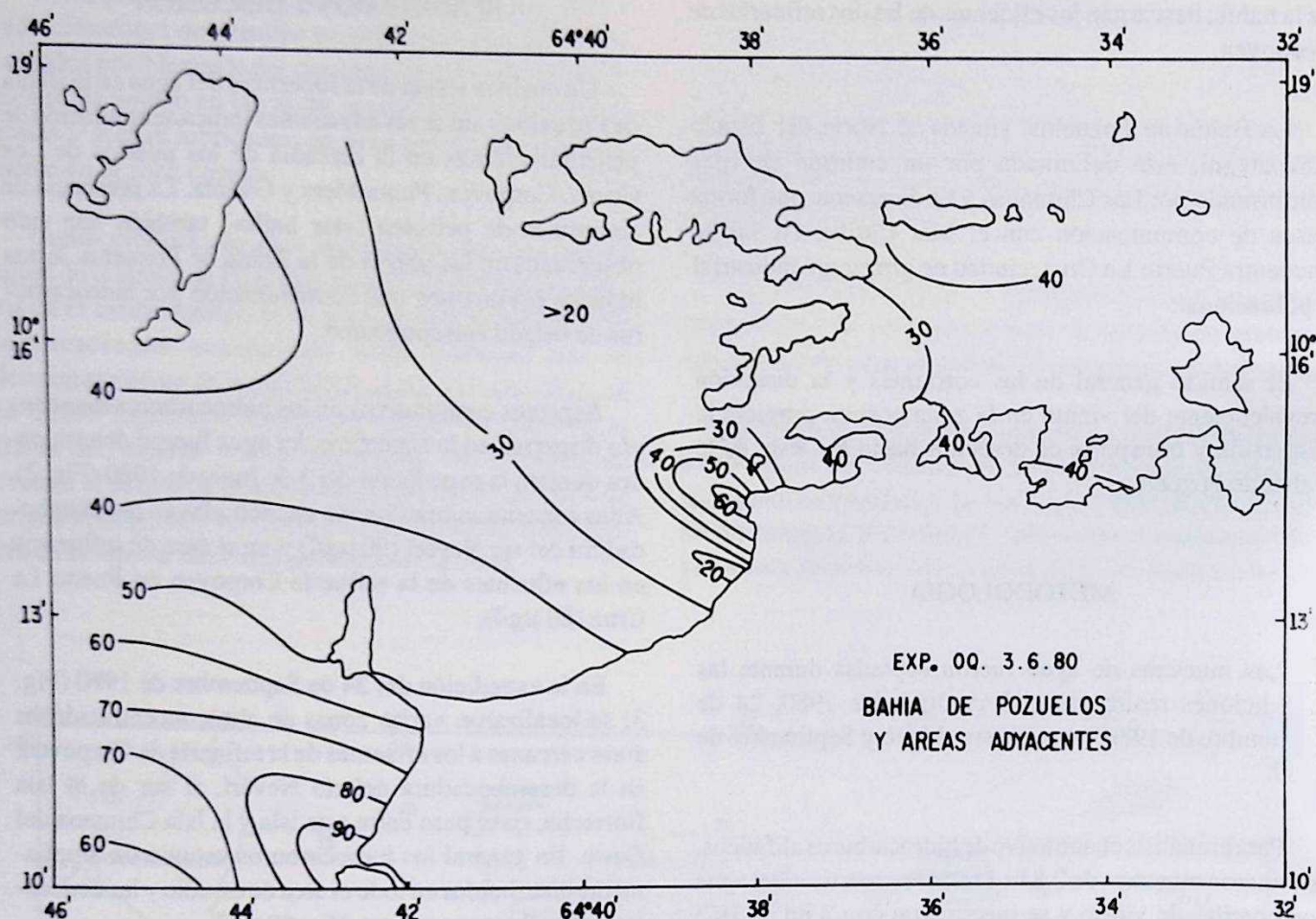


Fig. 2. Distribución horizontal de hidrocarburos ($\mu\text{g/l}$) en la Bahía de Pozuelos y áreas adyacentes durante la expedición 3-6-80.

La presencia de hidrocarburos a la salida de ríos, efluentes de refinerías y puertos, es obvia por el aporte de los productos provenientes del petróleo y sus derivados, por los aceites y grasas de las industrias y por el cambio de los aceites de vehículos automotores. No obstante, en áreas alejadas de la costa, la presencia de hidrocarburos es producida por la dispersión y transporte de la película oleosa superficial, debido a las corrientes y los vientos. En el área de estudio la dirección prevaleciente de los vientos es en el sentido Este-Noreste y las corrientes fluyen hacia el Oeste, transportando hacia otras áreas hidrocarburos desde la zona costera.

En la Bahía de Pozuelos y áreas adyacentes, los hidrocarburos están ampliamente distribuidos y altas concentraciones aparecen en áreas alejadas de la costa. A lo cual contribuye el tráfico marítimo, incluyendo el paso y anclaje de tanqueros, cerca a la isla de La Borracha.

La persistencia de hidrocarburos en estas zonas es un significativo factor en la distribución de los organismos marinos, en la productividad primaria y en la calidad de las playas usadas para propósitos recreacionales.

Los muestreos realizados durante 1989 (Tabla 1), en comparación a los realizados en 1980 (Figs. 2 y 3), indican un incremento en la concentración de hidrocarburos en las aguas superficiales de la Bahía de Pozuelos. En este sentido, altas concentraciones fueron localizadas hacia la parte sur, en las cercanías del Morro de Barcelona y en la desembocadura del río Neverí. Lo que indica que el aumento progresivo de la concentración de hidrocarburos en la zona Noreste del Edo. Anzoátegui se hace cada vez más importante.

Igualmente la persistente distribución de zonas de alta

Tabla 1. Variación de la concentración de hidrocarburos alifáticos en la Bahía de Pozuelos y áreas adyacentes (1989).

Estación	CONCENTRACION ($\mu\text{g/l}$)		
	Febrero	Mayo	Septiembre
11	90	80	45
12	120	111	62
15	110	89	67
18	95	55	39
19	130	140	129
20	85	98	40

concentración de hidrocarburos localizada en la desembocadura del río Neverí, indica una importante fuente de hidrocarburos aportadas al mar.

El análisis de la distribución de n-alcanos por cromatografía de gases permite discernir entre los diferentes orígenes de los hidrocarburos (PHILP & OUNG, 1989).

En este sentido la determinación cualitativa de hidrocarburos de Septiembre de 1980 (Figs. 4, 5, 6) permite distinguir una distribución bimodal con respecto a la mezcla de compuestos no resueltos (UCM); con máximo nivel de $n\text{-C}_{20}$, $n\text{-C}_{21}$ y $n\text{-C}_{29}$ y $n\text{-C}_{30}$. Esta distribución es semejante para toda el área desde la desembocadura del río Neverí hasta la Bahía de Pertigalete e indica un origen común para los hidrocarburos disueltos y/o dispersos, y es independiente de la concentración de los hidrocarburos en el agua.

La distribución bimodal de los hidrocarburos se debe a una contribución de origen petrogénico para la primera distribución, mientras que la segunda distribución es originada por restos de plantas (EGLITON & HAMILTON, 1967). La mezcla de compuestos no resueltos formada por este tipo de distribución bimodal, no indica un decrecimiento por dilución desde el área costera (zona de origen de los hidrocarburos) en dirección costa afuera, sino la existencia de una amplia distribución de los hidrocarburos

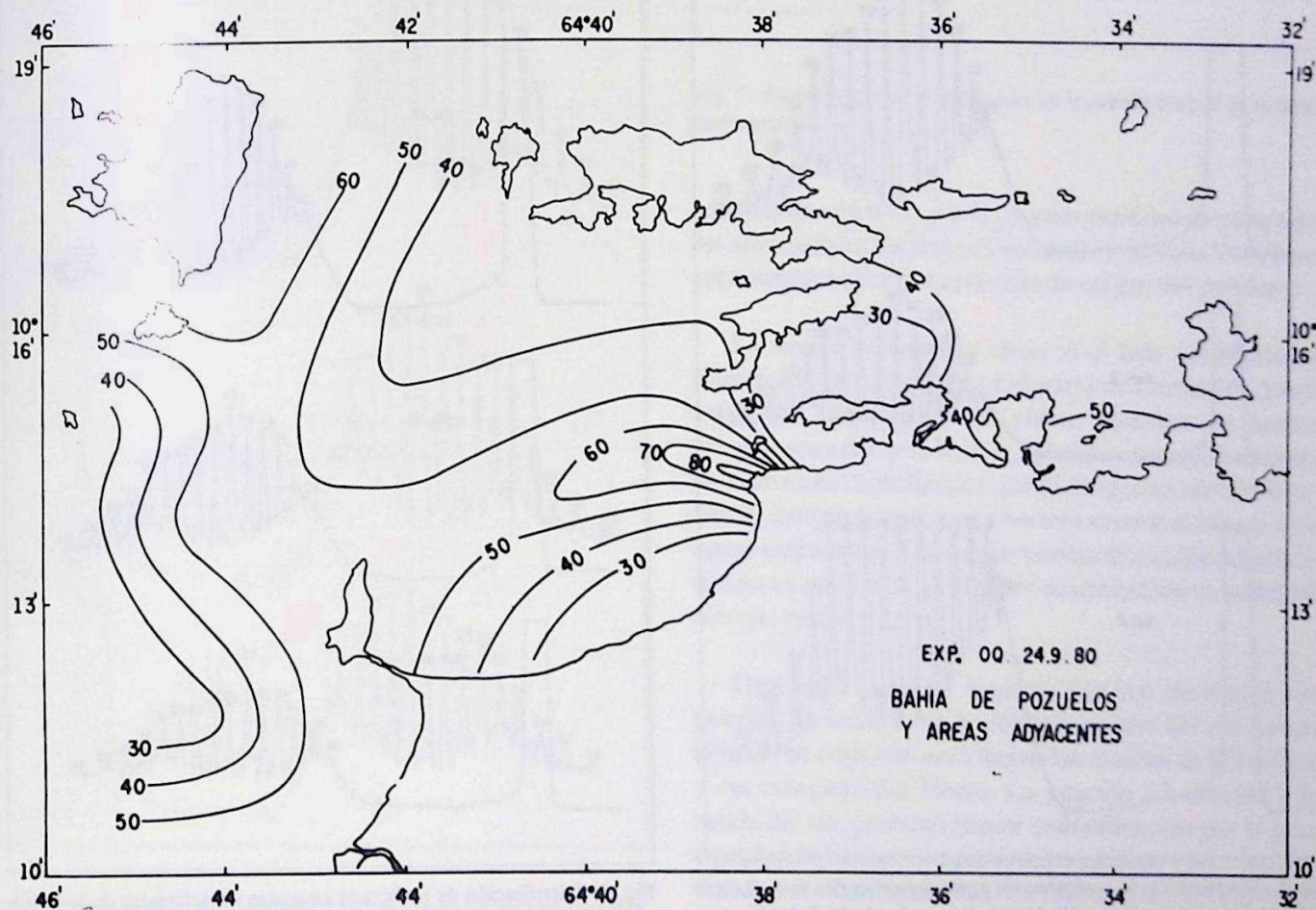


Fig. 3. Distribución horizontal de hidrocarburos ($\mu\text{g/l}$) en la Bahía de Pozuelos y áreas adyacentes durante la expedición 24-9-80.

en la zona estudiada, como fue descrita en la distribución horizontal de los hidrocarburos en la superficie del agua (Figs. 2 y 3).

Sin embargo, en los cromatogramas del presente estudio no existe una clara distribución de los hidrocarburos biogénicos provenientes de las algas marinas las cuales sintetizan hidrocarburos de bajo peso molecular tales como $n\text{-C}_{15}$, $n\text{-C}_{17}$, $n\text{-C}_{19}$ (BLUMER *et.al*, 1971); ni de los

alcanos con átomo de carbono C_{23} , C_{25} , C_{29} , C_{31} de origen terrestre. Los primeros probablemente fueron consumidos por procesos degradativos que tienden a eliminar compuestos de bajo peso molecular.

El aporte terrestre de los n -alcanos en las muestras analizadas referidos a $n\text{-C}_{23}$, $n\text{-C}_{25}$, $n\text{-C}_{27}$ y $n\text{-C}_{29}$ no está bien definido debido a que no se observan diferencias entre los hidrocarburos derivados del petróleo donde la relación de átomo de carbono impares es igual a la unidad.

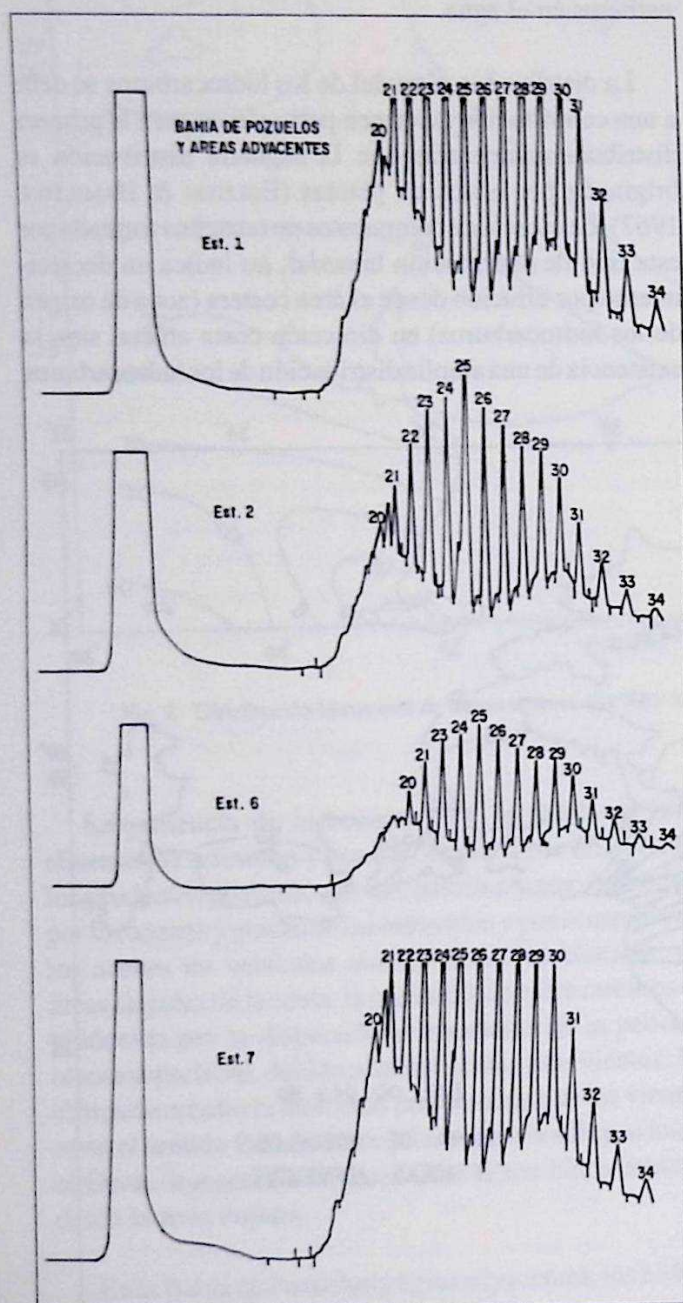


Fig. 4. Distribución de n -alcanos en aguas superficiales de la Bahía de Pozuelos y áreas adyacentes durante la expedición 24-9-80 (Sector Bahía de Bergantín-Isla Chimanas).

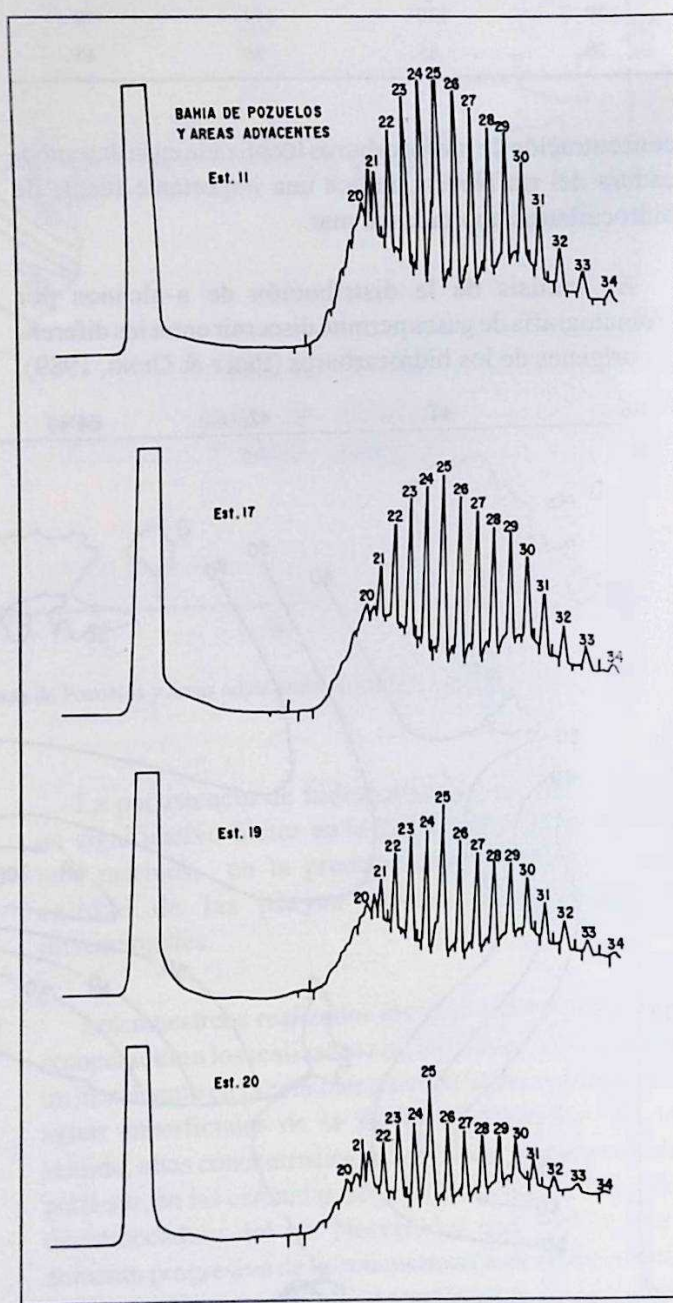


Fig. 5. Distribución de n -alcanos en aguas superficiales de la Bahía de Pozuelos y áreas adyacentes durante la expedición 24-9-80 (Sector Bahía de Pozuelos).

El análisis reciente de hidrocarburos (Exp. de 1989) en muestras de agua de la Bahía de Pozuelos y de la zona de influencia del Río Neverí indica una distribución diferente para los hidrocarburos tipo n-alcenos. Probablemente sean derivados de gasoil que contienen alcanos en un rango mayor de C_{18} . En la Bahía de Pozuelos (Fig. 7), en un transecto desde el Morro de Barcelona hasta la Chimana Oeste, los n-alcenos mostraron una distribución unimodal

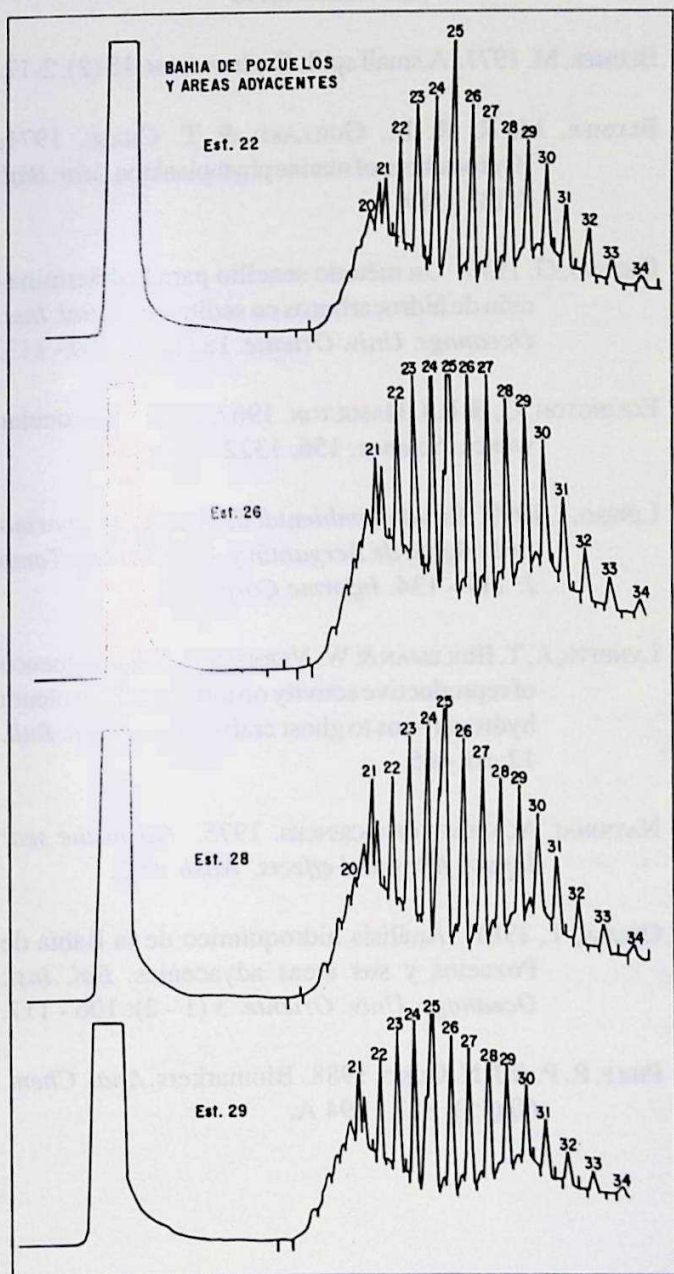


Fig. 6. Distribución de n-alcenos en aguas superficiales de la Bahía de Pozuelos y áreas adyacentes durante la expedición 24-9-80 (Sector Bahía de Pozuelos-Bahía de Barcelona).

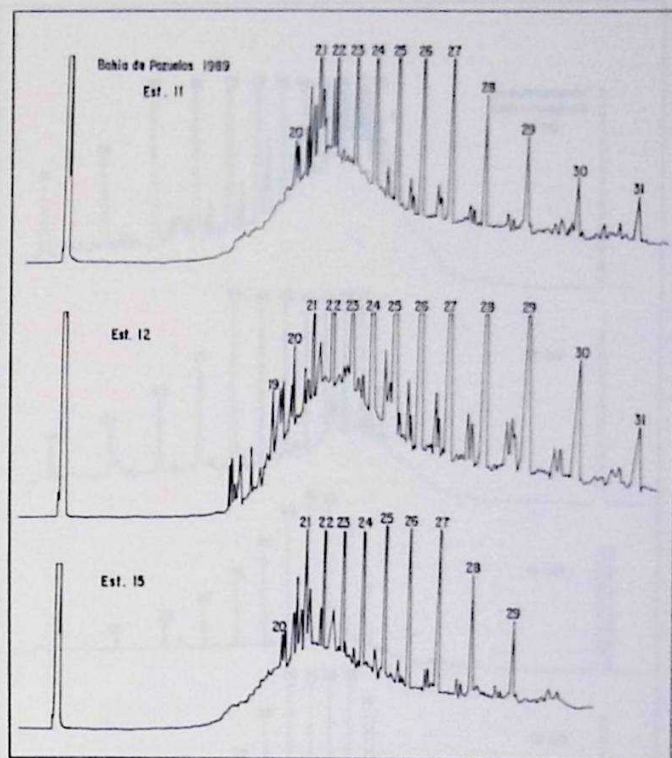


Fig. 7. Distribución de n-alcenos en un transecto central de la Bahía de Pozuelos.

con máximo en $n-C_{21}$ y $n-C_{22}$ y gran cantidad de compuestos adyacentes a los alcanos normales y elevada línea base, característica de hidrocarburos de origen del petróleo.

La mayor cantidad se observó al Este del Morro de Barcelona, cercana al área balnearia de Lecherías, donde es común observar en las playas manchas de aceites provenientes del área Este de la bahía y transportadas por las corrientes superficiales que se dirigen en sentido Este-Oeste. Esta área tiene como barrera natural el Morro y las aguas quizás tengan un mayor tiempo de residencia permitiendo en esa forma una mayor acumulación de películas oleosas en ese sector.

Otra zona de gran impacto por los derivados del petróleo se localiza en la desembocadura del río Neverí (Fig. 8) en cuya cercanía llegan las cloacas de Barcelona y del complejo del Morro. La estación 17, cercana a la salida del río, presentó mayor contaminación por la gran complejidad de sus componentes orgánicos y por cantidad de compuestos no resueltos. Un efecto de la dilución de los hidrocarburos fue observado en áreas más alejadas de la costa en las estaciones 18, 19 y 20.

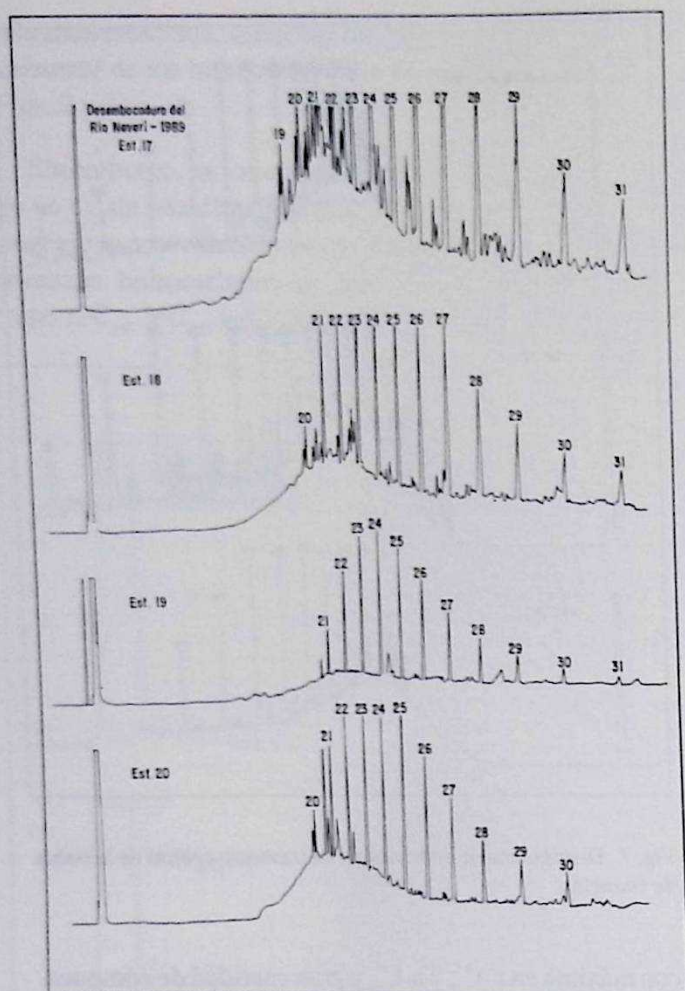


Fig. 8. Distribución de n-alcanos en el área de influencia del Río Neverí..

CONCLUSIONES

Observaciones realizadas desde 1980 hasta 1989 permiten indicar que el deterioro de la franja marino-costera de la Bahía de Pozuelos y sus áreas adyacentes se ha incrementado sensiblemente.

Las principales fuentes de hidrocarburos provienen no sólo de las refinerías de Corpoven, del tráfico marítimo y del sistema cloacal, sino también del agua drenada por el río Neverí, como ha sido notado visualmente y en forma analítica.

Los hidrocarburos vertidos en la franja litoral afectan la zona costera inmediata y se encuentran ampliamente distribuidos en toda la masa de agua como consecuencia del sistema de corrientes superficiales locales. Pudiendo en esa

forma afectar sensiblemente la biota marina de áreas alejadas de la fuente de hidrocarburos.

La distribución de n-alcanos desde C_{20} a C_{34} , la presencia de UCM, así como de «tar balls» en playas, indican que la fuente de hidrocarburos es de origen antropogénico, derivados del petróleo.

REFERENCIAS

- BLUMER, M. 1971. A small spill. *Environment*. 13 (2): 11-12.
- BLUMER, M. R. R. L., GUILLARD & T. CHASE. 1971. Hydrocarbons of marine phytoplankton. *Mar. Biol.* 8: 183 - 189.
- CEDAÑO, G. 1979. Un método sencillo para la determinación de hidrocarburos en sedimentos. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*. 18 (1 - 2): 109 - 113.
- EGLINGTON, G. & R.J. HAMILTON. 1967. Leaf epicuticular waxes. *Science*. 156, 1322 - 1335.
- LIÑERO, I. 1990. Estudio ambiental de ecosistema marino de la Bahía de Bergantín y Área de Manejo. Tomo I: 117 - 134. Informe Corpoven.
- L'YNETTE, J., T. BIDDLEMAN & W. VERNBERG. 1978. Influence of reproductive activity on toxicity of petroleum hydrocarbons to ghost crabs. *Mar. Pollut. Bull.* 12: 61 - 65.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1975. *Oil in the sea: Inputs, fates and effects*. Wash. D.C.
- OKUDA, T. 1981. Análisis hidroquímico de la Bahía de Pozuelos y sus áreas adyacentes. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*. 3 (1 - 2): 106 - 117.
- PHILP, R. P. & J. N. OUNG. 1988. Biomarkers. *Anal. Chem.* 60 (15): 887 - 894 A.