

HIDROCARBUROS EN AGUA Y SEDIMENTOS, EN EL ÁREA DE CANALES EXTERIORES Y MORALEDA, XI REGIÓN – CIMAR 8 FIORDOS

Christian Bonert ^a, Luis Pinto ^b y Raúl Estrada ^a

^a Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile

^b Programa MECESUP, Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción

INTRODUCCIÓN

El riesgo de accidentes con vertimiento de petróleo, es siempre mayor en áreas de fiordos y canales, respecto a áreas oceánicas, debido a las dificultades propias para la navegación. Este riesgo se incrementa por la persistencia de los compuestos del petróleo en el medio ambiente acuático, cuyos efectos pueden detectarse desde días hasta años (Blumer y Sass, 1972). Cabe destacar, que la zona de fiordos y canales presentan un extenso borde costero, en muchos casos con escasa profundidad, incrementando la superficie para la impregnación por hidrocarburos.

Esta peculiar característica de los canales y fiordos, se ha manifestado en casos históricos como el B/T “Metula”, el que en agosto de 1974 encalló en el Estrecho de Magallanes, derramando 50.000 toneladas de petróleo liviano crudo, con consecuencias ambientales hasta hoy no bien dilucidadas. De las experiencias adquiridas como consecuencia del accidente, se destacó la necesidad de investigación (Gunnerson y Peter, 1976), con el fin de crear un catastro y caracterización de los hidrocarburos en los diferentes substratos del área. La razón es que si se hubiese contado con registros de niveles base, se podría haber evaluado correctamente el daño ambiental. Recientemente, en mayo de 2001, el B/T “José Fuchs”, tocó fondo al norte de la isla Mitahues, trasladándose posteriormente a fondear en puerto Ballena. Producto del siniestro, derramó combustible durante su trayecto por el canal Moraleda, suceso que ha sido ampliamente difundido por la prensa nacional, en virtud de los daños ecológicos y económicos causados.

Lo anterior obliga a un permanente monitoreo de las características ambientales en todos sus compartimentos (agua, sedimentos y organismos biológicos). Este conocimiento permitirá la identificación de áreas con aptitudes para algunos usos y desventajas para otros. La presencia de hidrocarburos en los canales occidentales a saber, no se han estudiado con suficiente intensidad, como para establecer un nivel base de estos contaminantes, salvo un estudio realizado por el SHOA, en puerto Chacabuco (SHOA, 1999), el cual por su cercanía puede aportar antecedentes de referencia. Por otra parte, se cuenta con el estudio de hidrocarburos dispersos/disueltos en agua e hidrocarburos en sedimentos realizado con ocasión del crucero CIMAR 7 Fiordos (julio y noviembre de 2001). Por tal razón y, dentro del contexto del CIMAR 8 Fiordos, el presente trabajo tiene como objetivo determinar la presencia y concentración de hidrocarburos en agua, e hidrocarburos en sedimentos en el área de los canales occidentales, para incrementar el conocimiento de su distribución y concentración.

METODOLOGÍA

El muestreo de agua se efectuó en dos etapas: la primera se realizó entre el 1 y el 26 de julio de 2002 seleccionándose 8 estaciones de muestreo (Figura 1); la segunda etapa se efectuó entre el 15 y el 28 de noviembre de 2002, optándose por 4 estaciones de muestreo (Figura 1). El muestreo de sedimentos se efectuó en la primera etapa, colectándose muestras en 9 estaciones. En este crucero, se optó por los siguientes canales King, Goñi, Ninualac, Darwin y Pulluche. Además se tomaron muestras en puerto Ballena e isla Mitahues.

El agua para análisis de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP) se recolectó en superficie. El protocolo analítico se realizó en el Laboratorio Oceanográfico del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA).

Las muestras de agua para análisis de HAP, fueron tomadas en superficie con botellas de vidrio color ámbar de 2,5 litros, las cuales fueron tratadas según el procedimiento descrito en el Informe Interno "Ensayo de metodologías para cuantificar contaminantes marinos" (IHA, 1988).

La cuantificación se efectuó en un espectrofotofluorímetro SHIMADZU modelo RF-540, que mide la intensidad de la emisión de los HAP del petróleo a 360 nm, con la excitación fijada en 310 nm y las ranuras del monocromador a 5 nm, según las recomendaciones propuestas por la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (UNESCO, 1984).

Las concentraciones fueron expresadas en microgramos equivalentes de criseno por litro de agua de mar ($\mu\text{g/l}$).

El análisis cualitativo de los hidrocarburos parafínicos se efectuó con el método cromatográfico, recomendado por la COI (2) y adaptado por el SHOA. Dicho protocolo analítico consiste en extraer los hidrocarburos mediante N-hexano, pasando el extracto por un filtro GELMAN de 0,2 μm y por columna SPE de fase reversa Octadecil C_{18} . Los extractos finalmente se inyectan y analizan bajo las siguientes condiciones cromatográficas:

Características del equipo: cromatógrafo Hewlett-Packard 5890 Serie II, provisto de un inyector "con/sin división", una columna capilar de sílice fundida de 25 metros x 0,32 mm, 0,52 μm de fase estacionaria de Poli(5% difenil - 95 % dimetil siloxano) y un detector de captura de ionización a la llama (FID).

Condiciones de temperatura y flujo:

- Temperatura del inyector: 280°C
- Temperatura del detector: 300°C
- Programa de temperatura del horno: inicio 40°C (4 min.), incremento 10°/min., término 270°(15 min.)
- Purga de la válvula: 0,5 min.
- Flujo del gas de hidrógeno: 1,5 ml/min.
- "Make up": 40 ml/min.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La zona de los canales al occidente del canal Moraleda, se caracteriza por ser una conexión con el océano abierto y constituir una importante vía de transporte marítimo. De los cinco canales monitoreados, King, Goñi, Ninualac, Pulluche y Darwin, este último es considerado la mejor vía de tránsito hacia el interior, porque su navegación está exenta de peligros y, ofrece buenos fondeaderos. El constante tráfico de naves por dicha vía, permite inferir un vertimiento crónico mayor que en los restantes canales. No obstante, todos los canales son utilizados para el tráfico de embarcaciones menores. Existen datos en áreas cercanas, lo que permite estimar niveles base en forma indirecta. El crucero CIMAR 7 Fiordos, efectuado durante el año 2001, en fechas similares a este crucero, presentó una concentración notablemente más alta en la primera etapa respecto a la segunda etapa. Dicha diferencia, fue atribuida al derrame ocasionado por el B/T “JOSÉ FUCH”, ocurrido solo 40 días antes del inicio de la primera etapa del crucero. En la segunda etapa, se presentaron valores normales para aguas no contaminadas (valores menor que 1,5 µg/l, SHOA, 1999). En base a estos antecedentes y dado que en los canales se presentan corrientes de 2 a 3 nudos (SHOA, 2001), se infiere que este canal en condiciones normales (sin derrame de petróleo), debería presentar bajas concentraciones de hidrocarburos. Dicha conclusión, se estima que podría extenderse para el caso de los canales al occidente del canal Moraleda.

En las Tablas I y II, se presentan las concentraciones de HAP en agua obtenidas en la etapa I y II respectivamente. Los resultados de la primera etapa, presentan bajas concentraciones de hidrocarburos dispersos/disueltos en agua, incluidos puerto Ballena e isla Mitahues, las cuales presentaron las más altas concentraciones en CIMAR 7 Fiordos. En la segunda etapa, las concentraciones se presentaron más altas respecto al primero, incluso la muestra obtenida en el canal King, sobrepasó el nivel referencial de 1,5 µg/l antes señalado. Cabe destacar, que dicho valor es el nivel máximo para aguas no contaminadas determinado para la mayoría de los estudios de niveles base efectuados por el SHOA. Se estima en consecuencia, que la muestra obtenida en el canal King tiene presencia de hidrocarburos de fuente antropogénica.

Los vertidos del petróleo y sus derivados son alterados por evaporación, por disolución y por ataques químicos y biológicos. Dicho proceso de alteración químico se puede estimar (Ehrhardt y Blumer, 1972), analizando la figura obtenida por cromatografía gaseosa del petróleo en una muestra ambiental. Los alcanos normales o parafínicos presentan un cromatograma caracterizado por una distribución regular de los picos de los compuestos. En la Figura 1, se presentan los cromatogramas superpuestos de las ocho muestras de sedimentos obtenidas durante la 1era. etapa del crucero CIMAR 8 Fiordos, más el blanco. En ella, se aprecia que sólo la muestra obtenida en el estero Duble, canal Darwin, presenta una figura típica de los parafínicos. Visualmente, en el cromatograma se observa que el combustible original ha sufrido el proceso de evaporación de los compuestos volátiles (ausencia de hidrocarburos parafínicos de bajo peso molecular) y debido a la alta presencia de hidrocarburos parafínicos de mayor peso molecular, la biodegradación es escasa.

No obstante, dicho proceso biológico se puede estimar mejor, utilizando una herramienta comparativa. Esta se basa en que los isoprenoides, pristano y fitano, son más

estables que los alcanos normales (parafínicos). Por tal razón, las relaciones n-heptadecano/pristano (C-17/pri), y n-octadecano/fitano (C-18/fit) son utilizadas para medir la degradación microbiana en los alcanos normales. Como valores referenciales, se compararon las razones de la muestra del estero Doble, canal Darwin, con un petróleo derramado desde la Refinería de Petróleo de Concón y de dos estanque de transporte con petróleo IFO 380 (Tabla 3). No se aprecia gran diferencia en la razón C-17/pri entre las diferentes muestras lo cual sugiere escasa biodegradación. Sin embargo, en la razón C-18/fit, se observa una disminución en el valor de las muestras sometidas al medio ambiente respecto a las "no biodegradadas" (ifo380). La razón pri/fit es un índice para distinguir distintos tipos de crudos, lo cual sugiere que el petróleo RPC y el IFO 380 son del mismo tipo de combustible (Blumer y Sass, 1972), no así el petróleo encontrado en la muestra de sedimento en el estero Doble.

CONCLUSIONES

La presencia de Hidrocarburos dispersos/disueltos en una muestra obtenida durante la Segunda Etapa, en el canal King, es una prueba de vertimiento reciente, no obstante, no se puede interpretar como una contaminación crónica.

El análisis por cromatografía de gas de la muestra de sedimento obtenida en el estero Doble, canal Darwin, muestra una pérdida de los hidrocarburos de bajo peso molecular, producto de la evaporación y escasa biodegradación.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Comité Oceanográfico Nacional por sus gestiones para la materialización del Crucero CIMAR 8 Fiordos.

REFERENCIAS

- Blumer M. y J. Sass (1972) Oil pollution: persistence and degradation of spilled fuel oil. Science, 176,1120 1122.
- Ehrhardt M. y M. Blumer (1972) The identification of oil spills by means of gas chromatographic and spectrometric data. Environ. Pollut.,(3), 179 – 194.
- Gunnerson Ch. y G. Peter (1976) El derramamiento petrolífero del METULA. NOAA Special Report. U.S. Government Printing Office, Washington,D.C.
- I.H.A., (1988). Ensayo de metodologías para cuantificar contaminantes marinos. Informe interno.
- SHOA, (1999). Niveles base de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos dispersos/disueltos en agua superficial, en el área de bahía Chacabuco.
- SHOA, (2001). Derrotero de la Costa de Chile, Volumen II, desde Canal Chacao hasta Golfo de Penas, 7ª Edición.

UNESCO, (1984). COI, Manual para la Vigilancia del Aceite y de los Hidrocarburos del Petróleo Disuelto o Disperso en el Agua del Mar y en las Playas. Manuales y Guías N° 13.

Tabla I. Concentración de HAP dispersos/disueltos en agua, CIMAR 8 Fiordos, I Etapa, expresado en µg/l, equivalentes a criseno.

CIMAR 8 Fiordos - 1ª Etapa		
Área	Estación	µg/l
Pto Ballena	-----	0,3
I. Benjamín, Canal King	51	0,3
I. James, Canal Goñi	56	0,4
I. Kent, Canal Ninualac	62	0,3
Estero Dublé Norte, Canal Darwin	65	0,3
Canal Darwin	67	0,1
Canal Pulluche	74	0,2
Islas Mitahues	-----	0,3

Tabla II. Concentración de HAP dispersos/disueltos en agua, CIMAR 8 Fiordos, II Etapa, expresado en µg/l, equivalentes a criseno.

CIMAR 8 Fiordos – 2ª Etapa		
Área	Estación	µg/l
Pto. Ballena	-----	0,1
Canal King	52	2,9
Estero Dublé Norte, Canal Darwin	66	1,2
Estero Goñi, Canal Pulluche	76	0,9

Tabla III. Relaciones C17/pristano, C18/fitano y pristano/fitano, de la muestra del estero Doble, en canal Darwin, de un derrame de la Refinería de Petróleo de Concón y de dos estanques de transporte de petróleo IFO 380.

	Estero Dublé Canal Darwin	Petróleo RPC	IFO 380 Estanque 1	IFO 380 Estanque 6
C-17/pri	1,6	1,5	1,8	1,7
C-18/pri	1,8	1,6	2,4	2,3
pri/fit		1,1	1,1	1,1

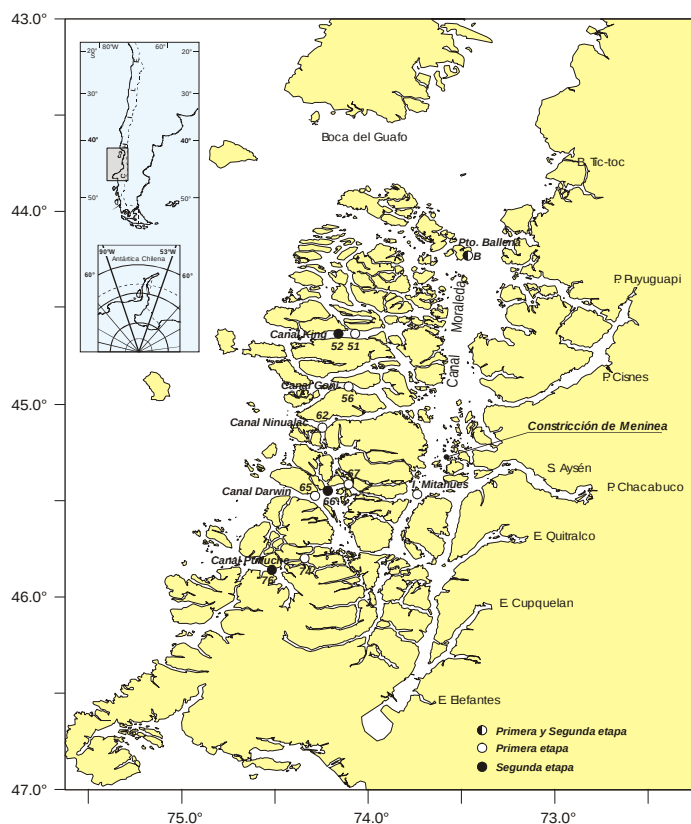


Figura 1.- Estaciones de muestreo de agua (I y II etapa) y sedimento (I etapa).

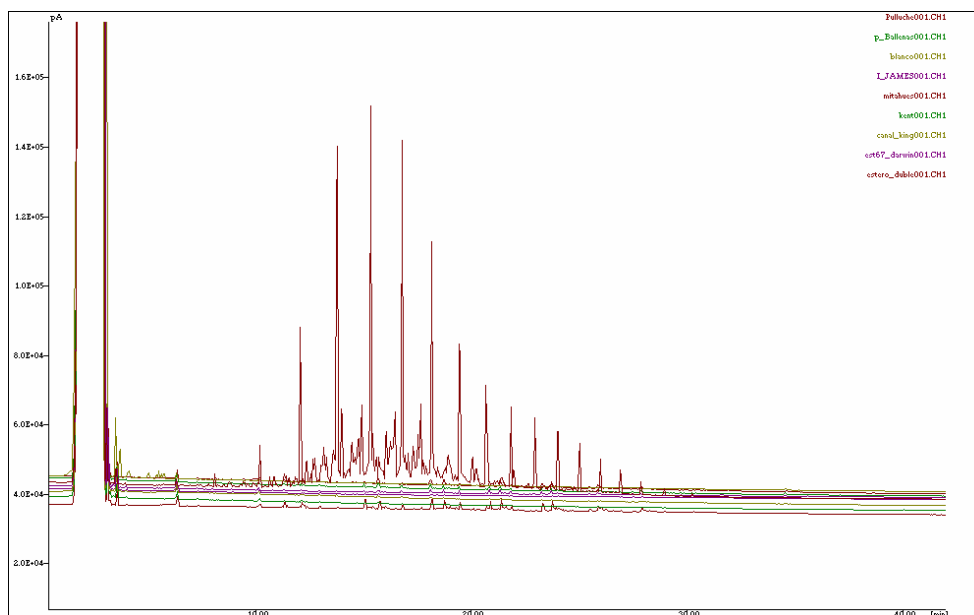


Figura 2.- Cromatogramas gaseosos superpuestos de las ocho muestras de sedimentos obtenidas durante la 1ª etapa de CIMAR 8 Fiordos, más el blanco.