

CONTAMINACION CON RESIDUOS DE HIDROCARBUROS EN PUERTOS PATAGONICOS

Esteves J.L. ⁽¹⁾⁽²⁾, Commendatore M.G. ⁽¹⁾, Nievas M.L. ⁽¹⁾

(1) Centro Nacional Patagónico (CONICET), Bv. Brown s/n°, Puerto Madryn, Chubut

(2) Fundación Patagonia Natural, Marcos A. Zar 760, 9120, Puerto Madryn, Chubut

RESUMEN. Estudios realizados en zonas de la costa patagónica evidenciaron la existencia de focos de contaminación en áreas de puertos. Estas áreas constituyen una fuente de hidrocarburos antrópicos que pueden afectar la zona costera y cuya distribución en el ambiente se rige fundamentalmente por corrientes marinas, vientos predominantes, características de los sedimentos y organismos que habitan en el ecosistema. En los estudios se analizaron sedimentos de los puertos de San Antonio Oeste, Puerto Madryn, Caleta Córdova, Comodoro Rivadavia y Ushuaia, entre otros. El valor más elevado de hidrocarburos alifáticos totales se encontró en el Puerto de Rawson (740 µg/g ps). En el resto, los valores se encontraron entre 0,15 y 110 µg/g ps para alifáticos y entre 1,5 y 108 µg/g ps (eq.petróleo) para aromáticos. Algunos niveles fueron similares a los informados por otros autores para zonas contaminadas. Aunque existe legislación que regula los vertidos de estas sustancias, la contaminación está asociada a un control deficiente y al manejo inadecuado en algunas actividades. Un compromiso por parte de las autoridades de aplicación y de los operadores de puertos, requiere de campañas de educación y concientización. Por otra parte, programas de monitoreo permitirían evaluar la evolución de la contaminación en el tiempo y/o los fenómenos de degradación que se producen.

Palabras claves: manejo costero, puertos, educación ambiental, contaminación, hidrocarburos petrogénicos.

INTRODUCCIÓN

Las zonas costeras de todo el mundo sirven como importantes áreas de transbordo para el comercio internacional. Los puertos de América Latina y el Caribe son centros importantes en el flujo de productos que la región importa y exporta. La actividad portuaria se está acelerando. La expansión de los puertos y del tráfico marítimo de mercancías por lo general va acompañada de la intensificación de corredores de transporte en las zonas costeras. Las operaciones portuarias, incluido el dragado de mantenimiento, y la disposición de los residuos del dragado y de los desechos de las embarcaciones, inciden de manera significativa en la calidad ambiental del litoral. El mayor tráfico aumenta los riesgos de derrames accidentales, lo que hace que varios segmentos de la costa de América se consideren en la categoría de alto riesgo (BID, 1998).

Casi el 90% de la población total de las provincias de Chubut, Santa Cruz y Tierra del Fuego, habitan ciudades de la zona costera, mientras que para la provincia de Río Negro, éste es del 13,5% (INDEC, 2001). La población rural es escasa y restringida a algunos valles como los de los ríos Colorado, Negro y Chubut particularmente en sus tramos inferiores. En consecuencia el impacto antrópico es particularmente intenso sobre las áreas marinas adyacentes a las ciudades. La pesca, el tráfico marítimo de hidrocarburos y el transporte naval en general constituyen actividades económicas relevantes sobre el litoral. En cuestiones ambientales, la mayoría de los buques mercantes que aseguran el comercio internacional, cumplen con las regulaciones emanadas de la OMI, Marpol 93/97, etc. al desplazarse por diferentes mares. Similar situación se presenta con el transporte de hidrocarburos que - por la peligrosidad de su carga - requiere del cumplimiento estricto de normas nacionales e internacionales en materia ambiental. Sin embargo en ambos casos han existido incumplimientos de estas normas que han ocasionado perjuicios ambientales sobre los puertos y sus zonas de influencia, de diferente importancia. Con referencia a los buques de cabotaje

y a los buques pesqueros de pequeña o mediana eslora, aunque las exigencias ambientales son similares, el cumplimiento de las mismas dista de ser regular en los distintos puertos.

Los residuos hidrocarburos que se encuentran en las zonas costeras marítimas pueden provenir de fuentes difusas ó puntuales. Sin embargo, existen algunas fuentes que pueden ser identificadas claramente y por lo tanto se pueden maximizar las medidas de precaución para evitar que sean focos de contaminación para el ambiente. Dentro de estas fuentes podemos citar a los efluentes industriales, las operaciones inherentes a la explotación y transporte de petróleo y sus derivados y a la actividad de muelles y puertos. Los puertos en particular son bien conocidos por el aporte de residuos hidrocarburos, mayormente procedentes de combustibles, a las zonas en donde se encuentran ubicados. De acuerdo a las características de los sedimentos, la morfología de la zona, las corrientes marinas, los vientos y los organismos que habitan en su ambiente, estos contaminantes tienen una distribución particular en cada caso.

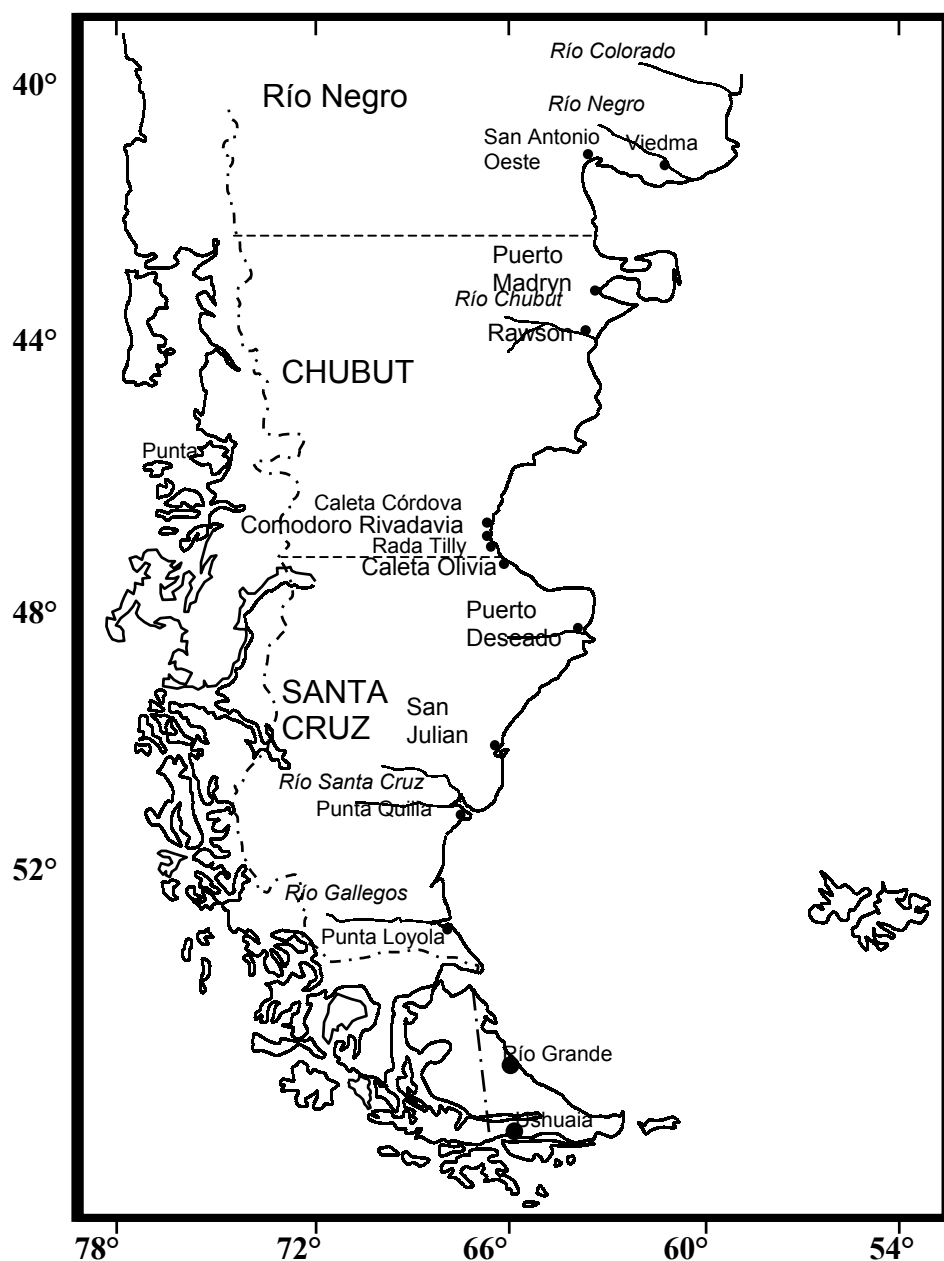
La costa de la Patagonia merece especial atención a los problemas de contaminación en virtud de la importancia de la protección de la biodiversidad y en consecuencia de los recursos turísticos y pesqueros.

El siguiente trabajo, analiza los niveles de hidrocarburos detectados en puertos patagónicos, a través de distintos estudios realizados; compara estos sitios con áreas cercanas y menos contaminadas y sugiere recomendaciones para mitigar los impactos ambientales negativos del uso de hidrocarburos.

DESARROLLO

Area de estudio. El Area de estudio se circunscribió a distintos puertos de la zona patagónica. La figura 1 muestra las localidades muestreadas en diferentes oportunidades.

Análisis de hidrocarburos. Los análisis se realizaron en todos los casos sobre sedimentos intermareales o infralitorales. Para los sedimentos intermareales se tomaron muestras compuestas cubriendo en cada caso una zona de muestreo aproximada de más de 200 metros lineales con unas 10 extracciones en cada zona. Se consideró que cada muestra compuesta representó entonces a la estación en estudio. Para los sedimentos infralitorales también se trabajó con muestras compuestas, obtenidas por buceo autónomo y cubriendo un área considerada representativa de la estación de muestreo. La metodología para el análisis de hidrocarburos, la aplicación de índices de evaluación y parámetros composicionales, así como análisis complementarios, ha sido descripta previamente (Commendatore *et al.*, 2000). Los hidrocarburos aromáticos se midieron por fluorescencia y por CGAR (Cromatografía de Gases de Alta Resolución). Los hidrocarburos alifáticos se midieron por CGAR. Se utilizaron datos correspondientes a zonas de muelles y puertos que han sido muestreados en diferentes oportunidades (Junio 1995, 2001, enero 2001, agosto 2001 y octubre 2001).



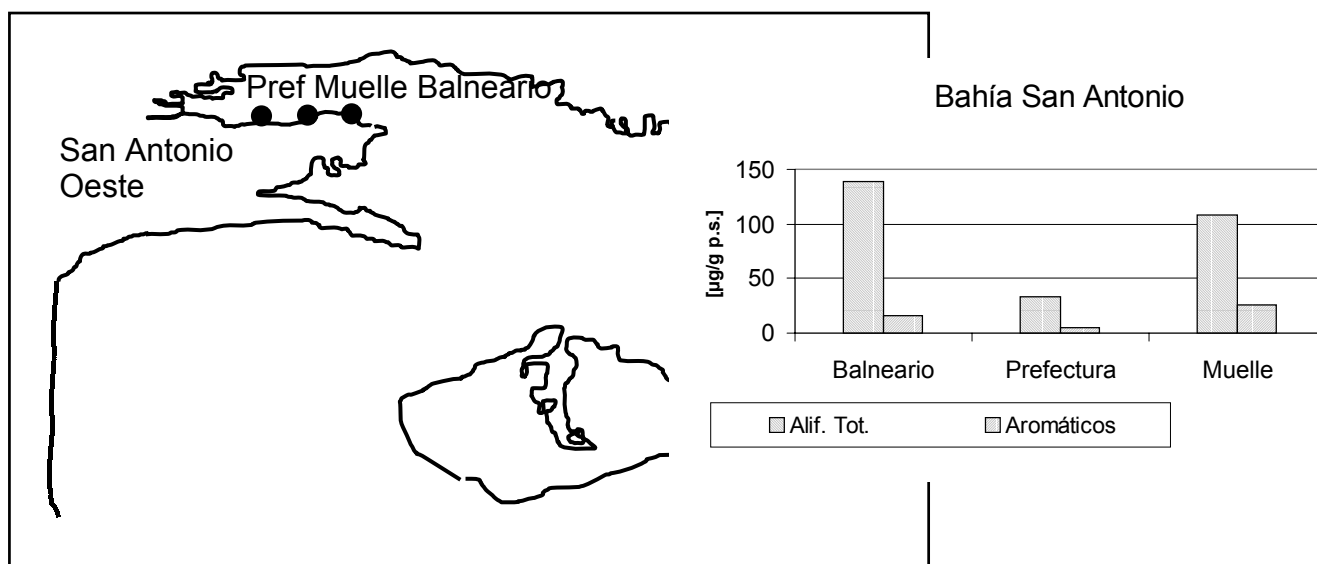
Resultados Generales

Los valores de hidrocarburos alifáticos fueron muy variables entre 0,15 $\mu\text{g/g}$ (Punta Quilla) a 741 $\mu\text{g/g}$ (Rawson), mientras que para hidrocarburos aromáticos totales medidos por fluorescencia estuvieron entre 1,5 $\mu\text{g/g}$ (Puerto Madryn) y 107,8 $\mu\text{g/g}$ (Caleta Córdoba). Los resultados de PAHs (16 prioritarios de la EPA) medidos por cromatografía de gases en los muelles Piedra Buena y Alte. Storni (Puerto Madryn) fueron 2,5 y 7,69 $\mu\text{g/g}$ respectivamente. En general en los sedimentos del intermareal predominó la granulometría gruesa (arenas y grava), mientras que los tomados en el infralitoral presentaron más material fino y un mayor porcentaje de materia orgánica que los anteriores.

Resultados por zonas de estudio. A continuación se describen las diferentes localidades costeras sometidas a estudio.

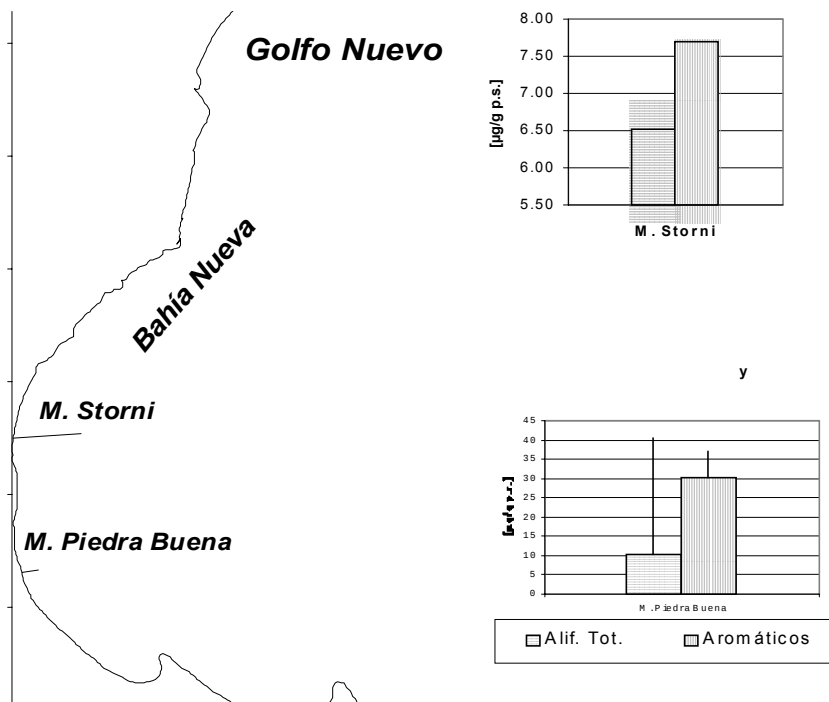
Bahía San Antonio

Las tres estaciones analizadas se encuentran próximas entre sí. Esta Bahía mostró concentraciones elevadas de hidrocarburos alifáticos totales en el Muelle de SAO, pero también en las estaciones aledañas, particularmente en el Balneario (138,9 $\mu\text{g/g}$) (Commendatore *et. al.*, 2000). Los hidrocarburos aromáticos muestran valores entre 5 y 25 $\mu\text{g/g}$, siendo el máximo el observado en el muelle. En este puerto, las actividades relacionadas con el muelle tienen una secuencia relacionada con la marea. Durante la bajamar, las embarcaciones quedan totalmente en seco. En este caso entonces, es posible realizar mantenimiento de las mismas sobre su casco que, cuando flota, queda sumergido. Los sedimentos compuesto por arena y grava muestran este impacto y es posible encontrar residuos típicos de zonas de muelles.



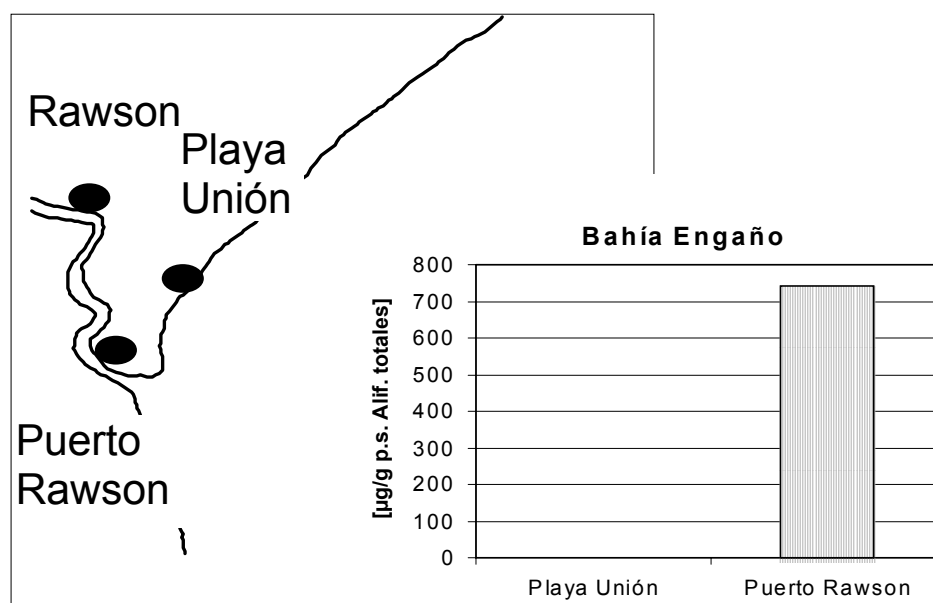
Golfo Nuevo

Sobre la costa Oeste de este golfo (denominada Bahía Nueva), se encuentra la ciudad de Puerto Madryn. Análisis de los 16 hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs) prioritarios para la EPA (Environmental Protection Agency) medidos por cromatografía de gases en sedimentos infralitorales de los muelles Piedra Buena y Alte. Storni (Puerto Madryn) arrojaron valores de PAHs totales de 2,5 y 7,69 $\mu\text{g/g}$ respectivamente (Massara Paletto, 2003). Para las mismas zonas, los hidrocarburos alifáticos totales mostraron valores entre 4,2 y 21,4 $\mu\text{g/g}$ (Commendatore y Esteves, 2002). Estos valores fueron superiores a las concentraciones de hidrocarburos aromáticos y alifáticos observadas en una zona intermareal (cercana al Muelle Storni) en Junio del 1995 de 1,5 y 2,5 $\mu\text{g/g}$ respectivamente (Commendatore *et al.*, 2000).



Bahía Engaño.

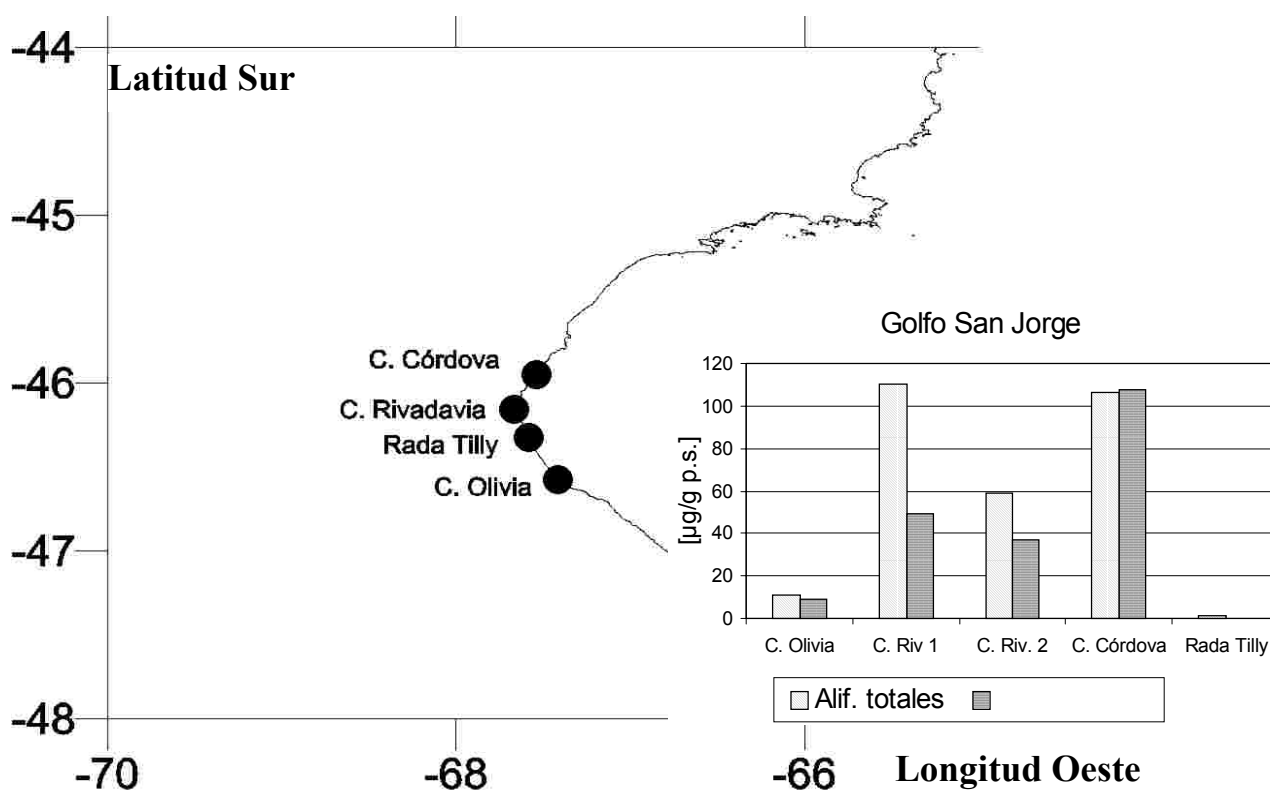
En esta Bahía desemboca el río Chubut, en cuya ribera se encuentra Puerto Rawson. Este Puerto es asiento de una flota pesquera costera (la flota amarilla) con una cantidad estimada de unos 20 buques pesqueros. Actualmente este Puerto ha sido ampliado, así como sus escolleras de ingreso. Los hidrocarburos mostraron el mayor valor observado sobre la costa para zonas de puerto ($741 \mu\text{g/g}$) (Commendatore y Esteves, 2003). Pero cerca de esta estación, frente a la localidad de Playa Unión, las concentraciones de hidrocarburos aromáticos y alifáticos fueron No Detectables (Commendatore *et al.*, 2000). Esta es una indicación de que los impactos en esta zona, aún están confinados a un sector de la costa., cuya magnitud sería necesario conocer.



Golfo San Jorge

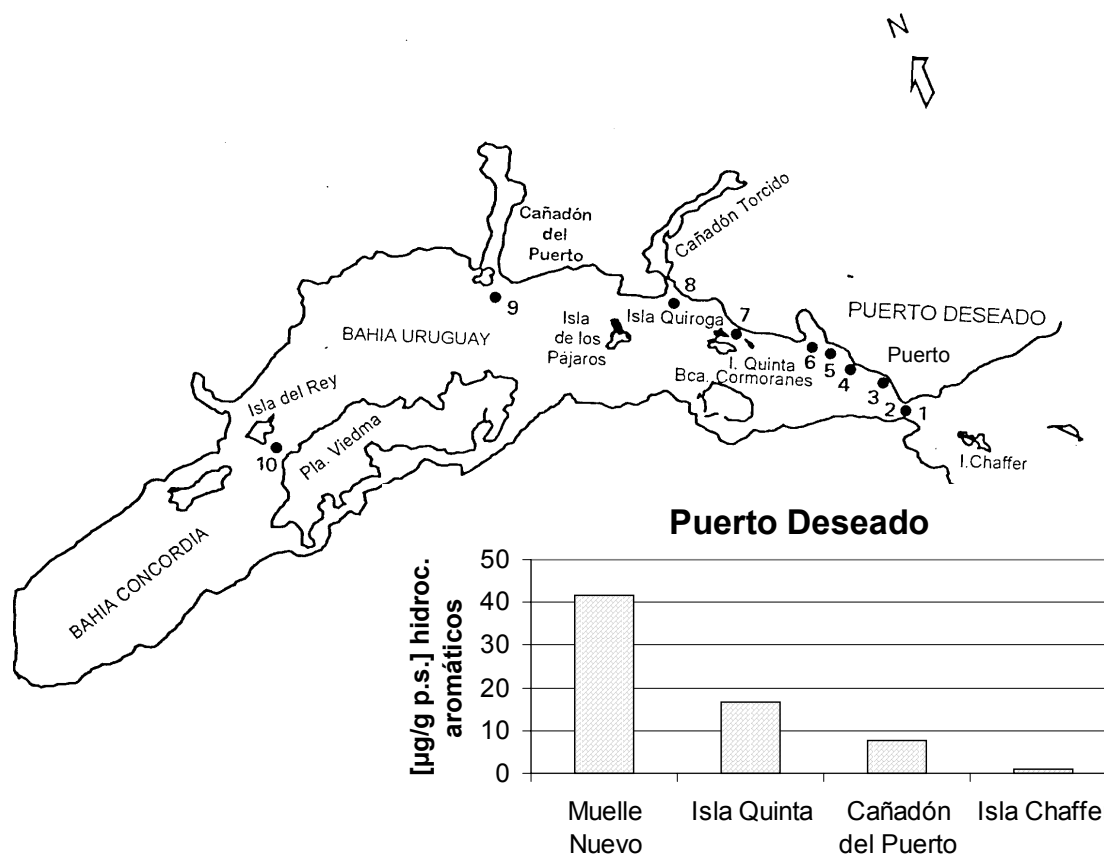
En Caleta Olivia, las concentraciones relativamente bajas de hidrocarburos aromáticos y alifáticos totales, 8,9 y 10,7 $\mu\text{g/g}$, respectivamente (Commendatore *et al.*, 2000), se han asociado a que el muestreo se efectuó en la zona del puerto nuevo cuando este aún estaba en construcción.

Los máximos valores en localidades asociadas a ciudades en este Golfo se encontraron en Comodoro Rivadavia y Caleta Córdova. Los valores medios y su desviación fueron de: $64,63 \pm 30,93$ $\mu\text{g/g}$ para aromáticos totales y de $91,73 \pm 23,26$ $\mu\text{g/g}$ para alifáticos totales. Es decir, los mínimos valores observados han sido mayores que el resto de las estaciones recorridas en la costa patagónica, lo que muestra el perfil crónico de la contaminación por hidrocarburos en esta zona. Sin embargo, en la localidad de Rada Tilly, un balneario ubicado a 15 km al sur de Comodoro Rivadavia, se encontraron valores no detectables de hidrocarburos aromáticos en 1991 (Esteves y Commendatore, 1993) y se mantuvieron bajos (1,3 $\mu\text{g/g}$) en 1995. La concentración de alifáticos totales siguió la misma tendencia con valores de 0,06 $\mu\text{g/g}$. (Commendatore *et al.*, 2000).



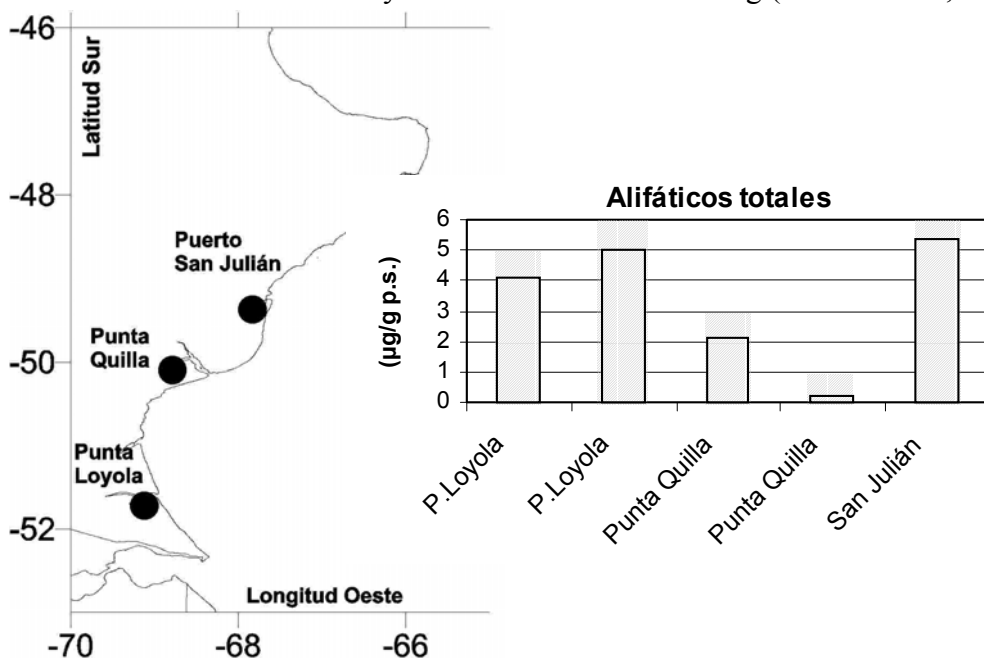
Puerto Deseado.

Las concentraciones más elevadas de hidrocarburos aromáticos se midieron en sedimentos intermareales en la Bahía del Muelle Nuevo (41,6 $\mu\text{g/g}$). Le siguieron en importancia Isla Quinta (16,8 $\mu\text{g/g}$), el Cañadón del Puerto con valores hasta 7,6 $\mu\text{g/g}$ e Isla Chaffer con 1,04 $\mu\text{g/g}$. Los hidrocarburos aromáticos en agua mostraron valores positivos en la zona de influencia de la Ciudad y el Puerto. (Esteves *et al.*, 1997).



Puertos de San Julián, Punta Quilla y Punta Loyola.

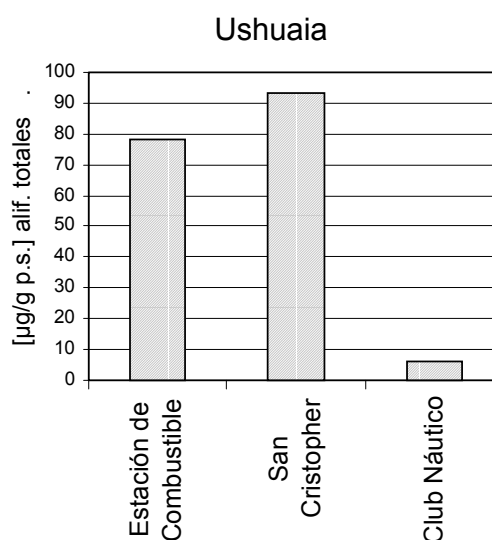
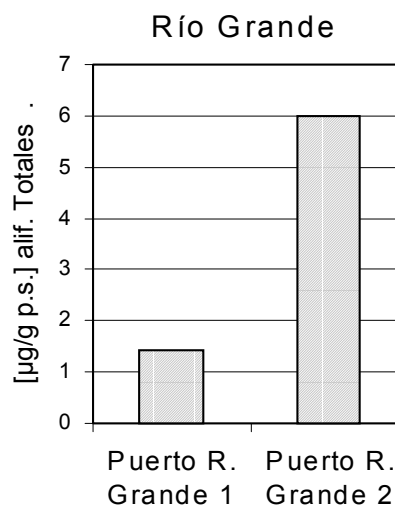
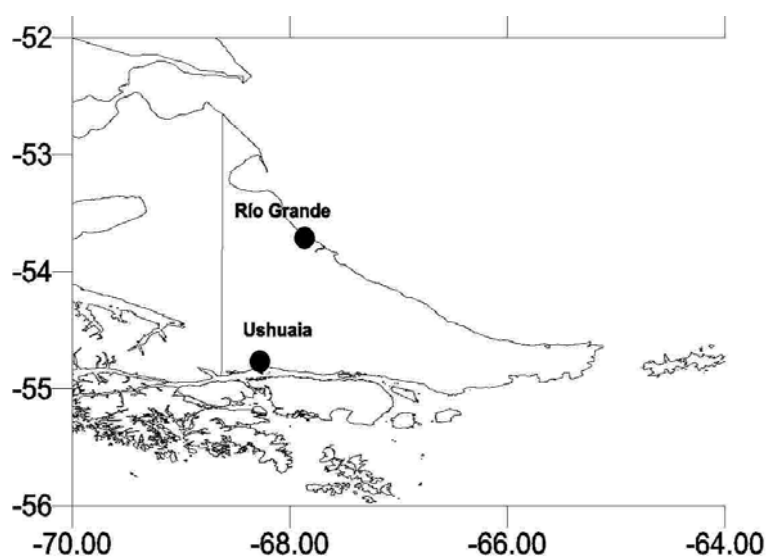
Los valores encontrados en estos puertos han sido bajos (Commendatore et al., 2000). Para San Julián, sin mucha actividad portuaria, se trata de hidrocarburos preponderantemente de origen biogénico. Punta Quilla es un puerto de pesca sobre la desembocadura del río Santa Cruz. Los caudales del río son fuertes y del orden de los $800 \text{ m}^3/\text{seg}$ (Ferrari Bono, 1990) y la amplitud de



mareas del orden de los 11 metros. Los valores fueron bajos y su origen preponderantemente antrópico. Punta Loyola es un muelle de carga de hidrocarburos y de carbón. Las concentraciones absolutas fueron bajas aunque algo más elevadas que en la localidad anterior. Su origen fue igualmente antrópico.

Tierra del Fuego

Los valores observados en esta Provincia mostraron concentraciones relativamente bajas en la ciudad de Río Grande sobre la costa atlántica. De todos modos para la zona del puerto, se observaron concentraciones de hidrocarburos alifáticos totales diferentes en distancias relativamente pequeñas (6 y 1,44 $\mu\text{g/g}$). La zona marítima frente a esta ciudad se caracteriza por ser abierta al Este, muy expuesta a fuertes vientos, con una amplitud de mareas del orden de los 11 metros y corrientes fuertes que permiten una dilución de los contaminantes generados desde la Ciudad. En la ciudad de Ushuaia, la Bahía homónima está protegida de los vientos, presenta amplitud de mareas del orden del metro y sus corrientes son suaves. Bajo estas condiciones, los contaminantes que se generen en el puerto o la ciudad, tenderán a acumularse sobre sus riberas. Las concentraciones de hidrocarburos alifáticos totales observadas variaron desde 93 $\mu\text{g/g}$ frente al San Cristopher, un barco semihundido frente a la ciudad o 78,4 $\mu\text{g/g}$ en el muelle de combustibles hasta valores del orden de 6 $\mu\text{g/g}$ frente al Club Náutico (Commendatore y Esteves, 2001).



CONCLUSIONES

A partir de los resultados mostrados en este trabajo se puede observar una gran variabilidad en las concentraciones de hidrocarburos en los distintos puertos analizados. Algunos presentan valores elevados sin que necesariamente exista actividad petrolera en los mismos. Se han observado igualmente niveles variables de hidrocarburos en diferentes estaciones de la misma zona portuaria. Esta observación puede estar relacionada a contaminaciones incipientes o recientes, con poca perturbación de los sedimentos. Valores bajos (del orden de 10 µg/g) se encontraron en Punta Loyola, Punta Quilla, San Julián y Caleta Olivia. En este último puerto se han observado en otros momentos derrames considerables por rotura de la cañería hacia la boya de carga de crudo o bien por mala praxis por parte de algún buque petrolero. Sin embargo, durante el período de muestreo y en la zona estudiada, las concentraciones bajas se relacionaron con una mínima intervención humana sobre la costa, debido a la contrucción del puerto de Caleta Paula. En áreas portuarias de Puerto Madryn los valores variaron entre bajos y moderados. Los valores mayores correspondieron a sedimentos infralitorales y los menores a los del intermareal; esto podría indicar un transporte dinámico de hidrocarburos a través de la columna de agua desde la superficie. En otros casos como en Comodoro Rivadavia, Caleta Córdova, San Antonio Oeste y Ushuaia, los valores de algunas estaciones fueron elevados. De estos puertos, sólo en Comodoro Rivadavia y Caleta Córdova hay terminales marítimas petroleras. El resto son puertos pesqueros o de tráfico marítimo general. En zonas portuarias como Rawson, se encontraron concentraciones que fueron desde ND hasta 741 µg/g, el valor más elevado hallado en zonas de puertos. Esta concentración se detectó en el puerto donde atracan los buques pesqueros de la flota amarilla, paradójicamente, la flota comercial de menor eslora en nuestro país. El origen de estos compuestos debe buscarse probablemente en las operaciones de mantenimiento de estas embarcaciones, en una mala praxis por parte de algunos operarios, justificado en cierto modo por el hecho de que el caudal del río (30/50 m³/seg), disipa rápidamente los residuos de hidrocarburos. Con excepción de Puerto San Julián, en donde los hidrocarburos predominantes fueron de origen biogénico en el resto se encontró predominio de hidrocarburos de origen petrogénico con contribución biogénica en algunos casos. La gran variabilidad existente en una misma zona, obliga a estudios más exhaustivos para evaluar los impactos de los puertos sobre el entorno marino.

Frente a la situación de contaminación de puertos pesqueros y si esta misma práctica de manejo de los hidrocarburos se aplica en zonas de pesca, queda claro que pueden haber efectos indeseados sobre los huevos y larvas de peces que se desarrollan en esas áreas, afectando la biodiversidad y el mantenimiento de las pesquerías.

Las medidas de prevención resultan desde todo punto de vista, incluyendo el económico, el medio más efectivo a la hora de resguardar los recursos y la biodiversidad de la costa patagónica. Dentro de estas medidas, la educación y la toma de conciencia por parte de las personas involucradas en estas actividades permitiría de una manera sencilla, minimizar el impacto de estas fuentes potenciales sobre el ambiente.

Aunque existe legislación nacional y provincial que regula y limita los vertidos de este tipo de sustancias, se demuestra la contaminación crónica asociada a la falta de un control eficiente en ellos y a la mala praxis en muchas de las actividades referidas al manejo de este tipo de sustancias. La manera de alcanzar un compromiso por parte de las autoridades de aplicación de la legislación así como por parte de los operadores del puerto, requiere de campañas de educación y concientización que deberían ser apoyadas por los productores de hidrocarburos. En el mismo sentido, se deben implementar programas de monitoreo que permitan evaluar la evolución de la contaminación en el tiempo y/o los fenómenos de degradación que se producen.

Recomendaciones

- Realizar monitoreos al menos con frecuencia anual de las zonas portuarias argentinas de manera de conocer la evolución de una contaminación que podemos considerar crónica.
- Generar mecanismos de educación que incluyan prácticas ambientales amigables hacia los usuarios de estos puertos.
- Incrementar los controles por parte de la autoridad de aplicación de toda la operatoria portuaria.
- Difundir las buenas prácticas existentes en el puerto de Madryn con referencia a las actividades de la lancha basurera y extrapolar esta actividad a otros puertos.
- Efectuar estudios exhaustivos en las áreas de puertos que permitan conocer la zona de influencia del impacto que estos producen, a través del análisis de hidrocarburos y la caracterización de los sedimentos.

BIBLIOGRAFIA

- BID, 1998, Estrategia para el manejo de los recursos costeros y marinos en América Latina y el Caribe. Estrategia del Banco. Washington D.C., N° ENV - 128, 41 pp.
- Commendatore M.G., Esteves J.L. y Colombo J.C., 2000. Hydrocarbons in Coastal Sediments of Patagonia, Argentina: Levels and Probable Sources. Marine Pollution Bulletin. 40 (11): 989-998.
- Commendatore M.G. y Esteves J.L., 2001. Hidrocarburos Alifáticos en la zona costera de la Provincia de Tierra del Fuego (Argentina). Datos preliminares. IX Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar. San Andrés, Colombia.
- Commendatore M.G. y Esteves J.L., 2002. Concentración y origen de hidrocarburos en sedimentos de la zona del Muelle Luis Piedra Buena. Puerto Madryn, Chubut. Informe Técnico "Área Oceanografía química y contaminación de aguas". CENPAT-CONICET.
- Commendatore M. y Esteves J.L., 2003. Natural and anthropogenic hydrocarbons in sediments from the Chubut River (Patagonia, Argentina). Enviado a The Sciences of the total Environment.
- Esteves, J.L. and Commendatore, M.G., 1993. Total Aromatic Hydrocarbons in water and sediments in a coastal zone of Patagonia, Argentina. Marine Bulletin Pollution 26: 341-342.
- Esteves J.L., Gil M., Commendatore M., Santinelli N., Sastre V., Solís M., Ocariz H. y González Raies C., 1997. Evaluación de la contaminación urbana de la Ría de Deseado (Prov. De Santa Cruz). Informes Técnicos del Plan de Manejo Integrado de la Zona Costera Patagónica. Fundación Patagonia Natural (Puerto Madryn) N° 36, pp 1-34 y Anexo I pp 1 - 15.
- Ferrari Bono B., 1990: La potencialidad del agua. Recursos hídricos continentales de la Patagonia Argentina. Cienia Hoy, 2(7) 54 - 67.
- INDEC, 2001: Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001. Resultados Generales. <http://www.indec.mecon.gov.ar/censo2001s2/>.
- Massara Paletto, Virginia, 2003. Hidrocarburos en sedimentos y organismos marinos de distinto nivel trófico de la Bahía Nueva. Tesis de Licenciatura. UNPSJB.