Agencia de
Protección Ambiental
de los Estados Unidos

Oficina de
Desechos Sólidos y
Respuesta de Emergencia

EPA/542/F-92/014
Diciembre 1992

EPA

Guía del ciudadano: Las técnicas innovadoras de tratamiento

para suelos contaminados, lodos, sedimentos y escombro

Oficina de Innovación Tecnológica — **Perfil Tecnológico**

CONTENIDO

	Página
¿Qué son las técnicas innovadoras de tratamiento?	1
¿Por qué usar una técnica innovadora de tratamiento?	1
¿Qué tipo de técnicas de tratamiento se están usando?	2
¿Cómo se elige la técnica de tratamiento para un sitio?	3
¿Qué pasa si una técnica no resulta?	3
¿Dónde se está optando por las técnicas innovadoras de tratamiento?	4
¿Por qué fomenta la EPA el uso de las técnicas innovadoras de tratamiento?	4
Para mayor información	4

EL SUPERFUND

Esta guía forma parte de una serie producida y patrocinada por el Programa *Superfund* de la EPA (Agencia de Protección Ambiental en inglés). El *Superfund* es líder en el desarrollo de nuevas tecnologías para responder a las necesidades de descontaminación nacional en forma rápida y eficiente. Es compromiso de la EPA llevar a la población a un mejor entendimiento de los métodos de limpieza ambiental y de las nuevas técnicas disponibles para este fin.

¿Qué son las técnicas innovadoras de tratamiento?

Las técnicas de *tratamiento* son los procesos que se aplican durante el ciclo de tratamiento de desechos tóxicos o materiales contaminados —como suelos, lodos, sedimentos y escombro— para alterar permanentemente su condición, ya sea por medios químicos, biológicos o físicos. Las técnicas que se han probado, elegido o empleado para el tratamiento de desechos tóxicos, o materiales contaminados, que carecen de datos precisos en cuanto a su costo y rendimiento bajo diversas condiciones de operación, se conocen como técnicas *innovadoras* de tratamiento.

Las técnicas de tratamiento pueden alterar, destruir o cambiar los materiales contaminados para volverlos menos tóxicos, o bien para desintoxicarlos del todo. Esto se puede lograr reduciendo la cantidad de material contaminado, recobrando o eliminando el componente que le confiere al material sus propiedades tóxicas, o bien inmovilizando el material de desecho.

¿Por qué usar una técnica innovadora de tratamiento?

El tratamiento de lodos, sedimentos y suelos contaminados es un nuevo campo tecnológico que se ha desarrollado y ampliado durante los últimos diez años a raíz de nuevas leyes para la eliminación de desechos tóxicos. En un principio la única forma de eliminar los desechos tóxicos era transportarlos a otro lugar o vertirlos en el subsuelo; enterrar el material de desecho en sitios de relleno controlados se consideraba como la solución del problema. La implementación de los subsecuentes diseños para el relleno de suelos con desechos tuvo que cumplir con nuevos requisitos más rigurosos a partir del acuerdo del *Resource Conservation and Recovery Act*, mismo que aboga por la protección del medio ambiente. El aumento de la cantidad de material para descontaminar [illegible] de la solución más permanentes y económicas para el tratamiento del [illegible] respuesta los científicos e ingenieros del ramo se avocaron a diseñar y poner en práctica un mayor número de técnicas de tratamiento. La figura 1 de la página 2 muestra la evolución del criterio para la eliminación del material de desecho.

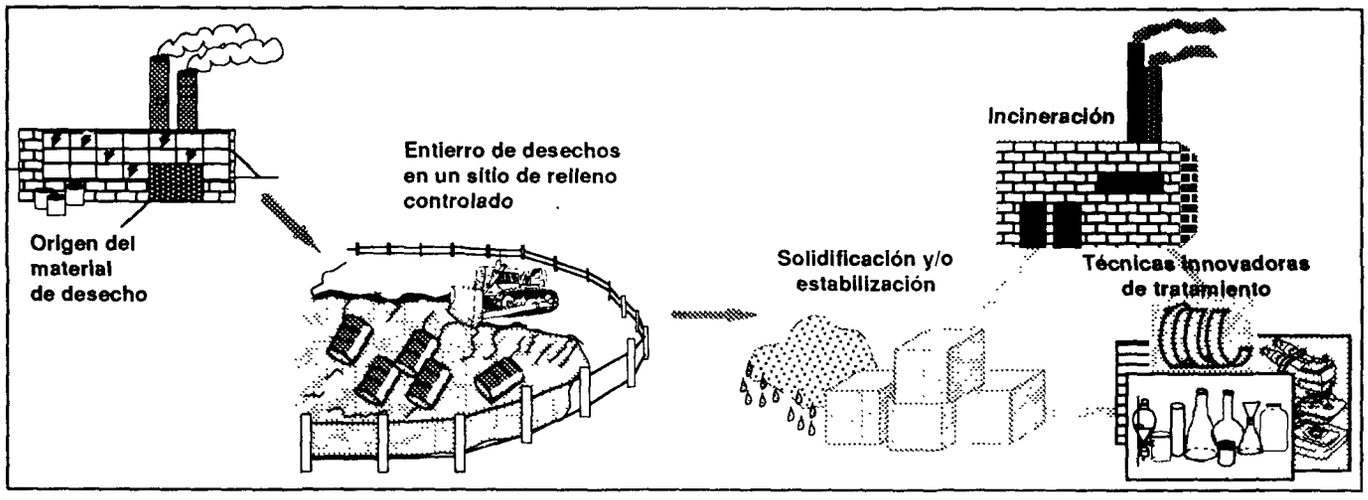
¿Por qué usar las técnicas innovadoras de tratamiento?

- **Tienen el potencial de ofrecer soluciones efectivas y a largo plazo para la descontaminación de los desechos tóxicos.**
- **Pueden proveer una mayor protección y soluciones más permanentes para los sitios contaminados.**
- **Presentan nuevas alternativas para los métodos de eliminación de desechos existentes, como los vertederos o los sitios de incineración.**

U.S. Environmental Protection Agency
Region 5, Library (PL-12J)
77 West Jackson Boulevard, 12th Floor
Chicago, IL 60604-3590

Impreso en papel reciclado

Figura 1
Progresión de métodos para el manejo de desechos tóxicos



A medida que aumenta el conocimiento acerca de la descontaminación de sitios, tanto científicos como ingenieros podrán diseñar estrategias para combatir la contaminación en una forma más efectiva y duradera. En vista de que las técnicas innovadoras de tratamiento que se han venido usando para tratar desechos tóxicos carecen de un historial de uso a gran escala, aún no se cuenta con suficientes datos como para que las técnicas innovadoras de tratamiento se consideren como un modelo entre la comunidad de ingenieros y científicos. A pesar de que las técnicas innovadoras de tratamiento carecen de una documentación extensiva, muchas de estas técnicas se han adaptado con éxito en los Estados Unidos, Canadá y Europa. Algunas de las técnicas surgieron como respuesta al problema de la eliminación de desechos tóxicos, otras han sido adaptadas a partir de modelos empleados por otras industrias.

Como se indica en la figura 2, a continuación, la creación e implementación de técnicas innovadoras de tratamiento es un proceso contínuo. Comienza con el **concepto** —una idea de cómo tratar un desecho tóxico específico. El concepto por lo general pasa por una etapa de investigación y evaluación para verificar su factibilidad. Si el concepto es aprobado, el siguiente paso es la implementación de pruebas a escala. Se construyen modelos para ser sometidos a prueba bajo condiciones de laboratorio. Es así que se convierte en una **técnica en surgimiento**. Si la técnica resulta exitosa durante las pruebas a pequeña escala, se lleva a otros sitios para efectuar pruebas de campo a pequeña escala. Si la prueba en cuestión demuestra su efectividad bajo estos parámetros, ésta se puede recomendar como una alternativa viable para la limpieza a gran escala en sitios de tratamiento de desechos. De esta manera, la técnica se aplica en forma regular en distintos sitios y se evalúa continuamente para poder mejorarla.

Después de que una técnica se ha usado en varios sitios bajo diversas condiciones y los resultados se han documentado satisfactoriamente, ésta adquiere el nivel de **técnica establecida**. Por tanto, la mayoría de las técnicas en uso en la actualidad se consideran como innovadoras.

¿Son las técnicas innovadoras de tratamiento siempre la mejor opción?

No todas las técnicas son eficaces o las más adecuadas en todos los sitios de tratamiento de desechos tóxicos. Por tanto, aunque las técnicas innovadoras de tratamiento ofrecen la oportunidad de aplicar diferentes alternativas, los profesionales técnicos deben decidir cuál es la tecnología más adecuada para cada sitio.

¿Qué tipo de técnicas de tratamiento se están usando?

Las técnicas tradicionales como la incineración y la solidificación y/o estabilización han sido las más usadas en los sitios del *Superfund*. No obstante, para 1990, el 40% de las técnicas de tratamiento seleccionadas y en uso para el tratamiento de suelos, sedimentos, lodos y escombro, fueron técnicas innovadoras de tratamiento. La cantidad de técnicas innovadoras de tratamiento en uso aumenta cada año.

Figura 2
Evolución de las técnicas de tratamiento

Concepto	En surgimiento		Innovadora		Establecida
• Idea • Investigación y educación	Pruebas de laboratorio	Pruebas de campo a pequeña escala	Se elige como una posible alternativa	Uso limitado a gran escala	Uso común a gran escala

Tabla 1
Descripción de algunas de las técnicas innovadoras de tratamiento

Rehabilitación biológica: utiliza microorganismos, tales como las bacterias, para sintetizar los contaminantes orgánicos en sustancias inertes

Extracción de solventes: separa los contaminantes orgánicos tóxicos de los desechos con aceites, suelos, lodos, y sedimentos, reduciendo el volumen de desechos tóxicos a tratar.

Enjuague de suelos in-situ: un proceso (en el sitio mismo) que inunda los suelos contaminados en el subsuelo con una solución de lavado para remover los contaminantes por enjuague

Lavado de suelos: usa agua o una solución de lavado y procesos mecánicos para tallar suelos después de excavarlos y elimina los contaminantes tóxicos

Desabsorción térmica: calienta los suelos a temperaturas relativamente bajas para evaporar los contaminantes de bajo punto de ebullición. Los contaminantes volatilizados se extraen y se almacenan para tratarlos posteriormente o para destruirlos.

Deshalogenización por glicoles: usa un reagente químico (una sustancia usada como reactivo y modificar a otra sustancia) para cambiar la estructura de ciertos contaminantes y volverlos menos tóxicos

Aspersión de aire: suministra aire a presión en la zona saturada (la parte del suelo inmersa en agua) para remover los contaminantes tóxicos.

La tabla 1 de ésta página describe algunas de las técnicas innovadoras de tratamiento más frecuentemente usadas.

¿Cómo se elige la técnica de tratamiento para un sitio?

La selección de una técnica de tratamiento para los sitios del *Superfund* está sujeta a una cantidad de estudios en los cuales se identifican y evalúan diversas condiciones de los sitios. Esta valiosa información es la base para analizar posibles remedios para problemas en los sitios a partir de los criterios de evaluación que la EPA considere adecuados. Por último, la EPA selecciona uno de los métodos de rehabilitación elegidos para el sitio basándose en el criterio y establece los lineamientos para su tratamiento.

Para garantizar mejores resultados, generalmente se lleva a cabo un sondeo para elegir la mejor técnica de tratamiento. Este estudio se lleva a cabo ya sea cuando la técnica se ha propuesto o bien después de haber optado por un plan de rehabilitación para recopilar mayor información en cuanto a su rendimiento.

Hay tres tipos de sondeos de tratamiento. La elección de uno de ellos depende de la información disponible acerca del sitio, la técnica en cuestión, y el tipo de información requerida para usar en un sitio en particular. El sondeo de tratamiento más barato y rápido es el llamado **muestreo de laboratorio**. Este por lo general se realiza en el laboratorio usando equipo pequeño, probetas, por ejemplo. Tarda unos cuantos días y su costo varía entre $10,000 y $50,000. De esta manera se puede indicar si una técnica en particular tiene el potencial para cumplir con los requisitos de descontaminación. El éxito del muestreo de laboratorio puede conducir a estudios más sofisticados de tratamiento.

Otro tipo de sondeo es el **estudio de laboratorio** mismo que aporta un mayor rendimiento e información acerca de costos que los muestreos de laboratorio. Aunque a veces se llevan a cabo bajo condiciones de laboratorio, son de mayor escala que en el caso de los muestreos de laboratorio. Generalmente su costo oscila entre $50,000 y $250,000 y el estudio se avoca a determinar si cierta técnica puede cumplir con los objetivos de descontaminación.

Los **sondeos piloto de tratamiento** generalmente se llevan a cabo en el campo y requieren de la instalación de la técnica de tratamiento. Sirven para obtener información en cuanto a su rendimiento, costo y diseño, no para llevar a cabo la descontaminación. Debido al costo de este tipo de estudio, por lo general unos $250,000, se usa casi exclusivamente para afinar el diseño del criterio que habrán de seguir otros sondeos de tratamiento posteriores.

¿Representan las técnicas innovadoras de tratamiento un mayor riesgo para la salud?

No, las técnicas innovadoras de tratamiento deben cumplir con los mismos niveles de limpieza establecidos para otras técnicas.

¿Qué pasa si una técnica no resulta?

Independientemente de la calidad del diseño de ingeniería de la técnica, siempre existe la posibilidad de que cierta técnica, tradicional o innovadora, falle una vez puesta en operación. Esto llega a suceder debido a causas desconocidas del sitio que no pudieron ser anticipadas bajo el alcance de las pruebas a menor escala realizadas para apoyar el diseño de la técnica. Las condiciones naturales son mucho más complejas que las de las condiciones de laboratorio.

Si una técnica falla en un principio, los técnicos pueden modificarla para mejorar su diseño y con el tiempo corregir los problemas. En algunos casos aislados la técnica no puede ser usada, de modo que se tienen que diseñar e instalar otras soluciones alternativas.

El tratamiento de materiales de desecho tóxicos se encuentra aún en su etapa infantil. La práctica y el creciente uso de las técnicas innovadoras de tratamiento habrá de avanzar el

U.S. Environmental Protection Agency
Region 5, Library (PL-12J)
77 West Jackson Boulevard, 12th Floor
Chicago, IL 60604-3590

desarrollo de métodos más eficientes para descontaminar el medio ambiente.

¿Dónde se está optando por las técnicas innovadoras de tratamiento?

Varias técnicas de tratamiento que la EPA ha denominado "innovadoras" se están usando en ciertas industrias para almacenar y tratar los desechos tóxicos que éstas producen. Asimismo, éstas técnicas se han elegido y usado en muchos programas federales y estatales de descontaminación, incluyendo aquéllos para tanques subterráneos con fugas (principalmente de aceites), áreas que fueron de desecho de industrias bajo el *Resource Conservation and Recovery Act*, y en sitios contaminados a cargo del *Superfund*. En la medida en que más sitios cuenten con documentación referente a su costo y haya más datos de su rendimiento, las técnicas innovadoras de tratamiento cobrarán reconocimiento por su eficacia.

¿Por qué fomenta la EPA el uso de las técnicas innovadoras de tratamiento?

La Agencia de Protección Ambiental (EPA en inglés) está exhortando a ingenieros y científicos, a las agencias e industrias encargadas de elegir técnicas de tratamiento, a hacer de las técnicas innovadoras de tratamiento una prioridad

La EPA está convencida de las ventajas del uso de éstas técnicas cuando su implementación rutinaria como método alternativo a los métodos establecidos es posible. Cuando se consideran factores como un mejor rendimiento y una mayor protección ambiental, las técnicas innovadoras de tratamiento pueden llegar a ser más económicas y efectivas para obtener niveles más óptimos de descontaminación, y por ende, lograr una mayor aceptación entre la comunidad que otras técnicas de tratamiento tradicionales.

¿Cómo está fomentando la EPA el uso de las técnicas innovadoras de tratamiento?

El propósito de la Oficina de Innovación Tecnológica (TIO en inglés) de la EPA es que tanto el gobierno como la industria aumenten el uso de las técnicas innovadoras de tratamiento en los sitios de desechos contaminados. El Programa de Evaluación de Tecnología Innovadora (SITE en inglés) del *Superfund* patrocina estudios de campo para recavar la información necesaria en cuanto a la efectividad de las técnicas innovadoras de tratamiento bajo distintas condiciones. Ambos programas comparten la información adquirida con las agencias federales, los estados, firmas de consultores de ingeniería, las partes responsables, generadores de tecnología, y la comunidad de inversionistas.

Para mayor información

Se puede obtener información adicional acerca del uso de las técnicas innovadoras de tratamiento comunicándose con la Oficina de Innovación Tecnológica (TIO) al teléfono (703) 308-8800, o escribiendo a:

U.S. Environmental Protection Agency
Technology Innovation Office
401 M Street, S.W. (OS 110W)
Washington, DC 20460

Entre los documentos disponibles en la TIO se encuentra Las técnicas innovadoras de tratamiento. Un reporte semi-anual (publicado únicamente en inglés), octubre de 1992, EPA/542/R-92/011.

La TIO ha producido también una serie de diez *Guías del ciudadano*, incluyendo ésta, con temas relacionados a las técnicas innovadoras de tratamiento. Las otras tratan los siguientes temas

Cómo las técnicas innovadoras de tratamiento se están usando con éxito en los sitios del Superfund, EPA/542/F-92/015
El lavado de suelos, EPA/542/F-92/016
La extracción de solventes, EPA/542/F-92/017
La deshalogenación por glicoles, EPA/542/F-92/018
La desabsorción térmica, EPA/542/F-92/019
El enjuague de suelos por bombeo in-situ, EPA 542/F-92/020
La bioventilación, EPA/542/F-92/021
El uso de microorganismos endógenos y exógenos en la reahabilitación biológica, EPA/542/F-92/022
La aspersión de aire, EPA/542/F-92/023

Puede solicitar copias de estas publicaciones por fax al (513) 891-6685, o escribiendo a:

U.S. Environmental Protection Agency
National Center for Environmental Publications and Information
11029 Kenwood Road, Building 5
Cincinnati, OH 45242-2419

NOTA Este documento es solamente una guía de información general No pretende, ni puede usarse para conferir derecho alguno aplicable a ninguna parte en litigio con los Estados Unidos Asimismo, la Agencia se reserva el derecho de cambiar esta guía en cualquier momento sin previo aviso al público.