

EL MTBE Y LOS ACUÍFEROS

JUAN MANUEL LESSER, SUSANA SAVAL
Y LUIS ERNESTO LESSER

A pesar de que el MTBE fue introducido al mercado hace más de 20 años, como un aditivo revolucionario de las gasolinas que ayudó a mejorar de manera importante la calidad del aire, actualmente se tiende a eliminar su uso en Estados Unidos debido a los problemas de contaminación de acuíferos que se han detectado.

Las características del MTBE hacen que se incorpore rápidamente a los acuíferos y que migre prácticamente a la misma velocidad que el agua subterránea (estas características fueron discutidas en un artículo anterior (*Tierra*, diciembre 2001-enero 2002).

En esta ocasión se plantean varias opciones de remediación, así como sus ventajas y desventajas, tomando como base aspectos de toxicidad y normatividad, mismos que servirán como referencia para las acciones que deberán ser tomadas en México en un futuro cercano.

TÉCNICAS DE REMEDIACIÓN

En general, la remediación se refiere a la disminución de la concentración de un contaminante respecto al tiempo, como resultado de la aplicación de procesos físicos, químicos y biológicos. La estabilidad química y el comportamiento del MTBE en agua y suelo, hacen que en general, los métodos de remediación se califiquen como costosos, largos y poco eficientes. A continuación se describen las características de algunos métodos de remediación que se han probado.

EXTRACCIÓN DE VAPORES. La aplicación de este método para casos específicos de contaminación con MTBE es muy limitada, podría ser efectivo únicamente en suelos granulares porosos y con baja humedad, es decir, en la zona vadosa. Lo anterior obedece a que en la zona vadosa el MTBE tiende a mantenerse en estado líquido, o bien, en forma volátil, ocupando el espacio poroso, ya que prácticamente no es adsorbido por el suelo.

ATENUACIÓN NATURAL. La atenuación natural es utilizada en Estados Unidos en sitios contaminados con gasolinas. Incluye los diferentes mecanismos naturales que disminuyen la concentración del contaminante como la dilución por dispersión y biodegradación. La dilución y dispersión se dan muy fácilmente, sin embargo, el MTBE presenta resistencia a la biodegradación natural, por lo que su eficiencia en general se considera reducida. Se han reportado sitios con resultados favorables y desfavorables, dependiendo de si existen o no las condiciones adecuadas para ello.

BIORREMEDIACIÓN. Los procesos bioquímicos incluyen la participación de microorganismos degradadores (biodegradación), sin embargo, se sabe que en general el MTBE es difícilmente degradable, en contraste con el benceno y el tolueno que se biodegradan fácilmente.

A diferencia de los hidrocarburos, la biodegradación del MTBE no depende solamente de la disponibilidad de oxígeno como aceptor de electrones (bioventeo), o de la disponibilidad de sales minerales que favorecen la actividad microbiana (bioestimulación), sino de la especificidad metabólica de los microorganismos involucrados.

Esto significa que las vías metabólicas para la degradación del MTBE por naturaleza son muy complejas y específicas, y las reacciones son muy lentas, a diferencia de aquellas involucradas en la biodegradación de los hidrocarburos.

En este sentido, la adición de microorganismos aclimatados al MTBE (bioaumentación) sería la única opción de biorremediación prometedora, siempre que se asegure una buena actividad degradadora, una proporción adecuada de microorganismos en el subsuelo y un suministro constante y seguro de oxígeno.

Sin embargo, falta por estudiar en el campo varios aspectos que son importantes en virtud de que la gran mayoría de los sitios contaminados con MTBE, también lo están con gasolinas. Algunos de estos aspectos son: 1) la competencia por la sobrevivencia que se daría entre la población microbiana encargada de la biodegradación de MTBE y aquella específica para los hidrocarburos de la gasolina, y 2) la forma en la que se deben proporcionar condiciones óptimas para favorecer la biodegradación en ambos sentidos. Sobre esta base, actualmente se realiza un gran número de investigaciones, principalmente en las universidades estadounidenses.

BARRERAS PERMEABLES DE TRATAMIENTO PASIVO. Consiste en una barrera de productos adsorbentes, o compuestos oxidantes a través de los cuales el agua con



MTBE circula lentamente y a su paso recibe el tratamiento. Su eficiencia varía de baja a media dependiendo de las características del sitio y de los componentes de la barrera. En la actualidad en Estados Unidos se están realizando muchos trabajos que utilizan esta técnica.

BOMBEO Y TRATAMIENTO. Esta técnica se basa en la extracción de agua del subsuelo, contaminada con MTBE, para su tratamiento en superficie mediante aireación o adsorción.

AIREACIÓN. El comportamiento ligeramente "iónico" del MTBE en agua hace difícil su separación de ésta, mediante un simple proceso de aireación por lo tanto es una técnica poco eficiente.

ADSORCIÓN. El carbón activado tiene bajo poder de adsorción del MTBE, además de que requiere de cambios continuos. Actualmente existen en el mercado materiales filtrantes, algunos son productos granulados con diferentes proporciones de carbón activado, zeolitas y arcillas, otros son materiales sintéticos, los cuales han mostrado mayor efectividad en la retención del MTBE en comparación con el carbón activado.

La remediación de suelo y agua subterránea por MTBE, es más compleja que la eliminación de los hidrocarburos. De las técnicas de remediación que hasta ahora han sido probadas, las que han dado mejores resultados son las barreras permeables de tratamiento pasivo y la adsorción en productos desarrollados específicamente para este objetivo. La biorremediación aún requiere más investigación para llevarla a escala de campo.

LÍMITES PERMISIBLES DE MTBE

En 1997, la WSWC (Western States of Water Council) en California emitió como recomendación un límite de concentración máxima de MTBE entre 0.020 y 0.040 mg/l para agua potable, considerando que ésta es una concentración suficientemente baja como para prevenir los efectos nocivos a la salud, así como para reducir el desagradable olor y sabor (Drinking Water Advisory for MTBE, Consumer Acceptability Advice and Health Effects Analysis). Más tarde, en el año 2000, se fijó el límite máximo permisible en 0.013 mg/l el cual aparentemente debe cumplirse de manera obligatoria.

En Estados Unidos, prácticamente cada estado tiene su propia normatividad para el MTBE. De manera general, se observa un intervalo de concentración que va de 0.010 a 0.400 mg/l, sin embargo, se debe hacer notar que algunos estados cuentan con dos límites diferentes, uno estricto y otro más flexible, los cuales se aplican según el uso que se vaya a dar al agua.

TOXICIDAD Y RIESGO A LA SALUD

El efecto más notable que le imprime el MTBE al agua, es el olor y sabor desagradables, aun en muy bajas concentraciones, lo cual provoca que el agua sea rechazada por el consumidor. Ello, indirectamente constituye una medida precautoria en la ingestión de agua por el hombre, ya que al

TEPSA TECNOLOGIA EN EQUIPOS DE PROCESO, S.A. DE C.V.
www.tepsamex.com.mx

WESTECH Equipos para Tratamiento de Agua, LIDERES en EE.UU. para plantas MUNICIPALES e INDUSTRIALES.

Cribas, Clarificadores COP, Flotación por Aire Disuelto (DAF), Clarificadores Contacto de Sólidos, Manejo de Lodos, Reactores Biológicos, Procesos Fisicoquímicos

Clarificador COP 250 LPS, Cadereyta, N.L.

nopon

Difusores de Burbuja Fina, Sistemas de Difusión de Aire, Aireadores Sumergibles OKI.

Difusor Circular NOPOL PIK-300 de 12"



PHOENIX Process Equipment

Sistemas para Deshidratación de Lodos, Filtros Banda, Filtros Prensa.



Filtro Prensa Serie LG

NORTECH

Sistemas Automáticos de Filtración, Plantas Paquete.

Sistemas de Filtros Multimedia: Plantas Paquete Biológicas, Fisicoquímicas, Ósmosis Inversa. Desde 0.50 LPS.



Bateria de Filtros Automáticos NORTECH



Planta Paquete Biológica NORTECH



Ósmosis Inversa NORTECH

Oficina México, D.F.

Tel: (55) 56 52 08 88

E-Mail: l.caballero@tepsamex.com.mx

Planta Monterrey

Tel: (81) 83 61 25 83

E-Mail: j.caballero@tepsamex.com.mx

TECNOLIM

Limpieza y control del agua y fluidos

Ofrece soluciones integrales a problemas ambientales. Representando tecnologías de punta con liderazgo internacional.

- **Dragas de Succión y Cortadoras Para:**
 - Restauración de lagunas y marinas
 - Criadero de Peces • Petroquímicas
 - Plantas de tratamiento • Dragas anfíbias
- **Equipo Para Tratamiento de Agua**
 - Agua potable, desaladoras, agua residual, bacterias
 - Separación de grasas y sólidos
- **Medición e Instrumentación**
 - Aplicaciones para tubería y canales abiertos
 - Electromagnéticos • Ultrasonicos
 - De desplazamiento positivo • Venturi
 - Turbina, presión dif. • Válvulas de control
- **Geosintéticos**
 - Geomembrana • Geotextil
 - Geomalla • Geoestera • Geodrán
 - Polietileno para rehabilitación de tuberías

TECNOLIM, S.A. DE C.V. Av. Ejército Nacional 1112-2, Col. Chapultepec Morales, 11510 México, D.F.
Tel. 5395 2413 Fax 5395 3050 e-mail: hand@supernet.com.mx

ANÁLISIS

En general, el MTBE se puede analizar de acuerdo con los métodos EPA 8020, EPA 8240 y EPA 8260, de manera simultánea a los hidrocarburos monoaromáticos (BTEX). Sin embargo, se ha establecido que sólo existen dos métodos analíticos aprobados por la USEPA para la detección del MTBE en agua, el EPA 502.2 y el EPA 524.2. Un perfil cromatográfico de una muestra de agua subterránea contaminada con gasolina Magna, que fue analizada de acuerdo con el método EPA 8260 (cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas), a los 8 minutos se observó un pico de altura y área muy grandes que corresponde al MTBE, el cual sobrepasó por mucho la respuesta de los picos del benceno, tolueno y los isómeros del xileno. En el mismo cromatograma se observó otro pico que también sobresalió, el cual corresponde al TAME (metil-teramil-éter), otro compuesto oxigenante que generalmente acompaña al MTBE, cuyas características fisicoquímicas son diferentes; su solubilidad en agua es de 2,640 mg/l, es muy poco volátil y hasta la fecha no existen estudios referentes a su toxicidad.



ser rechazada, su consumo y, por lo tanto el riesgo asociado disminuyen.

El MTBE no se incluye dentro de la lista de compuestos can-

cluye en la lista de probables cancerígenos, debido a que en estudios de laboratorio han demostrado que es cancerígeno en ratas. Con base en ello, el MTBE se ha clasificado dentro del grupo C y se ha establecido un límite máximo de 0.013 mg/l para agua potable (California's Department of Health Services, DHS, 1999).

Aunque la gravedad de los daños que el MTBE ocasiona a la salud aún no ha sido precisada, la tendencia ha sido considerarlo como un probable cancerígeno a humanos. Sin embargo, el hecho de que el MTBE le pueda impartir al agua un olor y sabor desagradables, lo hacen fácilmente detectable, y con ello es rechazada por el consumidor, situación que disminuye notablemente el riesgo por ingestión.

cerígenos a humanos, de la USNTP, CP65C o la IARC (US National Toxicology Panel; California Proposition 65 Committee; International Agency for Research on Cancer), pero sí se in-

NORMATIVIDAD ECOLOGICA

LA BASE DE DATOS MAS COMPLETA EN LEGISLACION AMBIENTAL MEXICANA



Todo en un Disco Compacto

Esta base de datos contiene más de 1000 ordenamientos de carácter Federal y de algunas Entidades Federativas: Acuerdos, Decretos, Reglamentos, Leyes, NOM, NTE, Proyectos, etc.

Texto completo y actualizado.

Se consulta mediante un poderoso software para ambiente Windows™, que localiza cualquier asunto instantáneamente.

Solicite información de otras colecciones:

- Energía.
- Salud.
- Seg. e Hig./Laboral.
- Transporte.

Contenido de cada colección disponible. SOLICITELO.

ACTUALIZACION PERMANENTE



NORLEX INTERNACIONAL, S.A. DE C.V.

Edición Electrónica de Leyes©

Miguel Solalinde 114-1
Col. La Merced.

Toluca (50080), Edo. de México.

Tels. (7) 215-1247, 215-3578, 215-7268

norlex@netspace.com.mx; norlex01@prodigy.net.mx

www.norlexinternacional.com

A SU SERVICIO DESDE 1989



Certificado ISO 9001

Equipos de medición, portátiles, de laboratorio y de proceso, para la industria y el control ambiental

El mejor precio y personal capacitado para cualquier consulta técnica, confiabilidad en servicio y entrega.

Electrodos
Medidores de PH
Medidores de Conductividad
Medidores de Temperatura/Humedad
Medidores de Turbidez
Medidores de Cloro
Medidores de Proceso
Bombas Dosificadoras
Medidores de Oxígeno Disuelto
Medidores de Iones Específicos

HANNAPRO, S.A. de C.V.

Heriberto Frías 249, Col. Narvarte, C.P. 03020 México, D.F. Tel. 5639 0494
Fax. 5639 7668 www.hannainst.com e-mail:hannapro@prodigy.net.mx

SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS

En marzo de 2001, la EPA recomendó evitar el uso del MTBE en Estados Unidos, para evitar mayores daños a las reservas acuíferas (California's Department of Health Services, CDHS). Por lo menos en 10 estados se espera que para fines de 2001 se haya eliminado su uso, mientras que en el Washington será hasta 2003 cuando se logre este objetivo.

Lo anterior ha llevado a plantear en Estados Unidos, la sustitución del MTBE por otros oxigenantes, como el etanol o el metanol, aunque en un sentido estricto también ocasionarían daños a la salud, los cuales ya se tienen identificados. La ingestión continua de etanol puede causar alteraciones hepáticas y trastornos mentales, mientras que la exposición crónica a metanol por ingestión o inhalación causa alteraciones hepáticas y al cerebro, así como lesiones visuales y al sistema nervioso central que son irreversibles.

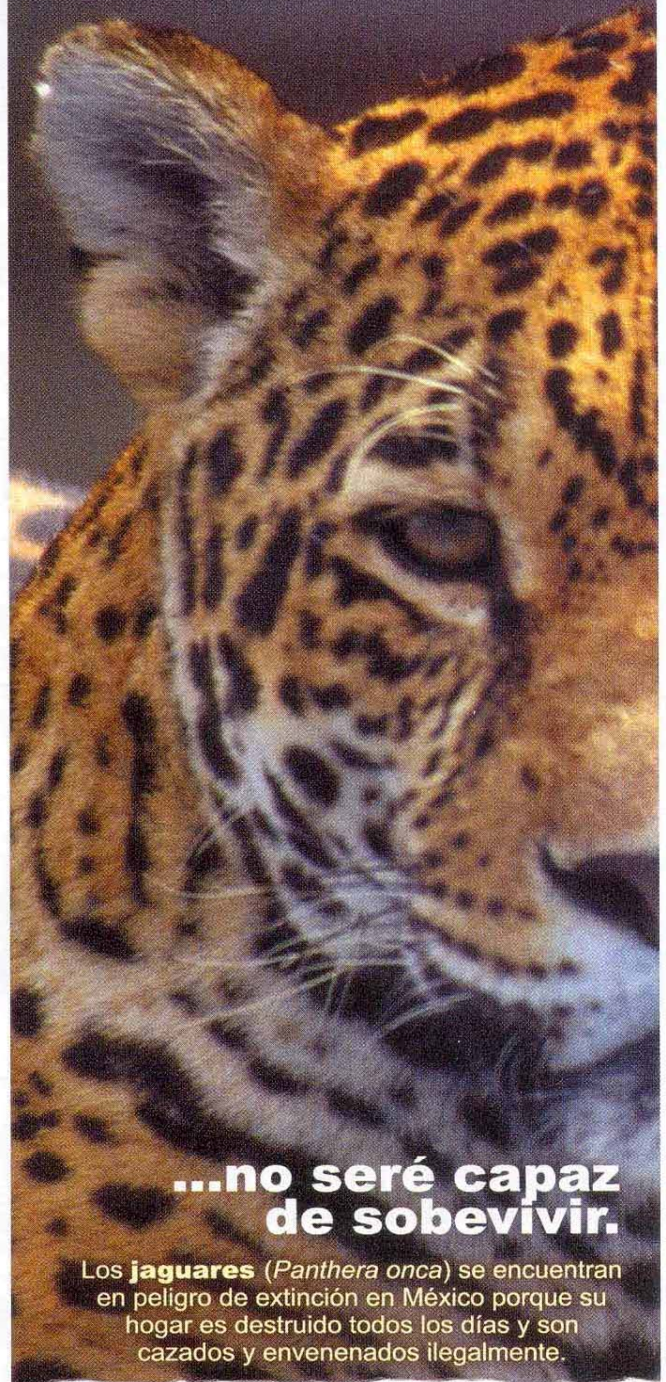


El enfoque de protección ambiental que debe darse respecto al uso de cualquier compuesto, es hacia una estricta obediencia en el manejo de las gasolinas y su vigilancia, básicamente en el mantenimiento de la infraestructura de transporte y en la construcción de fosas verdaderamente impermeables para alojar tanques de almacenamiento en estaciones de servicio.

En México, recientemente se ha reconocido al MTBE como un contaminante en el subsuelo, varios estudios de caracterización de sitios contaminados han arrojado resultados que identifican su presencia en acuitardos y acuíferos. Aún no se ha establecido la política que deberá seguirse, y muchos laboratorios ambientales aún no están preparados para dar el servicio analítico. Las autoridades correspondientes han empezado a tomar acciones caso por caso, por lo que se vislumbra que en un futuro muy cercano se iniciará una importante actividad en este sentido.

La experiencia de Estados Unidos y la posición de su gobierno enfocada a la prohibición del uso del MTBE como aditivo de las gasolinas a partir de 2001, es un elemento que seguramente en México marcará el camino que deberá seguirse los próximos años, dado que varios estudios ambientales han hecho evidente su presencia en el subsuelo. ♦

Si me dejas ahora...



...no seré capaz de sobrevivir.

Los **jaguars** (*Panthera onca*) se encuentran en peligro de extinción en México porque su hogar es destruido todos los días y son cazados y envenenados ilegalmente.

Tú puedes evitar su extinción, deposita tus donativos en la cuenta Banamex, No. 7558710 Suc. 566 a nombre de Naturalia, A.C. Para donativos con tarjeta de crédito llama al 5559-5696 en México D.F. Tus donativos son deducibles de impuestos
www.naturalia.org.mx

Naturalia
Ente para la conservación de Ecosistemas, G.C.