

## Los hidrocarburos

del petróleo al ser derramados en tierra o en los sistemas acuáticos, tienen un doble efecto, uno físico y otro químico, dependiendo del lugar del derrame y de la latitud. La permanencia de los derivados de los hidrocarburos en la cobertura vegetal, en la superficie terrestre o en columna del agua es proporcional a la latitud ya que la temperatura juega un papel muy importante en la descomposición, volatilización y ataque bacteriano (ITOPF, 1987).

En zonas terrestres y costeras, el efecto es mucho mayor que en altamar, ya que la relación área/volumen es mucho mayor existiendo por lo tanto mayor concentración de cada uno de sus componentes en la columna de agua. Como las zonas terrestres y costeras son ricas en materia orgánica, a medida que los compuestos ligeros desaparecen, la mancha gana peso, y además de esto, se le acumulan materiales y sustancias orgánicas e inorgánicas provocando la formación del Tar Ball (bolas de alquitrán), elemento

este que produce en el futuro un efecto físico ya que cubre completamente las áreas terrestres afectadas, incluyendo la vegetación, los animales y microorganismos presentes, así como ciertas áreas del bentos tanto en los ríos, arroyos, lagos y quebradas, como en el mar. El efecto de los hidrocarburos sobre la fauna y la flora terrestre o marina se ha estudiado profundamente; por un lado se ha notado que los efectos pueden ser del tipo mutagénico y por el otro, ciertas acumulaciones que se palpan fácilmente en la ingestión de ciertos organismos. El petróleo derramado a causa de voladuras de oleoductos, o los desechos de campos petroleros, pueden contener petróleo crudo, materia suspendida y salmueras. Los desechos de las refinерías suelen contener aceites libres y emulsión, fenoles y compuestos fenólicos, álcalis, ácido, sales, plomo, otros productos químicos, materias en solución y suspensión. La deriva de la superficie, puede cubrir la superficie de las aguas y de las zonas

# CONTAMINACION

DEL

# PETROLEO

## Y SUS EFECTOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE

Por • Químico Jesús Antonio Garay Tinoco, MSc.

marginales formando una película que retarda la interacción natural de las aguas. Los fenoles y otras sustancias químicas causan sabores desagradables tanto en el agua como en los productos marinos; los compuestos orgánicos remueven el oxígeno disuelto en el agua por acción bacteriana (Goldberg, 1979).

### COMPOSICION QUIMICA DEL PETROLEO

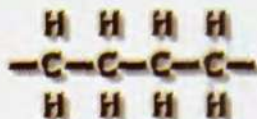
Los petróleos crudos varían en cuanto a composición, pero consisten principalmente de:

- Hidrocarburos : 90 - 98%
- Oxígeno : 2%...(fenoles, ácidos carboxílicos)
- Nitrógeno : 0,5 - 0,8%...(piridinas, quinolinas)
- Azufre : Trazas - 5%...(S, H<sub>2</sub>S, mecaptanos)
- Ni y V : 5 - 40 ppm...(Comp. porfirínicos)
- Fe, Na y Zn : Trazas.

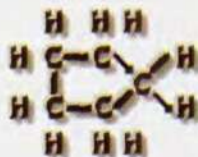
### HIDROCARBUROS DEL PETROLEO

Los hidrocarburos del petróleo se agrupan en cuatro clases:

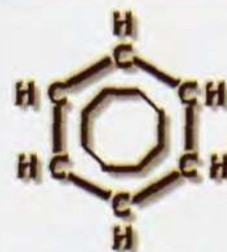
- Parafinas (alcanos): se extienden desde el CH<sub>4</sub> hasta el C<sub>60</sub>H<sub>122</sub> (cera microcristalina). Son compuestos estables y saturados. No tienen sino enlaces simples y pueden formar cadenas rectas o ramificadas.



- Naftenos (cicloparafinas o cicloalcanos): son también saturados, pero formando estructura de anillo. Algunos átomos de H se pueden reemplazar por otros elementos como N, O ó S.



- Aromáticos: son compuestos cíclicos no saturados en cuyo anillo se alternan enlaces dobles y simples.



- Olefinas: son compuestos no cíclicos y contienen uno o más enlaces dobles o triples. Pueden tomar cadenas rectas o ramificadas. No están presentes en el petróleo crudo, pero se forman en uno de los procesos de refinado llamado cracking.

### FUENTES DE LA CONTAMINACION POR PETROLEO EN LA TIERRA, MAR Y ZONAS COSTERAS

La dispersión de los hidrocarburos del petróleo en el sistema oceánico y zonas costeras como resultado de las necesidades energéticas del hombre se manifiesta de muchas molestias visibles: el ensuciamiento y cubrimiento de la cobertura vegetal, los suelos, las playas, el recubrimiento de las aguas superficiales con películas y conglomerados de alquitrán y la presencia de aves muertas y moribundas (Goldberg, 1979). Tanto en tierra,



como en los sistemas acuáticos (aguas continentales y el mar). Existen tres fuentes generales de contaminación por hidrocarburos del petróleo:

- Las sustancias producidas por el hombre y sus actividades antrópicas.
- Los hidrocarburos producidos por las plantas y los organismos marinos, y
- Los hidrocarburos infiltrados de un modo natural por el fondo del mar.

Indudablemente, la principal fuente la origina las actividades del hombre.

#### DESTINOS DE LOS DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN TIERRA, ZONAS COSTERAS Y EL MAR

A pesar de la introducción y derrame de muchos miles de toneladas de hidrocarburos a las áreas continentales, zonas costeras y los mares del mundo, existe poca evidencia de una acumulación de estos residuos en los mismos. Esto es buena indicación de que el ambiente marino es capaz de asimilar el hidrocarburo (Goldberg, 1979).

#### PRODUCTOS REFINADOS DEL PETROLEO

La destilación del petróleo bruto produce gran diversidad de productos refinados que se han clasificado así (promedio):

- Gasolinas (C<sub>5</sub>-C<sub>10</sub>).....30% - Prod. de 1a. destilación
- Kerosene (C<sub>10</sub>-C<sub>12</sub>).....10% - (Ebulen < 200°C)
- Aceites ligeros (C<sub>12</sub>-C<sub>20</sub>)...15% - Prod. de 2a. destilación (Aceites para calefacción, Diesel, ACPM, otros combustibles para turbinas) (Ebulen 185 - 345°C)
- Aceites pesados (C<sub>20</sub>-C<sub>40</sub>)...25% - Prod. de 3a. destilación (Ceras, aceites lubricantes y aceites de partida para cracking) (Ebulen 345°C - 540°C)
- Aceites residuales (> C<sub>40</sub>)...20% - Asfaltos



Cuando un hidrocarburo es derramado en tierra, en la costa o en el mar, sufre una serie de cambios físicos y químicos, algunos de los cuales llevan a su desaparición de la superficie, mientras otros hacen que persista. El período de tiempo depende principalmente de sus características físicas y químicas iniciales, así como de la cantidad que se trate, las condiciones climáticas prevalecientes y del destino final del mismo.

De esta forma, los hidrocarburos se clasifican en:

- Hidrocarburos no – persistentes: desaparecen rápidamente: gasolinas, nafta, kerosene y diesel.

- Hidrocarburos persistentes: se disipan lentamente: crudos y productos refinados pesados. Desde el momento en que un hidrocarburo es derramado en tierra, sistemas acuáticos continentales y el mar, empiezan a actuar procesos físicos, químicos y biológicos que alteran la composición del petróleo, el cual, debido a su inmiscibilidad con el agua, está presente inicialmente en forma de fase separada. Los diferentes procesos que intervienen en la interperización del petróleo son entre otros los siguientes:

- Esparcimiento
- Evaporación
- Dispersión
- Emulsificación
- Disolución
- Oxidación
- Sedimentación
- Biodegradación

#### EFFECTO DE LOS DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN LOS ECOSISTEMAS TERRESTRES, COSTEROS Y MARINOS

Los derrames de hidrocarburos pueden causar un serio impacto económico en las actividades terrestres, costeras y afectar a los que explotan los recursos marinos. En la mayoría de los casos dicho daño es temporal y se debe principalmente a las propiedades físicas del crudo que producen condiciones molestas y peligrosas. El impacto sobre la vida terrestre y marina se agrava por los efectos tóxicos e impregnación como resultado de la composición química del hidrocarburo, así como por la diversidad y variabilidad de los sistemas biológicos y su susceptibilidad a la contaminación.

La magnitud del daño ocasionado por un derrame no siempre refleja la cantidad de hidrocarburo derramado.



Cortesía Ecopetrol

Una pequeña cantidad de hidrocarburos en una área susceptible como una ciénaga, manglar o arrecife de coral puede ocasionar un daño mucho mayor que una gran cantidad en una costa rocosa desolada o cerca de un desierto.

#### IMPACTO DEL HIDROCARBURO SOBRE ACTIVIDADES COSTERAS

- **Actividades recreacionales:** la contaminación de las instalaciones en áreas costeras recreacionales es un aspecto común de muchos derrames de hidrocarburo que causan preocupación en el público e interfiere con las actividades recreacionales tales como la natación, el velerismo, la pesca y el submarinismo. Los propietarios de hoteles y restaurantes, así como otros que dependen del turismo también pueden verse afectados. Debido a su impacto visual, los hidrocarburos persistentes y sus residuos ocasionan la mayor molestia y preocupación, siendo su efecto mayor justo antes o durante la temporada mayor de turismo. La molestia a las áreas costeras y a las actividades recreacionales, como consecuencia de un solo derrame es comparativamente de poca duración y cualquier efecto sobre el turismo requerirá principalmente devolver la confianza al público una vez que se concluya la limpieza.

- **Industria:** las industrias que dependen del agua de mar para sus operaciones normales, pueden ser adversamente afectadas por los derrames de hidrocarburo. Las centrales termoeléctricas en particular, a menudo están ubicadas cerca de la costa para tener acceso a los grandes volúmenes de agua que requieren para propósitos de enfriamiento. Si cantidades substanciales de hidrocarburo son bombeados a través de las tomas de agua, pueden contaminarse los tubos de los condensadores, requiriéndose una disminución del rendimiento o un cierre total de la planta mientras se lleva a cabo la limpieza. Igualmente la operación normal de las plantas desalinizadoras puede ser afectada por el hidrocarburo, ocasionando problemas a los consumidores de esa fuente de agua.

## EFFECTOS BIOLÓGICOS DE LOS HIDROCARBUROS


Los efectos biológicos de los hidrocarburos sobre la vida terrestre y marina pueden considerarse como causados, bien sea por sus propiedades físicas (contaminación física y sofocación) o por los componentes químicos del hidrocarburo (efectos tóxicos e impregnación). La vida terrestre y marina también puede verse afectada por las operaciones de limpieza o indirectamente a través del daño físico a sus hábitats.

Las poblaciones de plantas y animales están sujetas a fluctuaciones naturales considerables en número debido a,

por ejemplo, cambios en las condiciones climáticas e hidrográficas y la disponibilidad de alimentos. De allí, que la composición de especies y la estructura de edades de las diversas poblaciones dentro de un hábitat marino en particular, nunca son constantes sino que se encuentran en un equilibrio dinámico. Por esto es sumamente difícil evaluar los efectos de un derrame de petróleo y distinguir los cambios causados por el hidrocarburo de aquellos que resultan de los cambios naturales.

La capacidad de una población de animales o plantas para recuperarse de un derrame y el tiempo que toma para el reestablecimiento de un equi-

librio normal en el hábitat depende de la gravedad y duración del daño y el potencial de recuperación de las especies individuales. Mientras que puede ser muy posible restablecer las características físicas de un hábitat contaminado por hidrocarburo a las condiciones previas al derrame, es muy limitado el grado de recuperación biológica que puede ser alcanzado. Aunque la limpieza de manglares y pantanos, así como ciénagas y la reforestación es factible en algunas situaciones, se debe tener sumo cuidado en no dañar físicamente el área ya que esto puede ser aún más destructivo a largo plazo que la pérdida de la vegetación. Es casi imposible repone los animales y aunque algunas

A photograph showing a person's hands holding a dead bird over a body of water. The water is dark and has a shimmering, iridescent sheen, likely from an oil spill. The background is a bright, hazy sky, possibly at sunrise or sunset. The overall tone is somber and environmental.

*La magnitud del  
daño ocasionado por un derrame  
no siempre refleja la cantidad  
de hidrocarburo  
derramado.*

especies pueden ser criadas y soltadas o trasladadas a otras áreas no afectadas (por ejemplo, ciertas aves, mamíferos, reptiles y peces) es muy poco probable que tales programas aceleren la recuperación natural de un hábitat complejo (ITOPF, 1987).

Las ciénagas en aguas protegidas en regiones templadas y frías se caracterizan por una vegetación baja y densa sobre pantanos bajos drenados por una red de canales. El insumo orgánico de la ciénaga proporciona la fuente básica de alimento para una rica y diversa fauna de gusanos, caracoles, mejillones y cangrejos que a su vez constituyen alimento para las aves que se congregan en grandes cantidades durante la bajamar, en especial durante ciertas épocas del año.

La vegetación de los pantanos y humedales muestra una mayor susceptibilidad al crudo liviano o productos refinados livianos, mientras que el hidrocarburo curtido por la intemperie causa relativamente poco daño. La contaminación de la porción baja de las plantas y su sistema de raíces puede ser letal, mientras que aún acumulaciones considerables sobre las hojas pueden ser de poca consecuencia, especialmente si no ocurre durante la época de crecimiento. Se deben esperar daños más extensos por contaminación recurrente o si el hidrocarburo penetra a los sedimentos donde puede persistir por varios años. Asimismo, si este alcanza las partes internas de la ciénaga o pantano durante un período de extrema pleamar, el tiempo de permanencia puede prolongarse, afectando las plantas así como las aves que se alimentan y anidan allí.

En las regiones tropicales, los bosques de manglar, están ampliamente distribuidos y reemplazan a las ciénagas en zonas protegidas y en estuarios. Los manglares tienen un complejo sistema de raíces respiratorias por encima de los pantanos orgánicamente ricos pero carentes de oxígeno en los cuales se establecen. El sistema de raíces y sedimento atrapado crea



Cortesía Ecopetrol

un hábitat productivo para peces, camarones, cangrejos, ostras, caracoles, mejillones y otros animales que viven directa o indirectamente de los nutrientes de las hojas que se desprenden de los manglares. Los bosques de manglar también proporcionan alimento y refugio para las etapas juveniles de peces y camarones comercialmente importantes. La pesca en los canales de drenaje y la recolección de moluscos de entre las raíces aéreas son el sustento de comunidades que a menudo habitan en el nivel de subsistencia. El hidrocarburo puede obstruir las aberturas de las raíces respiratorias de los manglares o interferir con el equilibrio de sales del árbol, ocasionando la caída de las hojas y la muerte de los árboles. Los sistemas de raíces

pueden ser dañados por la entrada de hidrocarburo fresco en los refugios cercanos de los animales y el efecto puede persistir por algún tiempo inhibiendo la recolonización de las semillas de manglar. Los efectos a largo plazo sobre la fauna asociada probablemente sean menos severos.

#### BIBLIOGRAFIA

TOPF, 1987. Reacción ante derrames de hidrocarburos en el mar. The International Tanker Owners Pollution Federation LTD. 150 pp.  
GOLDBERG, E.D., 1979. La salud de los océanos. UNESCO. 194 páginas.  
GARAY, J.A., 1987. Contaminación por petróleo en el Caribe colombiano. Bol. Cient. CIOH, No. 12, 1992, Cartagena. Página 18