



# Rutas a Tecnologías para la Investigación y Limpieza de Terrenos Contaminados



# RUTAS A TECNOLOGÍAS PARA LA INVESTIGACIÓN Y LIMPIEZA DE TERRENOS CONTAMINADOS

Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos  
Oficina de Desechos Sólidos y Respuesta a Emergencias  
Oficina de Innovación Tecnológica  
Washington, DC 20460

## AVISO

La preparación de este documento ha sido financiada por la *U.S. Environmental Protection Agency* (EPA, o Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos) en virtud del Contrato 68-W-99-020. El documento fue sometido a una revisión administrativa y de especialistas, y luego se aprobó para ser publicado como documento de la EPA. La mención de nombres con marca registrada o productos comerciales no constituye aval ni recomendación alguna para su uso.

## AGRADECIMIENTOS

---

La *Technology Innovation Office* (TIO, u Oficina de Innovación Tecnológica de la EPA) reconoce y agradece a las personas que revisaron y aportaron comentarios sobre los borradores del presente documento. Entre los revisores se contaron representantes de los sectores empresarios, organizaciones de base y de la comunidad, de la sede central de la EPA y de sus oficinas regionales, de los gobiernos municipales y de sus oficinas de planeamiento urbano así como de grupos de interés público.

# ÍNDICE

AVISO .....	i
AGRADECIMIENTOS .....	ii
ANTECEDENTES .....	2
INTRODUCCIÓN .....	4
Cómo Usar Rutas .....	7
ANTES DE COMENZAR .....	9
RUTAS A TECNOLOGÍAS PARA LA INVESTIGACIÓN Y LIMPIEZA DE TERRENOS CONTAMINADOS .....	19
EVALUACIÓN DE SITIOS .....	21
INVESTIGACIÓN DE SITIOS .....	35
OPCIONES DE LIMPIEZA .....	53
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LIMPIEZAS .....	81
TEMAS DE ACTUALIDAD	
T1    OTRAS INICIATIVAS DE REAPROVECHAMIENTO: Reducción de Barreras para la Revitalización de Terrenos Contaminados .....	31
T2    PROPIEDADES DESOCUPADAS: Desbloqueo de Sitios Mediante Tecnologías Innovadoras ....	33
T3    CLAVES PARA LA SELECCIÓN Y ACEPTACIÓN DE TECNOLOGÍAS .....	49
T4    LA TRÍADA: Alineamiento de las Decisiones de Investigación y Limpieza de Sitios .....	51
T5    CALIDAD Y REPRESENTATIVIDAD DE LOS DATOS: Claves para una Investigación de Sitio Efectiva en Función del Costo .....	52
T6    PROGRAMAS ESTATALES DE DESCONTAMINACIÓN DE ANTIGUAS TINTORERÍAS: Innovación en la Descontaminación .....	60
T7    REMEDIACIÓN DE ANTIGUAS PLANTAS PRODUCTORAS DE GAS: Tecnologías de Remediación Emergentes.....	62
T8    RECUPERACIÓN DE TERRENOS CONTAMINADOS POR TANQUES DE ALMACENAMIENTO SUBTERRÁNEO: Opciones de Tecnología para la Remediación de Tanques .....	72
T9    TECNOLOGÍA DE FITOREMEDIACIÓN: Un Campo en Crecimiento .....	73
T10   LIMPIEZA DE LÍQUIDOS DENSOS DE FASE NO ACUOSA: Un Desafío Extendido .....	80
T11   ACERCAMIENTO A LA FUNCIÓN DE LOS CONTROLES INSTITUCIONALES EN ÁREAS DE REVITALIZACIÓN DE TERRENOS CONTAMINADOS: Conceptos y Cuestiones Principales.....	84
ANEXOS	
A    GUÍA DE CONTAMINANTES Y TECNOLOGÍAS .....	A-1
B    LISTA DE SIGLAS Y GLOSARIO DE TÉRMINOS .....	B-1
C    LISTA DE CONTACTOS DE APOYO TÉCNICO Y DE REVITALIZACIÓN DE TERRENOS CONTAMINADOS .....	C-1
D    CÓMO REALIZAR UN PEDIDO DE DOCUMENTOS .....	D-1
ÍNDICE DE RECURSOS .....	I-1
DISCO COMPACTO	

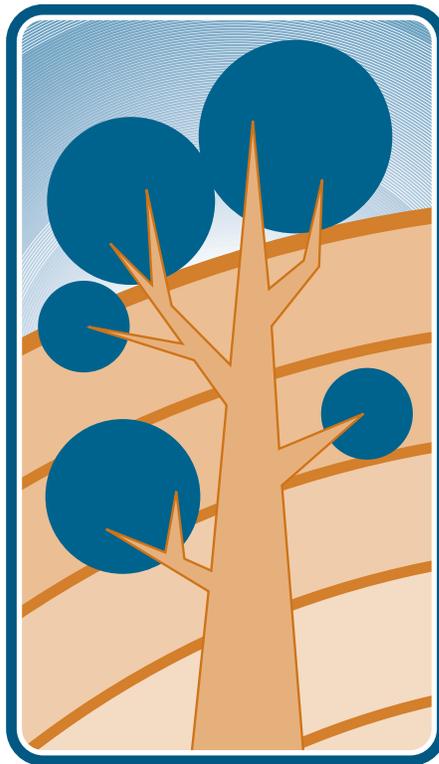
## ANTECEDENTES

La *Environmental Protection Agency* (EPA, o Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos) definió las *brownfields* (áreas de revitalización de terrenos contaminados) como “instalaciones industriales y comerciales abandonadas, inactivas, o sub-utilizadas donde la expansión o reaprovechamiento resulta complicado debido a la presencia de una contaminación ambiental real o percibida”. La EPA creó su Iniciativa de Revitalización Económica de Terrenos Contaminados para facultar a los estados,

comunidades y otras partes interesadas en la revitalización económica, a trabajar juntos para lograr el reaprovechamiento de tales sitios. Numerosos estados y jurisdicciones locales también ayudan a las empresas y comunidades a adaptar los programas de limpieza ambiental a las necesidades especiales de las áreas de revitalización de terrenos contaminados.

La preparación de terrenos contaminados para su reuso productivo requiere de la integración de un gran número de elementos—aspectos financieros, participación de la comunidad, consideraciones sobre responsabilidad civil, evaluación y limpieza ambiental, requisitos normativos y más—así como la coordinación entre numerosos grupos de interesados. La evaluación y limpieza de un sitio debe realizarse de tal manera que integre todos esos factores dentro del proceso general de reaprovechamiento. Además, la estrategia de limpieza varía entre un sitio y otro. En algunos, la limpieza finalizará antes de que se transfiera la propiedad a sus nuevos dueños. En otros, la limpieza

probablemente tenga lugar en forma simultánea con las actividades de construcción y reaprovechamiento. Independientemente de cuándo y cómo se logre la limpieza, el desafío para cualquier programa de revitalización de terrenos contaminados consiste en descontaminar sitios de acuerdo con sus objetivos de reaprovechamiento. Tales metas incluyen lograr efectividad en función de los costos, realizarlo en el momento oportuno, y evitar los efectos adversos sobre las estructuras del sitio y las comunidades vecinas, así como reaprovechar el terreno en forma tal que ello resulte en un beneficio para la comunidad y la economía local.



### ¿Por Qué Usar Tecnologías Innovadoras?

Las partes involucradas en la limpieza de terrenos contaminados tienen a su alcance una gran cantidad de opciones de tecnología. La *Technology Innovation Office* (TIO, u Oficina de Innovación Tecnológica) alienta el uso de soluciones más inteligentes para la caracterización y limpieza de terrenos contaminados, promoviendo enfoques de tecnología más eficaces y menos costosos. El uso de tecnologías innovadoras para caracterizar y limpiar terrenos contaminados brinda oportunidades capaces de lograr que las partes interesadas reduzcan el costo de la limpieza y puedan acelerar el ritmo del programa de descontaminación. Cuando se consideran factores como un menor costo, un mayor nivel de protección ambiental y mayor eficacia, las tecnologías innovadoras resultan, con frecuencia, más efectivas en función de los costos y brindan una mejor y más eficiente limpieza que las tecnologías de tratamiento convencionales. A menudo, también son más aceptables para las comunidades.

La EPA define una “tecnología innovadora” como aquella que ya se ha utilizado en el campo, pero que todavía no tiene una larga historia de utilización a escala completa. Además, los datos sobre el costo y desempeño de las tecnologías innovadoras probablemente no sean suficientes como para alentar a las personas encargadas a tomar decisiones a preferir tales tecnologías a las ya establecidas. Un área de interés primario para la EPA es la documentación y diseminación de información sobre el costo y rendimiento de las tecnologías innovadoras. La EPA, a través de su trabajo con la *Federal Remediation Technologies Roundtable* (FRTR, o Mesa Redonda Federal de Tecnologías de Remediación), ha visto un avance significativo en esta área. Las tecnologías innovadoras se utilizan en numerosos programas de limpieza para evaluar la contaminación y descontaminar sitios.

El *Brownfields Technology Support Center* (BTSC, o Centro de Apoyo de Tecnologías para la Revitalización de Terrenos Contaminados) de la EPA, coordinado por la TIO y apoyado por la *Office of Research and Development* (ORD, u Oficina de Investigación y Desarrollo) posee una importante cantidad de información sobre el alcance de estas tecnologías y su uso, al igual que los conocimientos técnicos sobre las mismas. El BTSC, creado en 1999 como programa piloto, ayuda a las personas responsables para la revitalización de terrenos contaminados al presentarles estrategias para

agilizar la evaluación y limpieza de sitios, identificar información sobre las diversas opciones de tecnología, evaluar planes y documentos, explicar tecnologías complejas a las comunidades y brindar apoyo mediante demostraciones (véase página 13 para mayor información sobre el BTSC).

Una **Tecnología Emergente** es una tecnología innovadora que actualmente se encuentra en la etapa de ensayo a escala de banco, en el cual se prueba una versión de la tecnología en un laboratorio.

Una **Tecnología Innovadora** es una tecnología que ya se probó en el campo y se aplicó a un emplazamiento contaminado, pero que no cuenta con un largo historial de utilización a escala completa. La información sobre su costo y desempeño puede resultar insuficiente para predecir su desempeño en variadas condiciones operativas.

Una **Tecnología Establecida** es una tecnología para la cual puede hallarse fácilmente información sobre costos y desempeño. Solo después de que se utiliza una tecnología en numerosos sitios diferentes y los resultados se documentan en forma completa, se considera dicha tecnología establecida.

## INTRODUCCIÓN

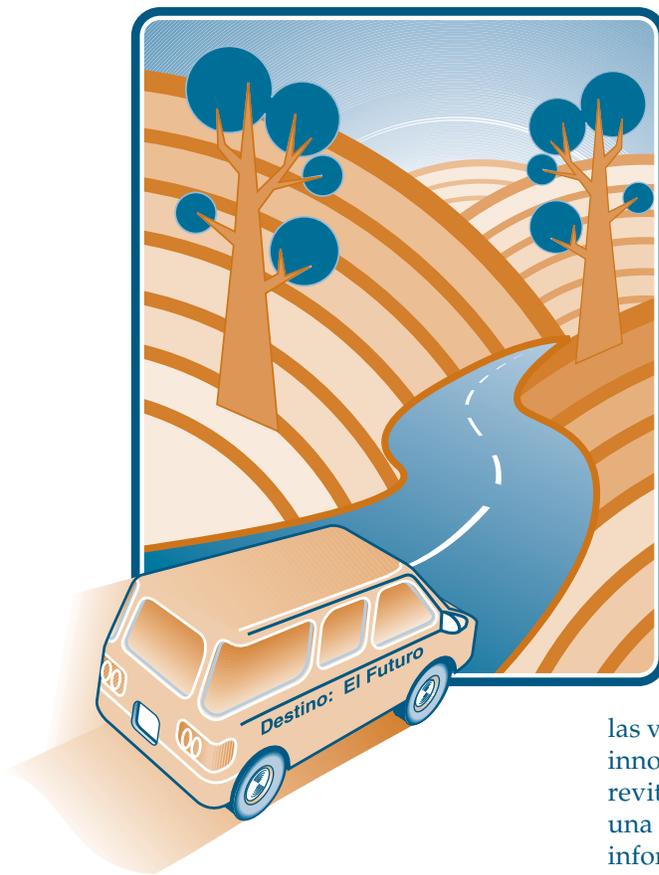
Rutas a Tecnologías para la Investigación y Limpieza de Terrenos Contaminados (*Rutas*) contiene recursos nuevos y actualizados para ayudar en la identificación y selección de tecnologías innovadoras para la caracterización y limpieza de sitios, dirigidas a la revitalización de terrenos contaminados. *Rutas* y el disco compacto que lo acompaña brindan un detalle de aplicación general sobre los pasos en la limpieza de un sitio seleccionado para su reaprovechamiento, y presenta a las partes interesadas en la revitalización de terrenos contaminados una gama de opciones de tecnologías innovadoras y recursos disponibles. *Rutas* ofrece información valiosa a una amplia gama de partes

interesadas involucradas en la revitalización de terrenos contaminados o afectadas por ellos, ya sean proyectos públicos, desarrollos privados o asociaciones entre el sector público y el privado. En esta edición se han introducido correcciones menores de la estructura y contenido de la segunda edición (en inglés), y es mucho más extensa porque incluye recursos nuevos y actualizados, que están incorporados en el disco compacto de *Rutas*.

La primera edición de *Rutas*, publicada en inglés en 1997, presentó un amplio panorama sobre el programa de la EPA de revitalización de terrenos contaminados junto con un detalle de los pasos necesarios para realizar la limpieza de un sitio de tales características. *Rutas*, publicado con el objeto de llegar principalmente a las partes interesadas que no estaban familiarizadas con los elementos que conforman la limpieza de un terreno contaminado, ayudó a crear conciencia sobre

las ventajas ofrecidas por las tecnologías innovadoras. A medida que maduró el programa de revitalización de terrenos contaminados, se publicó una segunda edición en 1999 a fin de brindar información actualizada y recursos sobre el programa, incluyendo detalles adicionales sobre las tecnologías disponibles para resolver la contaminación en terrenos contaminados. El disco compacto que acompaña la presente edición brinda un acceso más fácil a la amplia gama de información y recursos incluidos en *Rutas*.

Esta nueva edición está destinada a un público más amplio que va desde los que tienen un conocimiento limitado sobre el programa de revitalización de terrenos contaminados y los aspectos técnicos, hasta los que tienen más experiencia. Esta nueva edición de



*Rutas* incluye aproximadamente 70 nuevos recursos y descripciones breves de las tecnologías, procesos e iniciativas que afectan el uso y consideración de las tecnologías innovadoras. Por lo tanto, ayudará a:

- Las nuevas partes interesadas y con menos experiencia en el campo de la revitalización de terrenos contaminados para que se familiaricen con el programa de la EPA de revitalización de terrenos contaminados en general.
- Las personas encargadas a tomar decisiones que ya están familiarizadas con los programas de terrenos contaminados pero que también están interesadas en obtener información detallada sobre las tecnologías. *Rutas* brinda a estos usuarios información actualizada sobre la aplicabilidad de tecnologías innovadoras y fácil acceso a los recursos actuales que pueden ayudarlos a tomar sus decisiones sobre la tecnología a seleccionar.
- Los responsables de contratar o supervisar a los profesionales que participan en la descontaminación de sitios (tales como consultores ambientales, contratistas de limpieza de sitios, proveedores de tecnología, o personal de laboratorios de análisis); *Rutas* brinda a dichos interesados una comprensión detallada sobre las diferentes fases de la limpieza de terrenos contaminados y brinda información sobre el papel que desempeñan tales profesionales en el proceso, y sobre cómo alentar el uso de tecnologías innovadoras.
- Los reguladores, para que puedan mejorar sus conocimientos del programa de revitalización de terrenos contaminados y las ventajas que les pueden brindar las tecnologías y enfoques innovadores en todo el proceso de limpieza. *Rutas* también sirve como recurso para que los reguladores puedan brindar a los propietarios de sitios, a los proveedores de servicios y otras partes interesadas, información útil sobre el programa de revitalización de terrenos contaminados.
- Los vecinos de emplazamientos contaminados, al brindarles información sobre el proceso general de limpieza, y las pautas y mecanismos que aseguren su participación en el proceso de toma de decisiones.
- Otros interesados, como instituciones financieras y compañías de seguro, al brindarles la información para evaluar y minimizar el riesgo asociado con la revitalización de terrenos contaminados.

Es importante considerar que el proceso de caracterización y limpieza de sitios a veces no sucede en la secuencia que se muestra en los próximos capítulos. En numerosos sitios, se pueden

llevar a cabo varias actividades en forma simultánea, y algunos pasos pueden repetirse varias veces a lo largo del proceso. Por ejemplo, numerosas tecnologías que se utilizan para la caracterización de sitios durante las fases preliminares de un proyecto de revitalización de terrenos contaminados pueden resultar apropiadas en las últimas etapas de la limpieza de un sitio. Resulta crucial comprender la progresión lógica del proceso para asegurar que puedan sentarse bases adecuadas para las fases futuras, y para determinar si las actividades se pueden combinar o implementar en forma simultánea.

*Rutas* no es un documento oficial. En realidad, se basa en las experiencias de la EPA en el saneamiento de los sitios incluidos en el *Superfund* (Programa “Superfondo” para los sitios identificados como los más contaminados de los Estados Unidos); de los sitios donde se tomaron acciones correctivas en virtud de la *Resource Conservation and Recovery Act* (RCRA, o Ley de Conservación y Recuperación de Recursos) y de los sitios del *Underground Storage Tank* (UST) *Program* (programa de tanques de almacenamiento subterráneo). Las condiciones específicas—tales como los tipos y la cantidad de contaminación, las reutilizaciones propuestas para la propiedad en cuestión, los recursos financieros disponibles y el nivel de apoyo de las comunidades vecinas—varían entre un sitio y otro.

### Lo Nuevo en Esta Edición

- Incorporación de 72 nuevos recursos identificados con un icono de “nuevo recurso”
- Actualización de 19 recursos
- “Temas de Actualidad” que identifican y describen tecnologías, procesos e iniciativas clave que afectan el uso y la consideración de tecnologías innovadoras en las áreas de reaprovechamiento de terrenos contaminados
- Ampliación significativa del Anexo B, *Lista de Siglas y Glosario de Términos*
- Un índice de recursos clasificados en orden alfabético por título

---

### Cómo Enviar Comentarios

La EPA invita a los miembros de la comunidad interesada en el tema de revitalización de terrenos contaminados a enviar sus comentarios, a fin de asegurar que cualquier versión futura de *Rutas* satisfaga sus necesidades. Por favor, envíe sus comentarios a:

Carlos Pachon  
U.S. Environmental Protection Agency  
Technology Innovation Office  
1200 Pennsylvania Avenue, NW (5102G)  
Washington, DC 20460  
E-mail: [pachon.carlos@epa.gov](mailto:pachon.carlos@epa.gov)  
Tel.: (703) 603-9904

---

### Cómo Obtener Copias Adicionales

Se puede ver o descargar versiones en Acrobat (*portable document format* [pdf, o formato de documento portátil]) y en *hypertext markup language* (HTML, o lenguaje de señalamiento de hipertexto, el lenguaje usado en el World Wide Web) de *Rutas* en el sitio de *Internet Hazardous Waste Cleanup Information* (CLU-IN, o Información sobre la Limpieza de Desechos Peligrosos) en <http://clu-in.org/roadmap>. También desde el sitio CLU-IN se puede realizar el pedido de un ejemplar impreso de *Rutas*.

Si usted no tiene acceso a Internet, puede realizar el pedido de un ejemplar impreso de *Rutas* a la siguiente dirección:

National Service Center for  
Environmental Publications  
U.S. EPA  
P.O. Box 42419  
Cincinnati, OH 45242  
Telephone: (800) 490-9198  
FAX: (513) 489-8695

Cuando realice su pedido, haga referencia al número de documento EPA 542-B-02-001.

## Cómo Usar Rutas

La primera sección, titulada Antes de Comenzar, aborda factores importantes que ayudan a preparar el camino para la caracterización y limpieza de terrenos contaminados, y enumera los recursos que se pueden aplicar en cada caso. Se presentan pautas reglamentarias para el proceso, y se examinan las tecnologías innovadoras dentro del marco general de selección de tecnologías de caracterización y limpieza de sitios.

Las cuatro secciones restantes de *Rutas* resumen los pasos generales de la caracterización y limpieza de sitios potencialmente contaminados, a saber: evaluación de sitios, investigación de sitios, evaluación de opciones de limpieza y diseño e implementación de soluciones de remediación.

Cada sección describe el objetivo que se intenta lograr; detalla las preguntas clave que deben responderse, resume las actividades emprendidas durante esa fase, aborda las cuestiones clave relacionadas con la selección de tecnologías, enumera los recursos de información disponibles para ayudar en la selección de las tecnologías, y muestra las acciones específicas que se deben tomar en el momento de finalización de cada fase. Los recursos se agrupan por tipo—recursos de tecnología, recursos específicos del sitio, o recursos específicos de la tecnología—y se clasifican en orden alfabético bajo cada categoría. Los recursos de tecnología brindan información general sobre las tecnologías y su aplicación; los recursos específicos del sitio ofrecen información sobre la aplicación de tecnologías innovadoras a tipos de contaminantes y de sitios específicos; y los recursos específicos de la tecnología presentan información detallada sobre tecnologías específicas y la aplicación de dichos procesos a contaminantes y medios específicos.

- Reunir y Evaluar Información sobre la Revitalización de Terrenos Contaminados 
- ¿Qué Hay Que Saber? 
- ¿Cómo Encontramos las Respuestas? 
- ¿Dónde Encontramos Ayuda para Responder a las Preguntas sobre Tecnología? 
- ¿Adónde Vamos Desde Aquí? 

• Antes de Comenzar • Evaluación de Sitios • Investigación de Sitios • Opciones de Limpieza • Diseño e Implementación de Limpiezas

### Recursos: Componentes de Cada Registro

Este icono denota los recursos nuevos incorporados en la tercera edición



**Data Quality Objective Process for Hazardous Waste Site Investigations (EPA 600-R-00-007)**  
**Proceso de Objetivos de Calidad de Datos para las Investigaciones de Sitios de Residuos Peligrosos**

*Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas*

Se centra en el proceso de establecer objetivos de calidad de la información como un proceso sistemático de planificación para respaldar la toma de decisiones. Los objetivos de la calidad de la información constituyen una herramienta importante para directores y planificadores de proyectos al momento de definir los tipos, la calidad y la cantidad de información necesaria para tomar decisiones defendibles. El documento tiene su base en los principios y pasos desarrollados en la *Guidance for the Data Quality Objectives Process* (Guía del Proceso de Objetivos de Calidad de la Información), pero es específico para las investigaciones de sitios con residuos peligrosos. La guía también guarda coherencia con el *Data Quality Objectives Process for Superfund: Interim Final Guidance* (Proceso de Objetivos de Calidad de la Información para el Superfondo: Guía Final Provisoria [EPA 1993]) y la *Soil Screening Guidance: User's Guide* (Guía para la Investigación de Suelos: Guía del Usuario [EPA 1996]). Si bien el documento se centra en las aplicaciones de la EPA, la guía también se aplica a los programas desarrollados a nivel local y estatal.

- ← Número de publicación
- ← Título del recurso
- ← Lugar en que se encuentra disponible el recurso
- ← Descripción del recurso

*Rutas* tiene el propósito de identificar y responder a preguntas orientadas a la selección de tecnologías pero no a otros problemas relacionadas con la revitalización de terrenos contaminados. Recuerde que las preguntas clave, así como las actividades que deben realizarse, tienen la intención de guiar al lector en la identificación de las cuestiones que deben abordarse. Las preguntas, tendientes a servir como hitos en el proceso de limpieza, conllevan el punto de vista de diversos grupos que participan en el proceso. Plantean qué deben hacer los interesados como grupo que trabaja en forma conjunta—el “nosotros” de cada pregunta—a medida que se avanza en el proceso de evaluación y la limpieza.



## Temas de Actualidad

Esta edición incorpora, por primera vez, descripciones breves que “resaltan” cuestiones clave relacionadas con la caracterización y limpieza de terrenos contaminados, como por ejemplo, tecnologías clave o procesos e iniciativas que afectan el uso y la consideración de tecnologías innovadoras en la revitalización de terrenos contaminados. Los temas de actualidad se incluyen en la sección de *Rutas* más relevante para cada aplicación. Cada tema también incluye información sobre recursos adicionales adecuados a cada caso.

Los temas de actualidad son:

- “Otras Iniciativas de Reaprovechamiento”
- “Propiedades Desocupadas”
- “Claves para la Selección y Aceptación de Tecnologías”
- “La Tríada”
- “Calidad y Representatividad de los Datos”
- “Programas Estatales de Descontaminación de Antiguas Tintorerías”
- “Remediación de Antiguas Plantas Productoras de Gas”
- “Recuperación de Terrenos Contaminados por Tanques de Almacenamiento Subterráneo”
- “Tecnología de Fitoremediación”
- “Limpieza de Líquidos Densos de Fase No Acuosa”
- “Acercamiento a la Función de los Controles Institucionales en Áreas de Revitalización de Terrenos Contaminados”

## Anexos

Se incluyen varios anexos a fin de ayudar a las partes interesadas a comprender las cuestiones y términos técnicos relacionados con la limpieza de sitios. El Anexo A, *Guía de Contaminantes y Tecnologías*, identifica las actividades que pueden haber causado la contaminación en sitios considerados para reaprovechamiento, y la gama de tecnologías que pueden resultar adecuadas para tratar dicha contaminación. El Anexo B, *Lista de Siglas y Glosario de Términos*, define las siglas y los términos especializados utilizados para explicar y describir los esfuerzos de limpieza de terrenos contaminados. El Anexo C, *Lista de Contactos de Apoyo Técnico y de Revitalización de Terrenos Contaminados*, proporciona información sobre puntos de contacto y técnicos de las oficinas regionales de la EPA y de los diferentes gobiernos estatales. El Anexo D, *Cómo Realizar un Pedido de Documentos*, ilustra cómo pedir los documentos que se enumeran en *Rutas*.

## Índice de Recursos

El Índice de Recursos proporciona una lista completa de los recursos mencionados en *Rutas*, clasificados en orden alfabético por título.

## Disco Compacto de *Rutas*

Este documento incluye un disco compacto de *Rutas* que contiene las mismas secciones que la versión impresa – “Antes de Comenzar”, “Evaluación de Sitios”, “Investigación de Sitios”, “Opciones de Limpieza” y “Diseño e Implementación de Limpiezas”. Cada uno de los recursos identificados en *Rutas* se puede consultar o descargar directamente del disco compacto, o bien se puede acceder a ellos o pedirlos en línea, utilizando los vínculos que brinda el disco compacto. De los aproximadamente 160 recursos identificados en *Rutas*, alrededor del 60 por ciento se puede ver o descargar directamente del disco compacto. Otro 40 por ciento son sitios de Internet a los que se puede acceder a través de un vínculo directo del disco compacto. Los recursos se pueden buscar por orden alfabético por título y por sección.

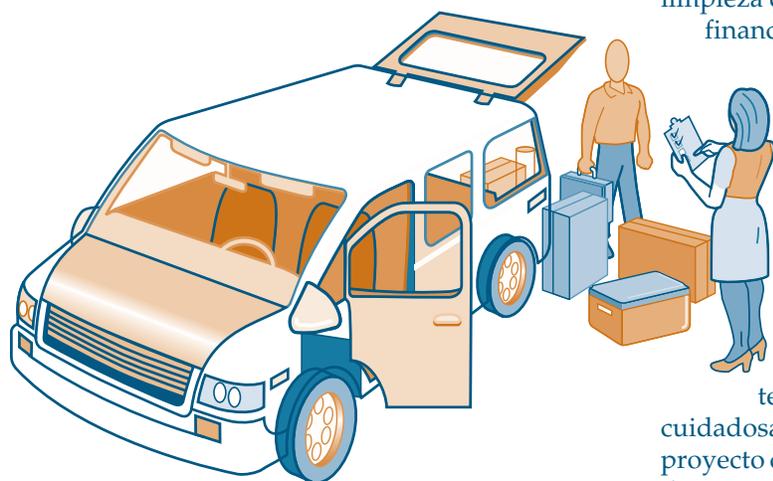
La Oficina de Innovación Tecnológica de la EPA ha proporcionado estos recursos en formato de disco compacto, a fin de facilitar el acceso a los documentos y reducir la cantidad de papel y los costos asociados con la impresión y distribución de publicaciones impresas.



## ANTES DE COMENZAR

### ¿Cuál es el Uso Final Previsto? Algunas Palabras sobre Reaprovechamiento

Es importante considerar los planes potenciales de reaprovechamiento desde el comienzo mismo de cualquier proyecto de revitalización de terrenos contaminados. El plan de reaprovechamiento (o la falta del mismo) guiará la mayor parte de los proyectos de revitalización de terrenos contaminados, desde la identificación de las normas de investigación y limpieza de sitios y la capacidad de obtener financiamiento, hasta la capacidad final de afrontar el proyecto u obtener alguna rentabilidad del mismo.



Un elemento crucial de la identificación de las tecnologías adecuadas para la investigación y limpieza de sitios es definir y comprender las metas generales a largo plazo del proyecto de reaprovechamiento y las decisiones que deben tomarse en todo el proyecto para apoyar tales metas. Las herramientas de

tecnología, cuando se seleccionan cuidadosamente, ayudan a los responsables del proyecto de terrenos contaminados a recopilar los datos necesarios para respaldar tales decisiones y lograr las metas establecidas. Durante las numerosas fases de un proyecto de revitalización de terrenos contaminados, resulta importante tener en cuenta que las opciones de tecnología son un medio eficaz para lograr el resultado deseado en un sitio, y no un fin en sí mismas.

Los proyectos de revitalización de terrenos contaminados se pueden iniciar a partir de una variedad de razones. Puede ocurrir que el propietario desee vender una propiedad a una empresa constructora que desea comprarla para su aprovechamiento. Una municipalidad tal vez desea limpiar una parcela o área que resulta desagradable a la vista, obtener espacio para un desarrollo comercial, o crear un parque en una zona desfavorecida. Un plan local integral puede requerir el desarrollo de algún tipo específico en un área donde se desea reaprovechar de un terreno contaminado. Sea cual sea su origen, el proceso de recuperación del terreno contaminado debe adaptarse a cada uso final específico, si se conoce dicho fin. Por ejemplo, si el plan de reaprovechamiento exige la construcción de una instalación de industria liviana, tal vez resulta apropiado aplicar normas de investigación y limpieza industrial que son menos exigentes que las que se aplican a una propiedad que se piensa

destinar a uso residencial. Las normas exigidas afectan cada aspecto del proyecto, desde su costo general (que generalmente es mayor a medida que las normas se tornan más conservadoras) hasta la aplicabilidad de tecnologías de caracterización y limpieza innovadoras. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que, a medida que surja nueva información sobre contaminación o limpieza, tal vez se requiera alterar el plan de reutilización. Conviene desarrollar planes flexibles de manera que las necesidades de limpieza modificadas se puedan incorporar a los mismos.

Si se desconoce el uso final al momento de comenzar el proyecto, los individuos involucrados deben realizar todo intento posible de identificar, por lo menos, el tipo general de desarrollo deseado, ya sea industrial, comercial o residencial, o un desarrollo de uso combinado de algún tipo. Si se carece de dicha información, se tomarán los supuestos más conservadores en cada etapa del proyecto de revitalización de terrenos contaminados, circunstancia que podría aumentar, de manera significativa, el tiempo y los gastos del proyecto, e incluso tornarlo inviable.

### Reglamentaciones, Pautas Regulatorias y Prácticas Estándar de la Industria

La revitalización de los terrenos contaminados puede estar sujeto a una variedad de leyes, reglamentaciones, políticas y pautas con respecto a la caracterización y limpieza del sitio. Tales sitios también pueden estar regidos por prácticas estándar de otras instituciones gubernamentales, no gubernamentales y privadas.

Las leyes, reglamentaciones, políticas y directivas vigentes varían de sitio en sitio, dependiendo de la autoridad reguladora a cargo de dirigir la limpieza. Por lo tanto, es importante investigar esta información al principio, y trabajar en estrecho contacto con la autoridad reguladora en todo el proceso de limpieza. Por ejemplo, las autoridades estatales o locales pueden administrar la limpieza de terrenos contaminados; se debe consultar a tales agencias para determinar qué requerimiento o permisos, si los hubiera, resultan aplicables para ese sitio en particular.

Muchas de las prácticas estándar están diseñadas para ayudar a que el proyecto de revitalización de terrenos contaminados obtenga financiamiento de los programas públicos y los bancos e instituciones privadas. Las directivas y normas emanan de las

organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, como la *American Society for Testing and Materiales* (ASTM, o Sociedad Americana para Ensayos y Materiales), la *Federal Deposit Insurance Corporation* (FDIC, o Corporación Federal de Seguros de Depósitos) y las autoridades de desarrollo económico estatales y locales e, incluso, las entidades financieras privadas.

La EPA también puede ser un valioso recurso para las partes interesadas en la revitalización de terrenos contaminados al brindarles el apoyo necesario en cuanto a reglamentaciones y políticas, para facilitar la selección de las tecnologías (véase Anexo C, *Lista de Contactos de Apoyo Técnico y de Revitalización de Terrenos Contaminados* para obtener información sobre los puntos de contacto regionales y técnicos de la EPA).

Si bien tal vez no se requiera el cumplimiento de las reglamentaciones y directivas de política oficiales que rigen bajo otros programas reguladores y de limpieza, como el Superfondo, la información recopilada y las lecciones aprendidas por tales programas pueden resultar útiles en la investigación y limpieza de terrenos contaminados. Por ejemplo, en el pasado se exigía múltiples movilizaciones para tomar muestras en sitios identificados por el Superfondo y la RCRA, para recopilar suficiente información a fin de caracterizar el sitio de manera adecuada. Con frecuencia, se tornó necesario realizar tomas de muestras adicionales debido a una serie de razones—por ejemplo, para asegurar que se tomaran muestras para todos los contaminantes posibles, analizar en forma fehaciente todas las vías de exposición, obtener muestras representativas de desechos y medios, y obtener resultados analíticos con la exactitud adecuada a fin de permitir que las autoridades regulatorias tomen decisiones acertadas sobre descontaminación. La necesidad de múltiples tomas de muestras aumentó los costos y extendió el período de toma de decisiones para la selección de las opciones de limpieza de terrenos contaminados.

Siempre que sea posible, los planes de toma de muestras deben ser flexibles y dinámicos, y permitir ajustes en el campo a la luz de las condiciones reales observadas y de los resultados de los análisis. Tal enfoque dinámico requiere un equipo técnico bien completo que incluya una amplia gama de especialidades técnicas y el uso de tecnologías analíticas de campo, incluyendo un laboratorio móvil *in situ*, para brindar resultados de análisis rápidamente.

## Búsqueda y Obtención de Apoyo Profesional Externo

La mayoría de las personas involucradas en la toma de decisiones en materia de revitalización de terrenos contaminados requieren asistencia legal y técnica para comprender a fondo, las complejidades de la investigación y limpieza de un terreno contaminado. Dependiendo de la complejidad propia de un sitio en particular, estas personas pueden solicitar la asistencia de consultores ambientales, contratistas de limpieza, proveedores de tecnología, o personal de laboratorios de análisis, para la realización de numerosas actividades necesarias para investigar y descontaminar sitios. Se recomienda la incorporación de tales profesionales en el equipo de profesionales que gestionan la revitalización de terrenos contaminados.

Algunos estados pueden requerir la participación de profesionales certificados o habilitados para ayudar a guiar el proceso de investigación y limpieza de sitios. Para obtener los servicios de tales profesionales (ya sea individuos o una empresa), a menudo se utiliza un concurso público como mecanismo de contratación. El concurso público contempla el enfoque, las calificaciones necesarias y la cotización por los servicios solicitados, e incluye especificaciones que alientan a los posibles oferentes a considerar soluciones no tradicionales. Los criterios de selección detallados en el concurso debería incluir antecedentes y experiencia comprobable de las personas o empresas para desarrollar opciones válidas para el uso de estrategias racionales y tecnologías innovadoras y para implementar con éxito la opción elegida en la revitalización de terrenos contaminados.

A fin de asegurar que las personas o firmas que responden a un concurso propongan soluciones que sean válidas para el emplazamiento en cuestión, el concurso debería también incluir o poner a disposición todos los estudios e informes existentes que brinden información específica sobre el emplazamiento para que se utilice como base para la toma de decisiones sobre la tecnología a proponer.

Las personas que preparan los concursos pueden optar por ser proactivos y brindar sugerencias para el uso de estrategias y tecnologías específicas que puedan ser válidas para el emplazamiento específico. Cuando se estudien las ofertas y se entreviste a las empresas, el equipo de evaluación debe estar preparado para formular preguntas precisas y detalladas sobre la selección y uso de tecnologías, a

los fines de garantizar que la persona o empresa elegida para efectuar el trabajo esté calificada para completar el proyecto de manera exitosa.

En *Rutas* se describen numerosos recursos excelentes que ayudarán a los responsables de la revitalización de terrenos contaminados a preparar las especificaciones a incluir en los concursos, seleccionar los criterios para la evaluación de ofertas y elaborar preguntas para las entrevistas de los que responden al pedido de ofertas. Por ejemplo, para obtener más información, vea el documento de la EPA titulado *Brownfields Technology Primer: Requesting and Evaluating Proposals That Encourage Innovative Technologies for Investigation and Cleanup* (Manual Básico de Tecnologías para la Revitalización de Terrenos Contaminados: Cómo Solicitar y Evaluar Ofertas que Alientan el Uso de Tecnologías Innovadoras para Investigación y Limpieza) que se describe en la página 38.

## Participación de la Comunidad

Resulta importante que los responsables de la revitalización de terrenos contaminados alienten la aceptación de planes alternativos de reaprovechamiento y limpieza mediante la participación de los miembros de la comunidad al principio del proceso de toma de decisiones a través de reuniones comunitarias, boletines, y otras actividades de información y divulgación. Para cada emplazamiento, la comunidad debería estar informada sobre cómo el uso de una tecnología propuesta podría afectar a los planes de reaprovechamiento o a los alrededores del lugar. Por ejemplo, plantar árboles a los fines de la fitoremediación puede aparejar mejoras estéticas o visuales; por otro lado, también puede crear cuestiones relacionadas con la seguridad del sitio o con el mantenimiento a largo plazo que pueden afectar el acceso al sitio.

La EPA puede asistir a los miembros de la comunidad en áreas de revitalización de terrenos contaminados guiándoles hacia los recursos apropiados y brindando oportunidades para la formación de redes para canalizar información. Un gran número de sitios de Internet, bases de datos, boletines e informes brindan oportunidades para que se conecten las partes interesadas a fin de identificar la información necesaria sobre las opciones de limpieza y de tecnologías para realizarla. Tal como se hace notar en la sección anterior, el BTSC de la EPA es un nuevo y valioso recurso disponible para personas responsables de la revitalización de terrenos contaminados (véase página 13 para obtener más información).

## Comparación de Tecnologías Innovadoras con Otras Opciones de Caracterización y Limpieza

Además de las tecnologías innovadoras para la limpieza y caracterización de sitios, también debe tenerse en cuenta el uso de tecnologías de tratamiento y confinamiento tradicionales. Entre los ejemplos de confinamiento, se encuentra el confinamiento de suelo contaminado *in situ* mediante el uso de una capa, así como la restricción de la migración de contaminantes mediante el uso de una barrera vertical como, por ejemplo, una pared de barro sintético. En cualquiera de estos casos, el confinamiento no incluye el tratamiento activo de los residuos para recuperar o degradar contaminantes. Entre los ejemplos de tecnologías establecidas se incluye la solidificación/estabilización, la extracción de vapores del suelo, la desorción térmica, la incineración y el método de bombeo y tratamiento. (Para obtener una lista completa y una descripción de las tecnologías, véase el Anexo F, Identificación de Soluciones de Remediación y Registro de Tipos de Decisiones para Acciones de Remediación de Sitios del Superfondo del documento *Tecnologías de Tratamiento para la Limpieza de Sitios: Informe Anual [Décima Edición]*). El documento está disponible en el disco compacto de *Rutas* o en Internet en <http://clu-in.org/asr/>.

Cuando se decide entre tecnologías innovadoras y establecidas, o entre tecnologías de tratamiento y de confinamiento, u otras opciones, las partes interesadas en la revitalización de terrenos contaminados deben considerar las necesidades específicas del sitio en particular y de los individuos y entes involucrados. También es importante que las personas encargadas de tomar decisiones sobre la revitalización de terrenos contaminados consideren tanto los efectos actuales de la solución tecnológica seleccionada como sus efectos futuros sobre el posible desarrollo del sitio.

## Selección y Aceptación de Tecnologías

La limpieza exitosa de un terreno contaminado depende de la selección y aceptación de una tecnología específica, o un enfoque de tecnología específico. En el recuadro que aparece a la derecha, se identifican los elementos básicos para asegurar que una tecnología propuesta sea aceptada por todas las partes interesadas, ya sea propietarios del

sitio en cuestión, compradores potenciales, proveedores de servicios financieros, inversores, entes reguladores o ciudadanos afectados. El Tema de Actualidad 3, *Claves para la Selección y Aceptación de Tecnologías*, en la página 49 describe en detalle estos elementos clave.

### Sinopsis

- Concentrarse en las decisiones que apoyan las metas del sitio
- Crear consenso
- Comprender la tecnología
- Permitir flexibilidad

## Centros de Información, Capacitación y Otros Recursos

En las próximas páginas presentamos algunos de los recursos tanto de instituciones gubernamentales como no gubernamentales, disponibles para proyectos de revitalización de terrenos contaminados, incluyendo las diversas líneas telefónicas de emergencia para programas reglamentarios o establecidos por ley que pueden afectar los proyectos de revitalización de terrenos contaminados. Los recursos ofrecen información más general que los recursos tecnológicos identificados en los capítulos siguientes. También se identifican los cursos y programas de capacitación brindados por la EPA, al igual que por otras organizaciones. La información sobre recursos estatales y locales se puede obtener a partir del contacto de cada estado que se muestra en el Anexo C, *Lista de Contactos de Apoyo Técnico y de Revitalización de Terrenos Contaminados*.

## CENTROS DE INFORMACIÓN, CAPACITACIÓN Y OTROS RECURSOS

***Analysis of State Superfund Programs: 50-State Study, 2001 Update***  
**(Análisis de Programas Estatales del Superfondo: Estudio de 50 Estados, Actualización de 2001)**

El documento, preparado por el *Environmental Law Institute* (ELI, o Instituto de Derecho Ambiental) en asociación con la EPA, brinda un panorama analítico sobre los programas estatales del Superfondo, e incluye información sobre leyes y reglamentaciones, conformación y organización de los programas, sitios, actividades de limpieza, políticas y normas de limpieza, requerimientos de participación pública, financiamiento y gastos, y herramientas de aplicación. El informe también aborda la cuestión de la remediación voluntaria y los programas de revitalización de terrenos contaminados establecidos por los estados, y presenta información detallada de los programas. Toda esta información se halla dispuesta en tablas para facilitar las comparaciones entre los estados. Si se desea, se puede pedir una copia del informe del ELI en su sitio [www.eli.org](http://www.eli.org).

***Brownfields Technology Support Center***  
**(Centro de Apoyo de Tecnologías para la Revitalización de Terrenos Contaminados)**

La EPA creó el *Brownfields Technology Support Center* (BTSC) a fin de asegurar que los responsables para la revitalización de terrenos contaminados tomen conciencia sobre la gama total de tecnologías disponibles para llevar a cabo evaluaciones y descontaminación de sitios, y puedan tomar decisiones informadas sobre sus sitios. El centro ayuda a los administradores gubernamentales a evaluar las estrategias tendientes a agilizar el proceso de evaluación y limpieza, identificar y analizar la información sobre las complejas opciones de tecnología disponibles, evaluar las capacidades y recomendaciones de los contratistas, explicar las tecnologías complejas a las comunidades, y programar demostraciones de tecnología. El centro es coordinado por la *Technology Innovation Office* (TIO, u Oficina de Innovación Tecnológica) y trabaja a través de los laboratorios de la *Office of Research and Development* (ORD, u Oficina de Investigación y Desarrollo) de la EPA. Las localidades pueden elevar sus pedidos de asistencia de las siguientes maneras:

- Directamente a través de su Coordinador Regional de la EPA de Revitalización de Terrenos Contaminados
- Conectándose en línea con la dirección de Internet <http://brownfieldstsc.org>
- Llamando al 877-838-7220 (sin cargo)

Para mayor información sobre el programa, contáctese con Dan Powell de la Oficina de Innovación Tecnológica de la EPA al 703-603-7196 o en [powell.dan@epa.gov](mailto:powell.dan@epa.gov).

**CENTROS DE INFORMACIÓN, CAPACITACIÓN Y OTROS RECURSOS*****Brownfields: A Comprehensive Guide to Redeveloping Contaminated Property*  
(Revitalización de Terrenos Contaminados: Una Guía Integral para el Reaprovechamiento de Propiedades Contaminadas)**

Este libro, publicado por la *American Bar Association* (ABA, o Asociación Americana de Abogacía), apunta a un público de abogados especialistas en temas ambientales e inmobiliarios, dueños de propiedades y constructoras, entes reguladores y consultores ambientales, y a dirigentes gubernamentales estatales y locales. El libro brinda un panorama general con información y antecedentes sobre los problemas y las explicaciones de las leyes federales y estatales que rigen los proyectos de revitalización de terrenos contaminados. También aborda las cuestiones legales, comerciales, financieras y políticas asociadas con el reaprovechamiento de propiedades contaminadas. El libro presenta los conceptos científicos utilizados para limpiar propiedades contaminadas, mediante la descripción de las estrategias de evaluación de riesgos y remediación. También brinda información completa sobre los programas de limpieza voluntarios estatales con más de 400 páginas de información sobre programas existentes. Este libro, que se publicó en 1997, se puede adquirir a través del sitio de Internet de ABA en [www.abanet.org](http://www.abanet.org) o en librerías de todo el país. El *International Standard Book Number* (ISBN, o número estándar internacional de libros) del libro es 1-47073-439-9.

***EPA Brownfields Economic Redevelopment Initiative Internet Site*  
(Sitio de Internet de la Iniciativa de la EPA de Revitalización Económica de Terrenos Contaminados)**

Este sitio de Internet, coordinado por el Equipo de Proyectos Especiales y de Extensión de la *Office of Solid Waste and Emergency Response* (OSWER, u Oficina de Desechos Sólidos y Respuesta a Emergencias) de la EPA, brinda amplia información sobre la Iniciativa de la EPA de Revitalización Económica de Terrenos Contaminados y sobre los recursos relacionados con la iniciativa. Se incluyen descripciones de los proyectos piloto de la EPA para la revitalización de terrenos contaminados, y los puntos de contacto en cada oficina regional de la EPA, incluyendo publicaciones, reglamentaciones, y otros documentos. Las partes interesadas en la revitalización de terrenos contaminados encargadas de la selección y el uso de las tecnologías para la limpieza ambiental de los mismos pueden tener un interés particular en conocer más sobre los proyectos piloto del *Brownfields Cleanup Revolving Loan Fund* (BCRLF, o Fondo de Préstamos Renovables para la Limpieza de Áreas de Revitalización de Terrenos Contaminados), un programa que incluye, entre otros elementos, el financiamiento de programas piloto demostrativos para la evaluación de terrenos contaminados y el ensayo de modelos de limpieza y reaprovechamiento. En el sitio de Internet se explican los detalles del programa, incluyendo los criterios de selección y una lista de programas piloto del fondo que se han adjudicado. Asimismo, se describe la Iniciativa *USTFields*, un nuevo programa auspiciado por la *Office of Underground Storage Tanks* (OUST, u Oficina de Tanques de Almacenamiento Subterráneo) de la EPA para resolver la cuestión de la limpieza de tanques de almacenamiento subterráneo abandonados, conjuntamente con las 10 comunidades a las que recientemente se les adjudicaron fondos del *USTFields* para la evaluación y limpieza de sitios. Para mayor información, visite el sitio de Internet [www.epa.gov/brownfields](http://www.epa.gov/brownfields).

## CENTROS DE INFORMACIÓN, CAPACITACIÓN Y OTROS RECURSOS


**Guidance for Preparing Standard Operating Procedures (SOPs) (EPA 240-B-01-004)**  
**(Guía para la Preparación de Procedimientos Operativos Estándar)**

El documento brinda orientación sobre la preparación y el uso de procedimientos operativos estándar dentro de un sistema de calidad. Los procedimientos son un conjunto de instrucciones escritas que documentan una rutina o actividad repetitiva que desarrolla una organización. El desarrollo y uso de estos procedimientos es una parte integral de cualquier sistema de calidad exitoso, debido a que brindan a los individuos la información necesaria para realizar un trabajo de manera adecuada y facilitan la uniformidad en la calidad e integridad de un producto o resultado final. Los procedimientos describen elementos operativos, tanto técnicos como administrativos, de una organización administrada bajo un plan de trabajo, un plan de proyecto de control de calidad, o un plan de gestión de calidad de una organización. Se puede ver o descargar una copia del documento desde el disco compacto de *Rutas*.

**Hazardous Substance Research Centers**  
**(Centros de Investigación de Sustancias Peligrosas)**

Los *Hazardous Substance Research Centers* (HSRC, o Centros de Investigación de Sustancias Peligrosas) constituyen una organización nacional financiada en parte por la EPA, el *Department of Energy* (DOE, o Departamento de Energía de los Estados Unidos) y el *U.S. Department of Defense* (DoD, o Departamento de Defensa de los Estados Unidos), que llevan a cabo un programa de investigación básica y aplicada, transferencia de tecnología y capacitación. Los centros de investigación brindan asistencia técnica gratuita a las comunidades con problemas de contaminación ambiental a través de dos esfuerzos de extensión a la comunidad: el *Technical Outreach for Communities Program* (TOSC, o Programa de Extensión Técnica para Comunidades) y el *Technical Assistance to Brownfields Program* (TAB, o Programa de Asistencia Técnica para Áreas de Revitalización de Terrenos Contaminados). El TOSC utiliza los investigadores y profesionales de más de 30 universidades para ayudar a los grupos de la comunidad a comprender las cuestiones técnicas de los sitios con residuos peligrosos. A través del programa TOSC, se encuentran disponibles líneas telefónicas de información sin cargo y se ofrecen talleres y otros programas educativos. El TAB ayuda a las comunidades a limpiar y reaprovechar las propiedades que han sufrido daños o que están subvaluadas debido a la contaminación ambiental. A través de cinco centros regionales de capacitación, el programa TAB del HSRC ofrece capacitación para las comunidades sobre los siguientes temas: liderazgo, evaluación de riesgos, procesos de revitalización de terrenos contaminados, evaluación de sitios y alternativas de limpieza. Si se desea obtener mayor información sobre los HSRC y sus iniciativas para la revitalización de terrenos contaminados, se puede encontrar en el sitio de Internet de los HSRC en [www.hsrg.org](http://www.hsrg.org). En [www.hsrg.org/hsrg/html/tosc](http://www.hsrg.org/hsrg/html/tosc) puede encontrar información detallada sobre los programas TOSC y TAB.

## CENTROS DE INFORMACIÓN, CAPACITACIÓN Y OTROS RECURSOS

***Hazardous, Toxic and Radioactive Waste Center of Expertise***  
**(Centro Especialista en Desechos Peligrosos, Tóxicos y Radiactivos)**

Coordinado por los *U.S. Army Corps of Engineers* (Cuerpo de Ingenieros del Ejercito de los Estados Unidos), el *Hazardous, Toxic and Radioactive Waste Center of Expertise* (HTRW-CX, o Centro Especialista en Residuos Peligrosos, Tóxicos y Radiactivos) brinda asistencia técnica e información sobre el uso de tecnologías innovadoras para la limpieza de terrenos contaminados. El sitio de Internet del centro brinda información detallada sobre una variedad de recursos de tecnologías innovadoras, puntos de contacto en el HTRW-CX, así como los cursos de capacitación y talleres programados. También se incluyen más de 50 estudios de caso sobre aplicaciones exitosas de tecnologías innovadoras. Visite el sitio del HTRW-CX en [www.environmental.usace.army.mil](http://www.environmental.usace.army.mil) para obtener mayor información sobre el mismo.

***RCRA Online***  
**(RCRA en Línea)**

*RCRA Online* es una base de datos en línea que brinda a los usuarios acceso a miles de cartas, memorandums y preguntas y respuestas emitidas por la *Office of Solid Waste* (OSW, u Oficina de Desechos Sólidos) de la EPA. Los documentos incluidos en la base de datos son interpretaciones oficiales emitidas por los funcionarios de la sede central de la EPA sobre las reglamentaciones de la Ley de Conservación y Recuperación de Recursos que rigen el manejo de desechos sólidos, peligrosos y médicos. Los usuarios pueden recuperar documentos a través de las funciones de búsqueda por tema, de texto completo y avanzadas, además ver el texto real de los documentos identificados en una búsqueda. Se incluyen también instrucciones detalladas sobre cómo usar la base de datos así como consejos para realizar búsquedas. *RCRA Online* está disponible en línea en [www.epa.gov/rcraonline/](http://www.epa.gov/rcraonline/). El disco compacto de *Rutas* contiene una versión en pdf del folleto de *RCRA Online*.

**CENTROS DE INFORMACIÓN, CAPACITACIÓN Y OTROS RECURSOS*****Superfund Docket and Information Center***  
**(Centro de Información y Expedientes del Superfondo)**

El Centro de Información y Expedientes del Superfondo brinda acceso a los documentos reglamentarios del Superfondo, las Notificaciones del Registro Federal del Superfondo, las Actas de Sentencia y los comentarios públicos enviados a la EPA. El centro opera de lunes a viernes de 9:00 a 16:00 EST. Se puede acceder a él por teléfono llamando al 703-603-9232 o por fax al 703-603-9240.

***TechDirect***

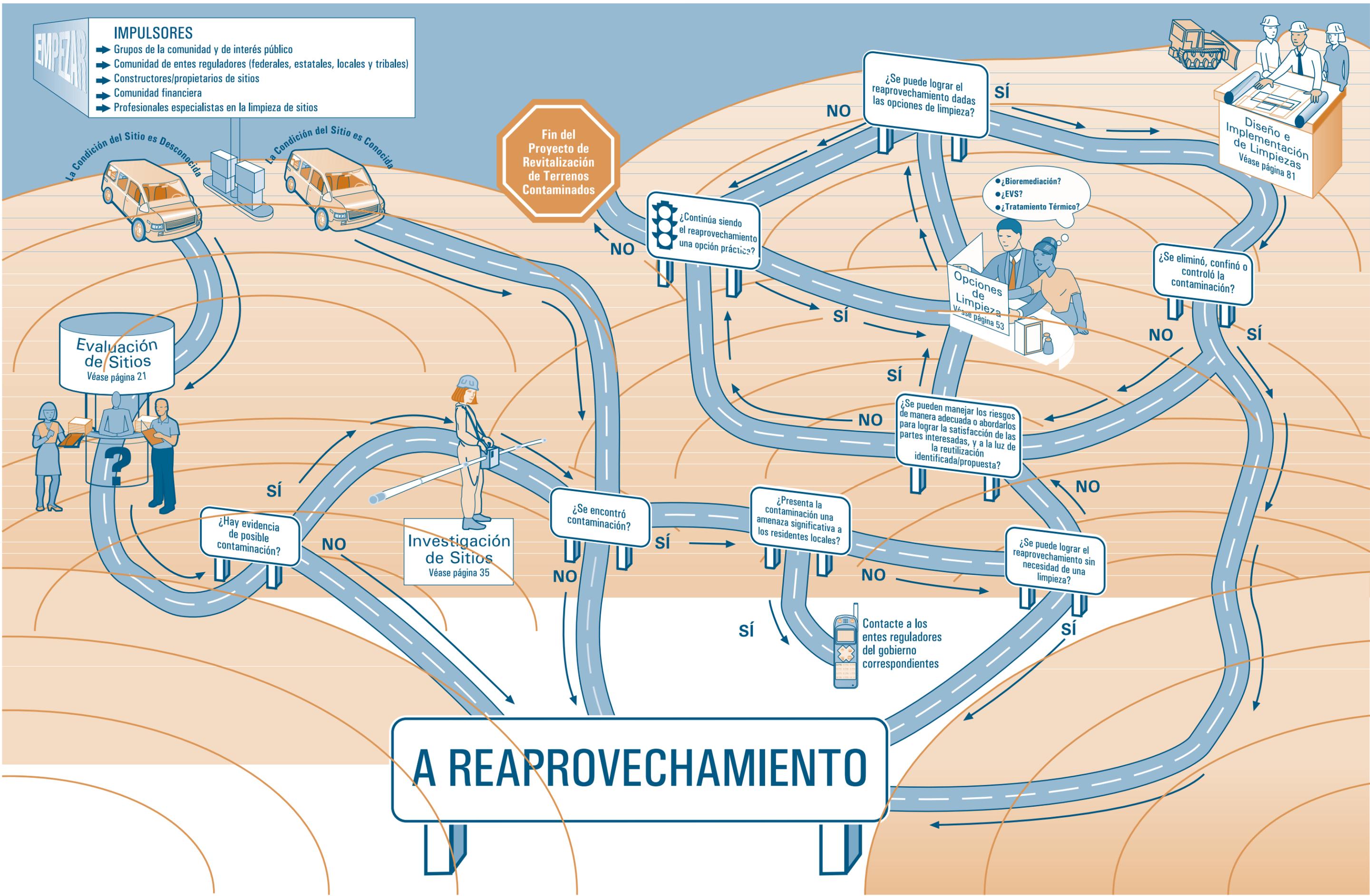
*TechDirect* es un servicio de correo electrónico brindado por la Oficina de Innovación Tecnológica de la EPA que muestra las nuevas publicaciones y eventos de interés para los profesionales involucrados en la evaluación y remediación de sitios. El mensaje orienta a los suscriptores hacia fuentes desde las cuales pueden obtener mayor información. Las personas interesadas pueden suscribirse en línea en <http://clu-in.org/techdrct>.

**CENTROS DE INFORMACIÓN, CAPACITACIÓN Y OTROS RECURSOS*****Información sobre Capacitación***

A continuación se enumeran los cursos y programas de capacitación que pueden resultar útiles para las partes interesadas en la revitalización de terrenos contaminados, en particular aquellas que participan de la selección de tecnologías:

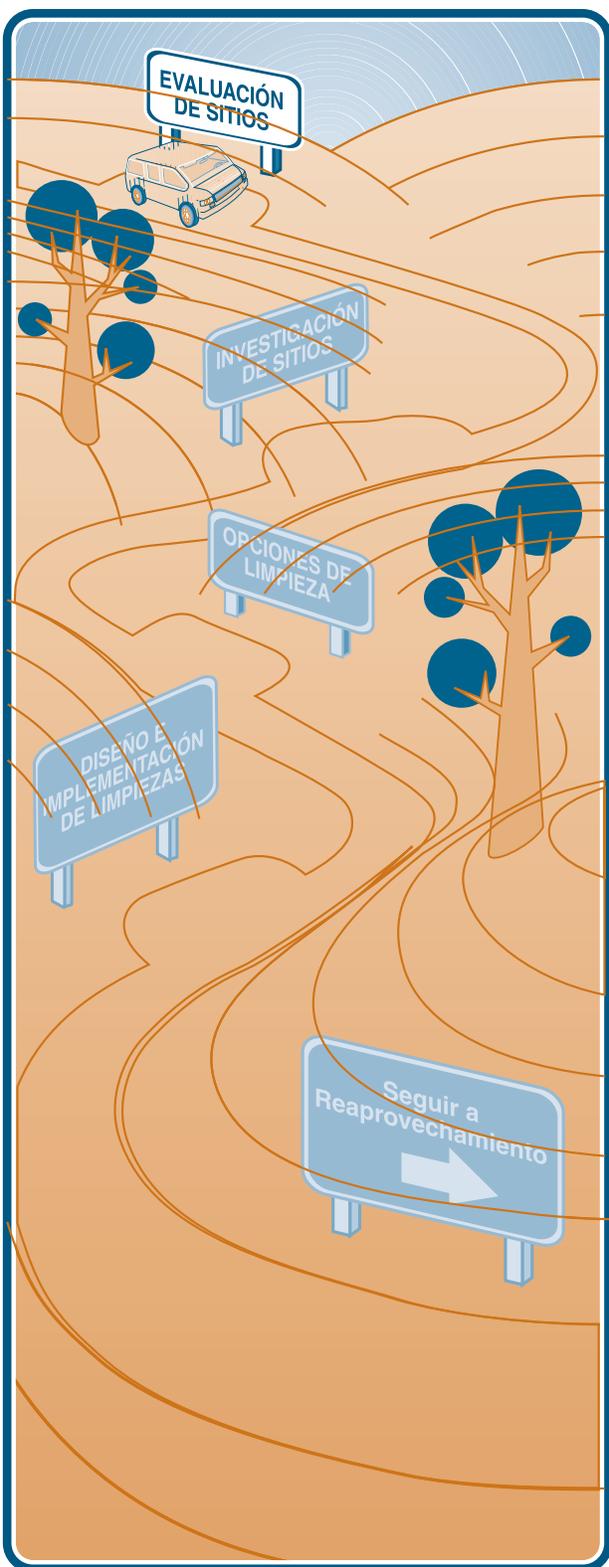
- El *Training-Exchange* (TRAINEX) de la EPA, es un sitio de Internet que brinda una variedad de información sobre capacitación dirigida a representantes de organismos federales, estatales, locales y tribales, y está dirigido principalmente a individuos que participan en el tratamiento y remediación de residuos peligrosos. El sitio brinda información sobre más de 65 cursos y su programación. Visite el sitio de Internet TRAINEX en [www.trainex.org](http://www.trainex.org) para obtener mayor información al respecto.
- El *Field-Based Technologies Training Program* (Programa de Capacitación en Tecnologías Basadas en el Campo) de la EPA resulta especialmente adecuado para las personas que participan en la selección de las tecnologías que se utilizarán para la investigación y limpieza de sitios. El programa consiste en dos cursos de capacitación de nivel avanzado: el Curso de Tecnologías de Caracterización de Sitios Basadas en el Campo, que presenta una amplia gama de tecnologías de caracterización, y el Curso de Estrategias para Tecnologías de Análisis y Muestreo Basadas en el Campo, el cual brinda un panorama general sobre las cuestiones de planificación y proceso asociadas con el uso de estrategias basadas en el campo. El curso está diseñado para profesionales ambientales y entes reguladores involucrados en el uso o implementación de la caracterización de sitios o interpretación de datos relacionados con dichas tecnologías. Para mayor información sobre el curso y los horarios en que se dicta, visite el sitio de Internet en [www.trainex.org](http://www.trainex.org) y seleccione "CERCLA Education Center (CEC)".
- Se puede encontrar información sobre cursos futuros, organizados por diferentes organizaciones federales y no federales en el sitio de CLU-IN de la Oficina de Innovación Tecnológica en <http://clu-in.org>; una vez que ingrese, seleccione "Courses and Conferences" bajo el título "What 's Hot? What 's New?" (¿Qué Hay de Nuevo?)
- La Sociedad Americana de Ensayos y Materiales también ofrece numerosas oportunidades de capacitación técnica y profesional que pueden resultar de interés a los responsables para la revitalización de terrenos contaminados. Para mayor información, visite su sitio en Internet [www.astm.org/TRAIN](http://www.astm.org/TRAIN).

- EMPEZAS?**
- IMPULSORES**
- ➔ Grupos de la comunidad y de interés público
  - ➔ Comunidad de entes reguladores (federales, estatales, locales y tribales)
  - ➔ Constructores/propietarios de sitios
  - ➔ Comunidad financiera
  - ➔ Profesionales especialistas en la limpieza de sitios



# EVALUACIÓN DE SITIOS

## Reunir y Evaluar la Información sobre la Revitalización de Terrenos Contaminados



El objetivo de este paso es evaluar el potencial de contaminación en un emplazamiento mediante la recopilación y revisión de la información ya existente. La evaluación de sitios, a la que comúnmente se denomina evaluación ambiental de sitios Fase I de la ASTM, se refiere a una investigación inicial que generalmente se limita a la búsqueda de registros históricos. La información reunida también incluye datos sobre las condiciones ambientales pasadas y actuales y los usos históricos del sitio. La evaluación de sitios es el paso más crucial del proceso de revitalización de terrenos contaminados, debido a que cualquier otra investigación o limpieza ambiental dependerá de la identificación de los problemas ambientales potenciales durante dicha fase.

Es importante que, durante la fase de evaluación de sitios, se consideren las actividades y los requerimientos descritos en los capítulos siguientes, y que se determine cómo se verán afectados durante la evaluación inicial del sitio. La evaluación de sitios debe ser completa y debe adaptarse para satisfacer objetivos de información específicos, ya que la misma será determinante para la decisión de realizar o no algún tipo de trabajo. De acuerdo con la sección Antes de Comenzar, las decisiones que se tomen con respecto al uso final de un sitio, y los objetivos a largo plazo del proyecto de revitalización de terrenos contaminados determinarán el tipo y la cantidad de información que deba reunirse, como así también el nivel de calidad de dicha información. Data Quality Objectives (DQO, u objetivos de calidad de la información), a su vez, servirán de base para tomar las decisiones más acertadas respecto de las tecnologías y técnicas más adecuadas para la recopilación y el análisis de la información obtenida de un sitio en particular (véase Anexo B, *Lista de Siglas y Glosario de Términos*, si desea una definición del término DQO).

La información reunida durante esta fase inicial del proceso de limpieza es extremadamente importante para identificar y evaluar la aplicabilidad de las tecnologías de evaluación de sitios y de limpieza. Asimismo, resulta esencial para determinar si se puede limpiar la propiedad al nivel necesario como para reutilizarla. Si se planea cuidadosamente, durante esta fase ya se pueden realizar algunos de los trabajos posteriores, como por ejemplo una toma de muestras limitada. La evaluación del sitio puede proporcionar

una idea preliminar sobre los posibles tipos de tecnologías para limpieza que estarían disponibles. Resulta esencial evaluar y tratar las necesidades e inquietudes de la comunidad (por ejemplo: el desarrollo de perfiles económicos y sociales y la identificación de riesgos ambientales aceptables).

En esta fase, se pueden utilizar aquellas tecnologías que permitan detectar una posible contaminación en el aire, al igual que ciertas tecnologías de análisis de muestras que resultan útiles para evaluar la contaminación del suelo o de aguas subterráneas. Los ejemplos de tecnologías para toma de muestras y análisis aplicables en esta fase aparecen en el Anexo A, *Cuadro A-2, Tecnologías para la Toma de Muestras y Análisis de Contaminantes Encontrados en Terrenos Contaminados Típicos*. Sin embargo, en cierta manera el uso de dichas tecnologías puede estar limitado, ya que gran parte del trabajo que se lleva a cabo en esta fase se centra en la búsqueda de registros escritos o electrónicos.

### ¿Qué Hay Que Saber?

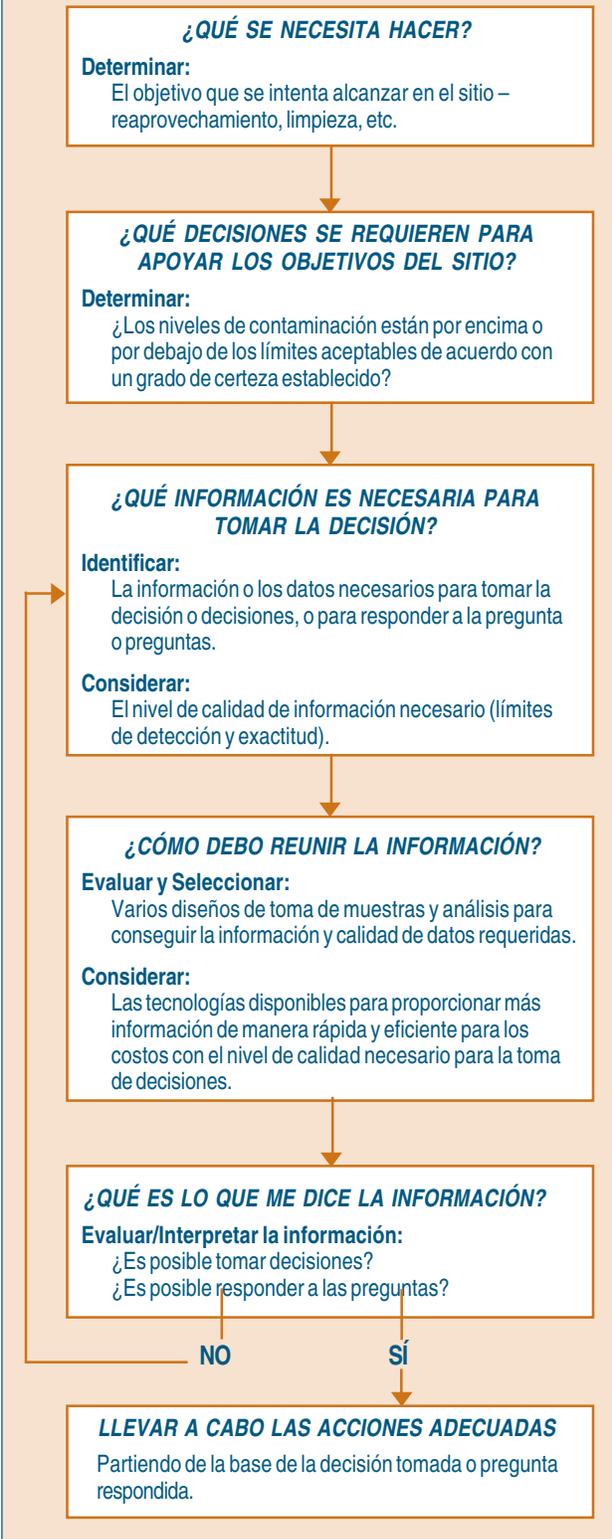


Entre los factores a tener en cuenta durante esta fase se encuentran:

1. ¿Se preparó un plan de reaprovechamiento o se identificó un uso final sugerido? ¿Se encuentra el sitio ubicado en un área elegida para su reaprovechamiento? ¿Está ubicado en un área industrial? ¿Permanecerá como área industrial o será reaprovechado para uso comercial? O bien, ¿se planificó algún desarrollo residencial para esa zona? ¿Estarán los miembros de la comunidad que utilicen la propiedad directamente expuestos al suelo o los sedimentos?
2. ¿Qué información resulta necesaria para sostener los objetivos a largo plazo del proyecto, tratar los temas de preocupación relacionados y asegurar la aceptabilidad? ¿Qué decisiones son necesarias y qué información debe reunirse para apoyar dichas decisiones? ¿Qué nivel de calidad o incertidumbre se requiere para cumplir con dichos objetivos?
3. ¿Qué se sabe del sitio? ¿Qué registros existen que indiquen contaminación potencial y el uso pasado de la propiedad? ¿Han tenido lugar otras acciones ambientales (como avisos de violación)? ¿Se ha llevado a cabo un monitoreo ambiental? ¿Qué información se requiere para identificar los tipos y el alcance, o la ausencia, de contaminación?
4. Si el sitio está ubicado en un área destinada al reaprovechamiento, ¿se está considerando la limpieza del sitio conforme a las iniciativas de limpieza de sitios del Superfondo federales o estatales?
5. ¿Entrará el sitio en un programa de limpieza voluntaria? En caso contrario, ¿qué organismo (federal, estatal, local o tribal) será responsable de la supervisión de la limpieza? ¿Existen otros requisitos reglamentarios federales, estatales, locales o tribales para la evaluación de los sitios? (Véase la definición de programa de limpieza voluntaria en el Anexo B, *Lista de Siglas y Glosario de Términos*.)
6. ¿Cuáles son las necesidades e inquietudes clave de la comunidad? ¿Cómo puede fomentarse la participación de la comunidad? ¿Cómo se invitará a la comunidad a dar su opinión?
7. ¿Qué condiciones ambientales serán consideradas aceptables por la comunidad? ¿Qué normas ambientales deben tenerse en cuenta para asegurar que los interesados de la comunidad se sientan satisfechos con el resultado de la limpieza en vistas a la reutilización identificada y propuesta?
8. Si el sitio muestra evidencias de contaminación, ¿quiénes y qué cosas se verán afectadas? ¿Quién será responsable de financiar la limpieza?

La figura en la siguiente página representa las conexiones entre las decisiones a tomar, la información a reunir y la elección de las tecnologías para acelerar la recolección de información.

### Uniendo la Decisión, la Información y las Tecnologías



### ¿Cómo Encontramos las Respuestas?\*



Entre las actividades a realizarse durante la fase inicial de la investigación de sitio se incluyen:

- Establecer el equipo técnico y aprovechar el conocimiento específico de dicho equipo para determinar si la información sobre el sitio es adecuada e identificar las brechas potenciales en la información.
- Asegurar que los responsables de la toma de decisiones sobre la revitalización de terrenos contaminados (por ejemplo: organismos reguladores; ciudadanos; propietarios y personal técnico, como químicos y toxicólogos) participen en el proceso de toma de decisiones.
- Determinar los planes futuros para la reutilización y la revitalización, como así también los objetivos del sitio.
- Identificar el tipo de información que debe ser recolectada para apoyar los objetivos del sitio.
- Determinar si la presencia de contaminación es probable mediante la realización de una evaluación de sitios Fase I conforme a las normas de la ASTM o su equivalente. Se realiza una búsqueda de registros y se visita el sitio pero no se toman muestras del suelo ni de aguas subterráneas. Los esfuerzos incluyen las siguientes actividades:
  - Identificar a los propietarios anteriores y los usos que los mismos hicieron de la propiedad mediante una verificación del título y una revisión de los documentos impositivos, planos del sistema cloacal, fotografías aéreas y la documentación de los departamentos de incendios, política y salud relativos a la propiedad.
  - Revisar y analizar los registros del gobierno municipal como también los registros históricos para identificar el uso anterior o la eliminación pasada de materiales o residuos peligrosos en el sitio.
  - Revisar los listados federales y estatales que determinan los sitios que pueden estar contaminados. Dichos listados incluyen entre otras: (1) El Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability

\* Nótese que Rutas busca responder preguntas relacionadas con la selección de la tecnología pero no tiene la intención de suministrar una respuesta a cada pregunta de procedimiento planteada.

Information System (CERCLIS, o Sistema de Información Integral sobre Respuesta, Compensación y Responsabilidad Ambiental) de la EPA sobre los sitios potencialmente contaminados, (2) El National Pollutant Discharge Elimination System (NPDES, o Sistema Nacional para la Eliminación de Descarga de Contaminantes) sobre permisos otorgados para la descarga a aguas superficiales, y (3) registros de los estados en cuanto a acciones de remoción de emergencia (por ejemplo: la remoción de bidones con pérdidas o la excavación de desechos explosivos).

- Entrevistar a los propietarios, ocupantes y otras personas relacionadas con el sitio, tales como empleados anteriores, residentes y urbanizadores locales.
- Realizar un examen físico o visual del sitio incluyendo un examen de las estructuras existentes para determinar la integridad estructural y el material que contenga asbesto.
- Comprobar si existen en las estructuras algunos contaminantes como pintura, que contengan plomo, asbesto y radón.
- Revisar la aplicabilidad de los programas de control gubernamentales:
  - Determinar si existe un programa de limpieza voluntaria estatal y consultar con los organismos reguladores federales, estatales, locales y tribales pertinentes a fin de incorporarlos al proceso de toma de decisiones lo antes posible.
  - Determinar el enfoque (por ejemplo, los programas de revitalización, el programa del Superfondo, las leyes de transferencia de propiedades o un programa estatal de revitalización de terrenos contaminados) que resulte necesario o disponible para facilitar la limpieza de los sitios (véase la sección Antes de Comenzar para una obtener descripción de las reglamentaciones y pautas aplicables).
  - Averiguar si se pueden obtener incentivos económicos como beneficios de programas estatales para la revitalización de terrenos contaminados, o créditos impositivos federales para la revitalización de terrenos contaminados.
  - Contactar al coordinador regional de revitalización de terrenos contaminados de la EPA a fin de identificar y determinar la disponibilidad de programas de apoyo de la EPA e incentivos financieros federales (véase Anexo C, Lista de Contactos de Apoyo Técnico y de Revitalización de Terrenos Contaminados).
- Determinar cómo incorporar y alentar la participación comunitaria:
  - Identificar los requisitos reglamentarios de participación pública (véase página 16 en la sección Antes de Comenzar donde aparece una descripción de los servicios comunitarios proporcionados por los HSRC).
  - Evaluar el interés de la comunidad en el proyecto
  - Identificar las organizaciones existentes en la comunidad
  - Revisar cualquier plan comunitario de reaprovechamiento
- Identificar los factores que pueden impedir el reaprovechamiento y la reutilización de sitios
- Comenzar por la identificación de los posibles recursos financieros para obtener fondos de investigación de sitios y actividades de limpieza en el mismo, en caso que sea necesario.
- Examinar las condiciones ambientales inaceptables en términos de costos iniciales para la mejora de sitios y los costos a largo plazo de operación y mantenimiento – incluir las posibles opciones de limpieza y las restricciones que puedan afectar el reaprovechamiento como, por ejemplo, los cronogramas del proyecto, el costo y el potencial para lograr la reutilización deseada.
- Realizar trabajo en el sitio y reunir la información necesaria para definir las condiciones del sitio o para resolver las incertidumbres relacionadas con el sitio

¿Dónde Encontramos Ayuda para Responder a las Preguntas sobre Tecnología?



A continuación, se enumeran algunos ejemplos de los recursos tecnológicos disponibles para facilitar la evaluación de un sitio. Si bien muchos de los recursos se aplican mejor a fases posteriores, puede resultar útil comenzar a pensar en las opciones y herramientas de investigación y limpieza de sitios. Asimismo, se proporciona información sobre la disponibilidad de recursos electrónicos—ya sea que se encuentren en el disco compacto que acompaña a *Rutas* o en los distintos sitios de la web. El Anexo D, *Cómo Realizar un Pedido de Documentos*, proporciona toda la información necesaria para solicitar documentos que no se encuentran en el disco compacto ni en la Internet.

## A. Recursos para la Evaluación de Sitios

Los documentos que se enumeran a continuación son recursos que proporcionan información general sobre la disponibilidad de recursos tecnológicos en la forma de bibliografías, informes de estado y guías para el usuario.

### **Assessing Contractor Capabilities for Streamlined Site Investigations (EPA 542-R-00-001)**

#### **(Evaluación de las Capacidades del Contratista para Realizar Investigaciones Normalizadas de Sitios)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas Desarrollado por el Centro de Apoyo de Tecnologías para la Revitalización de Terrenos Contaminados de la EPA, este recurso brindará a las personas encargadas de tomar decisiones relacionadas con los proyectos de revitalización de terrenos contaminados, la posibilidad de evaluar las capacidades de los contratistas considerados para efectuar el trabajo en apoyo a las investigaciones de sitios. El recurso también identifica las posibles actividades que pueden realizar los contratistas a fin de mejorar el proceso de investigación de sitios utilizando herramientas innovadoras. Se han presentado numerosas preguntas que los responsables pueden utilizar al entrevistar a los contratistas y evaluar las capacidades de los mismos, seguidas de información acerca de la importancia de las preguntas y sus posibles respuestas.

### **ASTM Standard Guide for Process of Sustainable Brownfields Development (E1984-98)**

#### **(Guía ASTM para el Proceso de Desarrollo Sustentable de las Áreas de Revitalización de Terrenos Contaminados)**

Pedir en línea en [www.astm.org](http://www.astm.org)

La guía, desarrollada por ASTM, analiza el reaprovechamiento de las propiedades de terrenos contaminados para todas las partes interesadas. Identifica los impedimentos para tal reaprovechamiento, y sugiere soluciones que pueden facilitar la finalización exitosa de un proyecto. Asimismo, describe un proceso flexible de reaprovechamiento sustentable de terrenos contaminados que compromete activamente a los propietarios de los terrenos, las empresas constructoras, los organismos gubernamentales y la comunidad, a llevar a cabo acciones correctivas, evaluaciones económicas y otros esfuerzos que promuevan la reutilización productiva de un terreno contaminado a largo plazo. La guía, disponible a un costo de \$35 por ejemplar, puede descargarse del sitio de Internet de ASTM, o puede solicitarse telefónicamente al 610-832-9585 o por facsímil al 610-832-9555.

### **ASTM Standard Practice for Environmental Site Assessments: Phase I Environmental Site Assessment Process (E1257-00)**

#### **(Práctica Estándar ASTM para la Evaluación Ambiental de Sitios: Proceso de Evaluación Ambiental de Sitios Fase I)**

Pedir en línea en [www.astm.org](http://www.astm.org)

El objetivo de esta práctica desarrollada por ASTM es definir las prácticas comerciales y habituales en los Estados Unidos para llevar a cabo la evaluación ambiental de sitios de Fase I en propiedades comerciales, en relación con la gama de contaminantes dentro del alcance definido por la CERCLA, al igual que productos de petróleo. También se identifican allí los requisitos de investigación e información. La Práctica, disponible a un costo de \$40 por ejemplar, puede descargarse del sitio de Internet de ASTM o solicitarse telefónicamente al 610-832-9585 o por facsímil al 610-832-9555.

### **Clean-Up Information Home Page on the World Wide Web**

#### **(Página Web de Información sobre Limpiezas)**

Disponible en línea en <http://clu-in.org>

Este sitio en Internet ofrece información sobre tecnologías innovadoras de tratamiento y caracterización de sitios para la comunidad interesada en la remediación de residuos peligrosos. La página CLU-IN describe programas, organizaciones, publicaciones y otras herramientas para el personal de la EPA y otros organismos federales y estatales, ingenieros consultores, desarrolladores y proveedores de tecnologías, contratistas de remediación, investigadores, grupos de la comunidad y ciudadanos individuales. También brinda información sobre cuestiones relacionadas con la caracterización de sitios: verificación y evaluación de tecnologías, herramientas de selección de tecnologías, guía y apoyo para su aplicación, casos prácticos, desarrollo reglamentario y publicaciones.



### **Data Quality Objective Process for Hazardous Waste Site Investigations (EPA 600-R-00-007)**

#### **(Proceso de Objetivos de Calidad de la Información para las Investigaciones de Sitios de Residuos Peligrosos)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas Se centra en el proceso de establecer objetivos de calidad de la información como un proceso sistemático de planificación para respaldar la toma de decisiones. Los objetivos de la calidad de la información constituyen una herramienta importante para

directores y planificadores de proyectos al momento de definir los tipos, la calidad y la cantidad de información necesaria para tomar decisiones defendibles. El documento tiene su base en los principios y pasos desarrollados en la *Guidance for the Data Quality Objectives Process* (Guía del Proceso de Objetivos de Calidad de la Información), pero es específico para las investigaciones de sitios con residuos peligrosos. La guía también guarda coherencia con el *Data Quality Objectives Process for Superfund: Interim Final Guidance* (Proceso de Objetivos de Calidad de la Información para el Superfondo: Guía Final Provisoria [EPA 1993]) y la *Soil Screening Guidance: User's Guide* (Guía para la Investigación de Suelos: Guía del Usuario [EPA 1996]). Si bien el documento se centra en las aplicaciones de la EPA, la guía también se aplica a los programas desarrollados a nivel local y estatal.



**Data Quality Objectives Web Site  
(Sitio de la Web sobre los Objetivos de  
Calidad de la Información)**

Disponible en línea en [www.hanford.gov/dqo/](http://www.hanford.gov/dqo/)  
El sitio de los objetivos de la calidad de la

información, auspiciado por el DOE, constituye un recurso útil para quienes elaboran un diseño para la recopilación de datos. El sitio web define el proceso de los objetivos y explica su papel, el cual consiste en asegurar que la recopilación de datos produzca resultados de calidad suficientes como para apoyar las decisiones tomadas sobre la base de tales resultados. El sitio en la web contiene procedimientos “paso a paso” para el proceso de los objetivos de la calidad de la información. Asimismo, proporciona un diagrama de flujo sobre el proceso de toma de decisiones; describe los objetivos y metas relacionados con el uso del proceso de los objetivos de la calidad de la información y revisa las directivas del DOE y del contratista. También describe una cantidad de cursos de capacitación disponibles, una lista de contactos y glosarios de la terminología principal y proporciona vínculos a los sitios relacionados.



**Engineering and Design: Requirements for  
the Preparation of Sampling and Analysis  
Plans (EM 200-1-3)**

**(Ingeniería y Diseño: Requisitos para la  
Preparación de Planes de Toma de**

**Muestras y Análisis)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas Este manual, desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos, constituye una guía para la preparación de planes de toma de

muestras y análisis específicos para un proyecto con el fin de reunir datos ambientales. Además, el manual presenta protocolos de toma de muestras y análisis que aparecen por defecto y pueden utilizarse textualmente o con modificaciones en función de los objetivos de la calidad de información para un proyecto específico. El objetivo de este manual es fomentar la uniformidad en la generación y ejecución de planes de toma de muestras y análisis y, por lo tanto, ayudar a los investigadores a generar información de calidad conocida sobre contaminantes químicos de acuerdo con el fin para el que se utilizarán tales datos.

**EPA REmediation And CHaracterization Innovative  
Technologies (REACHIT) Online Searchable Database  
(Base de Datos en Línea para Búsquedas de  
Tecnologías Innovadoras de Remediación y  
Caracterización de la EPA)**

Disponible en línea en [www.epareachit.org](http://www.epareachit.org)

La base de datos para búsquedas de Tecnologías Innovadoras de Remediación y Caracterización de la EPA (EPA REACH IT) brinda a los usuarios información completa y actualizada sobre más de 150 tecnologías de caracterización y 1.300 tecnologías de remediación. Durante la fase preliminar del proyecto de revitalización de terrenos contaminados, EPA REACH IT ayudará a las partes interesadas a tomar conocimiento y familiarizarse con las diferentes opciones de tecnología disponibles y que pueden emplearse durante las fases de investigación y limpieza que aparecen más abajo, así como los datos respecto de los diferentes tipos de sitios. Asimismo, brinda información sobre las tecnologías de análisis que pueden resultar útiles para la toma de muestras inicial del sitio. Sólo se puede tener acceso a EPA REACH IT a través de Internet.



**Expedited Site Characterization (ESC)  
Method (Ames Laboratory Environmental  
Technologies Development Program)**

**(Método de Caracterización Rápida de  
Sitios [Programa de Desarrollo de**

**Tecnologías Ambientales del Laboratorio Ames])**

Disponible en línea en [www.etd.ameslab.gov/etd/technologies/projects/esc](http://www.etd.ameslab.gov/etd/technologies/projects/esc)

Las demostraciones del método de caracterización rápida llevado a cabo por Ames incluyen el trabajo de caracterización realizado por contratistas comerciales de revitalización de terrenos contaminados existentes. Las demostraciones del método de caracterización rápida incluyen un programa de información pública que consiste en presentaciones,

visitas a los sitios, documentos, paquetes de información y oportunidades de debate.



**Improving Sampling, Analysis, and Data Management for Site Investigation and Cleanup (EPA 542-F-01-030A) (Mejoramiento de Toma de Muestras, Análisis y Gestión de Datos para la Investigación y Limpieza de Sitios)**

Ver o descargar el archivo pdf en <http://clu-in.org>  
Describe el “enfoque de la tríada” que constituye la base de la estrategia nacional de la EPA para la caracterización y evaluación de sitios. Dicho enfoque moderno para la evaluación de sitios se concentra en la realización de un planeamiento sistemático tendiente a asegurar el uso eficaz de los recursos, la preparación de un plan de trabajo dinámico que apoye la toma de decisiones en el campo, y el uso de herramientas analíticas *in situ*, plataformas de toma de muestras rápida e interpretación de datos en el lugar. Luego de una explicación sobre el enfoque de la “tríada” para la investigación de sitios, el documento analiza brevemente numerosos desarrollos recientes que prometen un beneficio importante para los esfuerzos de limpieza, y establece la visión de la agencia sobre las decisiones defendibles a un costo que pueda afrontarse como objetivo de la estrategia nacional. El documento puede descargarse de la página CLU-IN bajo el título “Publications” (publicaciones). Véase el Tema de Actualidad 4, *La Tríada*, para obtener una descripción más detallada sobre el mismo.



**OnSite OnLine Tools for Site Assessment (Herramientas en Línea para la Evaluación de Campo de Sitios)**

Visite: [www.epa.gov/athens/onsite/](http://www.epa.gov/athens/onsite/)  
Esta página, desarrollada por la ORD y la Región 9 de la EPA, ofrece una cantidad de herramientas en línea para la evaluación de sitios, incluyendo calculadoras para fórmulas, modelos, factores de conversión unitaria y demostraciones científicas que se pueden utilizar para evaluar los efectos de los contaminantes en aguas subterráneas.

**Quality Assurance Guidance for Conducting Brownfields Site Assessments (EPA 540-R-98-038) (Guía de Control de Calidad para la Realización de Evaluaciones de Sitios de Revitalización de Terrenos Contaminados)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas  
El documento explica a los administradores de los sitios de revitalización de terrenos contaminados los conceptos y problemas relacionados con el control de calidad, y brinda instrucciones paso a paso para la identificación del tipo y la calidad de información ambiental necesaria para presentar un panorama claro de las condiciones ambientales en un sitio determinado.



**Sensor Technology Information Exchange (SenTIX) (Intercambio de Información Tecnológica de Sensores)**

Disponible en línea en [www.sentix.org](http://www.sentix.org)  
SenTIX sirve como foro de discusión para intercambiar información respecto de las tecnologías y necesidades de los sensores. El objetivo del sitio es servir como herramienta para asistir a aquellos que trabajan en el área de medio ambiente en la limpieza de residuos peligrosos. Las funciones de presentación y búsqueda de SenTIX pueden ayudar a relacionar a los usuarios que buscan una tecnología de sensores para cubrir una necesidad específica. También participan en el foro desarrolladores, proveedores y usuarios. El sitio fue desarrollado por WPI, una organización no gubernamental, bajo un acuerdo de cooperación con la EPA.

**B. Recursos para la Evaluación de Sitios Específicos**

A continuación se enumeran los informes de relevamiento y las herramientas en línea referidas a la aplicación de las tecnologías innovadoras a tipos de sitios y contaminantes específicos.

**EPA Office of Enforcement and Compliance Assurance Industry Sector Notebooks (Guías de Sectores de la Industria elaboradas por la Oficina de Aplicación de la Ley y Control de Cumplimiento Normativo de la EPA)**

Ver o descargar los archivos pdf del disco compacto de Rutas  
La guías, desarrolladas por la OECA de la EPA, contienen extensos perfiles de industrias selectas más importantes. Cada perfil incluye información sobre los procesos llevados a cabo en la industria, las descargas

químicas y el transporte de productos químicos, las oportunidades para prevenir la contaminación, las leyes y reglamentaciones federales pertinentes y las iniciativas de cumplimiento relacionadas con el sector. Hay perfiles disponibles en línea e impresos para los siguientes sectores industriales:

- *Actividad aeroespacial (EPA 310-R-98-001)*
- *Transporte aéreo (EPA 310-R-97-001)*
- *Limpieza en seco (EPA 310-R-95-001)*
- *Electrónica y computación (EPA 310-R-95-002)*
- *Generación de energía eléctrica mediante el uso de combustibles fósiles (EPA 310-R-97-007)*
- *Transporte terrestre (EPA 310-R-97-002)*
- *Químicos inorgánicos (EPA 310-R-95-004)*
- *Siderurgia (EPA 310-R-95-005)*
- *Madera (EPA 310-R-95-006)*
- *Fundición de metales (EPA 310-R-97-004)*
- *Metal- mecánica (EPA 310-R-95-007)*
- *Minería metalúrgica (EPA 310-R-95-008)*
- *Terminales automotrices (EPA 310-R-95-009)*
- *Metales no ferrosos (EPA 310-R-95-010)*
- *Minería de productos no metálicos y no combustibles (EPA 310-R-95-011)*
- *Extracción de petróleo y gas (EPA 310-R-99-006)*
- *Químicos orgánicos (EPA 310-R-95-012)*
- *Refinerías de petróleo (EPA 310-R-95-013)*
- *Laboratorios farmacéuticos (EPA 310-R-97-005)*
- *Resinas plásticas y fibras sintéticas (EPA 310-R-97-006)*
- *Imprenta (EPA 310-R-95-014)*
- *Celulosa y papel (EPA 310-R-95-015)*
- *Caucho y plástico (EPA 310-R-95-016)*
- *Construcción y reparación de barcos (EPA 310-R-97-008)*
- *Piedra, arcilla, vidrio y hormigón (EPA 310-R-95-017)*
- *Textiles (EPA 310-R-97-009)*
- *Limpieza de equipos de transporte (EPA 310-R-95-018)*
- *Distribución de agua (EPA 310-R-97-003)*
- *Muebles y accesorios de madera (EPA 310-R-95-003)*

**EPA Region 3 Industry Profile Fact Sheets  
(Hojas de Datos de los Perfiles de la Industria en la Región 3 de la EPA)**

Disponible en línea en [www.epa.gov/reg3hwmd/brownfld/industry.htm](http://www.epa.gov/reg3hwmd/brownfld/industry.htm)

Las hojas de datos, desarrolladas por la Región 3 de la EPA, están diseñadas para ayudar en el planeamiento

y evaluación inicial de los sitios que se encuentran bajo consideración para su descontaminación, reaprovechamiento o reutilización. Las hojas de datos proveen descripciones generales sobre las condiciones y contaminantes de los sitios que frecuentemente se encuentran en sitios industriales identificados. Cada hoja brinda información sobre los procesos realizados en la industria, la materia prima característica de la industria, los medios ambientales que podrían verse afectados, las estrategias de toma de muestras y los parámetros sugeridos para el análisis.

Se encuentran disponibles en línea hojas de datos sobre los siguientes temas:

- *Establecimientos de productos químicos abandonados.*
- *Laboratorios abandonados*
- *Establecimientos de petróleo abandonados*
- *Pila de asbesto*
- *Establecimientos de carrocerías de Autos*
- *Establecimientos de recuperación y reciclado de Baterías*
- *Mina Bethlehem de asbesto/desechos*
- *Establecimiento de reciclado de bidones*
- *Establecimientos de tintorería*
- *Galvanoplastia*
- *Plantas de fabricación de vidrios*
- *Estaciones de servicio de combustible*
- *Desechos infecciosos*
- *Sitios de plantas productoras de gas / alquitrán*
- *Relleno sanitario municipal*
- *Municiones*
- *Pinturas*
- *Pesticidas*
- *Reciclado de petróleo*
- *Plásticos*
- *Imprentas*
- *Canteras*
- *Radiación*
- *Playas de maniobra y depósitos ferroviarios*
- *Playas de rescate*
- *Chatarra*
- *Acerías - arco eléctrico/coque*
- *Curtiembres*
- *Quema de neumáticos*
- *Establecimiento para tratamiento de maderas*



**Frequently Asked Questions about Drycleaning (EPA 744-K-98-002) (Preguntas Frecuentes sobre la Limpieza en Seco)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas

La hoja de información de la EPA aborda numerosas cuestiones relacionadas con la limpieza en seco, incluyendo la participación de la EPA en dicha actividad, el proceso de limpieza en seco, los riesgos ambientales y para la salud humana relacionados con los solventes químicos que se utilizan en el proceso de limpieza en seco, las medidas tomadas por quienes utilizan estos mecanismos y el gobierno, a fin de reducir tales riesgos y otros métodos para la limpieza de telas. El documento enumera fuentes de información adicionales sobre la limpieza en seco y el Programa Diseño para el Medio Ambiente de la EPA.



**Ordnance and Explosives Mandatory Center of Expertise (MCX) and Design Center (Centro Especialista Obligatorio y Centro de Diseño para Municiones y Explosivos)**

Disponible en línea en [www.hnd.usace.army.mil/OEW/](http://www.hnd.usace.army.mil/OEW/) El Centro Especialista Obligatorio y Centro de Diseño para Municiones y Explosivos, que se encuentra bajo el paraguas del U.S. Army Engineering and Support Center (Centro de Ingeniería y Apoyo del Ejército de los Estados Unidos) ubicado en Huntsville, Alabama, tiene como misión eliminar o reducir, en forma segura, los riesgos planteados por las municiones, los explosivos y los materiales de guerra químicos recuperados, en sitios de la defensa actuales o que se utilizaron en el pasado. El sitio en Internet contiene vínculos de información sobre los requerimientos técnicos para contrataciones, hojas de datos sobre los programas de municiones y explosivos, las preguntas frecuentes asociadas con las acciones de respuesta a cuestiones de municiones, tecnologías innovadoras, presentaciones y documentos técnicos así como guía técnica y procedimientos relacionados con las municiones y los explosivos. También se identifican los puntos de contacto.



**Study of Assessment and Remediation Technologies for Drycleaner Sites (EPA 542-R-00-010) (Estudio de las Tecnologías de Evaluación y Descontaminación de Antiguas**

**Tintorerías)**

Disponible en línea en [www.drycleancoalition.org/tech](http://www.drycleancoalition.org/tech) Este informe, elaborado por la State Coalition for Remediation of Drycleaners (SCRD, o Coalición Estatal para la Descontaminación de Tintorerías) con el apoyo de la Oficina de Innovación Tecnológica, presenta los resultados del estudio realizado por la coalición sobre las tecnologías de evaluación y remediación que generalmente se utilizan para descontaminar sitios de antiguas tintorerías. El estudio se basó en los resultados de las respuestas a cuestionarios enviados a las entidades que participaron de la limpieza de tales sitios en 1999. El informe presenta los resultados en forma detallada. Un anexo del informe incluye descripciones y evaluaciones breves sobre las tecnologías de evaluación que se utilizan con frecuencia en antiguas tintorerías.



**Underground Storage Tanks and Brownfields Sites (EPA 510-F-00-004) (Tanques de Almacenamiento Subterráneo en Áreas de Revitalización de Terrenos Contaminados)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas La hoja de datos tiene como foco de atención la iniciativa "USTFields" de la EPA cuyo objetivo es trabajar sobre propiedades de revitalización de terrenos contaminados en los cuales se complica su reaprovechamiento debido a contaminación ambiental real o percibida originada por los tanques de almacenamiento subterráneo regulados por el gobierno federal. La hoja de datos describe los 50 proyectos piloto en ejecución o en diseño, bajo las dos fases de la iniciativa.

### C. Recursos Específicos a Tecnologías para la Evaluación de Sitios

Los documentos que se enumeran a continuación contienen información detallada con respecto a tecnologías innovadoras específicas y la aplicación de tales procesos a contaminantes y medios determinados en la forma de análisis de ingeniería, informes de aplicación, informes de verificación y evaluación de tecnologías y estudios sobre tecnologías.

## ¿Adónde Vamos Desde Aquí?



Al finalizarse la evaluación y barrido iniciales sobre las condiciones ambientales en el sitio, debe tomarse alguna de las siguientes medidas:

Resultado de la Evaluación de Sitios	Medidas a Tomar
No se han encontrado pruebas de contaminación y no hay razón para sospechar que otros medios estén contaminados. Se han tomado medidas para resolver las inquietudes de las partes interesadas en forma adecuada.	➔ <i>Comunicar los resultados a los funcionarios del ente regulador correspondiente antes de proceder con las actividades de reaprovechamiento del sitio.</i>
Se ha descubierto contaminación que plantea un importante riesgo para la salud humana o el medio ambiente	➔ <i>Contactarse con las agencias gubernamentales federales, estatales, locales o tribales responsables de los residuos peligrosos. De acuerdo con la respuesta que se reciba de tal organismo, determinar qué niveles de limpieza se necesitan para el reaprovechamiento y proceder con la fase INVESTIGACIÓN DE SITIOS.</i>
Existe la posibilidad de contaminación	➔ <i>Proceder con la fase INVESTIGACIÓN DE SITIOS.</i>
Se ha determinado de forma concluyente que existe contaminación. PERO no se ha llevado a cabo ninguna investigación de sitio.	➔ <i>Proceder con la fase INVESTIGACIÓN DE SITIOS.</i>
La contaminación definitivamente existe y se ha llevado a cabo la investigación del sitio.	➔ <i>Proceder con la fase INVESTIGACIÓN DE SITIOS si se requiere investigación adicional; de lo contrario, proceder con la fase OPCIONES DE LIMPIEZA.</i>



## OTRAS INICIATIVAS DE REAPROVECHAMIENTO:

### Reducción de Barreras para la Revitalización de Terrenos Contaminados

La **Superfund Redevelopment Initiative** (SRI, o Iniciativa de Reaprovechamiento de Sitios del Superfondo) refleja el compromiso formulado por la EPA para considerar futuros usos de la tierra que se prevean cuando se toman decisiones de remediación de sitios del Superfondo que contienen residuos peligrosos. Para los sitios piloto, la EPA brinda a los gobiernos locales que reúnan las condiciones una suma de hasta \$100.000 destinados a apoyar la evaluación del sitio y la participación de la comunidad para ayudar a determinar el uso futuro del sitio. La agencia también respalda un programa complementario que permite a los gobiernos locales y a las comunidades que ya hayan reutilizado un sitio del Superfondo compartir sus experiencias con los que recién dan los primeros pasos en el proceso. A través de estudios de caso, hojas de datos y bases de datos en línea sobre sitios y un sitio de Internet, la EPA brinda información sobre las opciones de reaprovechamiento y las lecciones aprendidas como consecuencia de dichos proyectos. Además, la EPA está evaluando sus políticas y prácticas a fin de determinar si se necesita efectuar cambios en los esfuerzos tendientes a reutilizar sitios. Asimismo, está formando asociaciones con los estados provinciales, agencias de gobiernos locales, asociaciones civiles y otras agencias federales para restaurar propiedades previamente contaminadas y convertirlas en activos valiosos para las comunidades. Visite el sitio de Internet de la SRI de la EPA en [www.epa.gov/superfund/programs/recycle](http://www.epa.gov/superfund/programs/recycle) para obtener mayor información.

Bajo la **Iniciativa de Prevención de Terrenos Contaminados de la Ley de Conservación y Recuperación de Recursos** de la EPA, se instituyen proyectos piloto



#### Sinopsis

Los componentes clave de la Iniciativa de Reaprovechamiento de Sitios del Superfondo son: programas piloto, políticas, asociaciones y promociones.

- El propósito de la Iniciativa de RCRA para la Prevención de Terrenos Contaminados consiste en evitar la creación de terrenos contaminados futuros y asegurar la limpieza exitosa y la reutilización sustentable y a largo plazo de las instalaciones contempladas en la RCRA.
- En virtud de la Iniciativa TSE, las propiedades seleccionadas recibirán apoyo limitado a corto plazo a fin de evitar que tales sitios se conviertan en terrenos contaminados.
- La Iniciativa *USTFields* promueve la limpieza de sitios de tanques de almacenamiento subterráneo.
- Compartir las lecciones aprendidas puede beneficiar los programas para el *Base Realignment and Closure* (BRAC, o Realineamiento y Cierre de Bases), y los programas de revitalización de terrenos contaminados.

para probar diversos enfoques que integren mejor las consideraciones de reutilización de sitios dentro del proceso de la acción correctiva de limpieza. La iniciativa también trata las preocupaciones con respecto a la aplicación de la RCRA a las actividades de limpieza de terrenos contaminados, dado que la misma puede demorar el avance de los esfuerzos de limpieza. Aunque no se adjudica ningún subsidio a los proyectos piloto, la EPA acordó con contratistas para que ayuden a encontrar las formas de agilizar la limpieza de los sitios piloto. La EPA seleccionó cuatro proyectos piloto que, la agencia espera, ilustrarán la forma en que las innovaciones y reformas bajo el programa de acción correctiva de la RCRA pueden reducir las barreras para la reutilización y la revitalización de terrenos contaminados contemplados en la RCRA. Para obtener más información sobre la Iniciativa de RCRA para la Prevención de Terrenos Contaminados, se puede consultar el sitio de Internet [www.epa.gov/swersops/bf/rcrabf.htm](http://www.epa.gov/swersops/bf/rcrabf.htm).

La Iniciativa de **Targeted Site Efforts** (TSE, o Esfuerzos para Sitios Identificados) para la Prevención de Terrenos Contaminados contemplados en la RCRA, recientemente lanzada por EPA, tiene la intención de concentrar la atención y el apoyo a corto plazo en sitios donde la limpieza se ha visto demorada o detenida y actuar como

Continuado en la página 32



## OTRAS INICIATIVAS DE REAPROVECHAMIENTO:

### Reducción de Barreras para la Revitalización de Terrenos Contaminados

(...continuado de la página 31)

elemento catalizador para iniciar la descontaminación en tales sitios y así evitar que se conviertan en terrenos contaminados. El programa TSE, implementado a nivel regional, se aplicará a sitios en los que existe un potencial significativo de reaprovechamiento y reutilización, y que requieran una cantidad limitada de apoyo de la EPA para llevar al sitio al próximo nivel de limpieza, consenso, o cierre adecuado. La EPA ofrecerá una cantidad pequeña de fondos tendientes a apoyar los esfuerzos de la iniciativa TSE en cada región. Para obtener mayor información sobre el programa, contactarse con Sara Rasmussen, Oficina de Desechos Sólidos de la EPA al número telefónico 703-308-8399.

La **Iniciativa USTFields**, es un nuevo programa emprendido por la Oficina de Tanques de Almacenamiento Subterráneo de la EPA, que busca la forma de mejorar la limpieza de sitios afectados por la contaminación por petróleo, y así promover la revitalización de tales sitios (ver Tema de Actualidad 8, *Tanques de Almacenamiento Subterráneo en Áreas de Revitalización de Terrenos Contaminados*, para mayor información sobre la Iniciativa USTFields). También se

pueden obtener detalles adicionales sobre el programa en [www.epa.gov/swerust1/ustfield/](http://www.epa.gov/swerust1/ustfield/).

Numerosos aspectos del **Programa de Realineamiento y Cierre de Bases** del DoD y del programa de revitalización de terrenos contaminados de la EPA resultan similares entre sí. Entre los problemas comunes de los programas BRAC y de revitalización de terrenos contaminados, se puede mencionar la dificultad para eliminar los factores desalentadores y brindar seguridad a los constructores y financistas, considerar el uso futuro de la tierra cuando se toman decisiones sobre limpieza de sitios, e implementar controles institucionales. Debido a que la limpieza de las instalaciones federales y del revitalización de terrenos contaminados puede tener efectos similares en las diferentes comunidades, la EPA y el DoD están explorando métodos para coordinar las actividades del programa BRAC y el programa de revitalización de terrenos contaminados. Visite el sitio de Internet del BRAC en [www.dtic.mil/envirodod/brac/](http://www.dtic.mil/envirodod/brac/) para obtener acceso en línea a las políticas e iniciativas, publicaciones y puntos de contacto.

## T2 PROPIEDADES DESOCUPADAS:

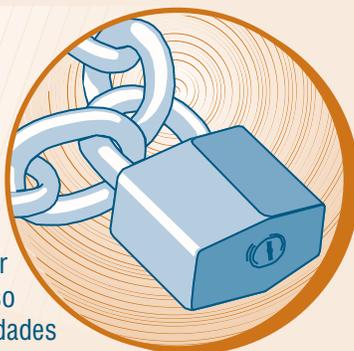
### Desbloqueo de Sitios Mediante Tecnologías Innovadoras

Entre los propietarios de una gran cantidad de parcelas desocupadas están las empresas ferroviarias, petroleras, petroquímicas y de servicios públicos, las cuales se encuentran ubicadas en la región Noreste y Centro-oeste donde la economía ya no se basa en la actividad industrial. Las parcelas abandonadas, antiguamente utilizadas para manufactura y otros usos industriales, son propiedades cuyos propietarios las dejaron inactivas o desocupadas. De acuerdo con un estudio realizado por la Universidad Rutgers de Nueva Jersey, se encontró por lo menos un terreno contaminado y desocupado en casi el 40 por ciento de las 60 ciudades de Nueva Jersey analizadas; aproximadamente la mitad de tales municipalidades considera que dicho sitio constituye un serio impedimento para el desarrollo urbano, ya que a menudo interfiere con programas de reurbanización de mayor envergadura.

Para los propietarios de sitios desocupados, las tecnologías innovadoras ofrecen diversas opciones para su evaluación y limpieza, que brindan mayor certidumbre en la determinación del alcance total de la contaminación y la estimación de los costos y tiempos necesarios para completar tales actividades, así como soluciones más viables y eficientes en cuanto a costos que las tecnologías tradicionales. Las tecnologías innovadoras brindan alternativas que pueden rápidamente tratar y eliminar las fuentes de contaminación y reducir la responsabilidad legal y los riesgos a largo plazo en beneficio de los propietarios de los sitios.

Para algunos sitios que se encuentran en proceso de descontaminación mediante el uso de tecnologías tradicionales, tales como bombeo y tratamiento y

barreras, debería considerarse el uso de tecnologías innovadoras las cuales podrían agilizar en gran medida el proceso de limpieza y las posibilidades de reaprovechamiento del sitio. Por ejemplo, en un sitio donde anteriormente se realizaba tratamiento de maderas en Visalia, California, se trató con inyección de vapor en lugar de utilizar el sistema tradicional de bombeo y tratamiento. Esta alternativa multiplicó por 1.000 la tasa de recuperación de contaminantes. Además, debido a que la inyección de vapor acelera el tiempo de remediación, se proyectan ahorros por un valor de \$25 millones en costos de limpieza para este sitio.



#### Sinopsis

- Los sitios desocupados son áreas extensas e inactivas, ahora abandonadas, que en el pasado se utilizaban para manufactura y otros usos industriales y que no están disponibles para la venta o reaprovechamiento.
- Las razones que llevan a abandonar sitios incluyen la incertidumbre sobre los costos de evaluación y limpieza y la responsabilidad potencial por la contaminación que no se ha identificado, o el hecho de que existe un programa de limpieza a largo plazo ya implementado que limita su uso.
- Los sitios abandonados son problemáticos debido a que a menudo interfieren con planes de desarrollo mayores.
- A nivel local, está creciendo el interés por identificar las opciones que agilicen la limpieza de tales “sitios abandonados” donde los mismos representan un obstáculo a los planes de reurbanización.

y limpiar las propiedades. La municipalidad de Milwaukee, una comunidad ejemplo de revitalización de terreno contaminado, cree que tal reglamentación aumentó de manera significativa la capacidad de la ciudad de alentar a los dueños de propiedades desocupadas a tomar el camino de la revitalización de sus terrenos. Gracias a la ley de recuperación de costos del estado, ésta es la primera vez que una ciudad tiene poder de negociación con los dueños de propiedades desocupadas.

*Continuado en la página 34*



## PROPIEDADES DESOCUPADAS:

### Desbloqueo de Sitios Mediante Tecnologías Innovadoras

(...continuado de la página 33)

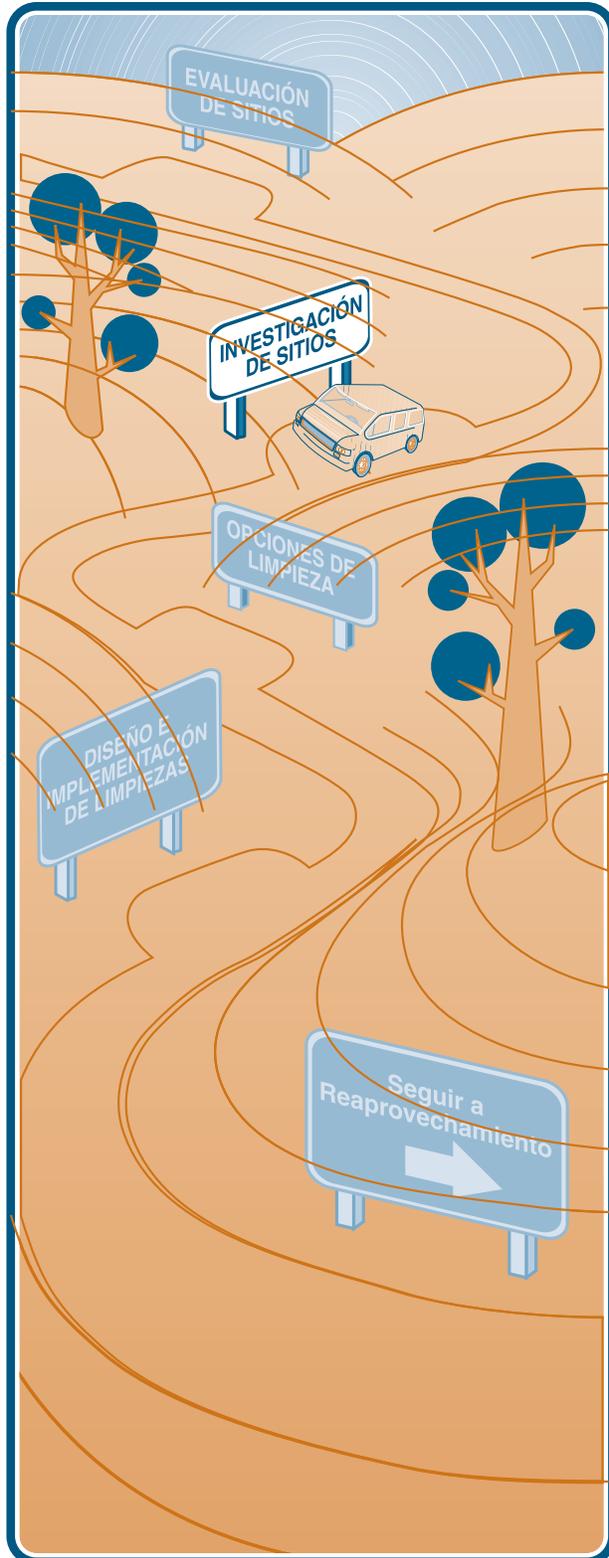
A nivel federal, los créditos y deducciones impositivas para costos relacionados con la remediación ambiental son capaces de alentar a los dueños de propiedades desocupadas a que limpien sus terrenos. Tal como especifica la Sección 198 del Código de Ingresos Públicos, se permite a los contribuyentes tratar como deducción ciertos gastos calificados realizados para la remediación de un sitio contaminado. Tal incentivo puede convencer a los dueños de propiedades desocupadas con respecto a que la limpieza de tales sitios sería más rentable que permitir que los mismos permanezcan inactivos.

La Oficina de Innovación Tecnológica de la EPA tiene un proyecto en marcha para comprender mejor el porqué del abandono de sitios, y a identificar dónde pueden encontrarse oportunidades adicionales de usar tecnologías y enfoques innovadores para agilizar la limpieza de tales sitios. Contacte a Dan Powell de la Oficina de Innovación Tecnológica de la EPA si desea obtener mayor información (ver Anexo C, *Lista de Contactos de Apoyo Técnico y de Revitalización de Terrenos Contaminados*, para información de contactos).

---

**Para mayor información, consultar el recurso número 141 del Índice de Recursos que comienza en la página I-1.**

# INVESTIGACIÓN DE SITIOS



## Identificar la Fuente, la Naturaleza y el Alcance de la Contaminación



Esta fase tiene como fin confirmar la existencia de contaminación en un sitio determinado, localizar cualquier contaminación existente y caracterizar la naturaleza y alcance de la misma. Es esencial efectuar un estudio detallado del sitio a fin de identificar el origen, la naturaleza y el alcance de la contaminación así como las posibles amenazas al medio ambiente o a cualquier persona que vive o trabaja en las cercanías. En las áreas de revitalización de terrenos contaminados, los resultados de tal estudio pueden utilizarse para determinar los objetivos de la limpieza, cuantificar los riesgos, determinar los riesgos aceptables y no aceptables y desarrollar programas de limpieza efectivos que no añaden demoras o costos innecesarios al reaprovechamiento de la propiedad. Para asegurar la obtención de información suficiente que respalde las actividades futuras, debe determinarse el tipo de datos a reunir en esta fase basado en las medidas de limpieza propuestas y el uso final propuesto para el sitio.

La investigación de un sitio, también denominada evaluación ambiental del sitio Fase II ASTM, tiene su base en los resultados de la evaluación de sitios, analizada en la sección anterior de este manual. La fase de investigación de sitios puede incluir el análisis de muestras de suelo y gases del suelo, agua subterránea, agua superficial y sedimentos. También se examinan durante esta fase las vías de migración de los contaminantes, y tal vez se requiera una evaluación de riesgos de base para calcular el riesgo a la salud humana y al medio ambiente. En el Anexo A, Cuadro A-2, *Tecnologías para la Toma de Muestras y Análisis de Contaminantes Encontrados en Terrenos Contaminados Típicos*, se presentan ejemplos de tecnologías de toma de muestras y análisis que pueden resultar útiles durante esta fase.

## ¿Qué Hay Que Saber?



Entre los factores que deben incluirse durante la investigación de sitios, en caso de que exista alguna evidencia de contaminación posible o real, podemos incluir:

1. ¿Participará el sitio en un programa de limpieza voluntaria? De ser así, ¿será revisado el plan de investigación del sitio a lo largo del programa? En

caso contrario, ¿se aplican las normas reglamentarias federales, estatales, locales y tribales a la investigación de sitios? ¿Qué agencia se hará responsable de dirigir el control de esta fase? ¿Qué se debe hacer cuando la agencia correspondiente no ha desarrollado normas o pautas apropiadas para el reaprovechamiento propuesto?

2. ¿Qué tecnologías pueden facilitar la investigación y apoyar el esfuerzo de recopilar información relevante a los objetivos del proyecto? ¿Ha explorado el equipo técnico toda la gama de tecnologías capaces de producir datos con la calidad necesaria? ¿Pueden las tecnologías seleccionadas limitar la cantidad de movilizaciones en el sitio?
3. ¿Puede evaluarse la necesidad de limpieza en forma completa y precisa a partir de la información reunida durante la evaluación del sitio o a partir de una investigación previa del mismo?
4. ¿Cuáles son las temas importantes a la comunidad que puedan afectar la investigación de sitios?
5. ¿Cuáles son las vías de exposición potenciales? ¿Quién o qué podría verse afectado por la contaminación o por los trabajos de limpieza de la misma?
6. ¿Qué ocurre si se encuentra contaminación importante? ¿Qué ocurre si la contaminación constituye una “amenaza significativa” para los residentes locales?
7. ¿Qué ocurre si la contaminación ha sido originada por una fuente adyacente al sitio o fuera de éste? ¿Qué ocurre si la toma de muestras de base indica que la contaminación se originó a partir de una fuente natural?
8. ¿Se contaminaron los sistemas de infraestructura (caminos, edificios, redes cloacales y otras instalaciones)? ¿Podrían éstos verse afectados por el trabajo de limpieza de la contaminación?

La tabla siguiente diferencia entre las tecnologías de análisis en campo y los laboratorios móviles.

#### Aspectos Principales de las Tecnologías de Análisis en Campo y Laboratorios Móviles

**Tecnologías de Análisis en Campo:** las tecnologías de análisis en campo, con frecuencia denominadas “análisis de campo” pueden utilizarse sin necesidad de contar con un laboratorio móvil. Algunas tecnologías de análisis en campo son muy sofisticadas y brindan resultados cuantitativos comparables con los obtenidos por los análisis en los laboratorios móviles o fijos. Algunas mediciones de análisis en campo puede efectuarse rápidamente, lo cual permite mayor velocidad en la toma de muestras. Bajo ciertas condiciones, la información puede reunirse en un período breve de tiempo. Las tecnologías de análisis en campo se implementan con el uso de instrumentos manuales, como el equipo portátil de cromatografía gaseosa y espectrometría de masa, y el analizador de fluorescencia por rayos X, así como el uso de pruebas colorimétricas y de inmunoensayos.

#### ¿Cómo Encontramos las Respuestas?\*



Las actividades típicas a realizarse durante la fase de investigación de sitios incluyen:

- Identificar la combinación adecuada de tecnologías (como las tecnologías de medición en campo que caracterizan los aspectos físicos y químicos del sitio y los métodos de toma de muestras de laboratorio fijo) que pueden facilitar las investigaciones de sitios y satisfacer los niveles de calidad de datos requeridos.
  - Asegurar que el laboratorio posea los límites de detección apropiados para los elementos a determinar
  - Determinar las condiciones ambientales del sitio (por ejemplo, mediante la evaluación ambiental

\* Nótese que Rutas busca responder preguntas relacionadas con la selección de la tecnología pero no tiene la intención de suministrar una respuesta a cada pregunta de procedimiento planteada.

del sitio, Fase II de ASTM o mediante una investigación equivalente que incluya ensayos para confirmar los lugares e identificar los riesgos ambientales):

- Tomar muestras y realizar análisis para determinar la naturaleza, el alcance, la fuente y la magnitud de la contaminación que pueda existir en el sitio.
- Tomar muestras y realizar análisis para evaluar en forma completa las condiciones físicas, geofísicas y ecológicas y las características del sitio.
- Interpretar los resultados de los análisis para caracterizar las condiciones del sitio.
- Determinar si los sistemas de la infraestructura (incluyendo las estructuras existentes) se encuentran afectados por la contaminación y, si es así, cómo se ven afectados.
- Evaluar el riesgo que el sitio puede presentar a la salud humana y al medio ambiente. Considerar las siguientes vías de exposición:
  - En el caso del suelo y el polvo, contacto directo, ingestión o inhalación
  - En el caso del agua, ingestión e inhalación
  - En el caso del aire, inhalación e ingestión
- Considerar el uso de la evaluación de riesgos específica del sitio para identificar los niveles de limpieza cuando tal enfoque puede dar como resultado estándares de limpieza más razonables o cuando no se hayan desarrollado estándares de limpieza.
- Examinar las condiciones ambientales no aceptables en términos de los costos iniciales para la mejora del sitio y los costos a largo plazo para operación y mantenimiento anuales –incluyendo las opciones potenciales de la limpieza y las limitaciones que puedan afectar los requerimientos del proyecto de revitalización, como los cronogramas del proyecto, los costos y el potencial para alcanzar la reutilización deseada.
- Revisar las suposiciones sobre el sitio en base a la base de la información reunida.
- Comenzar a considerar las fuentes de financiamiento para la investigación de sitios y las actividades de limpieza, tales como los programas estatales para la revitalización de terrenos contaminados y los créditos impositivos federales.
  - Contactarse con el coordinador regional de la EPA de revitalización de terrenos contaminados para identificar y determinar la

disponibilidad de programas de apoyo de la EPA y de incentivos financieros federales

- Continuar trabajando con los entes reguladores correspondientes a fin de asegurar que los requerimientos regulatorios sean debidamente considerados:
  - Identificar y consultar a las dependencias federales, estatales, locales y tribales pertinentes a fin de incluirlas tan pronto como sea posible en el proceso de toma de decisiones.
- Educar a los miembros de la comunidad con respecto al proceso de investigación de sitios, e involucrarlos activamente en la toma de decisiones; considerar las técnicas para la comunicación de riesgos a fin de facilitar tales actividades.

### ¿Dónde Encontramos Ayuda para Responder a las Preguntas sobre Tecnología?



A continuación, se mencionan ejemplos de recursos que pueden ayudar a identificar la condición ambiental de un sitio. También, se ofrece información sobre la disponibilidad de recursos electrónicos—ya sea que los mismos se encuentren en el disco compacto que acompaña a *Rutas* o en varios sitios de la Internet. El Anexo D, *Cómo Realizar un Pedido de Documentos*, brinda información completa para solicitar documentos que no se encuentran disponibles en el disco compacto ni en Internet.

#### A. Recursos para la Investigación de Sitios

Los documentos que aparecen a continuación son recursos que brindan información general sobre la disponibilidad de recursos de tecnología en la forma de bibliografías, informes de avance y guías para el usuario.

#### **ASTM Standard Guide for Accelerated Site Characterization for Confirmed or Suspected Petroleum Releases (E1912-98)** **(Guía ASTM para la Caracterización Acelerada de Sitios en Casos de Descarga de Petróleo Confirmada o Sospechada)**

Pedir en línea en [www.astm.org](http://www.astm.org)

Esta guía, desarrollada por ASTM, describe la caracterización acelerada de sitios (ASC, sigla en inglés), proceso utilizado para caracterizar, en forma rápida y precisa, las descargas de petróleo confirmadas o sospechadas. La guía proporciona un marco para que las partes responsables, los contratistas, consultores y entes reguladores puedan

racionalizar y acelerar la caracterización de sitios. La guía se encuentra disponible a un costo de \$35 por ejemplar y puede descargarse del sitio web de la ASTM, o se la puede solicitar telefónicamente al 610-832-9585 o por facsímil al 610-832-9555.

**ASTM Standard Guide for Environmental Site Assessments: Phase II Environmental Site Assessment Process (E1903-97)**

**(Guía ASTM para las Evaluaciones Ambientales de Sitios: Proceso de Evaluación Ambiental de Sitios, Fase II)**

Disponible en línea en [www.astm.org](http://www.astm.org)

Esta guía, desarrollada por ASTM, presenta el marco para el uso de buenas prácticas comerciales habituales en Estados Unidos cuando se llevan a cabo evaluaciones ambientales de sitios Fase II sobre propiedades comerciales, en todo lo relacionado con la posible presencia de una gama de contaminantes dentro del alcance de la CERCLA, al igual que de productos del petróleo. La guía, disponible a un costo de \$35 por ejemplar, puede descargarse del sitio web de la ASTM o solicitarse por teléfono al 610-832-9585 y por fax al 610-832-9555.



**Brownfields Technology Primer: Requesting and Evaluating Proposals That Encourage Innovative Technologies for Investigation and Cleanup (EPA 540-R-01-005)**

**(Manual Básico de Tecnologías para la Revitalización de Terrenos Contaminados:**

**Cómo Solicitar y Evaluar Ofertas que Alientan el Uso de Tecnologías Innovadoras para Investigación y Limpieza)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas El Centro de Apoyo de Tecnologías para la Revitalización de Terrenos Contaminados ha preparado este manual básico con el fin de brindar asistencia a los propietarios de sitios, directores de proyecto, y otros responsables de preparar los pedidos de oferta, en la búsqueda de apoyo para realizar las actividades de investigación y limpieza de sitios contaminados. Específicamente, se intenta ayudar a tales personas a redactar especificaciones que alienten a los contratistas y proveedores de tecnología a proponer opciones que usen tecnologías innovadoras caracterización y remediación en terrenos contaminados. También incluye para información desde una perspectiva tecnológica tendiente a guiar a los equipos de revisión de ofertas en sus evaluaciones sobre las mismas y en la selección de contratistas calificados.

**Cost Estimating Tools and Resources for Addressing Sites Under the Brownfields Initiatives (EPA 625-R-99-001)**

**(Herramientas para la Estimación de Costos y Recursos para la Gestión de Sitios como parte de la Iniciativa de Revitalización de Terrenos Contaminados)**

Disponible en línea en [www.epa.gov/ncepihom](http://www.epa.gov/ncepihom)

Esta guía pertenece a la serie de publicaciones diseñadas para asistir a las comunidades, estados, municipios y el sector privado para abordar el tratamiento de terrenos contaminados en una forma más eficaz. La guía, que está diseñada para ser usada junto con las tres guías para tipos de sitios específicos—Enfoques Técnicos para la Caracterización y Limpieza de Talleres; Enfoques Técnicos para la Caracterización y Limpieza de Plantas Siderúrgicas; y Enfoques Técnicos para la Caracterización y Limpieza de Plantas de Acabado de Metales (todos en virtud de la Iniciativa de Revitalización de Terrenos Contaminados)—suministra información sobre herramientas para estimar costos y recursos para abordar los costos de limpieza de los terrenos contaminados. Los responsables de sitios contaminados pueden optar por encargar la preparación de estimaciones de costos a consultores con experiencia en la limpieza de sitios con residuos peligrosos; pero en su propio beneficio, deben poder guiar a sus consultores y comprender el proceso lo suficiente como para poder revisar esas estimaciones. La guía contiene información general sobre el proceso de estimación de costos e incluye resúmenes de diferentes tipos de estimaciones. También describe el proceso para desarrollar estimaciones de costos “por órdenes de magnitud” y brinda información sobre recursos, bases de datos y modelos.



**Data Quality Objective Process for Hazardous Waste Site Investigations (EPA 600-R-00-007)**

**(Proceso de Objetivos de Calidad de la Información para las Investigaciones de Sitios de Residuos Peligrosos)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas Se centra en el proceso de establecer objetivos de calidad de la información como un proceso sistemático de planificación para respaldar la toma de decisiones. Los objetivos de la calidad de la información constituyen una herramienta importante para directores y planificadores de proyectos al momento de definir los tipos, la calidad y la cantidad de información necesaria para tomar decisiones defendibles. El documento tiene su base en los principios y pasos desarrollados en la *Guidance for the*

*Data Quality Objectives Process* (Guía del Proceso de Objetivos de Calidad de la Información), pero es específico para las investigaciones de sitios con residuos peligrosos. La guía también guarda coherencia con el *Data Quality Objectives Process for Superfund: Interim Final Guidance* (Proceso de Objetivos de Calidad de la Información para el Superfondo: Guía Final Provisoria [EPA 1993]) y la *Soil Screening Guidance: User's Guide* (Guía para la Investigación de Suelos: Guía del Usuario [EPA 1996]). Si bien el documento se centra en las aplicaciones de la EPA, la guía también se aplica a los programas desarrollados a nivel local y estatal.



**Engineering and Design: Requirements for the Preparation of Sampling and Analysis Plans (EM 200-1-3)**

**(Ingeniería y Diseño: Requisitos para la Preparación de Planes de Toma de**

**Muestras y Análisis)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas Este manual, desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos, constituye una guía para la preparación de planes de toma de muestras y análisis específicos para un proyecto con el fin de reunir datos ambientales. Además, el manual presenta protocolos de toma de muestras y análisis que aparecen por defecto y pueden utilizarse textualmente o con modificaciones en función de los objetivos de la calidad de información para un proyecto específico. El objetivo de este manual es fomentar la uniformidad en la generación y ejecución de planes de toma de muestras y análisis y, por lo tanto, ayudar a los investigadores a generar información de calidad conocida sobre contaminantes químicos de acuerdo con el fin para el que se utilizarán tales datos.



**EPA Office of Solid Waste SW-846 On-Line: Test Methods for Evaluating Solid Wastes, Physical/Chemical Methods (SW-846 En Línea de la Oficina de Desechos Sólidos de la EPA: Métodos de**

**Ensayo para Evaluar los Desechos Sólidos, Métodos Físicoquímicos)**

Disponble en línea en [www.epa.gov/sw-846/main.htm](http://www.epa.gov/sw-846/main.htm) Este sitio de la web, desarrollado por la Oficina de Desechos Sólidos de la EPA, contiene procedimientos de ensayo y una guía que la EPA recomienda utilizar

en las evaluaciones y mediciones necesarias para cumplir con los requerimientos establecidos por la RCRA. El manual presenta métodos avanzados para ensayos analíticos de rutina, adaptados para su uso según el programa de la RCRA. Presenta procedimientos para el control de calidad en el campo y en laboratorios, toma de muestras, identificación de elementos peligrosos en los desechos, determinación de características peligrosas de los desechos (toxicidad, inflamabilidad, reactividad o susceptibilidad de corrosión) y la determinación de las propiedades físicas de los desechos. También contiene una guía para la selección de los métodos apropiados.

**EPA REACH IT Online Searchable Technology Database**

**(EPA REACH IT Base de Datos en Línea para Búsqueda de Tecnología)**

Disponble en línea en [www.epareachit.org](http://www.epareachit.org)

La base de datos de búsquedas en línea EPA REACH IT brinda a los usuarios información amplia y actualizada sobre más de 150 tecnologías de caracterización que pueden aplicarse durante la fase de investigación de sitios. Las funciones de búsqueda guiadas y avanzadas del sistema pueden utilizarse para reunir información sobre tecnologías innovadoras y sobre los proveedores de servicios. La información se basa en datos suministrados por los proveedores y los jefes de proyecto de la EPA, el DoD, el DOE y otras agencias estatales. Sólo se puede acceder a EPA REACH IT a través de Internet.

**Evaluation of Selected Environmental Decision Support Software (DSS)**

**(Evaluación de Software Seleccionado para Apoyo a las Decisiones sobre Medio Ambiente)**

Ver o descargar archivo pdf del disco compacto de Rutas Este informe elaborado por la Oficina de Gestión Ambiental del DOE, evalúa el software y los sistemas de computación que facilitan el uso de datos, modelos y procesos de toma de decisiones en relación con la gestión ambiental. El informe evalúa 19 de estos sistemas a través de la aplicación de un sistema de clasificación que favorece al software que simula una gama amplia de problemas ambientales. Incluye un glosario de términos y sugiere criterios para la selección de los diferentes aspectos del desempeño del software.



**Field Analytic Technologies Encyclopedia (FATE)  
(Enciclopedia de Tecnologías de Análisis en Campo)**

Disponible en línea en <http://fate.clu-in.org>

Esta enciclopedia en línea contiene información sobre las tecnologías que los investigadores pueden usar en el campo para caracterizar suelos y aguas subterráneas contaminadas, controlar el avance de los trabajos de remediación y, en algunos casos, tomar muestras y realizar análisis de confirmación a fin de respaldar el cierre de un proyecto. Destaca nuevas herramientas para mejorar la limpieza y el monitoreo a largo plazo de sitios contaminados, como la computación, microfabricación y biotecnología, que permitan el desarrollo de equipos analíticos con capacidades que desdibujan los límites entre “métodos de barrido” y “métodos finales”. La enciclopedia resulta útil para una amplia gama de usuarios, desde estudiantes de ingeniería hasta administradores de sitios y técnicos de campo.

**Field Sampling and Analysis Technologies Matrix, Version 1.0  
(Matriz de Tecnologías para Toma de Muestras y Análisis sobre el Terreno, Versión 1.0)**

Disponible en línea en [www.frtr.gov/site](http://www.frtr.gov/site)

Esta matriz es una herramienta en línea que ayuda a obtener información sobre las tecnologías de investigación aplicables para la investigación de sitios. A cada tecnología de caracterización de sitios se le da un puntaje para varias categorías de función, tales como límites de detección, medios aplicables, selectividad y tiempo de realización. Otra información útil incluye descripciones de las tecnologías; información sobre el estado de comercialización, el costo y la certificación; así como informes de evaluación. La matriz es extremadamente útil para los usuarios que no están familiarizados con tecnologías de caracterización específicas, pero sí cuentan con conocimientos de datos básicos sobre un sitio, como contaminantes y medios. Para tales usuarios, la matriz puede identificar e investigar tecnologías para su posible uso en un sitio.

**Guideline for Dynamic Workplans and Field Analytics: The Keys to Cost-Effective Site Characterization and Cleanup**

**(Guía para Planes de Trabajo Dinámicos y Análisis de Campo: Claves para una Caracterización y Limpieza de Sitios Eficaz en Función de los Costos)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas

Este documento, desarrollado por la Universidad Tufts en cooperación con la EPA, brinda información a los usuarios sobre los diversos factores que deben considerarse al incorporar instrumentos y métodos de análisis en campo en un programa adaptativo de toma de muestras y análisis para acelerar el proceso de investigación de un sitio. La guía tiene como fin ayudar a entes reguladores federales y estatales, propietarios de sitios, ingenieros consultores y empresas de remediación a entender cómo desarrollar, mantener y actualizar un plan de trabajo dinámico.



**Improving the Cost-Effectiveness of Hazardous Waste Site Characterization and Monitoring**

**(Mejoramiento de la Efectividad en Función de los Costos en la**

**Caracterización y Monitoreo de Sitios con Residuos Peligrosos)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas

El informe presenta una nueva norma promovida por la OSWER y la TIO de la EPA que alientan el uso de estrategias más eficaces y menos costosas para la caracterización y monitoreo de sitios con residuos peligrosos. La nueva estrategia utiliza una tríada integrada de planeamiento sistemático, planes de trabajo dinámicos y análisis *in situ* para la recopilación de datos y la toma de decisiones técnicas en emplazamientos con residuos peligrosos. En forma separada, ninguno de los conceptos de la tríada es nuevo, pero se ha demostrado que la integración de los tres ayuda a completar proyectos más rápidamente, con menos gastos, con una mayor satisfacción para el cliente y los entes reguladores. El informe incluye una lista de recursos adicionales sobre tecnologías innovadoras y caracterización de sitios.

**Innovations in Site Characterization Case Study Series (Serie de Casos Prácticos sobre Innovaciones en la Caracterización de Sitios)**

Ver o descargar los archivos pdf del disco compacto de Rutas

Los casos prácticos proporcionan información sobre costos y desempeño de las tecnologías innovadoras que abogan por una caracterización de sitios menos costosa y más representativa. El objetivo de estos casos prácticos es analizar y documentar la eficacia de las nuevas tecnologías propuestas para la limpieza de sitios. Tales casos presentan información sobre la capacidad de las tecnologías de analizar y controlar las limpiezas, al igual que sobre los costos relacionados con el uso de dichas tecnologías. A continuación, se muestran casos prácticos disponibles:

- *Hanscom Air Force Base, Operable Unit 1 (EPA 542-R-98-006)*  
(Base de la Fuerza Aérea de Hanscom, Unidad Operable 1)
- *Dexsil L2000 PCB/Chloride Analyzer for Drum Surfaces (EPA 542-R-99-003)*  
(Dexsil L2000 - Analizador de Bifenilos Policlorados/Cloruros para Superficies de Tambores)
- *Geophysical Investigation at Hazardous Waste Sites (EPA 542-R-00-003)*  
(Investigación Geofísica en Sitios con Desechos Peligrosos)
- *Site Cleanup of the Wenatchee Tree Fruit Test Plot Site Using a Dynamic Work Plan(2000) (EPA 542-R-00-009)*  
(Limpieza del Sitio de Prueba "Wenatchee Tree Fruit Test Plot Site" mediante un Plan de Trabajo Dinámico [2000])



**Innovative Remediation and Site Characterization Technologies Resources (EPA 542-C-01-001)**  
(Recursos de Tecnologías Innovadoras de Remediación y Caracterización de Sitios)

Pedir en línea a [www.epa.gov/ncepihom](http://www.epa.gov/ncepihom)

Se trata de un disco compacto elaborado por la Oficina de Innovación Tecnológica de la EPA que contiene recursos que proporcionan información para ayudar a los administradores de emplazamientos federales, estatales y del sector privado a evaluar las distintas alternativas de evaluación ambiental y limpieza de sitios. Al obtener acceso a los recursos que brindan información sobre tecnologías innovadoras de remediación y caracterización de

sitios, se puede incrementar el conocimiento sobre dichas tecnologías y sobre los factores de costo y desempeño relacionados con las mismas. Dicho entendimiento es esencial en la consideración de estas tecnologías para su uso en el tratamiento de la contaminación de emplazamientos con residuos peligrosos. Varios de los recursos incluidos en este disco compacto también están disponibles en el disco compacto de *Rutas*.



**Public Technology Inc.'s BrownfieldsTech.org [BrownfieldsTech.org de Public Technology Inc. (PTI)]**

Disponible en línea en [www.brownfieldstech.org](http://www.brownfieldstech.org)

El sitio web, alojado en PTI y parcialmente patrocinado por la Oficina de Innovación Tecnológica de la EPA ofrece información sobre caracterización y remediación de terrenos contaminados. El sitio está dedicado especialmente a la demostración, difusión, y promoción de tecnologías innovadoras para la caracterización y remediación de terrenos contaminados para ayudar a los gobiernos locales a aumentar la eficiencia y reducir los costos asociados con la revitalización de los terrenos contaminados. En el sitio se destacan las tecnologías más en boga, actualmente en etapa de prueba en campo, se describen casos prácticos que introducen a los usuarios a ciudades donde se está desarrollando con éxito el empleo de tecnologías innovadoras de caracterización y remediación, perfiles de los líderes de gobiernos locales que están aplicando eficazmente las tecnologías de remediación de terrenos contaminados y ofrece vínculos con otros sitios clave en la Internet.



**Resources for Strategic Site Investigation and Monitoring (EPA 542-F-01-030B)**  
(Recursos para la Investigación y Monitoreo Estratégico de Sitios)

Ver o descargar el archivo pdf del <http://clu-in.org>

Una guía concisa de los recursos—tanto existentes como planificados—que entrañan técnicos nuevos y modernos para la investigación y el monitoreo de sitios. Asimismo, describe los cursos de capacitación disponibles, incluyendo algunos que se pueden descargar de Internet; enumera las fuentes de información sobre tecnologías y guías metodológicas disponibles a través de programas de la EPA y brinda las fuentes de información relativa a los esfuerzos de verificación y demostración de tecnologías. La guía también enumera algunos sitios de la web desde donde se pueden descargar publicaciones y software afines. El documento se puede descargar desde *CLU-IN* bajo el título "Publications".



**Sensor Technology Information Exchange (SenTIX)**  
**(Intercambio de Información Tecnológica de Sensores)**

Disponible en línea en [www.sentix.org](http://www.sentix.org)

SenTIX sirve como foro de discusión para intercambiar información respecto de las tecnologías y necesidades de los sensores. El objetivo del sitio es servir como herramienta para asistir a aquellos que trabajan en el área de medio ambiente en la limpieza de residuos peligrosos. Las funciones de presentación y búsqueda de SenTIX pueden ayudar a relacionar a los usuarios que buscan una tecnología de sensores para cubrir una necesidad específica. También participan en el foro desarrolladores, proveedores y usuarios. El sitio fue desarrollado por WPI, una organización no gubernamental, bajo un acuerdo de cooperación con la EPA.

**Site Characterization and Monitoring Technologies: Bibliography of EPA Information Resources (EPA 542-B-98-003)**

**(Tecnologías de Caracterización y Monitoreo de Sitios: Bibliografía de los Recursos de Información de la EPA)**

Disponible en línea en <http://clu-in.org>

La bibliografía muestra una lista de recursos de información—tanto publicaciones como bases de datos electrónicas— que se centran en la evaluación y el uso de tecnologías innovadoras para la caracterización y el monitoreo de sitios. El documento también ofrece información sobre cómo obtener copias de los documentos.

**Site Characterization Library, Volume 1, Release 2.0 (EPA 600-C-98-001)**

**(Biblioteca de Caracterización de Sitios, Tomo 1, Versión 2.0)**

Solicitar en línea en [www.epa.gov/ncepihom](http://www.epa.gov/ncepihom)

El disco compacto, desarrollado por la *National Exposure Research Laboratory* (NERL, o Laboratorio Nacional de Investigación de Exposición) de la EPA, contiene los siguientes documentos y software:

- *ASSESS*, versión 1.1A (PB93-505154), es un programa interactivo de aseguramiento y control de la calidad diseñado para ayudar al usuario a determinar, desde el punto de vista estadístico, la calidad de los datos obtenidos de las muestras de suelo.
- *BIOPLUME II* es un modelo para el transporte bidimensional de contaminantes bajo la influencia de una biodegradación limitada por oxígeno de aguas subterráneas.

- *CalTox* es un modelo de exposición total de multimedios para residuos peligrosos.
- *CHEMFLO* permite a los usuarios simular el movimiento del agua y el transporte de químicos en suelos no saturados.
- *DEFT* es un paquete de software que permite generar rápidamente información sobre los costos de diversos diseños de toma de muestras en base a los objetivos de la calidad de información.
- *FEMWATER/LEWASTE* es un software que se puede utilizar para delinear áreas de protección de bocas de pozo en regiones agrícolas mediante el uso de un criterio que considera los factores ambientales que reducen la concentración de contaminantes transportados a los pozos.
- *Geo-EAS*, Versión 1.2.1 (PB93-504957), es una herramienta interactiva que se utiliza para realizar análisis geo-estadísticos bidimensionales de datos distribuidos en el espacio.
- *GEOPACK* es un paquete integral de software de geo-estadística que permite tanto a los principiantes como a los usuarios avanzados realizar análisis geo-estadísticos de la información correlacionada en el espacio.
- *Geophysics Advisor Expert System* (PB93-505162) (Sistema Experto Asesor de Geofísica) Versión 2.0, es un programa que abarca diversos métodos geofísicos para determinar la ubicación de la contaminación y realizar la caracterización de sitios, a fin de brindar recomendaciones sobre los mejores métodos que deben utilizarse en un emplazamiento determinado.
- *GEOS* es un software que facilita la recolección y el análisis de datos geoambientales.
- *GRITS/STAT* es un sistema de base de datos muy abarcativo que se utiliza para almacenar, analizar y generar informes sobre la información obtenida a partir de los programas de monitoreo de aguas subterráneas en sitios regulados por la RCRA, CERCLA y en otras instalaciones y sitios regulados.
- *HELP* es un programa de modelado bidimensional que simula el movimiento del agua que ingresa a los rellenos sanitarios o sale de ellos, basado en un sistema de gestión de desechos.
- *IMES* ofrece una herramienta informática para combinar las características de los sitios con uno o varios modelos de evaluación de exposiciones adecuados.
- *MOFAT* es un modelo bidimensional de elementos finitos que simula el flujo de fases múltiples acoplado y el transporte de componentes

múltiples en secciones verticales planas o radicalmente simétricas, y que sirve para evaluar el flujo y transporte de agua, líquidos de fase no acuosa y gases.

- *MULTIMED* es un modelo unidimensional, estable, utilizado para pronosticar las concentraciones de contaminantes que migrarán desde una instalación destinada a la eliminación de desechos a través del subsuelo, las aguas superficiales y las vías de aire hacia los sitios receptores.
- *PESTAN* ayuda a los usuarios a estimar la migración vertical de soluciones orgánicas disueltas a través de la zona vadosa hasta el agua subterránea.
- *PRZM-2* es un modelo de flujo y transporte de pesticidas para la zona de raíz y la zona vadosa.
- *RETC* es un programa que se utiliza para el análisis de las propiedades de conductividad hidráulica del suelo no saturado.
- *Scout*, Versión 2.0, es un programa fácil de usar y operado a través de un menú que proporciona una presentación gráfica de datos en un formato multidimensional, lo cual permite la evaluación visual de datos, acentúa los desvíos obvios y proporciona una medida fácil para comparar datos.
- *STF (VIP + RITZ)* consiste en tres componentes que brindan información sobre el comportamiento de químicos en ambientes de suelo. Los modelos simulan el movimiento y el destino de los químicos peligrosos durante el tratamiento de desechos aceitosos.
- *Subsurface Characterization and Monitoring Techniques* (Técnicas de Caracterización y Monitoreo del Subsuelo) es una versión interactiva de multimedios de la publicación de dos tomos de la EPA titulada *Subsurface Characterization and Monitoring Techniques* (Técnicas de Caracterización y Monitoreo del Subsuelo). El documento incluye descripciones de más de 280 métodos de caracterización de sitios y monitoreo en el campo para detectar la contaminación en aguas subterráneas y otros aspectos del subsuelo en emplazamientos que contienen residuos peligrosos. Los temas de caracterización geológica e hidrogeológica que se abordan incluyen: enfoques superficiales y de perforación, métodos geofísicos y toma de muestras de sólidos; perforaciones; ensayos de acuíferos y toma de muestras de aguas subterráneas; medición y monitoreo del estado del agua; medición de la conductividad hidráulica y flujo en la zona vadosa, caracterización del régimen de aguas; toma de muestras de soluciones en el suelo y monitoreo de gases en la zona vadosa; y métodos de análisis químico en el campo. La versión electrónica de la guía incluye ayuda gráfica con animación y conexiones a hipertextos que ponen a disposición todo el texto en forma inmediata.
- *Total Human Exposure Risk Database and Advanced Simulation Environment (THERdbASE)* (Base de Datos sobre Riesgos Totales de Exposición Humana y Ambiente de Simulación Avanzada) Versión 1.2, es una base de datos integrada y un sistema de software analítico y de modelado para ser utilizado en los cálculos y estudios de la evaluación de riesgos de exposición. Contiene un prototipo para vincular—de manera sencilla y eficiente—las comunicaciones entre las bases de datos y los modelos de evaluación de riesgos de exposición.
- *VLEACH* proporciona al usuario un modelo unidimensional por diferencias finitas para realizar las evaluaciones preliminares de los efectos causados al agua subterránea por la lixiviación de contaminantes volátiles absorbidos a través de la zona vadosa.
- *WhAEM* es una herramienta de computación utilizada en los procesos de toma de decisiones relativos a la protección de bocas de pozos.
- *WHPA* es un programa de simulación semianalítica del flujo de agua subterránea que puede utilizarse para delimitar las zonas de captura en un área de protección de bocas de pozo.

***Superfund Innovative Technology Evaluation (SITE) Program Demonstration Reports [Informes de Demostración del Superfund Innovative Technology Program (SITE, o Programa de Evaluación de Tecnologías Innovadoras del Superfondo)]***

Ver o descargar los informes en [www.epa.gov/ord/SITE/reports.html](http://www.epa.gov/ord/SITE/reports.html)

Un inventario completo de informes sobre la evaluación de las tecnologías de medición y monitoreo en el programa SITE, está disponible para ayudar a las personas encargadas de tomar decisiones en el análisis de las opciones de tecnologías y con la evaluación de la aplicabilidad de una tecnología en un emplazamiento determinado. Los informes evalúan toda la información disponible sobre una tecnología dada; brindan un análisis sobre su posibilidad de aplicación de acuerdo con las características del sitio, los tipos y matrices de desechos; y presenta los procedimientos de ensayo, datos sobre desempeño y costos y normas de aseguramiento y control de la calidad. Los boletines de demostración incluyen descripciones resumidas

de las tecnologías y anuncios de demostraciones. Los Informes de Evaluación de Tecnologías Innovadoras son informes completos sobre los resultados de las demostraciones que incluyen información técnica útil para los responsables de la toma de decisiones.



**U.S. Department of Energy (DOE) Preferred Alternatives Matrices (PAMs) (Matrices de Alternativas Preferidas del Departamento de Energía (DOE) de los Estados Unidos)**

Disponibile en línea en [www.em.doe.gov/define](http://www.em.doe.gov/define)  
El sitio web de matrices de alternativas preferidas, desarrollado por el DOE, permite el acceso a evaluaciones de las tecnologías de caracterización y remediación de sitios preferidas por el DOE seleccionadas por tipo de contaminante y medio contaminado. Las matrices de alternativas preferidas fueron desarrolladas por la Oficina de Restauración Ambiental (EM-40) del DOE para asistir a los responsables en la selección de las alternativas de limpieza más apropiadas para la remediación de sitios, procesamiento de desechos y puesta fuera de servicio de los sitios. Brinda al personal de campo una herramienta para utilizar en la selección de soluciones de remediación; agilizar la implementación de las alternativas preferidas; eliminar costos excesivos o redundantes de estudios de factibilidad de tratamiento; y permitir la preselección de alternativas de remediación efectivas y de bajo costo.



**U.S. Department of Energy (DOE) Vendor Database for Environmental Applications (Base de Datos de Proveedores del Departamento de Energía de los Estados Unidos (DOE) para Aplicaciones Ambientales)**

Disponibile en línea en [www.cmst.org/vendor](http://www.cmst.org/vendor)  
Este sitio de Internet está dedicado a la medición de propiedades químicas de las muestras ambientales. El Characterization, Monitoring & Sensor Technology – Cross-Cutting Program (CMST-CP, o Programa Horizontal de Tecnologías de Caracterización, Monitoreo y Sensores) mantiene la base de datos de proveedores como un punto de concentración para todas las tecnologías de medición ambiental. La base de datos de proveedores del CMST-CP une las necesidades de medición del usuario con los productos disponibles. La página permite al usuario ingresar productos y aplicaciones, buscar aplicaciones para instrumentos de medición y sensores y permite hojear tecnologías ordenadas por categoría de instrumento.

**B. Recursos para la Investigación de Sitios Específicos**

*A continuación se muestran informes destacados sobre la aplicación de tecnologías innovadoras que se pueden utilizar para tipos de contaminantes y emplazamientos específicos.*



**Application of Field-Based Characterization Tools in the Waterfront Voluntary Setting (Aplicación de Herramientas de Caracterización Basadas en el Campo en Terrenos bajo el Programa de Limpieza Voluntaria y en la Ribera)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas Investiga las razones por las que la decisión voluntaria de reaprovechar una propiedad potencialmente contaminada está sujeta a las limitaciones del mercado y otras presiones que difieren, en gran medida, de las que afectan los programas de acciones correctivas. El mismo establece, en detalle, el nivel de aplicación actual de herramientas de caracterización basadas en el campo en 115 terrenos contaminados en la zona ribereña y en emplazamientos donde se trabaja bajo programas de limpieza voluntaria.



**Characterization of Mine Leachates and the Development of a Ground-Water Monitoring Strategy for Mine Sites (EPA 600-R-99-007) (Caracterización de Lixiviados de Minas y Desarrollo de una Estrategia de Monitoreo de Aguas Subterráneas en Minas)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas El objetivo del proyecto de investigación consistió en desarrollar una mejor comprensión sobre la composición de lixiviados de desechos mineros, e identificar parámetros efectivos en función del costo para el monitoreo de aguas subterráneas que podrían incorporarse a una estrategia de monitoreo para detectar, de manera confiable, la migración de contaminantes provenientes de operaciones mineras de roca dura.

**Contaminants and Remedial Options at Pesticide Sites (EPA 600-R-94-202, PB95-183869) (Contaminantes y Opciones de Remediación en Sitios Contaminados con Pesticidas)**

Solicitar en línea en [www.epa.gov/ncepihom](http://www.epa.gov/ncepihom)  
El documento brinda información sobre tecnologías de tratamiento y la selección de servicios tendientes a cumplir con niveles aceptables de limpieza en emplazamientos contaminados con pesticidas, tal como establecen las reglamentaciones aplicables.

Apunta principalmente a los responsables de la acción de remediación y eliminación de emplazamientos federales, estatales o privados. El documento no identifica ni establece niveles de limpieza.

**Contaminants and Remedial Options at Selected Metal-Contaminated Sites (EPA 540-R-95-512, PB95-271961)**

**(Contaminantes y Opciones de Remediación en Sitios Contaminados con Metales)**

Pedir en línea en [www.epa.gov/ncepihom](http://www.epa.gov/ncepihom)

El informe brinda información sobre la caracterización de sitios y la selección de tecnologías de tratamiento capaces de satisfacer los niveles de limpieza específicos al emplazamiento en lugares contaminados con metales. Apunta a los responsables de la remediación y eliminación de emplazamientos federales, estatales o privados. El documento no identifica ni establece niveles de limpieza.

**EPA ORD Brownfields Guides (Guías de la ORD para Áreas de Revitalización de Terrenos Contaminados)**

Disponible en línea en [www.epa.gov/nepis](http://www.epa.gov/nepis)

Esta serie de publicaciones tiene la finalidad de asistir a las comunidades, estados provinciales, municipalidades y el sector privado a resolver la cuestión de la revitalización de terrenos contaminados de manera más eficaz. Las guías brindan a las personas encargadas de tomar decisiones, tales como urbanistas, constructores del sector privado, y otras partes involucradas en la revitalización de terrenos contaminados, una mejor comprensión sobre las cuestiones técnicas inherentes a la evaluación y limpieza de sitios donde existieron talleres de reparación de automóviles, fábricas siderúrgicas, y sitios de acabado de metales. Luego de leer las guías, el usuario contará con una mejor comprensión sobre las actividades que comúnmente se realizan en tales sitios, y sobre cómo podrían causar dichas actividades la liberación de contaminantes al medio ambiente. Las guías también proporcionan información sobre los tipos de contaminantes que generalmente se encuentran presentes en tales emplazamientos; una discusión sobre los niveles de evaluación, investigación y limpieza de sitios y las tecnologías de limpieza; un marco conceptual para la identificación de posibles contaminantes; información sobre el desarrollo de un plan de limpieza; y una discusión sobre los problemas y factores especiales que deberían considerarse cuando se desarrollan planes y se seleccionan tecnologías. Se encuentran disponibles las siguientes guías:

- *Technical Approaches to Characterizing and Cleaning Up Automotive Repair Sites Under the Brownfields Initiative (EPA 625-R-98-008)* (Enfoques Técnicos para la Caracterización y Limpieza de Sitios donde se realizaba Reparación de Automotores en virtud de la Iniciativa de Revitalización de Terrenos Contaminados)
- *Technical Approaches to Characterizing and Cleaning Up Iron and Steel Mill Sites Under the Brownfields Initiative (EPA 625-R-98-007)* (Enfoques Técnicos para la Caracterización y Limpieza de Sitios donde existían Plantas Siderúrgicas en virtud de la Iniciativa de Revitalización de Terrenos Contaminados)
- *Technical Approaches to Characterizing and Cleaning Up Metal Finishing Sites Under the Brownfields Initiative (EPA 625-R-98-006)* (Enfoques Técnicos para la Caracterización y Limpieza de Sitios donde existían Plantas de Acabado de Metales en virtud de la Iniciativa de Revitalización de Terrenos Contaminados)

**Expedited Site Assessment Tools for Underground Storage Tank Sites: A Guide for Regulators (EPA 510-B-97-001)**

**(Herramientas de Evaluación Rápida de Sitios con Tanques de Almacenamiento Subterráneo: Guía para los Entes Reguladores)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas

Esta guía, producida por la Oficina de Tanques de Almacenamiento Subterráneo de la EPA, tiene el propósito de ayudar a los entes reguladores estatales y federales que tienen responsabilidad sobre tanques de almacenamiento subterráneo a evaluar las tecnologías de evaluación de sitios tanto convencionales como nuevas, y promover el uso de evaluaciones de sitio expeditas. El manual cubre cinco cuestiones principales relacionadas con las evaluaciones de sitios con tanques de almacenamiento subterráneo: el proceso de evaluación expedita de sitios; métodos geofísicos de superficie para las investigaciones de sitios con tanques de almacenamiento subterráneo; relevamientos de gases en suelo; tecnologías de empuje directo; y métodos analíticos de campo para el análisis de hidrocarburos de petróleo. Los equipos y métodos presentados en el manual se evalúan en términos de aplicabilidad, ventajas y limitaciones de uso en sitios con tanques de almacenamiento subterráneo de petróleo.



**Resource for MGP Site Characterization and Remediation: Expedited Site Characterization and Source Remediation at Former Manufactured Gas Plant Sites (EPA 542-R-00-005)**

**(Recurso para la Caracterización y Remediación de Sitios de Plantas Productoras de Gas: Caracterización Expedita de Sitios y Remediación en la Fuente en Sitios donde existían Plantas Productoras de Gas)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas. Contiene información actualizada sobre enfoques y herramientas útiles que se están aplicando en sitios donde existían plantas productoras de gas para los reguladores y las empresas de servicios públicos que participan en la caracterización y remediación de estos emplazamientos. El documento describe estrategias de manejo de sitios y herramientas de campo para agilizar la caracterización de sitios utilizados para plantas productoras de gas; se presenta un resumen de las tecnologías existentes para remediar los desechos de las plantas productoras de gas en los suelos; contiene información suficiente sobre los beneficios, limitaciones y costos de cada tecnología, herramienta o estrategia para comparación y evaluación; mediante casos prácticos, brinda ejemplos de las formas en las cuales se pueden implementar tales herramientas y estrategias en los sitios de plantas productoras de gas.



**Risk Management Strategy for PCB-Contaminated Sediments (Estrategia de Gestión de Riesgos para Sedimentos Contaminados con Bifenilos Policlorados)**

Ver o pedir en línea en [www.nap.edu/books/0309073219/html](http://www.nap.edu/books/0309073219/html)  
El informe, preparado por el *National Research Council's Committee on the Remediation of PCB-Contaminated Sediments* (Comité sobre Remediación de Sedimentos Contaminados por Bifenilos Policlorados del Consejo Nacional de Investigaciones) con un subsidio de la EPA, estudia la naturaleza del desafío que representa la administración de sedimentos contaminados con bifenilos policlorados; proporciona un panorama general de los conocimientos actuales sobre generación, destinos y efectos de los bifenilos policlorados; recomienda un marco basado en los riesgos para la evaluación de tecnologías de remediación y estrategias de manejo de riesgos; y explica el marco según se aplica específicamente a los sedimentos contaminados por bifenilos policlorados.

**C. Recursos Específicos a Tecnologías para la Investigación de Sitios**

Los documentos que aparecen más abajo contienen información detallada sobre tecnologías innovadoras específicas y la aplicación de tales procesos a contaminantes y medios específicos en la forma de análisis de ingeniería, informes de aplicación, informes de verificación, evaluación de tecnología, y estudios de tecnología.



**A User's Guide to Environmental Immunochemical Analysis (EPA 540-R-94-509)**

**(Guía del Usuario para el Análisis Inmunoquímico Ambiental)**

Disponible en línea en [www.epa.gov/nepis](http://www.epa.gov/nepis)  
Este documento, desarrollado por la Oficina de Investigación y Desarrollo de la EPA, facilita la transferencia de métodos inmunoquímicos para el análisis de contaminantes ambientales al laboratorio de química analítica ambiental. El personal en el campo que necesite emplear una tecnología de medición en un sitio de monitoreo también puede encontrar útil este manual. El documento muestra al lector el uso y aplicación de métodos de análisis inmunoquímico para los contaminantes ambientales. Incluye una guía general para la resolución de problemas, junto con instrucciones específicas para ciertos elementos a analizar. La guía está redactada de manera de permitir al usuario aplicar la información presentada a los inmunoensayos que no se explican en el manual.

**California Environmental Technology Certification Program – California Certified Technologies List [Programa de Certificación de Tecnologías Ambientales de California – Lista de Tecnologías Certificadas de California]**

Disponible en línea en [www.calepa.ca.gov/calcert](http://www.calepa.ca.gov/calcert)  
El sitio de Internet del programa de Certificación de Tecnologías Ambientales de la California Environmental Protection Agency (Cal/EPA, o Agencia de Protección Ambiental de California) contiene una lista de tecnologías y sus respectivos proveedores que han sido certificados por el estado de California. Las tecnologías se certifican a partir de una verificación independiente, realizada por terceros, del desempeño de la tecnología y de su capacidad para satisfacer los requisitos de las especificaciones regulatorias. Los desarrolladores y los fabricantes establecen valores cuantitativos de desempeño que ellos sostienen se alcanzan con la tecnología y los equipos y proveen documentación al efecto. Cal/EPA revisa esa documentación y, cuando lo juzga necesario, realiza nuevos ensayos para verificar los valores. Se certifican aquellas

tecnologías, equipos y productos cuyo desempeño se ajusta a los datos de la documentación relacionada. Cal/EPA estudia dicha información y, cuando resulta necesario, lleva a cabo pruebas adicionales para verificar los niveles declarados por los desarrolladores y fabricantes. Las tecnologías, los equipos y los productos que se demuestra que funcionan tal como se ha declarado, reciben la certificación oficial del estado.



### **EPA Dynamic Field Activities Internet Site (Sitio de Internet sobre Actividades de Campo Dinámicas de la EPA)**

Disponible en línea en [www.epa.gov/superfondo/programs/dfa/index.htm](http://www.epa.gov/superfondo/programs/dfa/index.htm)

El sitio de Internet, alojado por la Office of Emergency and Remedial Response (OERR, u Oficina de Respuesta a Emergencias y Remediación) de la EPA brinda recursos tendientes a ayudar a los responsables a agilizar las actividades llevadas a cabo en sitios con residuos peligrosos mediante el uso de datos en tiempo real y decisiones en tiempo real. También se incluyen las descripciones de los elementos particulares de las actividades dinámicas de campo, así como los documentos guía y publicaciones afines, incluyendo vínculos a los sitios de Internet correspondientes. Incluye, además, información sobre herramientas analíticas in situ adecuadas para su uso durante las actividades dinámicas de campo.

### **Environmental Technology Verification Reports (Informes de Verificación de Tecnologías Ambientales)**

Ver o descargar los archivos pdf de [www.epa.gov/etv](http://www.epa.gov/etv)  
Los informes del programa *Environmental Technology Verification* (ETV, o Verificación de Tecnologías Ambientales), producidos por la Oficina de Investigación y Desarrollo de la EPA, proporcionan amplia información sobre el desempeño de tecnologías del sector privado disponibles en el mercado. Los informes, que apuntan a compradores de tecnologías, desarrolladores de tecnologías, ingenieros consultores y agencias estatales y federales, verifican las características de desempeño ambiental de tales tecnologías a través de la realización de proyectos piloto. Los informes, al igual que otras informaciones sobre el programa ETV, están disponibles en el sitio ETV. Se encuentran disponibles informes y los resultados de verificación de las siguientes tecnologías:

- Sensor ubicado en penetrámetro de cono
- Software de apoyo a las decisiones ambientales
- Detección de explosivos

- Equipo portátil para cromatografía de gases/ espectrometría de masa
- Analizador de campo de rayos X por fluorescencia
- Toma de muestras de aguas subterráneas
- Tecnologías de análisis de bifenilos policlorados en el campo
- Equipo portátil para cromatografía gaseosa/ espectrometría de masa
- Toma de muestras de suelo/gas del suelo
- Monitoreo en boca de pozo de compuestos orgánicos volátiles (COV)
- Tecnologías de toma de muestras de suelo

### **Federal Facilities Forum Issue: Field Sampling and Selecting On-Site Analytical Methods for Explosives in Soil (EPA 540-R-97-501)**

#### **(Tema del Foro de Instalaciones Federales: Toma de Muestras en Campo y Selección de Métodos de Análisis In-situ para Explosivos en el Suelo)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas Este documento fue preparado por miembros del Foro de Instalaciones Federales, un grupo de científicos e ingenieros de la EPA que representan a oficinas regionales de la agencia y están comprometidos con la identificación y resolución de cuestiones que afectan los sitios identificados por el Superfondo y la RCRA de instalaciones federales. El propósito del documento es brindar una guía a los directores de proyectos de remediación sobre los métodos de toma de muestras en campo y análisis *in situ* para detectar y cuantificar los contaminantes de explosivos secundarios presentes en el suelo.

El trabajo está dividido en las siguientes secciones: (1) antecedentes; (2) introducción a la toma de muestras y análisis de explosivos; (3) objetivos de calidad de datos; (4) consideraciones de diseño y toma de muestras especiales para manejar los contaminantes de explosivos; (5) resumen de métodos de análisis en campo; y (6) resumen de los métodos de análisis de referencia de la EPA.

### **Field Validation of a Penetrometer-Based Fiber-Optic Petroleum, Oil, and Lubricant (POL) Sensor: Project Summary (EPA 600-SR-97-055)**

#### **(Validación en Campo del Sensor de Fibra Óptica para Petróleo, Aceite y Lubricantes Basado en un Penetrámetro: Resumen de Proyecto)**

Disponible en línea en [www.epa.gov/nepis](http://www.epa.gov/nepis)

El informe trata sobre comparaciones integrales de mediciones in situ de un sensor de petróleo, aceite y lubricantes por fluorescencia inducida por láser

colocado en un penetrómetro de cono, que utiliza métodos de análisis de campo tradicionales. El informe incluye una introducción que describe el sistema y analiza las limitaciones de la tecnología. Además de las conclusiones y recomendaciones, el informe también suministra información sobre métodos y materiales, tales como procedimientos de calibración y toma de muestras, métodos de análisis y métodos de reproducción y análisis de datos. Dos estudios de caso ayudan a ilustrar los conceptos tratados.

***Hydrogeologic Characterization of Fractured Rock Formations: A Guide for Groundwater Remediators; Project Summary (EPA 600-S-96-001)***  
**(Caracterización Hidrogeológica de Formaciones de Rocas Fracturadas: Guía para Remediadores de Aguas Subterráneas; Resumen del Proyecto)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas Este informe describe la realización y los hallazgos del estudio de caracterización hidrogeológica de un acuífero de roca granítica saturada y fracturada al pie de las montañas de la Sierra Nevada en California. En primer lugar, el informe presenta un panorama de los problemas asociados con la remediación de acuíferos fracturados tomando historias de casos como referencia. Luego se presentan descripciones breves de los métodos y resultados del esfuerzo de caracterización en el campo de experimentación. En los capítulos restantes se describen fases particulares del trabajo de caracterización y una estrategia general para la caracterización hidrogeológica con descripciones detalladas de herramientas y métodos. Además, el informe trata sobre temas relacionados con el efecto de la caracterización incorrecta de las propiedades de flujo en la predicción del comportamiento de un contaminante dado.



***Tri-Service Site Characterization and Analysis Penetrometer System—SCAPS: Innovative Environmental Technology from Concept to Commercialization***  
**(Sistema de Penetrómetro para Caracterización y Análisis de Sitio para**

**Tres Servicios: Tecnología Ambiental Innovadora desde el Concepto hasta la Comercialización)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas El informe, publicado por el Centro Ambiental del Ejército de Estados Unidos, resume el desarrollo, demostración en campo y actividades de aceptación regulatoria asociadas con las tecnologías SCAPS que se utilizan para detectar, determinar y cuantificar contaminación sub-superficial en suelo y aguas subterráneas.

**¿Adónde Vamos Desde Aquí?**



Después de completar la investigación de las condiciones ambientales en su emplazamiento, puede seguir uno de los siguientes cursos de acción:

Resultados de la Investigación del Sitio		Medidas a Tomar
No se encuentra contaminación	➔	Consultar con los funcionarios correspondientes de la autoridad regulatoria antes de proceder con las actividades de reaprovechamiento.
Se encuentra contaminación PERO ésta no representa un riesgo significativo ala salud de los interesados ni para el medio ambiente.	➔	Consultar con los funcionarios correspondientes de la autoridad regulatoria antes de proceder con las actividades de reaprovechamiento.
La limpieza de la contaminación encontrada probablemente requerirá una significativa inversión de tiempo y dinero.	➔	Proceder a la fase de OPCIONES DE LIMPIEZA.
La limpieza de la contaminación encontrada probablemente requerirá una significativa inversión de tiempo y dinero. Sin embargo, la contaminación no representa una amenaza significativa para los residentes del área.	➔	Determinar si sigue siendo posible el reaprovechamiento según se planeó o si puede alterarse el plan de reaprovechamiento conforme las circunstancias; si así fuera, proceder a la fase de OPCIONES DE LIMPIEZA.
Se encontró contaminación que representa una significativa amenaza para los residentes del área.	➔	Contactar las agencias de gobierno federales, estatales, locales o tribales que se ocupan de los residuos peligrosos. Si existen niveles considerables de contaminación, podría ser necesario el cumplimiento con otros programas, tales como los previstos en la RCRA y el Superfondo.

## T3 CLAVES PARA LA SELECCIÓN Y ACEPTACIÓN DE TECNOLOGÍAS

Como se describe en *Rutas*, las tecnologías innovadoras y los enfoques tecnológicos ofrecen muchas ventajas en la limpieza de los terrenos contaminados. Los interesados en estos terrenos, sin embargo, primero deben aceptar la tecnología. Las personas encargadas de tomar decisiones sobre la revitalización de terrenos contaminados deben considerar los siguientes elementos para aumentar la probabilidad de que se acepte la tecnología, con lo cual se facilitará la limpieza del terreno.

guiadas por las metas del proyecto. El plan de trabajo debe incluir una declaración donde se hagan explícitas las decisiones a tomar y la forma en que el enfoque planeado apoyará esas decisiones.



### 1 Concentrarse en las Decisiones que Apoyan las Metas del Sitio

Como se describe en el Tema de Actualidad 4, *La Tríada: Alineamiento de las Decisiones de Investigación y Limpieza de Sitios* (en la página 51), un elemento importante en todas las actividades de limpieza es la planificación sistemática. Es esencial tener una planificación clara y específica para alcanzar objetivos de decisión explícitos en la gestión del proceso de limpieza de sitios contaminados: evaluación del terreno, investigación del terreno, monitoreo del terreno, y selección de la remediación. Con una buena planificación, los responsables de la revitalización de terrenos contaminados pueden establecer las metas de limpieza para el terreno, determinar qué decisiones hay que tomar para lograr esas metas y desarrollar e implementar una estrategia para abordar las necesidades de decisión. Las decisiones respecto a tecnologías se toman en el contexto de los requerimientos para tales decisiones. Todas las actividades de limpieza están

### 2 Crear Consenso

Las actividades del sitio se verán alentadas y será más probable el éxito en la limpieza si se invierte tiempo, antes de comenzar el trabajo en el terreno, para llegar a decisiones que resulten aceptables a todos los involucrados en ellas. Si, por el contrario, se permite que el trabajo comience en el terreno antes de haber establecido una base de entendimiento común y la aceptación general, aumentarán las probabilidades de que el proceso de limpieza resulte ineficiente y se demore con la consecuencia de un mal aprovechamiento del tiempo y el dinero.

Aun más, las personas encargadas de tomar decisiones deben entender que hay incertidumbres en todas las decisiones científicas y técnicas (véase más abajo por mayor información sobre la incertidumbre). El definir claramente y aceptar ciertos umbrales de incertidumbre antes de tomar decisiones sobre la remediación del terreno creará consenso. También deben tomarse decisiones según los requisitos de las reglamentaciones aplicables, las consideraciones políticas, el presupuesto disponible para el proyecto y las limitaciones de tiempo

**Manejo de la Incertidumbre** El manejo de la incertidumbre es el tema que unifica el enfoque de la tríada y es un aspecto crucial del uso efectivo de los métodos de análisis en campo (véase Tema de Actualidad 4, *La Tríada*, en la página 51). Aunque no todas las tecnologías de análisis en campo emplean métodos de barrido (por ejemplo, la cromatografía gaseosa/espectrografía de masa transportable al campo es un método para análisis final), muchas de esas tecnologías (por ejemplo los inmunoensayos) sí lo hacen. En general, los datos producidos por métodos de análisis de barrido presentan mayor incertidumbre analítica que los datos producidos por los métodos de análisis final. Sin embargo, este hecho por sí mismo no hace que los métodos de análisis finales necesariamente sean "mejores" que los métodos de barrido. Los métodos finales no son a prueba de fallas —hay interferencias u otros problemas que pueden elevar marcadamente su incertidumbre analítica. Por otra parte, se pueden utilizar varias estrategias para minimizar la incertidumbre analítica inherente a los métodos de barrido, como ser la selección de procedimientos adecuados de control de calidad/control de calidad para asegurar que los datos tienen una determinada calidad conocida y documentada. Más importante aun, todas las tecnologías de análisis de campo tienen la capacidad única de manejar eficientemente la mayor fuente de errores de decisión—la representatividad de la muestra—una capacidad de la que no se dispone cuando se deben usar métodos de laboratorio fijos que desalientan el manejo proactivo de la incertidumbre de la muestra.

### 3 Entender la Tecnología

Para lograr que una tecnología sea aceptada se necesita un conocimiento profundo de sus capacidades y limitaciones. Todas las tecnologías tienen limitaciones en su desempeño. Si se planifica la tecnología teniendo en cuenta sus fortalezas y debilidades, se maximiza su comprensión y se favorece su aceptación. Quienes deben aprobar el uso de las tecnologías, generalmente funcionarios de las agencias regulatorias, grupos comunitarios y proveedores de servicios financieros, serán más receptivos a un nuevo enfoque si quien lo propone les da una explicación clara de las razones de su uso y muestra confianza en su aplicabilidad a las condiciones y necesidades específicas de un emplazamiento. Este punto subraya la importancia de seleccionar cuidadosamente un equipo multidisciplinario de profesionales con la experiencia y conocimientos necesarios para planificar, presentar e implementar el enfoque elegido.

*Continuado en la página 50*



## CLAVES PARA LA SELECCIÓN Y ACEPTACIÓN DE TECNOLOGÍAS

(...continuado de la página 49)

### 4 Dar Lugar a la Flexibilidad

Se necesita un enfoque flexible para racionalizar las actividades del terreno, ya sea en la evaluación, la investigación, eliminación, tratamiento o control de la contaminación. Todas las personas encargadas de tomar decisiones deben comprender la necesidad de flexibilidad respecto de las condiciones específicas del terreno, como ser las diferentes condiciones físicas, las cuestiones de contaminación, las necesidades de los interesados, los usos del terreno y las decisiones de apoyo. Aunque las tecnologías preseleccionadas, los métodos estándar, las aplicaciones en otros sitios y las guías de programas pueden servir de base para diseñar un plan específico de

limpieza y pueden ayudar a que los responsables no tengan que comenzar de cero en cada terreno, se debe tener cuidado de no depender demasiado de las “recetas de cocina” y las metodologías prescriptivas, así como de los procedimientos operativos estándar y los métodos “aceptados”. Aunque dichas herramientas constituyen excelentes puntos de partida, no tienen la flexibilidad necesaria para alcanzar las metas específicas de cada terreno. Para asegurar una limpieza efectiva y eficiente, el enfoque real de la tecnología, ya sea ésta establecida o innovadora, se debe centrar en decisiones específicas para el terreno en cuestión.

## T4 LA TRÍADA:

### Alineamiento de las Decisiones de Investigación y Limpieza de Sitios

La modernización de la recolección, análisis, interpretación y el uso de datos para respaldar las decisiones sobre la gestión de terrenos contaminados se basa en el enfoque de la tríada. La introducción de nuevas tecnologías en marco de una gestión dinámica permite a los gerentes de proyectos alcanzar objetivos claramente definidos. Tal enfoque contiene tres componentes que se describen a continuación.

**La planificación sistemática** es un enfoque de sentido común para asegurar que el nivel de detalle en la planificación del proyecto coincide con el uso que se piensa dar a los datos que se están

recolectando. Una vez que se han definido las metas de limpieza, se emprende la planificación sistemática para diseñar un desarrollo del proyecto que sea efectivo en recursos, que tenga solidez técnica y confiabilidad para alcanzar las metas críticas. Un equipo multidisciplinario de personas con experiencia trabajará para traducir las metas del proyecto en objetivos técnicos realistas. El modelo conceptual del sitio es la herramienta de planificación que organiza la información que ya se conoce sobre el sitio; el modelo ayuda al equipo a identificar información adicional que debe obtenerse. El proceso de planificación sistemática ata las metas del proyecto a actividades individuales necesarias para

alcanzar esas metas, mediante la identificación de brechas de datos en el modelo. El equipo utiliza luego el modelo para dirigir la recolección de la información necesaria y permite que el modelo conceptual del sitio evolucione y madure a medida que progresa el trabajo en el sitio.

**Un enfoque dinámico del plan de trabajo** se basa en datos en tiempo real para llegar a los puntos de decisión. Se define la lógica para la toma de decisiones y se establecen responsabilidades, autoridades y líneas de comunicación. La implementación dinámica del plan de trabajo, al tiempo que se basa en las decisiones críticas para el proyecto que deben realizarse para llegar al cierre, está guiada por ellas.

Utiliza un árbol de decisiones y prácticas de manejo de incertidumbres en tiempo real para llegar a puntos de decisión críticos con la menor cantidad de movilizaciones posible. El éxito de un enfoque dinámico depende de la presencia de personal en el campo con suficiente experiencia y autoridad para tomar decisiones y su capacidad para responder ante datos nuevos o cualquier cuestión inesperada en el momento que se presenten. El personal de campo deberá mantener una comunicación fluida

con las agencias regulatorias u otros funcionarios que supervisen el proyecto durante la implementación de planes de trabajo dinámicos.

Los planes de trabajo dinámicos son posibles gracias al uso de **herramientas analíticas en campo**, plataformas para la toma rápida de muestras y la interpretación y manejo de datos *in situ*. Estas herramientas de análisis se encuentran entre las herramientas clave ya adoptadas para la investigación de terrenos porque proveen la información necesaria para la toma de decisiones *in situ*. Estas herramientas comprenden una categoría amplia de métodos y equipos de análisis que pueden ser aplicados en el sitio donde se recolectan las muestras. Incluyen métodos que pueden utilizarse a la

intemperie con equipos portátiles que se llevan en la mano, así como también métodos más rigurosos que requieren el ambiente controlado de los laboratorios móviles (transportables). Durante el proceso de planificación, el equipo determina el tipo, el rigor y la cantidad de datos necesarios para responder las preguntas que plantea el modelo conceptual del sitio. Estas decisiones guían las modificaciones en el diseño de toma de muestras y la selección de las herramientas de análisis.

#### Sinopsis

- Integra la planificación sistemática, los planes de trabajo dinámicos, y las herramientas de análisis en el sitio para alcanzar las metas del proyecto y el programa.
- Saca ventaja de los resultados de tiempo real y la evaluación de datos para guiar la toma de muestras adicional y minimizar la movilización para alcanzar los puntos de decisión.
- Concentra las actividades del sitio en las metas del proyecto más que en los métodos analíticos, ahorrando tiempo y dinero y promoviendo mejores decisiones.
- Ha demostrado completar los proyectos más rápido, más económicamente y con mayor satisfacción de las normas que el enfoque tradicional de recolección de datos en fases.

**Para mayor información, véanse los recursos número 42, 53, 69, 77, 78, y 121 del Índice de Recursos que comienza en la página I-1.**





## CALIDAD Y REPRESENTATIVIDAD DE LOS DATOS: Claves para una Investigación de Sitio Efectiva en Función del Costo

El valor de la información que aportan los datos depende en la medida de la interacción entre los diseños de toma de muestra y su análisis en relación con el uso que ha de darse a los datos, el uso de los datos en el contexto específico del emplazamiento y el control de calidad asociado. En el marco de este concepto, las herramientas de análisis en el campo e *in situ* juegan un papel muy importante para que la toma de decisiones ambientales resulte más eficiente, defendible y efectiva en cuanto al costo. En el clima industrial y regulatorio actual, es frecuente que los profesionales se ven obligados a tomar decisiones inmediatas basados datos confiables y representativos. La expresión “datos representativos” significa que existe cierta estabilidad en las muestras y certeza respecto de la densidad de los datos. Las técnicas de análisis *in situ* ofrecen este tipo de certeza para la toma de decisiones al usuario de los datos.

Las investigaciones en áreas de revitalización de terrenos contaminados requieren enfoques innovadores más rápidos, más económicos y mejores que los que se utilizan en la práctica común. El enfoque más rápido reduce los tiempos de toma de muestras, facilita las decisiones en el campo y minimiza el tiempo de despliegue de cuadrillas y equipos. El enfoque que ofrece mayor eficiencia en cuanto a costos se utiliza para reducir los costos de análisis, los costos del trabajo en campo y los tiempos de finalización. El mejor enfoque resulta en una calidad de datos equivalente a la que se logra en laboratorios fijos fuera del campo y en un análisis de datos refinado basado en los resultados de la investigación en el sitio. La revitalización de terrenos contaminados requiere que se realice mediciones, determine el grado de contaminación e instituya un plan. Los diseños de tomas de muestras de dichos sitios serán dinámicos por naturaleza; por lo tanto la capacidad de análisis en tiempo real que ofrecen los instrumentos portátiles será esencial para una toma de muestras exitosa. En el futuro inmediato la representatividad de los datos se tornará cada vez más importante en la caracterización de sitios y los proyectos de remediación porque apoya el enfoque dinámico al suministrar una retroalimentación inmediata. Dado que la responsabilidad civil es una consideración importante en la revitalización de terrenos contaminados de hoy en día, el manejo de las incertidumbres y la disponibilidad de datos representativos que reflejen las verdaderas condiciones de los terrenos es crítica en las transacciones de las propiedades. Se puede utilizar con éxito la representatividad de los datos para generar datos científicamente sólidos capaces de respaldar decisiones defendibles para el proyecto con sustanciales ahorros de costos, en comparación con la práctica habitual actual.

La mayor eficiencia en la toma de muestras con tecnologías innovadoras se consigue al minimizar la recolección y el manejo de muestras que agregan poco a los objetivos de calidad de datos específicos para un sitio. Se obtiene mayor productividad en el análisis en campo cuando se afina el tipo de análisis a realizar de modo que puedan analizarse más muestras por día, agilizando así la caracterización de los sitios y la verificación de la limpieza.



### Sinopsis

- La calidad de los datos es una función del contenido de información de los datos y su capacidad para representar el verdadero estado del emplazamiento.
- La representatividad de los datos es una medida que indica hasta qué punto las muestras pueden utilizarse para estimar las características del verdadero estado en el que se encuentra un emplazamiento con residuos peligrosos.
- La revitalización de terrenos contaminados se considera una aplicación creciente en la cual la calidad y representatividad de los datos jugará un papel importante.

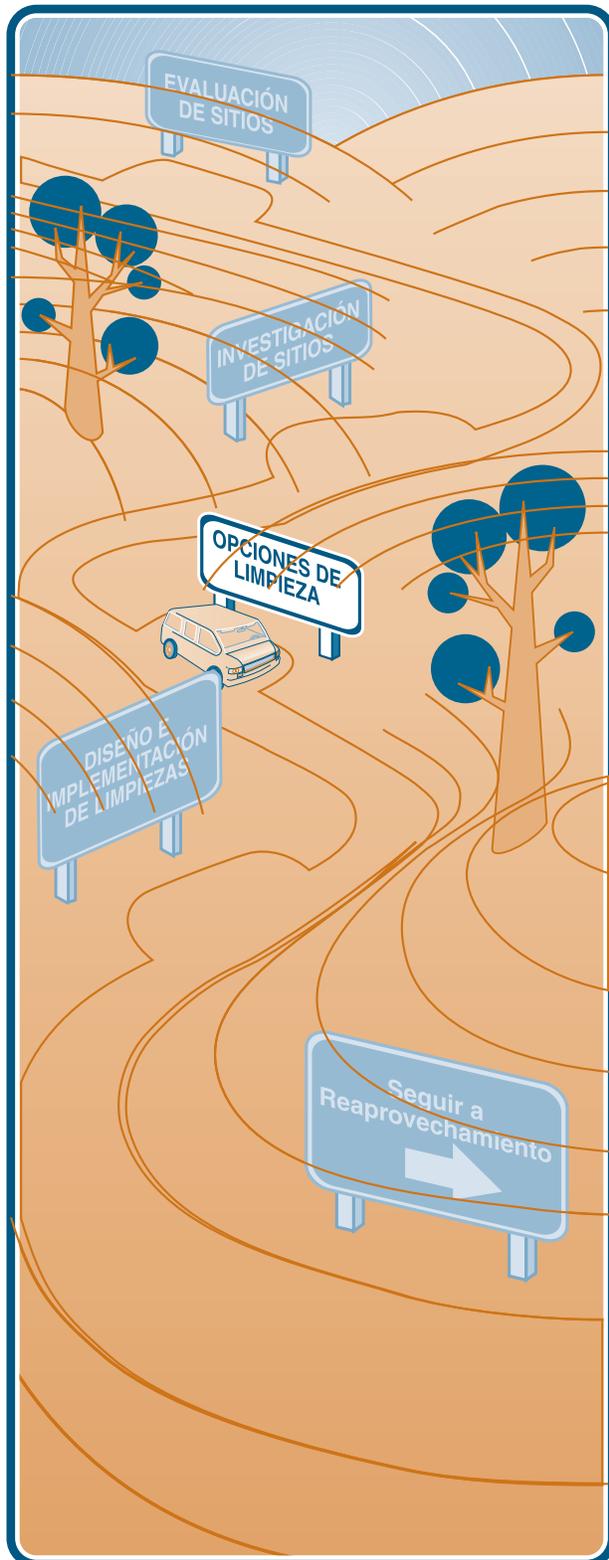
calidad adecuada para la toma de decisiones, con el beneficio adicional de una mayor densidad de muestras y la disponibilidad de resultados en tiempo real.

Aunque los enfoques tradicionales tienden a concentrarse fuertemente en las capacidades de los métodos analíticos finales, se debería considerar también el efecto del error de la toma de muestras sobre la representatividad de las actividades de monitoreo y medición. Es importante determinar de qué manera pueden utilizarse los datos obtenidos de muestras tomadas para evaluación de calidad para identificar y controlar fuentes de error e incertidumbre en la toma de muestras en el proceso de medición.

Aumentando la densidad en la toma de muestras, que ha sido posible y efectiva mediante el uso de nuevas herramientas para la toma y análisis de muestras, los encargados de tomar decisiones pueden reducir la incertidumbre y aumentar el nivel de conocimiento de las verdaderas condiciones de un emplazamiento. Esto debería aumentar la confianza entre los propietarios, compradores y reguladores de los sitios y las comunidades próximas a ellos, así como reducir la probabilidad de errores y omisiones que podrían afectar al emplazamiento con posterioridad.

**Para mayor información véanse los recursos con los números 33, 34 y 69 del Índice de Recursos que aparece a partir de la página I-1.**

## OPCIONES DE LIMPIEZA



### Evaluar las Alternativas de Limpieza Aplicables al Sitio



La revisión y análisis de alternativas de limpieza se basan en los datos recolectados durante las fases de evaluación e investigación del sitio, tratadas en las secciones precedentes de *Rutas*. La evaluación de diferentes tecnologías cumple el propósito de identificar su capacidad para alcanzar objetivos específicos de limpieza y reaprovechamiento. Para la revitalización de terrenos contaminados también es importante considerar los requisitos presupuestarios y mantener un programa de trabajo para que el proyecto siga siendo financieramente viable.

El papel de los controles institucionales, tales como servidumbres, compromisos, restricciones de zonificación y la publicación de asesorías para aumentar la conciencia comunitaria sobre las condiciones ambientales y las actividades de limpieza en el sitio, son todas consideraciones importantes en esta fase. Véase el Tema de Actualidad 11, *Acercamiento a la Función de los Controles Institucionales en Áreas de Revitalización de Terrenos Contaminados*, para mayor información sobre los controles institucionales.

### ¿Qué Hay Que Saber?



Entre los factores que deben considerarse durante la evaluación de las opciones de limpieza se encuentran los siguientes:

1. ¿Cómo determinamos el nivel de limpieza adecuado y asequible? ¿Hay requisitos de limpieza federales, estatales, locales o tribales? ¿Deberían considerarse los métodos basados en riesgos como una opción para evaluar la exposición? (Véase la definición de acción correctiva basada en el riesgo en el Anexo B, *Lista de Siglas y Glosario de Términos*.) ¿Hay estándares preseleccionados de limpieza? ¿Existen disposiciones para el uso de tecnologías predeterminadas?
2. ¿Qué factores están asociados con la implementación de las opciones de limpieza? ¿Facilitará u obstruirá la limpieza el reaprovechamiento planeado? ¿Cuánto tiempo llevará realizar la limpieza? ¿Cuál será el costo de la limpieza? ¿Cuáles son los efectos de corto

plazo y de largo plazo de las tecnologías de limpieza sujetas a consideración?

3. ¿Son compatibles las opciones de limpieza con la planificación regional o local y las metas y requisitos de desarrollo? ¿Pueden llevarse a cabo al mismo tiempo las actividades de reaprovechamiento (tales como la construcción y renovación de edificios) y las de limpieza?
4. ¿Cómo puede participar la comunidad en la revisión y selección de las opciones de limpieza? ¿Son aceptables las opciones en vista de las inquietudes de la comunidad sobre la protección de su salud durante la limpieza y reutilización del terreno? ¿Qué normas ambientales deben tenerse en cuenta para asegurar que las partes interesadas en la comunidad queden satisfechas con el resultado del proceso de limpieza, dada la reutilización planeada?
5. ¿Existe la necesidad de controles institucionales después de la limpieza? ¿Son apropiados los controles institucionales propuestos en vista de las inquietudes de la comunidad y del acceso a la propiedad y su uso? ¿Los controles institucionales facilitarán u obstaculizarán el redesarrollo? ¿Qué planes y seguridades financieras están realizándose a fin de asegurar que los controles institucionales continúen vigentes mientras se mantenga la contaminación?
6. ¿Qué opciones hay disponibles para controlar el desempeño de las tecnologías de limpieza?

### ¿Cómo Encontramos las Respuestas?\*



El proceso de revisión y análisis de las opciones de limpieza y alternativas de tecnologías generalmente incluye los siguientes pasos:

- Establecer metas para la limpieza que consideren el uso final y utilicen pautas publicadas por las agencias federales o estatales, las decisiones basadas en el riesgo o los resultados de evaluación de riesgo específico para cada sitio.
- Educar a los miembros de la comunidad sobre el proceso de selección de limpieza de sitios e involucrarlos activamente en la toma de decisiones.

- Revisar la información general sobre las tecnologías de limpieza para familiarizarse con aquellas que pueden ser aplicables a un emplazamiento en particular:
  - Utilizar los recursos de esta publicación.
  - Para ejemplos de tecnologías apropiadas para los distintos tipos de contaminantes, ver el Anexo A, Cuadro A-3, Acciones Correctivas para los Tipos de Contaminantes Encontrados en Terrenos Contaminados Típicos.
  - Llevar a cabo investigaciones bibliográficas para encontrar otras descripciones de tecnologías alternativas.
  - Analizar información técnica detallada sobre la aplicabilidad de las tecnologías alternativas.
- Achicar la lista de tecnologías posibles que son más apropiadas para abordar la contaminación identificada en el sitio, y que sean compatibles con las condiciones específicas del emplazamiento y la reutilización propuesta de la propiedad:
  - Establecer contactos con otras partes interesadas en la revitalización de terrenos contaminados y profesionales del medio ambiente para intercambiar experiencias y aprovechar sus conocimientos.
  - Determinar si hay suficientes datos para respaldar la identificación y evaluación de alternativas de limpieza.
  - Evaluar las opciones contra una cierta cantidad de factores, incluidos los niveles de toxicidad, vías de exposición, riesgos asociados, uso futuro de la tierra y consideraciones económicas.
  - Analizar la aplicabilidad de una tecnología particular a la contaminación determinada en el sitio.
  - Determinar los efectos de diferentes alternativas tecnológicas en los objetivos de reaprovechamiento.
- Continuar trabajando con las agencias regulatorias apropiadas para asegurar que se abordan correctamente los requisitos regulatorios:
  - Consultar con las agencias regulatorias federales, estatales, locales y tribales para incluirlas en el proceso de toma de decisiones tan tempranamente como sea posible.
  - Contactar al coordinador regional de la EPA para revitalización de terrenos contaminados para determinar si existen programas de apoyo de la EPA.

\* Nótese que Rutas busca responder preguntas relacionadas con la selección de la tecnología pero no tiene la intención de suministrar una respuesta a cada pregunta de procedimiento planteada.

- Integrar alternativas de limpieza con alternativas de reutilización para determinar si existen limitaciones sobre reutilización y cronogramas para evaluar factores de costo y riesgo.
- Proveer una medida de certeza y estabilidad al proyecto al investigar las pólizas de seguros ambientales en aspectos tales como la protección por sobrecostos, contaminación no descubierta y litigios con terceros, e incorporar su costo al paquete de financiamiento del proyecto.
- Seleccionar una solución aceptable que no solamente aborde el riesgo de contaminación sino que sea la que mejor se adapte a los objetivos de reaprovechamiento y reutilización de la propiedad y sea compatible con las necesidades de la comunidad.
- Comunicar la información sobre la opción de limpieza propuesta a las partes interesadas en la revitalización de terrenos contaminados, incluida la comunidad afectada.

**¿Dónde Encontramos Ayuda para Responder a las Preguntas sobre Tecnología?**



Más adelante se presentan ejemplos de recursos que pueden ayudar en la revisión y análisis de las opciones de limpieza. También se suministra información sobre la disponibilidad de recursos electrónicos—ya sea en el disco compacto que acompaña a *Rutas* o en diferentes sitios de la Internet. En el Anexo D, *Cómo Realizar un Pedido de Documentos*, está toda la información para realizar pedidos de documentos que no aparecen ni en el disco compacto ni en la Internet.

## A. Recursos para Opciones de Limpieza

*En la lista de documentos que aparece a continuación figuran los recursos con información general sobre recursos en la forma de bibliografías, actualizaciones técnicas y guías de usuario.*

***ASTM Standard Guide for Risk-Based Corrective Action Applied at Petroleum Release Sites (E1739-95e1)***  
(Guía ASTM para Acciones Correctivas Basadas en el Riesgo Aplicadas a Sitios Donde Hay Descargas de Petróleo)

*Pedir en línea en [www.astm.org](http://www.astm.org)*

El propósito de esta guía es definir la acción correctiva basada en el riesgo como un proceso de evaluación y respuesta a la liberación de petróleo de una manera que asegure la protección de la salud humana y el medio ambiente. La guía asistirá a las personas encargadas de

tomar decisiones sobre la revitalización de terrenos contaminados que deseen familiarizarse con otro enfoque que puede utilizarse para evaluar el riesgo ambiental en un emplazamiento, de conformidad con las reglamentaciones federales, estatales, locales y tribales aplicables. Se define y debate la diversidad y flexibilidad del enfoque de las acciones correctivas basadas en el riesgo y se resume el enfoque por capas del proceso. Aunque el proceso de la acción correctiva basada en el riesgo no está limitado a ningún emplazamiento en particular, la guía enfatiza el uso de ésta en respuesta a la liberación de petróleo. También se ofrecen ejemplos de aplicación de la acción correctiva basada en el riesgo. La guía, que puede adquirirse a \$45 el ejemplar, se puede descargar del sitio web de ASTM o solicitarse por teléfono al 610-832-9585 o por fax al 610-832-9555.



***Breaking Barriers to the Use of Innovative Technologies: State Regulatory Role in Unexploded Ordnance Detection and Characterization Technology Selection***  
(Cómo Superar las Barreras para el Uso de

**Tecnologías Innovadoras: Papel Regulatorio del Estado en la Selección de Tecnologías de Detección y Caracterización de Municiones No Explotadas)**

*Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas*  
El informe, publicado en 2000 por el ITRC, contiene un análisis de casos prácticos realizados por estados que tienen experiencia en la remediación de sitios contaminados por municiones no explotadas. El informe aboga por la participación temprana y significativa de la actividad regulatoria del estado para la selección de tecnologías innovadoras de caracterización y remediación de municiones no explotadas. El informe también ofrece recomendaciones para asegurar la participación apropiada de los estados en la selección de tecnologías para caracterización y remediación de sitios contaminados con municiones no explotadas.



***Brownfields Technology Primer: Requesting and Evaluating Proposals That Encourage Innovative Technologies for Investigation and Cleanup (EPA 540-R-01-005)***

(Manual Básico de Tecnologías para la Revitalización de Terrenos Contaminados: Cómo Solicitar y Evaluar Ofertas que Alientan el Uso de Tecnologías Innovadoras para Investigación y Limpieza)

*Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas*  
El Centro de Apoyo de Tecnologías para la Revitalización de Terrenos Contaminados ha preparado este manual básico con el fin de brindar

asistencia a los propietarios de sitios, directores de proyecto, y otros responsables de preparar los pedidos de oferta, en la búsqueda de apoyo para realizar las actividades de investigación y limpieza de sitios contaminados. Específicamente, se intenta ayudar a tales personas a redactar especificaciones que alienten a los contratistas y proveedores de tecnología a proponer opciones que usen tecnologías innovadoras caracterización y remediación en terrenos contaminados. También incluye para información desde una perspectiva tecnológica tendiente a guiar a los equipos de revisión de ofertas en sus evaluaciones sobre las mismas y en la selección de contratistas calificados.

***Citizen's Guides to Understanding Innovative Treatment Technologies***  
**(Guías para que los Ciudadano Comprensión de las Tecnologías de Tratamiento Innovadoras)**

*Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas*  
 Las guías son preparadas por la EPA para brindar a los administradores de sitios material de divulgación que puede ser compartido con las comunidades próximas a una área de revitalización de terrenos contaminados. Las guías presentan información sobre tecnologías innovadoras que han sido seleccionadas para algunos sitios que requieren de limpieza o aplicadas en ellos, suministran panoramas de las tecnologías y presentan casos de éxito sobre sitios en los que se han aplicado tecnologías innovadoras. Se están preparando versiones en español de estas guías que contienen información sobre los siguientes temas:

- *Barreras Reactivas Permeables (EPA 542-F-01-005S)*
- *Biocorrección (EPA 542-F-01-001S)*
- *Bombeo y Tratamiento (EPA 542-F-01-025S)*
- *Coberturas (EPA 542-F-01-022S)*
- *Deshalogenación Química (EPA 542-F-01-010S)*
- *Desorción Térmica (EPA 542-F-01-003S)*
- *Enjuague In Situ (EPA 542-F-01-011S)*
- *Excavación del Suelo (EPA 542-F-01-023S)*
- *Extracción con Aire (EPA 542-F-01-016S)*
- *Extracción de Vapores de los Suelos y la Aeración (EPA 542-F-01-006S)*
- *Extracción por Solventes (EPA 542-F-01-009S)*
- *Fitocorrección (EPA 542-F-01-002S)*
- *Fracturación (EPA 542-F-01-015S)*
- *Incineración (EPA 542-F-01-018S)*
- *Lavado del Suelo (EPA 542-F-01-008S)*
- *Métodos de Tratamiento Térmico In Situ (EPA 542-F-01-012S)*
- *Oxidación Química (EPA 542-F-01-013S)*

- *Reducción Natural Supervisada (EPA 542-F-01-004S)*
- *Solidificación/Estabilización (EPA 542-F-01-024S)*
- *Tratamiento con Carbono Activado (EPA 542-F-01-020S)*
- *Vitrificación (EPA 542-F-01-017S)*

***Clean-Up Information Home Page on the World Wide Web***  
**(Página Web de Información sobre Limpiezas)**

*Disponible en línea en <http://clu-in.org>*

Este sitio en Internet ofrece información sobre tecnologías innovadoras de tratamiento y caracterización de sitios para la comunidad interesada en la remediación de residuos peligrosos. La página CLU-IN describe programas, organizaciones, publicaciones y otras herramientas para el personal de la EPA y otros organismos federales y estatales, ingenieros consultores, desarrolladores y proveedores de tecnologías, contratistas de remediación, investigadores, grupos de la comunidad y ciudadanos individuales. También brinda información sobre cuestiones relacionadas con la caracterización de sitios: verificación y evaluación de tecnologías, herramientas de selección de tecnologías, guía y apoyo para su aplicación, casos prácticos, desarrollo reglamentario y publicaciones.

***Cost Estimating Tools and Resources for Addressing Sites Under the Brownfields Initiatives (EPA 625-R-99-001)***

**(Herramientas para la Estimación de Costos y Recursos para la Gestión de Sitios como parte de la Iniciativa de Revitalización de Terrenos Contaminados)**

*Pedir en línea en [www.epa.gov/ncepihom](http://www.epa.gov/ncepihom)*

Esta guía pertenece a la serie de publicaciones diseñadas para asistir a las comunidades, estados, municipalidades y el sector privado para abordar el tratamiento de terrenos contaminados en una forma más eficaz. La guía, que está diseñada para ser usada junto con las tres guías para tipos de sitios específicos—Enfoques Técnicos para la Caracterización y Limpieza de Talleres; Enfoques Técnicos para la Caracterización y Limpieza de Plantas Siderúrgicas; y Enfoques Técnicos para la Caracterización y Limpieza de Plantas de Acabado de Metales (todos en virtud de la Iniciativa de Revitalización de Terrenos Contaminados)—suministra información sobre herramientas para estimar costos y recursos para abordar los costos de limpieza de los terrenos contaminados. Muchos responsables para los sitios contaminados pueden optar por encargar la preparación de estimaciones de costos a consultores con experiencia en la limpieza de sitios con residuos peligrosos; pero en su propio beneficio, ellos deben poder guiar a sus consultores y comprender el proceso lo suficiente como para poder revisar esas estimaciones. La

guía contiene información general sobre el proceso de estimación de costos e incluye resúmenes de diferentes tipos de estimaciones. También describe el proceso para desarrollar estimaciones de costos “por órdenes de magnitud” y brinda información sobre recursos, bases de datos y modelos.



**Directory of Technology Support Services to Brownfields Localities (EPA 542-B-99-005) (Guía de Servicios de Apoyo Tecnológico para Localidades con Terrenos Contaminados)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas. Brinda información sobre oficinas de la EPA, organizaciones no gubernamentales financiadas por EPA y otros organismos federales que podrían sumar experiencia y conocimientos para asistir en la selección de tecnologías a utilizar en la caracterización y limpieza de terrenos contaminados.

**EPA REACHIT Online Searchable Technology Database (EPA REACH IT — Base de Datos en Línea para Búsquedas de Tecnología)**

Disponible en línea en [www.epareachit.org](http://www.epareachit.org). REACH IT es una herramienta útil para ayudar a quienes participan en proyectos de remediación de terrenos contaminados a evaluar y seleccionar tecnologías aplicables y reunir información detallada sobre los proveedores de esas tecnologías. Esta base de datos que puede ser consultada en línea contiene información completa y actualizada sobre más de 1.300 tecnologías de remediación a la que se accede a través de las avanzadas capacidades de búsqueda del sistema. También se presentan ejemplos de sitios en los cuales se ha implementado un tipo particular de tecnología. La información está basada en datos presentados por proveedores y gerentes de proyectos de la EPA, el Departamento de Defensa y el Departamento de Energía y otras agencias estatales, así como información provista por los proveedores de tecnologías innovadoras. Sólo puede accederse a la base de datos REACH IT de la EPA a través de la Internet.

**Evaluation of Selected Environmental Decision Support Software (DSS) (Evaluación de Software Seleccionado para Apoyo a las Decisiones sobre el Medio Ambiente)**

Ver o descargar archivo pdf del disco compacto de Rutas. Este informe elaborado por la Oficina de Gestión Ambiental del Departamento de Energía, evalúa el software y los sistemas de computación que facilitan el uso de datos, modelos y procesos de toma de decisiones en relación con la gestión ambiental. El informe evalúa 19 de estos sistemas a través de la

aplicación de un sistema de clasificación que favorece al software que simula una gama amplia de problemas ambientales. Incluye un glosario de términos y sugiere criterios para la selección de los diferentes aspectos del desempeño del software.

**Evaluation of Subsurface Engineered Barriers at Waste Sites (EPA 542-R-98-005) (Evaluación de Barreras Subsuperficiales de Diseño de Ingeniería en Sitios de Desechos)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas. El informe contiene un análisis retrospectivo nacional del rendimiento en el campo de los sistemas de barreras, así como información que podría ser útil para desarrollar pautas para el uso y evaluación de estos sistemas. El informe contiene datos sobre el diseño, aplicación y desempeño de barreras subsuperficiales de diseño de ingeniería.

**Federal Remediation Technologies Roundtable (FRTR) Case Studies (Casos Prácticos de la FRTR)**

Disponible en línea en [www.frtr.gov/cost](http://www.frtr.gov/cost). Los casos prácticos brindan al usuario información sobre aplicaciones específicas de tecnologías de remediación. Los casos prácticos de la FRTR son desarrollados por el Departamento de Defensa, el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos, la Armada de los Estados Unidos, la U.S. Air Force (USAF o Fuerza Aérea de los Estados Unidos), el Departamento de Energía, el Departamento del Interior y la EPA. Los casos prácticos se centran en grandes proyectos de demostración en campo a escala completa e incluyen información sobre los antecedentes del emplazamiento, descripción de la tecnología, costo y desempeño de la aplicación de la tecnología y lecciones aprendidas. Entre las tecnologías, las hay de tratamientos innovadores y convencionales para suelos contaminados, agua subterránea y medios sólidos. Los usuarios pueden buscar los casos prácticos por grupos de contaminantes, medios, práctica de manejo de desechos que contribuyen a la contaminación y sistemas de tratamiento.

**Guide to Documenting and Managing Cost and Performance Information for Remediation Projects (EPA 542-B-98-007)**

**(Guía para la Documentación y Gestión de Información de Costos y Rendimientos de Proyectos de Remediación)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas. Este documento recomienda los tipos de datos que deben reunirse para documentar el rendimiento y el costo de proyectos de remediación. La guía específica

datos para 13 tecnologías de limpieza convencionales e innovadoras: bioventilación del suelo, enjuague de suelo, extracción de vapores del suelo, aireación de agua subterránea, remediación de agua subterránea *in situ*, tecnologías de bombeo y tratamiento, compostaje, incineración, tratamiento de tierra, bioremediación de suelo por fase de lodo, lavado de suelos, estabilización y desorción térmica. El documento brinda a los gestores de sitios un conjunto de parámetros estandarizados para documentar proyectos de remediación finalizados. Varias agencias federales se han comprometido a utilizar las pautas para reunir datos para limpiezas a escala completa, demostraciones y estudios de tratabilidad.



***Innovative Remediation and Site Characterization Technologies Resources (EPA 542-C-01-001)***  
**(Recursos de Tecnologías Innovadoras para Remediación y Caracterización de Sitios)**

Pedir en línea en [www.epa.gov/ncepihom](http://www.epa.gov/ncepihom)  
 Este disco compacto, producido por la Oficina de Innovación Tecnológica de la EPA, contiene recursos que brindan información para asistir a los administradores de emplazamientos federales, estatales y del sector privado a evaluar alternativas para la evaluación y limpieza de sitios. La capacidad de acceder a recursos que ofrecen información sobre tecnologías innovadoras para la caracterización y remediación de sitios contribuirá a aumentar el conocimiento de estas tecnologías y los factores de costo y desempeño relacionados con ellas. Este conocimiento es esencial para poder considerar esas tecnologías para abordar la contaminación de los sitios con residuos peligrosos. Varios recursos incluidos en el disco compacto también están disponibles en el disco compacto de *Rutas*.



***Innovative Remediation Technologies: Field-Scale Demonstration Projects in North America, 2nd Edition (EPA 542-B-00-004)***  
**(Tecnologías Innovadoras para Remediación: Proyectos de Demostración a Escala de Campo en Norteamérica, 2ª Edición)**

Ver o descargar los archivos pdf del disco compacto de *Rutas*  
 Se trata de un disco compacto elaborado por la Oficina de Innovación Tecnológica de la EPA que contiene recursos que proporcionan información para ayudar a los administradores de emplazamientos federales, estatales y del sector privado a evaluar las distintas alternativas de evaluación ambiental y limpieza de sitios. Al obtener acceso a los recursos que brindan información sobre tecnologías innovadoras de remediación y caracterización de sitios, se puede incrementar el conocimiento sobre dichas tecnologías y

sobre los factores de costo y desempeño relacionados con las mismas. Dicho entendimiento es esencial en la consideración de estas tecnologías para su uso en el tratamiento de la contaminación de emplazamientos con residuos peligrosos. Varios de los recursos incluidos en este disco compacto también están disponibles en el disco compacto de *Rutas*.



***Public Technology Inc.'s BrownfieldsTech.org (BrownfieldsTech.org, de Public Technology Inc. [PTI])***

Disponible en línea en [www.brownfieldstech.org](http://www.brownfieldstech.org)

El sitio web, alojado en PTI y parcialmente patrocinado por la Oficina de Innovación Tecnológica de la EPA ofrece información sobre caracterización y remediación de terrenos contaminados. El sitio está dedicado especialmente a la demostración, diseminación, y promoción de tecnologías innovadoras para la caracterización y remediación de terrenos contaminados para ayudar a los gobiernos locales a aumentar la eficiencia y reducir los costos asociados con la revitalización de los terrenos contaminados. En el sitio se destacan las tecnologías más en boga, actualmente en etapa de prueba en campo, se describen casos prácticos que introducen a los usuarios a ciudades donde se está desarrollando con éxito el empleo de tecnologías innovadoras de caracterización y remediación, perfiles de los líderes de gobiernos locales que están aplicando eficazmente las tecnologías de remediación de terrenos contaminados y ofrece vínculos con otros sitios clave en la Internet.

***Rapid Commercialization Initiative (RCI) Final Report for an Integrated in Situ Remediation Technology (Lasagna™) (DOE/OR/22459-1)***  
**(Informe Final de Iniciativa de Comercialización Rápida para una Tecnología de Remediación Integrada In Situ [Lasagna])**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de *Rutas*  
 Este informe describe los resultados de demostración del proceso *Lasagna*, el cual utiliza métodos geotécnicos para instalar zonas de degradación en suelos contaminado y electroósmosis para llevar y traer los contaminantes a través de esas zonas hasta completar el tratamiento.

***Remediation Technologies Screening Matrix and Reference Guide, Version 4.0***  
**(Guía de Referencia y Matriz de Selección de Tecnologías de Remediación, Versión 4.0)**

Disponible en línea en [www.frtr.gov/matrix/](http://www.frtr.gov/matrix/)  
 El propósito del documento es ayudar a los gestores de proyectos de remediación de sitios a identificar

tecnologías de remediación para una evaluación más detallada. El documento resume las fortalezas y debilidades de tecnologías convencionales e innovadoras para la remediación de suelos, sedimentos, lodos, agua subterránea, aguas en superficie y emisiones y gases de salida al aire. Se enfatizan, primordialmente las tecnologías demostradas. Cubre tecnologías de tratamiento, confinamiento, separación de desechos y recuperación acelerada e incluye también referencias adicionales y recursos de información.



***Reuse Assessments: A Tool to Implement the Superfund Land Use Directive (Directiva del OSWER No. 9355.7-06P) (Evaluaciones de Reutilización: Herramienta para Implementar la Directiva de Uso de Tierras bajo el Superfondo)***

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas El memorando, firmado el 4 de junio de 2001 por la Oficina de Respuesta a Emergencias y Remediación de la EPA, presenta información que respalda el desarrollo de suposiciones relacionadas con el uso futuro de la tierra al tomar las decisiones en la selección de soluciones de remediación para acciones de respuesta realizadas en los sitios amparados por el Superfondo. Como anexos de la directiva se incluyen la guía de Evaluación de Reutilización, que provee información sobre la recolección y evaluación de información para los supuestos de desarrollo, y la Directiva de Uso de Tierras bajo el Superfondo, que provee información básica sobre los supuestos en los que se apoyan las acciones de remediación para el desarrollo y el uso futuro de las tierras bajo el Superfondo.



***Site Remediation Technology InfoBase: A Guide to Federal Programs, Information Resources, and Publications on Contaminated Site Cleanup Technologies, Second Edition (EPA 542-B-00-005)***

**(Base de Información de Tecnologías de Remediación de Sitios: Guía de Programas Federales, Recursos de Información y Publicaciones sobre Tecnologías de Limpieza de Sitios Contaminados, Segunda Edición)**

Ver o descargar el archivo pdf en el disco compacto de Rutas En esta guía, preparada por las agencias miembro de la FRTR, se identifican programas, recursos y publicaciones del gobierno federal relacionadas con tecnologías para la limpieza de sitios contaminados.

***Superfund Innovative Technology Evaluation (SITE) Program: Technology Profiles, Tenth Edition (Programa de Evaluación de Tecnologías Innovadoras del Superfondo: Perfiles de Tecnologías, Décima Edición)***

Disponible en línea en [www.epa.gov/ORD/SITE/profiles3.htm](http://www.epa.gov/ORD/SITE/profiles3.htm)

Los documentos de SITE, reunidos en tres volúmenes separados, ofrecen perfiles de más de 150 tecnologías de demostración, emergentes, y de monitoreo y medición, que se están evaluando en la actualidad. Cada perfil incluye el nombre del proceso, una descripción de la tecnología, su aplicabilidad a los desechos y un informe del estado de la técnica, junto con información de contacto. Los perfiles incluyen también resúmenes de los resultados de la demostración.

Se encuentran disponibles los siguientes volúmenes:

- *Demonstration Program Volume 1* (EPA 540-R-99-500A)  
(Programa de Demostración, Volumen 1)
- *Emerging Technology Program Volume 2* (EPA 540-R-99-500B)  
(Programa de Tecnologías Emergentes, Volumen 2)
- *Monitoring and Measurement Program* (EPA 540-R-99-500C)  
(Programa de Monitoreo y Medición, Volumen 3)

***Synopses of Federal Demonstrations of Innovative Site Remediation Technologies, Third Edition (EPA 542-B-93-009, PB94-144565) (Sinopsis de Demostraciones Federales de Tecnologías de Remediación de Sitios, Tercera Edición)***

Disponible en línea en [www.epa.gov/nepis](http://www.epa.gov/nepis)

Contiene una recopilación de resúmenes que describen demostraciones en campo de tecnologías innovadoras para tratar residuos peligrosos en sitios contaminados. Estos resúmenes son recursos de información que los gerentes de proyectos de sitios contaminados con residuos peligrosos pueden utilizar para evaluar la disponibilidad de tecnologías innovadoras para tratar aguas subterráneas, suelos y lodos contaminados y la factibilidad de su uso. El documento describe más de 110 demostraciones, patrocinadas por agencias federales, agrupadas en seis categorías diferentes de tecnologías innovadoras para tratar el suelo y las aguas subterráneas. Contiene también una matriz en la que se enumeran las categorías de demostración, el tipo de contaminante, los medios susceptibles de tratamiento y las condiciones de tratamiento de cada tecnología innovadora demostrada.



## PROGRAMAS ESTATALES DE DESCONTAMINACIÓN DE ANTIGUAS TINTORERÍAS: Innovación en la Descontaminación

Los programas establecidos por mandato estatal han tenido un importante impacto en la transformación de los sitios de antiguas tintorerías en propiedades comerciales. En 1998, con el respaldo de la Oficina de Innovación Tecnológica de la EPA, se creó la SCRCD a fin de proporcionar un foro para el intercambio de información y el análisis de los temas de implementación relacionados con los programas estatales que involucraban estos sitios, compartir la información y las lecciones aprendidas y alentar el uso de las tecnologías innovadoras en la remediación de las antiguas tintorerías.

La coalición está formada por representantes de los estados que han establecido programas de remediación de antiguas tintorerías, incluyendo: Alabama, Florida, Illinois, Kansas, Minnesota, Missouri, Carolina del Norte, Oregon, Carolina del Sur, Tennessee, y Wisconsin.

Un subgrupo de la coalición ha centrado sus esfuerzos en la realización de estudios de investigación



de programas estatales y el uso de tecnologías innovadoras para evaluar y remediar los sitios contaminados con los solventes utilizados para la limpieza en seco. En el informe de 1999, "Estudio de las Tecnologías de Evaluación y Descontaminación de Antiguas Tintorerías" se indica que se están utilizando una variedad de tecnologías para esos emplazamientos. Por ejemplo, las técnicas de caracterización de sitios incluyen toma de muestras activa y pasiva de gas del suelo, técnicas de presión directa, técnicas geofísicas y pozos y perforaciones de monitoreo.

Asimismo, se ha demostrado la efectividad de numerosas tecnologías, como las que usan tintas ultravioletas

### Sinopsis

- En las tintorerías se utilizan solventes clorados, en especial el tetracloroetano y ello ha contribuido a la contaminación del suelo y el agua subterránea en muchos emplazamientos contaminados.
- Entre los contaminantes que pueden encontrarse en los sitios de antiguas tintorerías encontramos: tetracloroetano, tricloroetileno y cis 1,2-dicloroetano.
- Las tecnologías innovadoras benefician en especial a los sitios pequeños donde hubotintorerías porque con frecuencia sólo se dispone de financiamiento limitada para la descontaminación de tales sitios.

tecnológicas, como las que usan tintas ultravioletas

*Continuado en la página 61*

### RECURSO CLAVE

#### ***State Coalition for Remediation of Drycleaners (SCRCD) Internet Site (Sitio de Internet de la Coalición Estatal para la Descontaminación de Antiguas Tintorerías)***

*Disponible en [www.drycleancoalition.org](http://www.drycleancoalition.org)*

Este sitio de Internet que es sostenido por la Oficina de Innovación Tecnológica de la EPA ofrece amplia información sobre programas de remediación estatales y recursos relacionados con la remediación de antiguas tintorerías. Se brindan descripciones de los programas estatales y puntos de contacto en los 11 estados miembro. Asimismo, se identifican otras publicaciones, reglamentaciones y otros documentos. Las partes interesadas en la evaluación y limpieza de los sitios contaminados por tintorerías en los estados de Florida, Illinois, Kansas, Minnesota, Carolina del Norte, Oregon, Carolina del Sur, Tennessee, Washington, y Wisconsin pueden estar particularmente interesadas en la información detallada que se ofrece sobre los programas en desarrollo en esos estados. Los perfiles de la remediación de emplazamientos específicos en todo Estados Unidos tienen la finalidad de asistir a los usuarios, particularmente a los funcionarios de los estados, a tomar decisiones mejor fundadas en relación con la remediación de sitios en sus estados y, cuando ello es posible, suministrarles recursos adicionales. Las publicaciones desarrolladas por la SCRCD, así como recursos estatales y federales pertinentes a las cuestiones asociadas con sitios de antiguas tintorerías se pueden ver en línea o descargarse sin cargo.



## PROGRAMAS ESTATALES DE DESCONTAMINACIÓN DE ANTIGUAS TINTORERÍAS: Innovación en la Descontaminación

*(...continuado de la página 60)*

fluorescentes e hidrófobas, para detectar líquidos densos de fase no acuosa, los cuales constituyen un tema importante en las antiguas tintorerías. Según se describe en el informe, entre los métodos más comúnmente utilizados para reducir los solventes presentes en el suelo se cuentan la excavación, la extracción de vapores del suelo (EVS) y la bio-aireación, así como la atenuación natural, la aspersión de con aire y la extracción de fases múltiples para aguas subterráneas.

Aunque son bastante nuevos y la mayoría poseen presupuestos muy limitados, muchos de los programas

estatales han resultado efectivos en el cumplimiento de sus funciones. A la fecha, los programas de remediación de antiguas tintorerías han llevado a cabo, por lo menos, 236 evaluaciones de sitios y 100 acciones de remediación y se han completado 16 proyectos. Estos números aumentan rápidamente, a medida que van madurando los programas de sitios de antiguas tintorerías de cada estado.

**Para más información, véanse los recursos con los números 62, 115, 132 y 133 del Índice de Recursos que comienza en la página I-1.**

## T7 REMEDIACIÓN DE ANTIGUAS PLANTAS PRODUCTORAS DE GAS:

### Tecnologías de Remediación Emergentes

Desde principios del siglo dieciocho y hasta mediados del siglo diecinueve, se operaban plantas productoras de gas en todo el mundo para producir gas de carbón o de petróleo para la iluminación, calefacción y cocina. Los procesos de fabricación y purificación de gas llevados a cabo en las plantas generaban residuos, tales como alquitrán, lodo, hollín, aceites livianos, desechos de oxidación, y otros productos de los hidrocarburos. Aunque muchos de los productos eran reciclados, quedaron residuos excedentes en las antiguas plantas productoras de gas.

Los residuos contienen hidrocarburos aromáticos policíclicos, hidrocarburos de petróleo, bencina, cianuro, metales y fenoles. El contaminante base, el alquitrán, está compuesto por una mezcla compleja de hidrocarburos aromáticos policíclicos que generalmente muestran baja volatilidad, baja solubilidad y baja biodegradabilidad. En consecuencia, dichos componentes son difíciles de tratar.

Existen aproximadamente unas 3000 a 5000 plantas productoras de gas en todo el país, y algunos de esos emplazamientos aún son propiedad de los sucesores de las empresas públicas que las fundaron. Las plantas productoras de gas eran construidas, generalmente, en las afueras de las ciudades que luego se desarrollaron. Hoy, por lo tanto, los sitios en desuso suelen encontrarse en las áreas dentro de las ciudades, muchas de las cuales están siendo consideradas para reciclado bajo el programa de revitalización de terrenos contaminados. El reaprovechamiento de parcelas de las plantas productoras de gas pueden ayudar a la industria de servicios públicos a convertir en activos propiedades que constituyen un pasivo potencial. Por ejemplo, en la ciudad de Fort Myers, Florida, una ex-planta productora de gas ha sido reciclada y convertida en un museo y acuario privado, sin fines de lucro, denominado *Imaginarium*.

Como el entorno comercial empujaba a las empresas a reevaluar sus tenencias en tierras y a gestionar mejor las cuestiones ambientales, las plantas productoras de gas han quedado bajo la lupa. Muchas empresas están investigando y

aplicando soluciones de remediación en tales emplazamientos. Las similitudes en la configuración de los sitios y en los contaminantes encontrados en los mismos brindan oportunidades para aplicar enfoques innovadores que se benefician con las economías de escala. Las antiguas plantas productoras de gas ofrecen una oportunidad ideal para aplicar herramientas y tecnologías que aceleren la caracterización de sitios y remediación de contaminantes.



#### Síntesis

- Si bien las plantas productoras de gas han cerrado y la mayoría han sido demolidas, dichos establecimientos han dejado un legado de contaminación ambiental.
- Las liberaciones de alquitrán, aceites y condensados producidos por las plantas productoras de gas han contribuido en gran medida a la contaminación con hidrocarburos aromáticos policíclicos, fenoles, bencina y cianuro.
- A medida que las empresas de servicios públicos descubren más sitios de plantas productoras de gas, se encuentran ante la necesidad de identificar los enfoques más efectivos en función del costo, ambientalmente seguros e innovadores para la caracterización y remediación de tales emplazamientos.

La desorción térmica se ha empleado con éxito para la remediación de suelos que contienen desechos de las plantas productoras de gas (por ejemplo, negro de humo y alquitrán), logrando reducciones de más del 98 por ciento en las concentraciones de hidrocarburos aromáticos policíclicos, compuestos de hidrocarburos de petróleo total; compuestos de bencina, tolueno, etilbenceno y xileno (BTEX) y cianuro. Los datos del desempeño han demostrado que se puede llegar a menos de 10 partes por mil millones de hidrocarburos aromáticos policíclicos y cianuro residual mediante la aplicación de desorción térmica. Otras tecnologías que han demostrado ser exitosas en la remediación de desechos de las

plantas productoras de gas incluyen la co-combustión en calderas, reciclado en sustratos para caminos, bioremediación *in situ*, cultivo de tierras y lavado del suelo.

Debido a la prevalencia de las ex-plantas productoras de gas, que ocupan extensas superficies de tierra no utilizada con necesidades de remediación complejas, se alienta la búsqueda de nuevas tecnologías que están siendo probadas en campo a fin de demostrar su factibilidad técnica. Existen oportunidades para demostrar y mejorar las nuevas tecnologías de evaluación y remediación que pueden ayudar a acelerar los procesos de limpieza para que los sitios contaminados vuelvan a ser productivos.

**Para obtener más información, véase el recurso con el número 120 del Índice de Recursos que comienza en la página I-1.**

### **Tank RACER Software Program (Programa de Computación Tank RACER)**

Disponible en línea en [www.epa.gov/swrust1/tnkrcr1.htm](http://www.epa.gov/swrust1/tnkrcr1.htm)

El programa de *Tank Remedial Action Cost Engineering and Requirements (RACER)* (Ingeniería de Costo y Requisitos de Acciones de Remediación para Tanques) es un sistema para entorno Windows<sup>MR</sup> con el que se obtienen estimaciones de costos rápidas, exactas y completas para la limpieza de sitios con petróleo y tanques de almacenamiento subterráneo. El software estima costos de limpieza para cada emplazamiento específico para todas las fases de remediación, incluyendo la evaluación del sitio, diseño de la remediación, acciones de remediación, operación y mantenimiento, cierre del tanque, obra y servicios del sitio, así como costos de utilización de tecnologías alternativas tales como aspersión de aire, bioremediación, bio-ventilación, pozos de extracción de aguas subterráneas, cultivo de tierras, atenuación natural, extracción de vapor de suelos y desorción térmica. Este software fue desarrollado en virtud de un acuerdo interinstitucional entre la USAF y la EPA. Ya está disponible una nueva versión del programa, llamada *Tank RACER 2001*. Para mayor información visite la página mencionada en el encabezamiento.

### **TechKnow<sup>TM</sup> Database (Base de Datos TechKnow<sup>MR</sup>)**

Disponible en línea en [www.techknow.org](http://www.techknow.org)

La base de datos *TechKnow*, desarrollada por *Global Network of Environment & Technology (GNET)*, es una base de datos interactiva a la que puede accederse en línea y permite a los usuarios encontrar tecnologías innovadoras y sustentables y recibir información sobre ellas. Se ofrece un resumen, información sobre el desarrollo, avance y costo de cada una de las tecnologías descriptas. El sitio de Internet también contiene información sobre contactos para estas tecnologías. Cualquier usuario puede acceder a esta base de datos en el sitio de Internet que se menciona en el encabezamiento. Si bien no se cobra por el uso de la base de datos *TechKnow*, los usuarios deben registrarse en la página de GNET.



### **Treatment Technologies for Site Cleanup; Annual Status Report (ASR) (Tenth Edition) (EPA 542-R-01-004) (Tecnologías de Tratamiento para la Limpieza de Sitios: Memoria Anual, Décima Edición)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas. La memoria anual documenta el estado de avance de las aplicaciones de la tecnología de tratamiento, hasta el verano del 2000, en más de 900 proyectos de limpieza de aguas subterráneas bajo el programa del Superfondo, sitios seleccionados para acción correctiva bajo la RCRA y sitios bajo programas del Departamento de Estado y del Departamento de Defensa. La memoria actualiza los proyectos incluidos en la novena edición de la ASR y ofrece información sobre proyectos obtenida de 96 Actas de Decisiones firmadas en 1998 y 1999. El informe examina tanto las tecnologías de control de fuentes (con mención de suelos, lodos, sedimentos y otros desechos sólidos) y tecnologías innovadoras de tratamiento de aguas subterráneas. Se analizan las tendencias de selección en el tiempo, los grupos de contaminantes tratados, la cantidad de suelo tratado (para las tecnologías de tratamiento de suelos) y el avance de la implementación del proyecto para cada una de las tecnologías seleccionadas más frecuentemente en el programa de remediación del Superfondo.



### **U.S. Department of Energy (DOE) Preferred Alternatives Matrices (PAMs) (Matrices de Alternativas Preferidas del Departamento de Energía de los Estados Unidos)**

Disponible en línea en [www.em.doe.gov/define](http://www.em.doe.gov/define). El sitio web de matrices de alternativas preferidas, desarrollado por el DOE, permite el acceso a evaluaciones de las tecnologías de caracterización y remediación de sitios preferidas por el DOE seleccionadas por tipo de contaminante y medio contaminado. Las matrices de alternativas preferidas fueron desarrolladas por la Oficina de Restauración Ambiental (EM-40) del DOE para asistir a los responsables en la selección de las alternativas de limpieza más apropiadas para la remediación de sitios, procesamiento de desechos y puesta fuera de servicio de los sitios. Brinda al personal de campo una herramienta para utilizar en la selección de soluciones de remediación; agilizar la implementación de las alternativas preferidas; eliminar costos excesivos o redundantes de estudios de factibilidad de tratamiento; y permitir la preselección de alternativas de remediación efectivas y de bajo costo.

## B. Recursos de Opciones de Limpieza para Sitios Específicos

A continuación se presenta una lista de informes de relevamiento sobre la aplicación de tecnologías innovadoras para contaminantes y tipos de sitios específicos.



### *Assessment of Phytoremediation as an In Situ Technique for Cleaning Oil-Contaminated Sites* (Evaluación de la Fitoremediación como Técnica para la Limpieza In Situ de Sitios Contaminados con Aceite)

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas Este documento, basado en la revisión de bibliografía pertinente, ofrece ejemplos de fitoremediación de hidrocarburos de petróleo y describe mecanismos de ese proceso así como consideraciones especiales sobre la fitoremediación de elementos petroquímicos. En el documento también se debaten los beneficios, limitaciones y costos de la fitoremediación comparada con enfoques alternativos tales como la atenuación natural, la ingeniería y la bioremediación.



### *Bioremediation and Phytoremediation of Pesticide-Contaminated Sites* (Bioremediación y Fitoremediación de Sitios Contaminados con Pesticidas)

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas

El informe de evaluación de tecnología trata sobre el uso de la bioremediación y la fitoremediación para la limpieza de sitios contaminados con pesticidas. Ofrece información sobre el estado actual de las dos tecnologías a agencias federales y estatales, firmas de consultoría en ingeniería, industrias privadas y desarrolladores de tecnologías.



### *Catalog of EPA Materials on USTs (EPA 510-B-00-001)* (Catálogo de Información sobre Tanques de Almacenamiento Subterráneo de la EPA)

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas Este folleto contiene una lista comentada de información sobre los tanques de almacenamiento subterráneo e instrucción para solicitarla. Muchos de las hojas informativas, folletos, videos y elementos de software incluidos tienen el propósito de brindar a los propietarios y operadores de los tanques de almacenamiento subterráneo información que les ayude a cumplir con los requisitos federales para los tanques de almacenamiento subterráneo.

### *EPA ORD Brownfields Guides* (Guías de de la ORD para Áreas de Revitalización de Terrenos Contaminados)

Disponible en línea en [www.epa.gov/nepis](http://www.epa.gov/nepis)

La serie de publicaciones tiene el propósito de asistir a las comunidades, estados, municipalidades y al sector privado para abordar la solución de revitalización de sus terrenos contaminados en forma más efectiva. Las guías ayudan a que las personas encargadas de tomar decisiones, tales como urbanistas, constructores privados y otros miembros de la comunidad relacionados con la revitalización de terrenos contaminados, tengan una mayor comprensión de las cuestiones técnicas involucradas en la evaluación y limpieza de sitios utilizados anteriormente para la reparación de automotores, siderurgia y acabado de metales. Las guías ayudan al lector a comprender mejor las actividades que generalmente se desarrollan en esos emplazamientos y de qué manera se produce la liberación de contaminantes al medio ambiente en razón de ellas. Las guías contienen también información sobre los tipos de contaminantes que a menudo se encuentran en esos emplazamientos; trata sobre la evaluación, niveles de investigación y limpieza de los sitios y tecnologías de limpieza; también se ofrece un marco conceptual para identificar posibles contaminantes; información para el desarrollo de un plan de limpieza; y una descripción de las cuestiones y factores especiales que se deben considerar al desarrollar planes y seleccionar tecnologías.

Se encuentran disponibles las siguientes guías:

- *Technical Approaches to Characterizing and Cleaning Up Automotive Repair Sites Under the Brownfields Initiative (EPA 625-R-98-008)* (Enfoques Técnicos para la Caracterización y Limpieza de Sitios donde se realizaba Reparación de Automotores en virtud de la Iniciativa de Revitalización de Terrenos Contaminados)
- *Technical Approaches to Characterizing and Cleaning Up Iron and Steel Mill Sites Under the Brownfields Initiative (EPA 625-R-98-007)* (Enfoques Técnicos para la Caracterización y Limpieza de Sitios donde existían Plantas Siderúrgicas en virtud de la Iniciativa de Revitalización de Terrenos Contaminados)
- *Technical Approaches to Characterizing and Cleaning Up Metal Finishing Sites Under the Brownfields Initiative (EPA 625-R-98-006)* (Enfoques Técnicos para la Caracterización y Limpieza de Sitios donde existían Plantas de Acabado de Metales en virtud de la Iniciativa de Revitalización de Terrenos Contaminados)



**Groundwater Cleanup: Overview of Operating Experience at 28 Sites (EPA 542-R-99-006)**

**(Limpieza de Aguas Subterráneas: Panorama de la Experiencia en Operación en 28 Sitios)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas El informe resume información sobre los sistemas de remediación de aguas subterráneas en 28 sitios de todo Estados Unidos en los cuales se están desarrollando o se han completado programas de limpieza de aguas subterráneas. Contiene detalles sobre el diseño, la operación y el desempeño de los sistemas, los costos de capital, operativos y unitarios de cada uno de ellos, así como los factores que pueden afectar el costo y el desempeño de los mismos. El informe compara y contrasta los datos de los casos prácticos para asistir a los involucrados en la evaluación y selección de soluciones para la contaminación de aguas subterráneas en sitios de residuos peligrosos. De los 28 proyectos presentados en los casos prácticos, 24 están comprendidos en las acciones de remediación bajo el Superfondo, uno es una operación de limpieza realizada por las autoridades estatales y dos son acciones correctivas emprendidas en virtud de la RCRA. Los casos corresponden a una gama de tipos de sitios y condiciones hidrogeológicas.

**How To Evaluate Alternative Cleanup Technologies for Underground Storage Tank Sites: A Guide for Corrective Action Plan Reviewers (EPA 510-B-95-006, S/N 055-000-00499-4)**

**(Cómo Evaluar Tecnologías de Limpieza Alternativas en Sitios con Tanques de Almacenamiento Subterráneos: Guía para Revisores de Planes de Acciones Correctivas)**

Solicitar en línea en [www.epa.gov/ncepihom](http://www.epa.gov/ncepihom)

La guía fue desarrollada para asistir a los reguladores del estado para evaluar de manera eficiente y con confianza de planes de acciones correctivas que contemplan tecnologías alternativas. La guía, escrita en un lenguaje no técnico, lleva al lector a través de los pasos que deben seguirse para revisar los planes. Cada capítulo presenta una descripción completa de la tecnología, cuál es el principio de su funcionamiento y un diagrama de flujo que ilustra los puntos de decisión en el proceso. También incluye información que ayudará al revisor a evaluar si una tecnología dada será efectiva para limpiar un emplazamiento determinado, elementos e instrucción para que el evaluador juzgue si un plan de acción correctiva es sólido desde el punto de vista técnico, una lista de

verificación con la que el regulador podrá verificar si el plan contiene todos los pasos necesarios y una lista de referencias.



**IDC Home Page (Página Web del IDC)**

Disponibile en línea en [www.getf.org/dnaplguest](http://www.getf.org/dnaplguest) El sitio web es patrocinado por el Interagency Dense Nonaqueous Phase Liquid (DNAPL) Consortium (IDC, o Consorcio Interinstitucional de Líquidos Densos de Fase No Acuosa [LDFNA]). Informa sobre el esfuerzo del IDC para evaluar y comparar el costo y el rendimiento de tres tecnologías innovadoras de remediación para el tratamiento de LDFNA. Las tres tecnologías están siendo aplicadas al tratamiento de tricloroetileno en el Complejo de Lanzamiento 34 de la Base de la Fuerza Aérea de Cabo Cañaveral, Florida. Las tres tecnologías que se están demostrando en lotes adyacentes en el área de lanzamiento son oxidación química mediante el uso de permanganato de potasio, calentamiento en seis fases y extracción subterránea dinámica.

**Innovative Measures for Subsurface Chromium Remediation: Source Zone, Concentrated Plume, and Dilute Plume; Environmental Research Brief (EPA 600-S-97-005)**

**(Medidas Innovadoras para Remediación de Cromo Subsuperficial: Zona de Origen, Penacho Concentrado; Penacho Diluido; Informe de Investigación Ambiental)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas Este informe describe medidas innovadoras para abordar la contaminación con cromo en cada una de las tres áreas descritas en el título. Para la zona de origen se evalúa la extracción de cromo acelerada surfactante; para el penacho concentrado se evalúa la ultra filtración acelerada por un polielectrólito; y para el penacho diluido se evalúa la efectividad de una barrera permeable.

**MTBE Fact Sheet #2: Remediation of MTBE-Contaminated Soil and Groundwater (EPA 510-F-98-002)**

**(Hoja de Datos sobre MTBE #2: Remediación de Suelo y Agua Subterránea Contaminada con MTBE)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas Esta hoja de datos desarrollada por la OUST de la EPA describe las características físicas y químicas del metil-ter-butil-éter (MTBE) e identifica tecnologías alternativas para remediar la contaminación con este elemento.



***NATO/CCMS Pilot Study: Evaluation of Demonstrated and Emerging Technologies for the Treatment of Contaminated Land and Groundwater (Phase III) 2000 Annual Report (EPA 542-R-01-001)***

**(Informe Anual del 2000 Estudio Piloto de la Organización del Tratado del Atlántico Norte / Comité on the Challenges of Modern Society (Comité de Desafíos de la Sociedad Contemporánea) (OTAN/CCMS) de Evaluación de Tecnologías Emergentes Demostradas para el Tratamiento de Tierra y Agua Subterránea Contaminadas [Fase III])**  
 Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas Este volumen presenta resúmenes actualizados de información sobre 29 proyectos así como informes sobre cuestiones legislativas, regulatorias, programáticas y de investigación relacionadas con tierras contaminadas en cada país participante.

***Pay-for-Performance Cleanups: Effectively Managing Underground Storage Tank Cleanups (EPA 510-B-96-002)***

**(Limpiezas a Pagar Según Su Rendimiento: Administración Eficaz de Limpiezas de Tanques de Almacenamiento Subterráneo)**

Disponibile en línea en [www.epa.gov/nepis](http://www.epa.gov/nepis)  
 Los acuerdos de limpieza con pago según el rendimiento permiten a los usuarios pagar a los contratistas un precio establecido al alcanzarse cada meta medioambiental, en lugar de pagar mediante el esquema más convencional de contrato por tiempo y materiales. Este documento refleja la experiencia de la UST Bureau of the New Mexico Environment Department (Oficina de UST del Departamento de Medio Ambiente de Nuevo México) y contiene un suplemento con las experiencias e ideas de representantes de otros estados, contratistas y de la EPA. Se busca que el documento sea un punto de partida para los propietarios de los tanques de almacenamiento subterráneo para el diseño de programas de limpieza con pago según el desempeño. En él se identifican las ventajas de los acuerdos basados en pago según el desempeño, tales como los ahorros de tiempo y costo. Luego se explica cómo implementar un programa de limpieza sobre la base de pagos según metas y se brindan consejos para asegurar el éxito de un programa de estas características. También se brinda información sobre cómo obtener el apoyo de los interesados, como ser personal técnico del estado y las instituciones financieras, auditores del gobierno, legisladores y personal legislativo, y contratistas de limpieza.

Además de instrucciones para la elaboración de un acuerdo de este tipo, en el documento aparecen ejemplos de cómo calcular los pagos según el desempeño.

***Presumptive Response Strategy and Ex Situ Treatment Technologies for Contaminated Ground Water at CERCLA Sites (EPA 540-R-96-023; PB96-963508)***  
**(Estrategia de Respuesta Preseleccionada y Tecnologías de Tratamiento Fuera del Sitio para Agua Subterránea Contaminada en los Sitios CERCLA)**

Disponibile en línea en [www.epa.gov/nepis](http://www.epa.gov/nepis)  
 Estas pautas, producidas por la OERR de la EPA, definen la estrategia de respuesta presunta y trata sobre las tecnologías para el componente de tratamiento de remediación *ex situ* de aguas subterráneas de la EPA. También explica cómo piensa la EPA ejercer su discreción en la implementación del Plan Nacional de Contingencias.



***Rapid Site Assessment Applied to the Florida Department of Environmental Protection's Drycleaning Solvent Cleanup Program***

**(Evaluación Rápida de Sitios Aplicada al Programa de Limpieza de Solventes para la Limpieza en Seco del Departamento de Protección Ambiental de Florida)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas Este informe de 1997 describe el uso de evaluaciones rápidas de sitio para caracterizar la contaminación de suelo y agua subterránea en tintorerías. Estas evaluaciones rápidas de sitios, que se realizan en virtud del *Drycleaning Solvent Cleanup Program* (DSCP, o Programa de Limpieza de Solventes de Limpieza en Seco) del Departamento de Protección Ambiental de Florida, constituyen un enfoque innovador que se utiliza para abordar la evaluación y limpieza de sitios contaminados por tintorerías. El trabajo describe aspectos legislativos, administrativos y técnicos del programa que permiten una drástica reducción de los tiempos y costos asociados con la evaluación de contaminación de suelo y agua subterránea en este tipo de emplazamientos.

***Recent Developments for In Situ Treatment of Metal-Contaminated Soils (EPA 542-R-97-004)***

**(Desarrollos Recientes para el Tratamiento In Situ de Suelos Contaminados con Metales)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas En este documento los profesionales de la limpieza de residuos peligrosos pueden encontrar una actualización sobre el estado de cuatro tecnologías

disponibles y promisorias para la remediación in situ de suelos contaminados con metales pesados: electrocinética, fitoremediación, enjuague de suelos y solidificación y estabilización. El informe tiene el propósito de asistir en la selección temprana de nuevas tecnologías durante el proceso de evaluación y selección de soluciones de remediación.



**Resource for MGP Site Characterization and Remediation: Expedited Site Characterization and Source Remediation at Former Manufactured Gas Plant Sites (EPA 542-R-00-005)**

**(Recurso para la Caracterización y Remediación de Sitios de Plantas Productoras de Gas: Caracterización Expedita de Sitios y Remediación en la Fuente en Sitios donde existían Plantas Productoras de Gas)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas. Contiene información actualizada sobre enfoques y herramientas útiles que se están aplicando en sitios donde existían plantas productoras de gas para los reguladores y las empresas de servicios públicos que participan en la caracterización y remediación de estos emplazamientos. El documento describe estrategias de manejo de sitios y herramientas de campo para agilizar la caracterización de sitios utilizados para plantas productoras de gas; se presenta un resumen de las tecnologías existentes para remediar los desechos de las plantas productoras de gas en los suelos; contiene información suficiente sobre los beneficios, limitaciones y costos de cada tecnología, herramienta o estrategia para comparación y evaluación; mediante casos prácticos, brinda ejemplos de las formas en las cuales se pueden implementar tales herramientas y estrategias en los sitios de plantas productoras de gas.



**State Coalition for Remediation of Drycleaners (SCRD) Internet Site (Sitio de Internet de la Coalición Estatal para la Descontaminación de Antiguas Tintorerías)**

Disponible en línea en [www.drycleancoalition.org](http://www.drycleancoalition.org). Este sitio de Internet que es sostenido por la Oficina de Innovación Tecnológica de la EPA ofrece amplia información sobre programas de remediación estatales y recursos relacionados con la remediación de antiguas tintorerías. Se brindan descripciones de los programas estatales y puntos de contacto en los 11 estados miembro. Asimismo, se identifican otras publicaciones, reglamentaciones y otros documentos. Las partes interesadas en la evaluación y limpieza de los sitios contaminados por tintorerías en los estados

de Florida, Illinois, Kansas, Minnesota, Carolina del Norte, Oregon, Carolina del Sur, Tennessee, Washington, y Wisconsin pueden estar particularmente interesadas en la información detallada que se ofrece sobre los programas en desarrollo en esos estados. Los perfiles de la remediación de emplazamientos específicos en todo Estados Unidos tienen la finalidad de asistir a los usuarios, particularmente a los funcionarios de los estados, a tomar decisiones mejor fundadas en relación con la remediación de sitios en sus estados y, cuando ello es posible, suministrarles recursos adicionales. Las publicaciones desarrolladas por la SCRD, así como recursos estatales y federales pertinentes a las cuestiones asociadas con sitios de antiguas tintorerías se pueden ver en línea o descargarse sin cargo.



**State Programs to Clean Up Drycleaners (Programas Estatales para la Limpieza de Tintorerías)**

Disponible en línea en [www.drycleancoalition.org/survey](http://www.drycleancoalition.org/survey)

Este informe, preparado por la SCRD con el apoyo de la TIO, presenta un relevamiento que enfoca tres áreas principales: cuestiones administrativas generales, cuestiones de honorarios y solvencia financiera, y beneficios asociados con los diferentes programas. El informe brinda información sobre el número de sitios que figuran en cada programa estatal, la etapa de remediación en que se encuentra cada emplazamiento, el sistema con el que se establecen las prioridades entre los sitios, el sistema de honorarios, la estructura de honorarios, los honorarios promedio, franquicias y coberturas de seguros, ingresos recolectados, saldos de los fondos, beneficios de la participación, límites de financiamiento y requisitos para propietarios y operadores de instalaciones. Se incluyen como un apéndice del informe tablas detalladas con datos reunidos durante el relevamiento.



**Treatment Experiences at RCRA Corrective Actions (EPA 542-F-00-020) (Experiencias de Tratamiento por Acciones Correctivas bajo la RCRA)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas. Esta hoja de datos resume información sobre el uso de tecnologías de tratamiento en 30 sitios donde se implementan acciones correctivas bajo la RCRA. En ella se describen limpiezas completadas o en curso de suelos o aguas subterráneas contaminadas en sitios bajo la RCRA sobre los cuales existe información

clave, tal como el tipo de tecnología utilizada y el punto de contacto. Se ilustran los tipos de limpiezas realizadas en sitios a los que se aplican las acciones correctivas contempladas en la RCRA pero esta hoja de datos no constituye un documento representativo de todas las limpiezas implementadas bajo la RCRA.

***Treatment Technology Performance and Cost Data for Remediation of Wood Preserving Sites (EPA 625-R-97-005)***

**(Datos de Costos y Rendimiento de las Tecnologías de Tratamiento para la Remediación de Sitios Utilizados para Industrias Madereras)**

Pedir en línea en <http://oaspub.epa.gov/ttbnrmrl/ceripubs.pub?pubid=143>

Presenta información sobre tratamientos alternativos aplicables a la remediación de suelos y aguas subterráneas en sitios utilizados para industrias madereras. El documento brinda a las personas encargadas de tomar decisiones una mejor comprensión de las tecnologías adecuadas para la limpieza de estos emplazamientos. Se presenta información general sobre la industria de preservación de la madera así como sobre los contaminantes encontrados comúnmente en los sitios donde se realizan procesos de preservación de maderas, como por ejemplo pentaclorofenol, hidrocarburos aromáticos policíclicos, dioxinas y furanos y compuestos inorgánicos. El documento describe varias tecnologías que han sido utilizadas para remediación de sitios dedicados a estas industrias y estudios de casos y factibilidad de tratamiento, así como también otras fuentes de información.

***Use of Monitored Natural Attenuation at Superfund, RCRA Corrective Action, and Underground Storage Tank Sites***

**(Uso de Atenuación Natural Controlada en Sitios incluidos en el Superfondo, en las Acciones Correctivas de la RCRA, y en el Programa de Tanques de Almacenamiento Subterráneo)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas La directiva de política, emitida el 21 de abril de 1999, contiene pautas para el personal de la EPA, el público, y la comunidad regulada sobre la intención de la EPA en el ejercicio de sus derechos discrecionales respecto de la implementación de la política nacional sobre el uso de la atenuación natural controlada para la remediación de suelos y aguas subterráneas contaminadas en sitios regidos por los programas de la OSWER de la EPA.

## C. Recursos Específicos a Tecnologías para Opciones de Limpieza

*Los documentos mencionados a continuación brindan información detallada sobre tecnologías innovadoras y la aplicación de esos procesos a contaminantes y medios específicos en la forma de análisis de ingeniería, informes de aplicación, informes de verificación y evaluación de tecnologías, y revisiones de tecnologías.*

***Anaerobic Biodegradation of BTEX in Aquifer Material; Environmental Research Brief (EPA 600-S-97-003)***

**(Biodegradación Anaeróbica de BTEX en Material de Acuíferos; Informe de Investigación de Medio Ambiente)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas El estudio se refiere a la biodegradación de isómeros de BTEX en material de dos acuíferos contaminados con petróleo. Se utilizaron dos técnicas diferentes para evaluar la capacidad de degradación de BTEX y estimar la velocidad del proceso utilizando microorganismos nativos.

***Analysis of Selected Enhancements for Soil Vapor Extraction (EPA 542-R-97-007)***

**(Análisis de Mejoramientos Seleccionados para Extracción de Vapores de Suelos)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas El informe trata ciertas mejoras en tecnologías de tratamiento por EVS e incluye un análisis de la ingeniería y un informe del estado de las mismas. Su propósito es asistir a directores de proyectos que están considerando un sistema de tratamiento por EVS, proveyéndoles información actualizada sobre el estado de las tecnologías de mejoras; una evaluación de la aplicabilidad de cada tecnología a diferentes condiciones de sitios; información de costos y rendimientos; una lista de vendedores que se especializan en las tecnologías; una descripción de las fortalezas y limitaciones relativas de las tecnologías; recomendaciones de factores que deben recordarse cuando se consideran las mejoras; y una recopilación de referencias. Las cinco tecnologías de mejoras incluidas en el informe son aspersión de aire, extracción en dos fases, perforación direccional, fracturación neumática e hidráulica y aceleración térmica.

**Assessment and Remediation of Contaminated Sediments (ARCS) Program: Guidance for In Situ Subaqueous Capping of Contaminated Sediments (EPA 905-B-96-004)**

**(Programa de Evaluación y Remediación de Sedimentos Contaminados: Pautas para la Cobertura Subacuática de Sedimentos Contaminados In Situ)**

Disponible en línea en [www.epa.gov/glnpo/sediment/iscmain/index.html](http://www.epa.gov/glnpo/sediment/iscmain/index.html)

Este documento, publicado por la Great Lakes National Program Office (Oficina del Programa Nacional de los Grandes Lagos) de la EPA, contiene una guía técnica para el uso de la cobertura *in situ* como técnica de remediación cuando hay sedimentos contaminados. Se incluyen descripciones de los procesos, requisitos de diseño y la secuencia recomendada para el diseño.

**Bioremediation in the Field Search System (BFSS), Version 2.1**

**(Sistema de Búsqueda de Bioremediación en el Campo, Versión 2.1)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas Esta base de datos para búsquedas contiene información sobre sitios en los cuales se está probando o implementando la bioremediación o se ha completado la aplicación de bioremediación para la limpieza. Esta base de datos cubre sitios que están siendo abordados en virtud de las leyes CERCLA, RCRA y *Toxic Substances Control Act* (TSCA, o Acta de Control de Sustancias Tóxicas) así como aquellos que están incluidos en el Programa de Tanques de Almacenamiento Subterráneo. Incluye información de ubicación, medios, contaminantes, tecnología, costo y rendimiento.

**Bioremediation of Chlorinated Solvent Contaminated Groundwater**

**(Bioremediación de Aguas Subterráneas Contaminadas con Solventes Clorados)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas Este informe tiene el propósito de suministrar un resumen de lo básico de tecnologías de tratamiento *in situ* de aguas subterráneas contaminadas con solventes clorados. Reúne información proveniente de una gama de fuentes disponibles actualmente, incluidos documentos de proyectos, informes, publicaciones periódicas, búsquedas de Internet y comunicaciones personales con los involucrados en el uso de las tecnologías.



**Brownfields Technology Primer: Selecting and Using Phytoremediation for Site Cleanup (EPA 542-R-01-006)**

**(Manual Básico de Tecnologías para la Revitalización de Terreno Contaminado: Cómo Seleccionar y Utilizar la Fitoremediación para la Limpieza de Sitios)**

**Cómo Seleccionar y Utilizar la Fitoremediación para la Limpieza de Sitios)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas El BTSC desarrolló este documento con el fin de que los propietarios de sitios, los directores de proyectos y los reguladores dispusieran de una herramienta que les ayudara a evaluar la aplicabilidad del proceso de fitoremediación en sitios contaminados. El manual explica los procesos biológicos involucrados en la fitoremediación; contiene ejemplos de sitios y contaminantes a los que se ha aplicado la fitoremediación; y trata los aspectos técnicos para seleccionar y diseñar sistemas de fitoremediación, actividades necesarias para operar y mantener estos sistemas y ejemplos de los ahorros posibles estimados comparando la aplicación de fitoremediación con procesos de tratamiento más convencionales. También aparece en el manual una lista completa de otros recursos disponibles para asistir a las personas encargadas de tomar decisiones al evaluar la fitoremediación como opción para la limpieza de sitios contaminados.

**California Environmental Technology Certification Program – California Certified Technologies List [Programa de Certificación de Tecnología Ambiental de California – Lista de Tecnologías Certificadas de California]**

Disponible en línea en [www.calepa.ca.gov/calcert](http://www.calepa.ca.gov/calcert) El sitio de Internet del programa de Certificación de Tecnologías Ambientales de Cal/EPA brinda al usuario la Lista de Tecnologías Certificadas en California. El documento contiene una lista de tecnologías y sus respectivos proveedores que han sido certificados por el estado de California. Las tecnologías se certifican a partir de una verificación independiente del desempeño de la tecnología y de su capacidad para satisfacer los requisitos de las especificaciones regulatorias realizada por terceros. Los desarrolladores y los fabricantes establecen valores cuantitativos de desempeño que ellos sostienen se alcanzan con la tecnología y los equipos y proveen documentación al efecto. Cal/EPA revisa esa documentación y, cuando lo juzga necesario, realiza nuevos ensayos para verificar los valores. Se certifican aquellas tecnologías, equipos y productos cuyo desempeño se ajusta a los datos de la documentación relacionada.



**CLU-IN Technology Focus  
(Sección de Tecnología de CLU-IN)**

Disponible en línea en <http://clu-in.org> Technology Focus, es una sección del sitio CLU-IN de la Oficina de Innovación

Tecnológica de la EPA en la que se reúnen las fuentes de información más importantes sobre una gama de tecnologías de remediación. Los recursos se encuentran agrupados por tecnología específica y contienen descripciones e información sobre las aplicaciones y usos de cada tecnología, pautas de ingeniería y reglamentaciones pertinentes y vínculos a fuentes de capacitación así como referencias adicionales. Existe información sobre las siguientes tecnologías: aspersión de aire, bioremediación de solventes clorados, bioventilación / bioaspersión, fracturación, pozos de circulación de aguas subterráneas, enjuague *in situ*, oxidación *in situ*, extracción en fases múltiples, atenuación natural, barreras reactivas permeables, fitoremediación, extracción de vapores del suelo y desorción térmica.



**Cost Analyses for Selected Groundwater Cleanup Projects: Pump-and-Treat Systems and Permeable Reactive Barriers (EPA 542-R-00-013)**

**(Análisis de Costos de Proyectos de Limpieza de Aguas Subterráneas: Sistemas de Bombeo y Tratamiento y Barreras Reactivas Permeables)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas Desarrollado sobre la base de casos prácticos, la EPA y otros miembros de la FRTR y del Foro de Desarrollo de Tecnologías de Remediación presentan en este documento los resultados de un análisis de costos de limpieza de agua subterránea mediante sistemas de bombeo y tratamiento y barreras reactivas permeables en 48 sitios. El informe está destinado a administradores de sitios, desarrolladores de tecnologías y usuarios, así como también a otras personas involucradas en esfuerzos de remediación de aguas subterráneas y contiene información sobre los costos de las tecnologías de limpieza de aguas subterráneas y factores que afectan dichos costos. De los 48 sitios, 32 aplican sistemas de bombeo y tratamiento y 16 barreras reactivas permeables.



**Engineered Approaches to In Situ Bioremediation of Chlorinated Solvents: Fundamentals and Field Applications (EPA 542-R-00-008)**

**(Enfoques de Ingeniería para la Bioremediación In Situ de Solventes Clorados: Fundamentos y Aplicaciones en Campo)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas Contiene un panorama de la bioremediación *in situ* aplicable a solventes clorados en suelos y aguas subterráneas. Se describen los mecanismos de degradación de los solventes clorados, las mejoras de esos mecanismos mediante el agregado de diferentes materiales y productos químicos, enfoques de diseño, y factores a considerar cuando se seleccionan y usan esas tecnologías. También se presenta una lista de proveedores de la tecnología y nueve casos prácticos de aplicaciones en campo.



**Engineering and Design: Adsorption Design Guide (DG 1110-1-2)**

**(Ingeniería y Diseño: Guía de Diseño de Adsorción)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas

La guía, publicada por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos, contiene pautas prácticas para el diseño de dispositivos para la adsorción de químicos orgánicos de fases líquidas y vapores. Entre los medios de adsorción abordados se cuentan el carbón activado granular y medios de adsorción alternativos, tal como polvo de carbón activado y adsorbentes diferentes del carbón. Se describen diferentes medios de adsorción, su aplicabilidad, el uso de diferentes tecnologías con procesos de adsorción, diseño de equipos y componentes auxiliares, disponibilidad, ventajas, desventajas, métodos de regeneración, costos y consideraciones de seguridad.

**EPA Region 5 Monitored Natural Attenuation Report (Informe sobre Atenuación Natural Controlada en la Región 5 de la EPA)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas Describe un estudio de campo sobre atenuación natural que se lleva a cabo desde octubre de 1994 en forma conjunta entre la Región 5 de la EPA, el Wisconsin Department of Natural Resources (Departamento de Recursos Naturales de Wisconsin), la Illinois Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental de Illinois) y Amoco Corporation.

**Field Applications of In Situ Remediation Technologies: Chemical Oxidation (EPA 542-R-98-008)**  
**(Aplicaciones en Campo de Tecnologías de Remediación In Situ: Oxidación Química)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas Describe demostraciones a escala piloto y completa de procesos de oxidación química recientemente aplicados para tratar suelos y aguas subterráneas o para aumentar la solubilidad y movilidad de contaminantes a fin de mejorar su eliminación mediante otras tecnologías de remediación.

**Field Applications of In Situ Remediation Technologies Ground-Water Circulation Wells (EPA 542-R-98-009)**  
**(Aplicaciones en Campo de Tecnologías de Remediación In Situ: Pozos de Circulación de Aguas Subterráneas)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas Este trabajo pertenece a una serie de documentos donde se describen demostraciones a escala piloto y completa de procesos de reciente aplicación para tratar suelos y aguas subterráneas o para aumentar la solubilidad y movilidad de contaminantes a fin de mejorar su eliminación mediante otras tecnologías de remediación. Se espera que la información suministrada facilitará la consideración de tecnologías nuevas, menos costosas y más efectivas para abordar los problemas asociados con los sitios con residuos peligrosos y contaminación con petróleo.

**Field Applications of In Situ Remediation Technologies: Permeable Reactive Barriers (EPA 542-R-99-002)**

**(Aplicaciones en Campo de Tecnologías de Remediación In Situ: Barreras Reactivas Permeables)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas Este documento, incluido en la serie de informes que resumen demostraciones a escala piloto y completa de tecnologías aplicadas al tratamiento de aguas subterráneas, presenta descripciones de varias aplicaciones de las barreras reactivas permeables. En cada descripción se incluye, en la medida que hay información disponible, el nombre del emplazamiento, su ubicación, características, principales contaminantes presentes, fecha de instalación de la barrera, tipo de construcción, costos de diseño y construcción, materiales reactivos utilizados y resultados obtenidos. También aparecen en el informe las lecciones aprendidas y los puntos de contacto para obtener información adicional, así como una bibliografía de artículos y documentos relacionados con las barreras reactivas permeables.



**Geophysical Techniques to Locate DNAPLs: Profiles of Federally Funded Projects (EPA 542-R-98-020)**  
**(Técnicas Geofísicas para Hallar Líquidos Densos de Fase No Acuosa: Perfiles de Proyectos Financiados por el Gobierno Federal)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas Dirigido a investigadores y profesionales del medio ambiente, el documento informa sobre el estado de proyectos federales que están utilizando técnicas geofísicas no invasivas para hallar los LDFNA bajo la superficie.

**Groundwater Issue Paper: Steam Injection for Soil and Aquifer Remediation (EPA 540-S-97-505)**  
**(Trabajo sobre Cuestiones de Aguas Subterráneas: Inyección de Vapor para Remediación de Suelos y Acuíferos)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas Información detallada sobre cómo se puede utilizar la inyección de vapor para recuperar contaminantes orgánicos subterráneos, las condiciones de los contaminantes y el terreno subsuperficial para las cuales el proceso puede resultar adecuado, además de consideraciones generales de diseño y equipos.

**Ground-water Remediation Technologies Analysis Center (GWRTAC) Technology Reports**  
**(Informes de Tecnologías del Ground-Water Remediation Technologies Analysis Center GWRTAC, o Centro de Análisis de Tecnologías de Remediación de Aguas Subterráneas)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas El GWRTAC ha desarrollado una serie de informes sobre tecnologías de aguas subterráneas y la forma en que operan el cual se ofrece para asistir a los responsables en la revisión de opciones de tecnologías y en la evaluación la aplicabilidad de las mismas a cada emplazamiento en particular. En los Informes de Evaluación Técnica se ofrece información más detallada y análisis técnicos de tecnologías específicas que incluyen descripciones completas de dichas tecnologías e información sobre su desempeño, así como también su aplicabilidad y costos, requisitos y cuestiones de políticas y reglamentaciones y resúmenes de lecciones aprendidas. Los Informes del Estado de las Tecnologías son documentos resumidos que contienen información sobre el estado de tecnologías o tópicos específicos a las aguas subterráneas. Algunos de los tópicos abordados son: aspersión de aire; *bioslurping*; remediación de los LDFNA; electrocinética; fracturación hidráulica, neumática y reforzada por soplado; bioremediación; tratamiento químico *in situ*; enjuague *in situ*; barreras reactivas permeables; fitoremediación; y surfactantes cosolventes.

T8

## RECUPERACIÓN DE TERRENOS CONTAMINADOS POR TANQUES DE ALMACENAMIENTO SUBTERRÁNEO: Opciones de Tecnología para la Remediación de Tanques



De las aproximadamente 450.000 parcelas potencialmente contaminadas en los Estados Unidos, alrededor de 100.000 contienen tanques de almacenamiento subterráneo abandonados o están afectadas por fugas de petróleo de dichos tanques. Con tantos sitios que necesitan remediación, la EPA está fomentando alternativas más rápidas, más efectivas y menos costosas a los métodos de descontaminación establecidos. Si bien las tecnologías establecidas, tales como los sistemas de bombeo y tratamiento o la excavación y eliminación en vertederos, han demostrado ser efectivos y se han utilizado frecuentemente. También hay tecnologías innovadoras para la limpieza de los tanques.

La OUST ha trabajado con la ORD a fin de impulsar el desarrollo de tecnologías innovadoras de evaluación y limpieza de sitios, tales como las técnicas de medición en campo, medición de vapores del suelo, recuperación al vacío de elementos libres, bioremediación activa y pasiva, y atenuación natural controlada. La OUST continúa alentando las acciones correctivas científicamente sanas, rápidas y efectivas en función de costos de trabajo en cada proyecto. Asimismo, alienta al uso de evaluaciones aceleradas de sitios como medio para racionalizar el proceso de acción correctiva, mejorar la recolección de datos y reducir el costo total de la remediación.

La OUST se ha hecho cargo de la iniciativa de *USTFields* para abordar la contaminación de petróleo por los tanques abandonados

### Sinopsis

- Hay tanques de almacenamiento subterráneo presentes en numerosos terrenos contaminados ya que los propietarios han abandonado la actividad comercial y no disponen de los fondos necesarios para retirar los tanques o limpiarlos completamente.
- Entre los contaminantes que pueden encontrarse en los sitios de tanques de almacenamiento subterráneo, se encuentran hidrocarburos de petróleo, gasolina, combustible diesel, MTBE, BTEX, combustibles de aviación JP-4 y solventes.
- La Iniciativa *USTFields*, un nuevo programa de la OUST de la EPA, centra su atención en las propiedades industriales y comerciales abandonadas o en desuso donde el reaprovechamiento es muy difícil debido a la contaminación que se origina en los tanques de almacenamiento subterráneo.

que, por lo general, se encuentran excluidos de la Iniciativa de Revitalización de Terrenos Contaminados de la EPA. La iniciativa también tiene como fin aprovechar los avances en el tratamiento de terrenos contaminados que pueden aplicarse a parcelas comprendidas en la iniciativa *USTFields*. Al igual que el programa de revitalización de terrenos contaminados, el programa de *USTFields* ofrece subsidios a los estados para proyectos pilotos con el objeto de programar limpiezas, eliminar la contaminación del agua subterránea, proteger la salud pública y permitir el desarrollo económico futuro de tales sitios. Cuando se adjudican los subsidios, se hace con una consideración especial para las ciudades con problemas de contaminación con

MTBE. La EPA considera que la Iniciativa *USTFields* demostrará cómo hacer un mejor uso de los recursos limitados para limpiar los sitios afectados por contaminación con petróleo, con lo cual se impulsaría el reaprovechamiento de tales emplazamientos.

Para obtener más información, véanse los recursos con los números 8, 11, 23, 52, 93, 101, 140, 155 y 156 del Índice de Recursos que comienza en la página I-1.

### RECURSO CLAVE

*EPA's Office of Underground Storage Tanks Internet Site*

(Sitio en Internet de la Oficina de Tanques de Almacenamiento Subterráneo de la EPA)

Disponible en línea en [www.epa.gov/oust](http://www.epa.gov/oust)

Creado por la OUST, el sitio de Internet ofrece recursos y herramientas que ayudan a los propietarios y operadores de los tanques de almacenamiento subterráneo y a los interesados en la revitalización de terrenos contaminados a evaluar mejor sus opciones para la operación, mantenimiento y limpieza de los tanques de almacenamiento subterráneo. Incluye información y guías metodológicas sobre tecnologías adecuadas para limpiar descargas de los sistemas de tanques de almacenamiento subterráneo, así como detalles sobre las reglamentaciones actuales de tanques de almacenamiento subterráneo y las prioridades del programa de tanques de almacenamiento subterráneo, incluyendo detalles específicos sobre la iniciativa *USTFields*. También se identifican los puntos de contacto en cada una de las oficinas regionales de la EPA. Además, pueden leer en línea o descargar sin costo varias publicaciones relacionadas con tanques de almacenamiento subterráneo. También incluye información sobre los programas de tanques de almacenamiento subterráneo auspiciados por los estados, incluyendo los vínculos a los sitios de Internet estatales, a través del vínculo [www.wpa.gov/swerust1/states/index.htm](http://www.wpa.gov/swerust1/states/index.htm).

## T9 TECNOLOGÍA DE FITOREMEDIACIÓN: Un Campo en Crecimiento

La fitoremediación se basa en el uso de plantas y procesos naturales para remediar o estabilizar los residuos peligrosos en suelos, sedimentos, aguas superficiales y subterráneas. Actuando como filtros o trampas, las plantas pueden degradar los contaminantes orgánicos, extraer los contaminantes metálicos o contener y estabilizar su movimiento. La fitoremediación se ha probado activamente en sitios de desechos desde principios de la década de los noventa, y está en aumento. Hay escala completa o de demostración en más de 200 proyectos en todo el mundo. A medida que crece la cantidad de proyectos, hay cada vez más información sobre el costo y el desempeño de la fitoremediación.

La fitoremediación presenta numerosas ventajas ya que funciona en una amplia variedad de sitios y sobre innumerables contaminantes con un menor costo que en otras opciones. Entre los tipos de sitios en los cuales se ha aplicado con cierto éxito la fitoremediación se cuentan: tuberías, vertederos industriales y municipales, campos agrícolas, antiguas plantas madereras, establecimientos militares, áreas para tanques de almacenamiento de combustible, plantas de municiones del ejército, plantas de tratamiento cloacal y minas.

La efectividad de la fitoremediación está siendo probada y evaluada para el tratamiento de numerosos contaminantes. Los resultados actuales indican que las plantas pueden mejorar la remediación de hidrocarburos de petróleo, de BTEX, de hidrocarburos aromáticos policíclicos, bifenilos policlorados, solventes clorados, metales pesados y residuos de pesticidas. Además de proveer una solución personal a largo plazo, la fitoremediación es una excelente opción para proporcionar una solución provisoria para contener la diseminación de los contaminantes e iniciar el proceso de tratamiento.

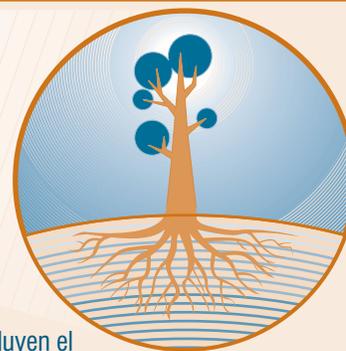
La fitoremediación no requiere la excavación del suelo y su aplicación puede requerir solamente una manipulación mínima de materiales. Además, la fitoremediación puede tener un efecto positivo en la estética del emplazamiento, y puede ser una alternativa atractiva para su utilización en sitios grandes donde los otros métodos de remediación resultan

antieconómicos o poco prácticos. Se puede utilizar conjuntamente con otras tecnologías cuando los planes de reaprovechamiento y utilización de tierras incluyen el uso de vegetación.

La fitoremediación es más efectiva donde existen niveles relativamente bajos de contaminantes (es decir, orgánicos, nutrientes o metales) sobre una área o en suelos, corrientes y aguas subterráneas de poca profundidad. También puede considerarse el uso de la fitoremediación conjuntamente con otras tecnologías cuando los planes de reaprovechamiento y de utilización de tierras para un sitio incluyen el uso de vegetación. Entre los tipos de especies utilizados para la fitoremediación encontramos: entre los árboles, álamos, sauces y palo borracho; entre herbáceos, centeno, Bermuda, sorgo y cañuelas; leguminosas (trébol, alfalfa y caupí); plantas acuáticas y de zonas húmedas (jacinto de agua y *bullrush*); e hiperacumuladores de metales (tales como berro alpino para zinc y el aliso para el níquel). Cuando los niveles de

contaminación son tan altos que las concentraciones de contaminantes resultan tóxicas para las plantas (fitotóxicas) la fitoremediación no suele ser una opción.

Debido a que la fitoremediación ha sido utilizada originalmente a escala de demostración, los propietarios de los sitios pueden necesitar demostrar su potencial aplicabilidad y eficacia en cada emplazamiento específico. Ello puede requerir un compromiso de tiempo y recursos por adelantado a fin de demostrar que el desempeño de la fitoremediación es comparable al de las opciones de tecnología tradicionalmente aceptadas. No obstante, tal inversión podría, en última instancia, ahorrar montos significativos de dinero en la limpieza de las propiedades para su reaprovechamiento.



### Sinopsis

- Una tecnología de limpieza pasiva, estéticamente agradable, que utiliza energía solar.
- Una tecnología que es muy útil en sitios donde existen niveles bajos de contaminación.
- Una tecnología efectiva en función de los costos que puede limpiar una amplia variedad de terrenos contaminados.
- También puede utilizarse para otros propósitos relacionados con la descontaminación de sitios, tales como el control de la erosión y el control de escurrimiento.

**Para obtener más información, véanse los recursos con los números 19, 25, 28, 87, 88, 106, 107 y 108 del Índice de Recursos que comienza en la página I-1.**



**Hydraulic Optimization Demonstration for Groundwater pump-and-Treat Systems (Demostración de Optimización Hidráulica para Sistemas de Bombeo y Tratamiento de Aguas Subterráneas)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas Este informe, que consta de dos volúmenes, presenta un análisis orientativo que los analistas pueden utilizar para determinar si pueden lograr ahorros significativos mediante la alteración de aspectos clave de un sistema de bombeo y tratamiento existente o previsto. El primer volumen, dirigido a un público más amplio, describe el análisis de selección que utiliza planillas de cálculo para realizar rápidas y económicas comparaciones de costos de las alternativas consideradas para usar en un sitio, en función de su valor presente neto (VPN). En el segundo volumen, dirigido a un público más técnico, se incluyen casos prácticos de la aplicación de optimización hidráulica en tres sitios y se describen en detalle los factores específicos a los sitios así como los pasos a cumplir para realizar el análisis. Los títulos de los volúmenes de esta obra son:

- *Volume I: Pre-Optimization Screening (Method and Demonstration)* (EPA 542-R-99-011A) (Volumen I: Investigación Pre-Optimización [Método y Demostración])
- *Volume II: Application of Hydraulic Optimization* (EPA 542-R-99-011B) (Volumen II: Aplicación de Optimización Hidráulica)



**In Situ Electrokinetic Remediation of Metal Contaminated Soils Technology Status Report (SFIM-AEC-ET-CR-99022) (Informe de Estado de la Tecnología de Remediación Electrocinética In Situ de Suelos Contaminados con Metales)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas El informe, publicado por el *Environmental Security Technology Certification Program* (ESTCP, o Centro Ambiental del Ejército de los Estados Unidos para el Programa de Certificación de Tecnologías para la Seguridad Ambiental), contiene un panorama del estado actual de desarrollo de la remediación electrocinética de suelos contaminados con metales. El informe transcribe las preocupaciones de la aplicación *in situ* de la tecnología y cuestiones que requieren mayor investigación. También presenta los resultados de una demostración en campo realizada por la Base Aero-Naval de Armamento de Point Mugu para ilustrar la preocupación por la aplicación *in situ* de la tecnología en su estado actual de desarrollo.

**In Situ Treatment of Contaminated Sediments (Tratamiento In Situ de Sedimentos Contaminados)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas Una evaluación de las tecnologías de tratamiento *in situ* aplicables a la limpieza de sedimentos contaminados. Tiene la finalidad de brindar información sobre el estado actual de estas tecnologías a agencias federales, estados, consultoras de ingeniería, industrias privadas y desarrolladores de tecnologías.



**ITRC Phytoremediation Decision Tree (Árbol de Decisiones de Fitoremediación del Consejo Interestatal para la Regulación de Tecnologías)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas

Constituye una herramienta a utilizar para determinar si la fitoremediación puede resultar efectiva en un emplazamiento determinado. Es un complemento de otros documentos sobre fitoremediación que permite al usuario utilizar información básica sobre un sitio específico y decidir, mediante un diagrama de flujo, si la fitoremediación resulta viable para ese sitio.



**Introduction to Phytoremediation (EPA 600-R-99-107) (Introducción a la Fitoremediación)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas

Reguladores, propietarios, vecinos y administradores podrán encontrar una herramienta para evaluar la aplicabilidad de la fitoremediación a un emplazamiento. El documento contiene definiciones de términos y ofrece un marco a utilizar para comprender las aplicaciones de la fitoremediación. Constituye una recopilación de información obtenida mediante los trabajos de investigación y remediación realizados hasta la fecha.

**Leak Detection for Landfill Liners: Overview of Tools for Vadose Zone Monitoring (EPA 542-R-98-019) (Detección de Pérdidas en las Membranas de Vertederos: Panorama de las Herramientas para el Monitoreo de la Zona Vadosa)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas Un resumen básico de las herramientas que se utilizan en la actualidad para detectar pérdidas en las membranas de las áreas de relleno sanitario. Incluye información reunida de varias fuentes actualmente disponibles, incluyendo documentos

de proyectos, informes, publicaciones periódicas, búsquedas en Internet y comunicaciones personales con las partes involucradas en tales trabajos.

**Monitored Natural Attenuation of Chlorinated Solvents (EPA 600-F-98-022)**  
**(Atenuación Natural Controlada de Solventes Clorados)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas La hoja de datos, escrita para una audiencia no científica y cuyo fin es ayudar a los organismos reguladores federales, estatales y locales a educar al público sobre temas ambientales complejos, explica el significado de la técnica de “atenuación natural controlada” cuando se utiliza para describir una posible estrategia de remediación de un sitio contaminado. Asimismo, describe los distintos procesos físicos, químicos y biológicos de la atenuación natural que pueden producirse en un sitio contaminado con solventes clorados explica cómo los responsables de la toma de decisiones evalúan la función de la atenuación natural controlada en un sitio contaminado.

**Monitored Natural Attenuation of Petroleum Hydrocarbons (EPA 600-F-98-021)**  
**(Atenuación Natural Controlada de los Hidrocarburos de Petróleo)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas La hoja de datos está escrita para una audiencia no científica y su finalidad es ayudar a los organismos reguladores federales, estatales y locales a educar al público sobre los temas ambientales complejos, explica el significado de “atenuación natural controlada” cuando se utiliza para describir una posible estrategia para la remediación de un sitio contaminado. Asimismo, describe los diferentes procesos físicos, químicos y biológicos de la atenuación natural que puede producirse en un sitio contaminado con hidrocarburos de petróleo y explica cómo las personas encargadas de tomar decisiones evalúan la función de la atenuación natural controlada en un sitio contaminado.



**MTBE Treatment Case Studies and Web Site (Casos Prácticos de Tratamiento de MTBE y Sitio Web)**

Disponible en línea en [www.epa.gov/oust/mtbe/mtberem.htm](http://www.epa.gov/oust/mtbe/mtberem.htm)

Contiene datos sobre aplicaciones finalizadas y en marcha de tratamiento de MTBE en agua potable y medios contaminados. Los casos prácticos describen

tecnologías (tanto *in situ* como fuera del sitio y sobre superficie) que se han utilizado para tratar el MTBE en aguas subterráneas, en suelos y en agua potable. Las tecnologías incluidas son aspersión y extracción por aire, adsorción con carbón, bioremediación (en el lugar y fuera del mismo), oxidación química *in situ*, extracción de vapores del suelo y de fase doble y sistemas de bombeo y tratamiento. Los 18 casos prácticos tienen entre 2 y 10 páginas y varían en nivel de detalle, según los datos disponibles. El sitio en la web también brinda un resumen de la información sobre la aplicación de aproximadamente otros 20 tratamientos.

**Multi-Phase Extraction: State-of-the-Practice (EPA 542-R-99-004)**

**(Extracción de Múltiples Fases: Estado de la Práctica)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas Describe el uso de la extracción de múltiples fases para la remediación de suelos y aguas subterráneas contaminadas, centrándose principalmente en la aplicación de la extracción de múltiples fases en los sitios donde existe contaminación con COV. El informe describe la tecnología extracción de múltiples fases y las diversas configuraciones utilizadas para la misma, indica los tipos de condiciones de sitios a los cuales se aplica la extracción de múltiples fases y analiza las ventajas y posibles limitaciones al uso de extracción de múltiples fases en tales sitios. Además, el informe trata sobre información acerca de los proveedores de extracción de múltiples fases y casos prácticos que resumen los datos de costos y desempeño de las aplicaciones de tecnologías en tres sitios.



**Natural Attenuation of Chlorinated Solvents in Groundwater: Principles and Practices**

**(Atenuación Natural de Solventes Clorados: Principios y Prácticas)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas Los miembros industriales del *Bioremediation of Chlorinated Solvents Consortium (bioconsortium)* (Consortio de Bioremediación de Solventes Clorados) (bioconsorcio) del Foro de Desarrollo de Tecnologías de Remediación prepararon este documento para diseminar información científica actualizada sobre la atenuación natural de la contaminación con solventes clorados. La misión del bioconsorcio del foro consiste en acelerar el desarrollo de los procesos de bioremediación efectivos en función del costo para degradar los solventes clorados y lograr que el público y las

autoridades regulatorias acepten los procesos que son seguros y efectivos. El documento brinda un marco que se utilizará en la evaluación natural de los COV clorados.



**Natural Attenuation of MTBE in the Subsurface under Methanogenic Conditions (EPA 600-R-00-006)**  
(Atenuación Natural del MTBE Subterráneo bajo Condiciones

**Metanogénicas)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas Presenta un caso práctico realizado en el sitio donde estuviera la Planta de Combustible del Centro de Apoyo de la Guardia Costera de Estados Unidos en la Ciudad de Elizabeth, Carolina del Norte. El estudio del caso tiene como fin responder diversos interrogantes: ¿el MTBE puede biodegradarse bajo condiciones metanogénicas en agua subterránea contaminada por un derrame de combustible? ¿Producirá la biodegradación menores concentraciones de MTBE que las requeridas por las normas reglamentarias? ¿Sirve la tasa de degradación lograda en laboratorio para explicar la distribución del MTBE en el agua subterránea en el sitio? ¿Cuál es la relación entre la degradación del MTBE y la degradación de los compuestos de BTEX? ¿Cuál es la tasa de atenuación natural en el área fuente?



**Overview of the Phytoremediation of Lead and Mercury (Generalidades de la Fitoremediación del Plomo y el Mercurio)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas

Evalúa el estado actual de la fitoremediación como una tecnología innovadora y analiza su utilidad y potencial en la remediación de los suelos contaminados por plomo y mercurio en sitios de residuos peligrosos. Se analizan las ventajas y desventajas, las limitaciones, el estado actual, el mercado proyectado y las preocupaciones ambientales asociadas con esta tecnología nueva e innovadora. También se discuten casos prácticos relacionados con la fitoremediación de plomo y mercurio en proyectos a escala banco y escala completa

**Permeable Reactive Barrier Technologies for Contaminant Remediation (EPA 600-R-98-125)**  
(Tecnologías de Barreras Reactivas Permeables para la Remediación de Contaminantes)

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas Contiene información sobre contaminantes tratables, diseño, estudios de factibilidad y opciones de construcción. Asimismo, se proveen numerosos resúmenes de instalaciones actuales.



**Permeable Reactive Barriers for Inorganics (Barreras Reactivas Permeables para Productos Inorgánicos)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas

Resume información sobre las barreras reactivas permeables para productos inorgánicos y un análisis del estado actual de tales barreras. Contiene información reunida de diferentes fuentes disponibles, como ser documentos de proyectos, informes, publicaciones periódicas, Internet y la comunicación personal con las partes involucradas en los proyectos que utilizan estas barreras.

**Permeable Reactive Subsurface Barriers for the Interception and Remediation of Chlorinated Hydrocarbon and Chromium (VI) Plumes in Ground Water (EPA 600-F-97-008)**

**(Barreras Reactivas Permeables Subsuperficiales para la Intercepción y Remediación de Penachos de Hidrocarburos Clorados y Cromo (VI) en Aguas Subterráneas)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas Preparado por la Oficina de Investigación y Desarrollo de la EPA, el documento analiza el uso de barreras protectoras mediante el uso de hierro cero-valente como sustrato reactivo para tratar el agua subterránea contaminada con hidrocarburos clorados o cromo.



**Phytoremediation of Contaminated Soil and Groundwater at Hazardous Waste Sites (EPA 540-S-01-005)**

**(Fitoremediación de Suelo y Agua Subterránea Contaminada en Sitios con Desechos Peligrosos)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas Desarrollado por el Foro Regional de Agua Subterránea de la EPA, el trabajo contiene un análisis conciso de los procesos asociados con el uso de la fitoremediación como técnica de limpieza o confinamiento para la remediación de sitios de

residuos peligrosos, sedimentos, aguas subterráneas, aguas en superficie y aguas residuales.

***Phytoremediation of TCE in Groundwater Using Populus***  
**(Fitoremediación de TCE Mediante el Uso de Populus)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas  
 Mediante este documento se puede obtener una comprensión básica de la fitoremediación de aguas de poca profundidad e informes del estado de la tecnología.

***Phytoremediation Resource Guide (EPA 542-B-99-003)***

**(Guía de Recursos de la Fitoremediación)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas  
 Ayuda a los responsables de la toma de decisiones relacionadas con la revisión de la aplicabilidad de las tecnologías de tratamientos de extracción por fitoremediación. El documento también proporciona información de acceso a recursos electrónicos y líneas telefónicas de emergencia, cita reglamentaciones federales y contiene resúmenes de más de 100 recursos pertinentes tales como bibliografías, guías metodológicas textos de talleres, documentos de revisión, resultados de estudios, pruebas y diseños y protocolos de ensayos. Se incluye una matriz de recursos de tecnologías de tratamiento por fitoremediación que compara los documentos por tipo de tecnología, medios afectados y contaminantes. En la guía también hay información detallada sobre cómo obtener las publicaciones citadas.



***Phytotechnology Technical and Regulatory Guidance (Phyto-2)***

**(Guía Técnica y Regulatoria de Fitotecnologías [Fito-2])**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas

Publicado por el ITRC, el guía contiene pautas sobre aspectos técnicos y regulatorios para asistir a los organismos de control, a entender, evaluar y tomar decisiones sobre las propuestas fitotecnológicas. El documento incluye una descripción de fitotecnologías y análisis de cuestiones regulatorias y de política, requerimientos técnicos para fitotecnologías y de los temas que preocupan a los interesados. Asimismo, ofrece casos prácticos y referencias técnicas.

***Presumptive Remedy: Supplemental Bulletin, Multi-Phase Extraction (MPE) Technology for VOCs in Soil and Groundwater (EPA 540-F-97-004)***

**(Suplemento para Tecnologías Preseleccionadas: Tecnología de Extracción de Fases Múltiples para COV en Suelos y Aguas Subterráneas)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas  
 Esta hoja de datos, producida por la EPA y la Fuerza Aérea de los Estados Unidos, contiene una explicación de la tecnología y explica cómo determinar si la extracción de fases múltiples se aplica a un sitio cuyo suelo o aguas subterráneas están contaminadas con COV. La hoja de datos también recomienda la extracción de múltiples fases como una posible mejora para aumentar la extracción de vapores del suelo cuando se aplica una tecnología preseleccionada a un sitio contaminado con COV .

***Pump and Treat Ground-Water Remediation: A Guide for Decision Makers and Practitioners (EPA 625-R-95-005)***

**(Remediación de Aguas Subterráneas Mediante Sistemas de Bombeo y Tratamiento: Una Guía para las Personas Responsables de la Toma de Decisiones y Practicantes)**

Disponible en línea en [www.epa.gov/ORD/WebPubs/pumptreat](http://www.epa.gov/ORD/WebPubs/pumptreat)

La guía contiene una introducción a la remediación de agua subterránea mediante bombeo y tratamiento abordando los siguientes interrogantes: “¿Cuándo es el bombeo y tratamiento la solución de limpieza apropiada?” y “¿Cómo se puede optimizar el diseño y funcionamiento de los sistemas de bombeo y tratamiento y cómo se mide su rendimiento?”. El propósito de la guía es brindar a los responsables de la toma de decisiones una base para evaluar si conviene adoptar soluciones convencionales o innovadores.

***Solidification/Stabilization Use at Superfund Sites (EPA 542-R-00-010)***

**(Uso de Solidificación/Estabilización en el Superfondo)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas

El informe brinda a las partes interesadas tales como los gerentes de proyecto, proveedores de servicios tecnológicos, consultores de ingeniería, propietarios de sitios y el público en general la información más reciente sobre las aplicaciones de solidificación/estabilización en los sitios del Superfondo, así como información sobre las tendencias en el uso de la

tecnología, tipos específicos de aplicaciones y costos.



**Study of Assessment and Remediation Technologies for Drycleaner Sites (EPA 542-R-00-010)**  
**(Estudio de las Tecnologías de Evaluación y Descontaminación de Antiguas Tintorerías)**

**Tintorerías)**

Disponible en línea en [www.drycleancoalition.org/tech](http://www.drycleancoalition.org/tech)  
 Este informe, elaborado por la Coalición Estatal para la Descontaminación de Tintorerías con el apoyo de la Oficina de Innovación Tecnológica, presenta los resultados del estudio realizado por la coalición sobre las tecnologías de evaluación y remediación que generalmente se utilizan para descontaminar sitios de antiguas tintorerías. El estudio se basó en los resultados de las respuestas a cuestionarios enviados a las entidades que participaron de la limpieza de tales sitios en 1999. El informe presenta los resultados en forma detallada. Un anexo del informe incluye descripciones y evaluaciones breves sobre las tecnologías de evaluación que se utilizan con frecuencia en los sitios de antiguas tintorerías.



**Subsurface Containment and Monitoring Systems: Barriers and Beyond (Overview Report)**  
**(Sistemas de Control y Confinamiento Subsuperficial: Barreras y otros mecanismos [Panorama General])**

**mecanismos [Panorama General])**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas  
 Resume información sobre barreras subterráneas—verticales y horizontales—poniendo énfasis en las tecnologías emergentes e innovadoras de barreras verticales. También presenta un análisis del estado actual de dichas barreras. El informe no pretende cubrir todos los aspectos; sólo trata sobre una visión general del trabajo actual en el campo de las tecnologías de barreras subsuperficiales a partir de información reunida de diversas fuentes, incluyendo documentos de proyectos, informes, publicaciones periódicas, Internet y comunicaciones personales con las partes involucradas en los proyectos que utilizan barreras.



**Subsurface Remediation: Improving Long-Term Monitoring and Remedial Systems Performance Conference Proceedings, June 1999 (EPA 540-B-00-002)**

**(Remediación Subterránea: Mejoramiento del Desempeño de los Sistemas de Monitoreo y Remediación a Largo Plazo, Actas de Conferencia, Junio de 1999)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas  
 Resume las presentaciones de los talleres desarrollados durante una conferencia sobre mejoramiento de monitoreo a largo plazo y el desempeño de los sistemas de remediación. La conferencia, auspiciada y desarrollada por la FRTR, tuvo lugar en St. Louis, Missouri desde el 8 al 11 de junio de 1999. En la conferencia se debatió información actualizada sobre monitoreo a largo plazo y optimización de sistemas a través de presentaciones y talleres específicos.

**Technical and Regulatory Requirements for Enhanced In Situ Bioremediation of Chlorinated Solvents in Groundwater**

**(Requerimientos Técnicos y Reglamentarios para la Tecnología de Bioremediación Acelerada In Situ para Solventes Clorados en Aguas Subterráneas)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas  
 Describe la bioremediación acelerada *in situ* y examina las circunstancias bajo las cuales su aplicación resulta adecuada. También analiza cuestiones regulatorias y políticas tales como la prohibición por la RCRA de la eliminación en tierra y requerimientos técnicos para la implementación de bioremediación acelerada *in situ*. El informe fue elaborado por el Grupo de Trabajo del ITRC.



**Underground Injection Control (UIC) Program**  
**(Programa de Control de Inyección Subterránea)**

Disponible en línea en [www.epa.gov/safewater/uic.html](http://www.epa.gov/safewater/uic.html)

El Programa de Control de Inyección Subterránea trabaja con gobiernos estatales y locales para supervisar la inyección subterránea de desechos a fin de prevenir la contaminación de recursos de agua potable. Entre los desechos que el programa regula se encuentran: más de nueve mil millones de galones de residuos peligrosos por año, más de dos mil millones de galones de salmuera por día de las operaciones de petróleo y gas y otros desechos de automotores, industriales y sanitarios que se inyectan en las capas freáticas de poca profundidad.

## ¿Adónde Vamos Desde Aquí?



Una vez revisadas las opciones de limpieza, se pueden seguir los siguientes pasos:

Resultados de la Revisión de las Opciones de Limpieza	Curso de Acción
La opción de limpieza propuesta parece factible.	<i>Proceder a la fase de DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LIMPIEZAS.</i>
Ninguna opción de limpieza parece factible en vista del reaprovechamiento propuesto y las necesidades de reutilización de la parcela (como ser las metas del proyecto, los costos y la reutilización pretendida).	<i>Determinar si la modificación del plan de reaprovechamiento es una opción practicable; de ser así, proceder a la fase de DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LIMPIEZAS. Si hay un nivel considerable de contaminación, podría ser necesario cumplir con los requerimientos de otros programas tales como los previstos en la RCRA y el Superfondo.</i>

T10

## LIMPIEZA DE LÍQUIDOS DENSOS DE FASE NO ACUOSA: Un Desafío Extendido

Se estima que los sectores público y privado invertirán miles de millones de dólares para limpiar sitios contaminados con líquidos densos de fase no acuosa (LDFNA). Con mayor densidad que el agua, los LDFNA tienden a hundirse en la capa freática y formar depósitos del producto sobre las capas de suelo impermeables como la arcilla. Los LDFNA también pueden hundirse y migrar lateralmente a través de fracturas en el lecho rocoso.

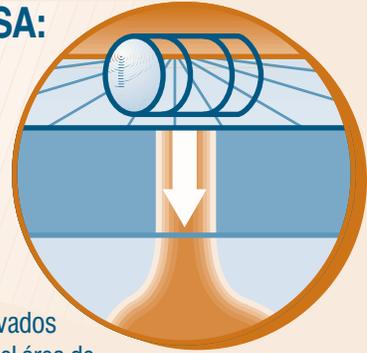
Numerosas variables tienen influencia en el destino y el desplazamiento subterráneo de los LDFNA, lo cual hace difícil predecir el camino que van a tomar.

Es por ello que los LDFNA actúan como una fuente continua de contaminación, pueden causar contaminación seria a largo plazo en las aguas subterráneas, y plantean un desafío importante a la descontaminación de sitios, especialmente para las tecnologías establecidas como el bombeo y tratamiento. En sitios con una importante contaminación por LDFNA, los sistemas de bombeo y tratamiento pueden requerir cientos de años para descontaminar el agua subterránea.

Hay varias industrias que en el pasado han dado como resultado la contaminación de suelos y aguas subterráneas con LDFNA. Las más frecuentes son: antiguas tintorerías, industrias que procesaban madera, plantas productoras de gas y sitios donde se han descargado solventes (operaciones industriales que utilizan grandes cantidades de solventes, así como sitios de eliminación/recuperación de solventes).

A fin de acelerar el desarrollo y la implementación de las tecnologías innovadoras para la remediación de aguas subterráneas contaminadas con LDFNA, se formó un consorcio multiorganizacional—el *Interagency Dense Nonaqueous Phase Liquid (DNAPL) Consortium* (IDC, o Consorcio Interinstitucional de Líquidos Densos de Fase No

Acuosa). Este consorcio ha desarrollado un plan de acción nacional que propone esfuerzos de colaboración entre los organismos federales, entidades de sectores privados y partes responsables en el área de



### Sinopsis

- Los LDFNA más comunes son los solventes clorados industriales – tricloroetileno, el tetracloroetano y el tetracloruro de carbono 14. Otros LDFNA prevalentes son: cerosota, pentaclorofenol, hidrocarburos aromáticos policíclicos y alquitrán de carbón.
- Los LDFNA se encuentran presentes en un 60-70 por ciento de los sitios de la *National Priorities List* (NPL, o Lista de Prioridades Nacionales) del Superfondo.
- Entre la cantidad de tecnologías innovadoras que han demostrado un exitoso desempeño y que han provisto resultados prometedores en la reducción de la contaminación con LDFNA, se encuentran la extracción dinámica subterránea, calentamiento del suelo en seis fases, oxidación química, calefacción por radio frecuencia y enjuague con surfactantes.

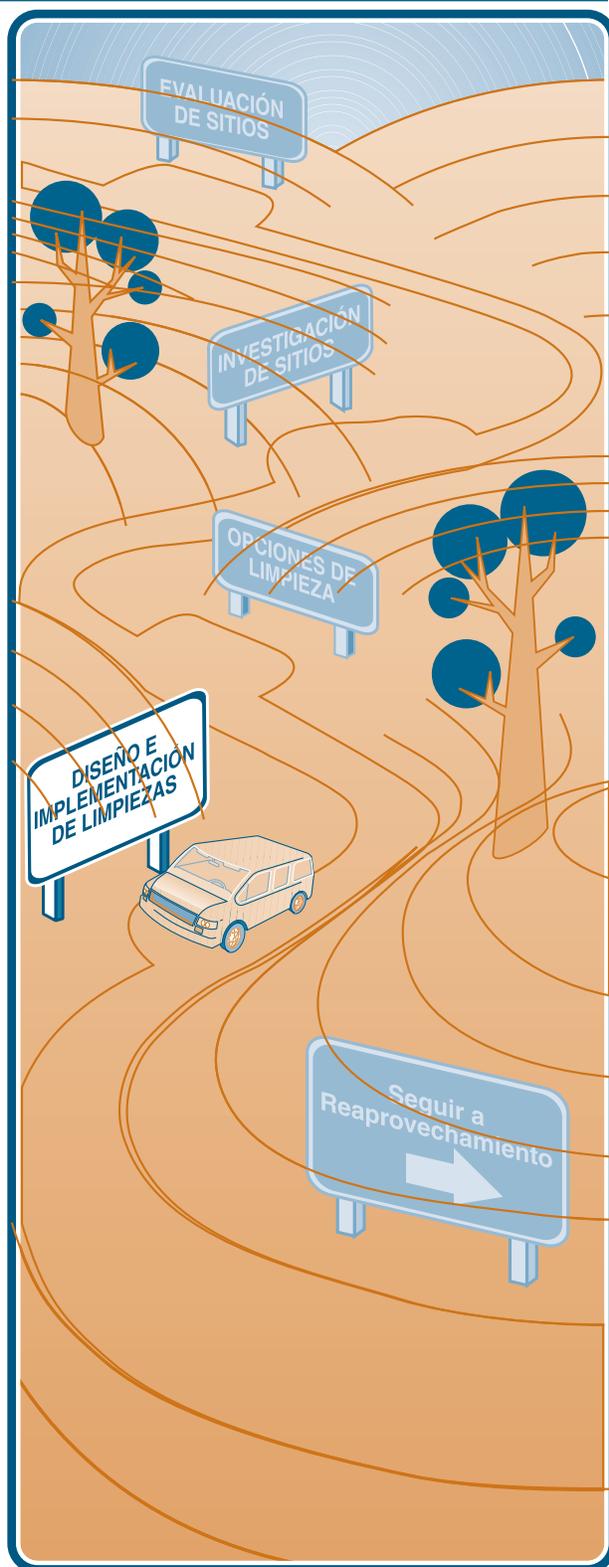
investigación y desarrollo, demostraciones tecnológicas y despliegue de tecnologías a escala completa para reducir así el riesgo percibido asociado con las tecnologías innovadoras. El acuerdo interinstitucional da apoyo a ensayos de tecnologías nuevas y existentes en demostraciones paralelas, para comparar datos de costo y desempeño. El fin es acelerar la aceptación por parte de las autoridades regulatorias y la utilización de opciones nuevas en otros sitios.

El IDC ha seleccionado tres tecnologías—remoción dinámica subterránea, calentamiento del suelo en seis fases y oxidación con permanganato de potasio—para demostrar la efectividad y eficiencia en función del costo de las tecnologías que se utilizan para eliminar los LDFNA. Los informes técnicos publicados en el otoño de año 2001 documentan el costo y

desempeño de las tecnologías y fueron entregados a los propietarios de los sitios, los organismos reguladores y las partes interesadas para ayudar a los responsables a elegir las tecnologías de remediación de líquidos densos de fase no acuosa con suficiente información sobre la economía y las capacidades de desempeño de las mismas.

**Para obtener más información, véase los recursos número 63, 76 y 81 (específicamente, el estudio de caso titulado “Investigación Geofísica de Sitios de Residuos Peligrosos”) en el Índice de Recursos que comienza en la página I-1.**

# DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LIMPIEZAS



## Desarrollar y Realizar Planes Detallados de Limpieza para el Sitio



Esta fase está dedicada al diseño y la implementación de un plan de limpieza para preparar la propiedad a efectos del reaprovechamiento y la reutilización. El diseño del plan de limpieza y la implementación de las opciones tecnológicas seleccionadas en la fase anterior entraña una estrecha coordinación con todas las demás actividades de reaprovechamiento en las inmediaciones del sitio.

## ¿Qué Hay Que Saber?



Entre los factores que se deben tener en cuenta durante el diseño y la implementación de limpiezas se cuentan los siguientes:

1. ¿Existen requisitos federales, estatales, locales o tribales para el diseño, la instalación y la supervisión de las actividades de limpieza?
2. ¿De qué forma se van a supervisar las actividades de limpieza para que se detenga el trabajo cuando se alcancen los objetivos del plan de limpieza?
3. ¿Cuál es el mejor modo para que la comunidad participe en el diseño y la implementación del plan de limpieza?
4. ¿Qué se puede hacer para proteger a la comunidad y a las demás propiedades durante la limpieza?
5. ¿Cuáles son los contrapesos entre los costos y el cumplimiento de los plazos del proyecto? ¿Se podrían ejecutar simultáneamente las actividades de limpieza y las de reaprovechamiento (como la renovación de los edificios existentes y la construcción de carreteras y las redes cloacales)?
6. ¿Cuáles son los efectos a largo plazo de la tecnología seleccionada sobre la responsabilidad civil o sobre el uso futuro del sitio? ¿Cuáles serían los efectos de una catástrofe medioambiental (como por ejemplo, un huracán o cambios en el subsuelo)?
7. ¿Se necesitará monitorear el sitio a largo plazo? De ser así, ¿cómo se gestionará su supervisión?
8. ¿Los controles institucionales facilitarán u obstaculizarán el reaprovechamiento? ¿En el presente? ¿En el futuro?

## ¿Cómo Encontramos las Respuestas?\*



Entre las actividades típicas que se pueden realizar durante esta fase se cuentan las siguientes:

- Estudiar todos los lineamientos y reglamentos federales, estatales, locales y tribales con el objeto de determinar todos los requisitos específicos, incluyendo lineamientos para los programas de limpieza voluntaria estatales.
- Continuar trabajando con los organismos reguladores correspondientes a fin de asegurar que se estén cumplimentando correctamente los requisitos regulatorios:
  - Consultar con los organismos federales, estatales, locales y tribales con el fin de incluirlos en el proceso de toma de decisiones lo antes posible.
  - Realizar consultas con el coordinador regional de la EPA de revitalización de terrenos contaminados para identificar y determinar la disponibilidad de programas de apoyo de ese organismo.
- Desarrollar planes conceptuales para la limpieza y el monitoreo posterior, que incorporen opciones tecnológicas y tengan en cuenta el efecto de las actividades de limpieza sobre el reaprovechamiento propuesto para la propiedad, así como el cronograma para el diseño o la construcción del proyecto:
  - Formular o revisar el cronograma de finalización del proyecto
  - Obtener un monto final de los fondos disponibles para el desarrollo del proyecto
  - Coordinar la renovación y la construcción de infraestructura con las actividades de limpieza
  - Coordinar las actividades con urbanistas, financistas, empresas de construcción y miembros de la comunidad local
- Establecer planes de contingencia para el caso en que se descubra más contaminación durante la limpieza, incluyendo herramientas tales como pólizas de seguro ambiental.
- Desarrollar procedimientos para la participación de la comunidad, como por ejemplo trabajar con las juntas asesoras de la comunidad o con las autoridades locales a cargo del reaprovechamiento.

- Implementar y supervisar el plan de limpieza y el rendimiento de la tecnología seleccionada.
- Trabajar con el programa estatal de limpieza voluntaria, en caso de que exista, o con los funcionarios locales o del distrito a fin de facilitar el establecimiento y la puesta en práctica de controles institucionales.

## ¿Dónde Encontramos Ayuda para Responder a las Preguntas sobre Tecnología?



La subsección adelante incluye ejemplos de recursos tecnológicos que proporcionan información sobre lineamientos regulatorios y las reglamentaciones aplicables, y sobre materiales relativos a servicios de extensión a la comunidad. Asimismo, las tecnologías identificadas durante la fase de investigación *in situ* pueden resultar apropiadas para supervisar la ejecución de la limpieza y el cierre de las actividades. Ofrece también información sobre la disponibilidad de recursos electrónicos (en caso de que el tema se encuentre en el disco compacto que acompaña a *Rutas* o en diferentes sitios de la web). El Anexo D, *Cómo Realizar un Pedido de Documentos*, brinda información completa sobre cómo obtener los documentos que no se encuentran en el disco compacto o en Internet.

### A. Recursos para Diseñar e Implementar Actividades de Limpieza

Los siguientes documentos detallados son recursos que ofrecen información general sobre la disponibilidad de recursos tecnológicos en forma de bibliografías y actualizaciones técnicas. También se incluyen bases de datos que se pueden consultar en línea.

***Best Management Practices (BMPs) for Soil Treatment Technologies: Suggested Operational Guidelines to Prevent Cross-Media Transfer of Contaminants during Cleanup Activities (EPA 530-R-97-007)***

***(Las Mejores Prácticas de Manejo para Tecnologías de Tratamiento de Suelos: Lineamientos Operativos sugeridos para Prevenir la Transferencia de Contaminantes entre Medios durante las Actividades de Limpieza)***

*Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas* Este documento es una guía para el diseño y la realización de actividades de remediación de suelos conforme a la RCRA y otros sitios que contienen

\* Nótese que el *Rutas* busca responder preguntas relacionadas con la selección de la tecnología pero no tiene la intención de suministrar una respuesta a cada pregunta de procedimiento planteada.

residuos peligrosos a fin de minimizar contaminación cruzada. Tiene por objeto ayudar a reducir la exposición de los trabajadores a los contaminantes, identificando el potencial de transferencia de contaminación de un medio a otro, y recomienda mecanismos de control que se pueden aplicar durante la implementación de tecnologías de tratamiento de suelos. Hay mejores prácticas de manejo para siete categorías de tecnologías: tecnologías de contención, lavado de suelos, tratamiento térmico, extracción de vapores, bioremediación, incineración, y otros tratamientos físicos y químicos. El documento también contiene casos prácticos e información sobre actividades de validación sobre el terreno que la EPA ha llevado a cabo en sitios donde se realizaron tareas de remediación de suelos en 1996 y 1997.



**Characterization of Mine Leachates and the Development of a Ground-Water Monitoring Strategy for Mine Sites (EPA 600-RR-99-007)**

**(Caracterización de Lixiviados de Minas y Desarrollo de una Estrategia de Monitoreo de Aguas Subterráneas en Minas)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas El objetivo del proyecto de investigación consistió en desarrollar una mejor comprensión sobre la composición de lixiviados de desechos mineros, e identificar parámetros efectivos en función del costo para el monitoreo de aguas subterráneas que podrían incorporarse a una estrategia de monitoreo para detectar, de manera confiable, la migración de contaminantes provenientes de operaciones mineras de roca dura.

**Citizen's Guides to Understanding Innovative Treatment Technologies (Guías para el Ciudadano sobre la Comprensión de las Tecnologías de Tratamiento Innovadoras)**

Ver o descargar los archivos pdf del disco compacto de Rutas La EPA prepara las guías para que los encargados de administrar los sitios dispongan de materiales de divulgación que no sean técnicos y que puedan compartir con las comunidades que habitan en las inmediaciones de los sitios. Las guías contienen información sobre tecnologías innovadoras que se seleccionaron o aplicaron en algunos sitios donde se realizaron limpiezas, incluyen reseñas de esas tecnologías, y presentan éxitos logrados en sitios donde se aplicaron tecnologías novedosas. Se están preparando versiones de las guías en idioma español. Las guías contienen información sobre los siguientes temas:

- Barreras Reactivas Permeables (EPA 542-F-01-005S)
- Biocorrección (EPA 542-F-01-001S)
- Bombeo y Tratamiento (EPA 542-F-01-025S)
- Coberturas (EPA 542-F-01-022S)
- Deshalogenación Química (EPA 542-F-01-010S)
- Desorción Térmica (EPA 542-F-01-003S)
- Enjuague In Situ (EPA 542-F-01-011S)
- Excavación del Suelo (EPA 542-F-01-023S)
- Extracción con Aire (EPA 542-F-01-016S)
- Extracción de Vapores de los Suelos y la Aeración (EPA 542-F-01-006S)
- Extracción por Solventes (EPA 542-F-01-009S)
- Fitocorrección (EPA 542-F-01-002S)
- Fracturación (EPA 542-F-01-015S)
- Incineración (EPA 542-F-01-018S)
- Lavado del Suelo (EPA 542-F-01-008S)
- Métodos de Tratamiento Térmico In Situ (EPA 542-F-01-012S)
- Oxidación Química (EPA 542-F-01-013S)
- Reducción Natural Supervisada (EPA 542-F-01-004S)
- Solidificación/Estabilización (EPA 542-F-01-024S)
- Tratamiento con Carbono Activado (EPA 542-F-01-020S)
- Vitricación (EPA 542-F-01-017S)



**Directory of Technology Support Services to Brownfields Localities (EPA 542-B-99-005) (Guía de Servicios de Apoyo Tecnológico para Localidades con Terrenos Contaminados)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas Brinda información sobre oficinas de la EPA, organizaciones no gubernamentales financiadas por EPA y otros organismos federales que podrían sumar experiencia y conocimientos para asistir en la selección de tecnologías a utilizar en la caracterización y limpieza de terrenos contaminados.

**EPA Directive: Promote Innovative Technology in Waste Management Programs (OSWER Directive 9380.0-25, EPA 542-F-96-012)**

**(Directiva de la EPA: Promover el Uso de Tecnologías Innovadoras en Programas de Manejo de Desechos)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas Esta directiva de política, publicada el 20 de abril de 1996, describe diversas iniciativas encaminadas a facilitar la prueba, ensayo, demostración y uso de tecnologías innovadoras para la limpieza y las mediciones sobre el terreno, y destaca el compromiso de la EPA con el desarrollo y la comercialización de tecnologías ambientales. Las iniciativas que contiene

## T11 ACERCAMIENTO A LA FUNCIÓN DE LOS CONTROLES INSTITUCIONALES EN ÁREAS DE REAPROVECHAMIENTO DE TERRENOS CONTAMINADOS: Conceptos y Cuestiones Principales



Los controles institucionales son restricciones o limitaciones administrativas y legales establecidas sobre el uso de una propiedad a fin de minimizar la posible exposición a sustancias químicas nocivas que existen en ella o impedir actividades que podrían interferir con la eficacia de una acción correctiva. Los controles institucionales son elementos esenciales de ciertas medidas de corrección, porque influyen sobre el componente físico de la remediación, y complementan la misma. Es importante tener una combinación correcta de controles institucionales a fin de asegurar que la protección de la remediación sea eficaz; sin embargo, una combinación inadecuada de controles institucionales puede constituir un impedimento real o percibido a la reutilización de un emplazamiento.

El término “control institucional” se puede aplicar a un amplio espectro de medidas legales y administrativas. En términos generales, los mecanismos para crear controles institucionales se pueden dividir en cuatro categorías: controles sobre la propiedad, controles gubernamentales, mecanismos judiciales y de permiso con componentes de control institucional, y dispositivos de información. Los controles sobre la propiedad son especiales, porque se basan en la ley de la propiedad inmueble. Algunos ejemplos de estos controles incluyen convenios, que son contratos escritos que pueden prohibir ciertos tipos de desarrollo o de uso de las construcciones situadas sobre el terreno, y las servidumbres, que pueden otorgar acceso o que limiten al propietario a que use el terreno de modos que sean compatibles con el uso previsto. Los controles gubernamentales incluyen restricciones que generalmente

imponen y hacen cumplir los estados y gobiernos locales. Entre los ejemplos de controles gubernamentales se cuentan la zonificación, por la que se pueden imponer, a través de la autoridad local de zonificación o planificación, restricciones que limiten el acceso y prohíban la perturbación de las acciones de remediación, prohibiciones de perforar pozos, y ordenanzas tales como los procedimientos para otorgar permisos de construcción y las actividades de formulación de planes maestros.

### Síntesis

- Los controles institucionales son mecanismos administrativos y legales tendientes a reducir la exposición a la contaminación residual y proteger la integridad de una remediación en antiguos establecimientos industriales o en vertederos de residuos, controlando los recursos.
- La función de los controles institucionales constituye un factor importante durante la limpieza de un sitio contaminado.
- Entre los ejemplos de controles institucionales, se cuentan los convenios, los títulos de propiedad con notificaciones registradas, las restricciones y los dictámenes consultivos.

realizadas en el marco de las leyes CERCLA y RCRA. La última categoría de controles institucionales son las herramientas informativas, que proporcionan información sobre la contaminación residual o cubierta, o la notificación de que es posible que haya quedado esa contaminación en el sitio, o que se han emprendido acciones correctivas. Los ejemplos típicos de estas herramientas incluyen los registros estatales de propiedades contaminadas, los títulos de propiedad con notificaciones registradas y los dictámenes consultivos. Los dispositivos de información se usan con mayor frecuencia como una medida secundaria para ayudar a asegurar la fiabilidad general de otros

*Continuado en la página 85*



## ACERCAMIENTO A LA FUNCIÓN DE LOS CONTROLES INSTITUCIONALES EN ÁREAS DE REAPROVECHAMIENTO DE TERRENOS CONTAMINADOS: Conceptos y Cuestiones Principales

*(...continuado de la página 84)*

controles institucionales. Los controles institucionales también sirven para garantizar que el uso de la propiedad después de la remediación sea compatible con el nivel de limpieza.

Sin embargo, los controles institucionales adolecen de varias limitaciones. Por ejemplo, los títulos de propiedad con notificaciones registradas tienen fines informativos solamente; no se pueden hacer cumplir. No se pueden establecer servidumbres a menos que haya una parte dispuesta a aceptarlo. Algunos gobiernos estatales no pueden establecer servidumbres, y a veces, las otras partes no están dispuestas a hacerlo. A menudo, las leyes de zonificación no pueden cumplir eficazmente con su cometido a menos que sean supervisadas y aplicadas en el largo plazo, y los gobiernos locales pueden carecer de los recursos necesarios para la supervisión. Asimismo, las ordenanzas de zonificación no son necesariamente permanentes; se pueden abolir, o los gobiernos locales pueden otorgar excepciones a las mismas luego de celebrar audiencias públicas.

Se han expresado inquietudes con respecto a la viabilidad a largo plazo de los controles institucionales como herramienta de remediación. Por ejemplo, pueden caer en el olvido; puede ocurrir que los organismos de aplicación no revisen eficazmente las propiedades o las acciones de los propietarios o que éstos sencillamente decidan arriesgarse. Los controles institucionales constituyen un mecanismo destinado a proporcionar un

cierto grado de seguridad en ausencia de una tecnología que pueda limpiar a fondo los terrenos contaminados. Las personas encargadas de tomar decisiones deben ponderar todos los costos de estas opciones, incluyendo los costos de capital, los costos de la toma de muestras y de los análisis a largo plazo, y los costos del reemplazo de equipos, así como las inquietudes relativas a posibles riesgos de largo plazo derivados de los contaminantes que quedan en el sitio, contra los costos de las opciones que eliminarían los contaminantes en forma definitiva.

Como el uso de la tierra sigue siendo un tema de competencia de los gobiernos locales, éstos desempeñan un papel fundamental en la gestión y supervisión de los controles institucionales. Sin embargo, ese papel no siempre está claro. Muchos gobiernos locales todavía no disponen de la capacidad y de los recursos necesarios para enfrentar los problemas de la ordenación a largo plazo. Con una mejor comprensión de los términos y cuestiones relacionados con los controles institucionales, tanto los gobiernos locales como los interesados en la limpieza de terrenos contaminados estarán en una posición mejor para responder con eficacia a la problemática de largo plazo que plantean los controles institucionales para promover la reutilización y, al mismo tiempo, proteger la salud pública y el medio ambiente.

**Para más datos, véase el recurso número 85 del Índice de Recursos que comienza en la página I-1.**

subrayan especialmente la selección de tecnologías innovadoras para tratamiento y caracterización, la reducción de obstáculos al desarrollo y al uso de tecnologías novedosas, y la distribución de los riesgos que entraña el uso de tecnologías de tratamiento innovadoras.

**EPA REACHIT Online Searchable Technology Database**

**(EPA REACH IT – Base de Datos en Línea de Búsquedas de Tecnología)**

Disponible en línea en [www.epareachit.org](http://www.epareachit.org)

EPA REACH IT es una base de datos de búsquedas en línea que ayuda a los interesados en la limpieza de terrenos contaminados a obtener información amplia sobre tecnologías útiles para la supervisión de la limpieza de terrenos contaminados. La información específica sobre las tecnologías aplicables y los proveedores de servicios se puede obtener con rapidez usando las avanzadas capacidades de búsqueda del sistema que ofrece guías para el usuario. Sólo se puede acceder a EPA REACH IT a través de Internet.

**Federal Remediation Technologies Roundtable (FRTR) Case Studies**

**(Casos Prácticos de la FRTR)**

Disponible en línea en [www.frtr-gov/cost](http://www.frtr-gov/cost)

Ofrecen información sobre aplicaciones específicas de las tecnologías de remediación. Son desarrollados por el DoD, el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos, la Armada de los Estados Unidos, la USAF, el DOE, el *Department of the Interior* (DOI, o Departamento del Interior) y la EPA. Los casos prácticos se concentran en proyectos de demostración sobre el reaprovechamiento de terreno a escala completa y a gran escala, e incluyen información sobre los antecedentes de los sitios, la descripción de las tecnologías, el costo y el desempeño de las aplicaciones tecnológicas y las lecciones aprendidas. Incluyen tecnologías de tratamientos innovadores y convencionales para la remediación de contaminación del suelo, del agua subterránea y de los medios sólidos. Los usuarios también pueden consultar los casos prácticos por grupos de contaminantes, medios, prácticas de tratamiento de residuos que contribuyen a la contaminación, y sistemas de tratamiento.



**Improving the Cost-Effectiveness of Hazardous Waste Site Characterization and Monitoring**

**(Mejoramiento de la Efectividad en Función de los Costos en la**

**Caracterización y Monitoreo de Sitios con Residuos Peligrosos)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas El informe presenta una nueva norma promovida por la OSWER y la TIO de la EPA que alientan el uso de estrategias más eficaces y menos costosas para la caracterización y monitoreo de sitios con residuos peligrosos. La nueva estrategia utiliza una tríada integrada de planeamiento sistemático, planes de trabajo dinámicos y análisis *in situ* para la recopilación de datos y la toma de decisiones técnicas en emplazamientos con residuos peligrosos. En forma separada, ninguno de los conceptos de la tríada es nuevo, pero se ha demostrado que la integración de los tres ayuda a completar proyectos más rápidamente, con menos gastos, con una mayor satisfacción para el cliente y los entes reguladores. El informe incluye una lista de recursos adicionales sobre tecnologías innovadoras y caracterización de sitios.



**Institutional Controls: A Site Manager's Guide to Identifying, Evaluating, and Selecting Institutional Controls at Superfund and RCRA Corrective Action Cleanups (EPA 540-F-00-005)**

**(Controles Institucionales: Guía para los Responsables de Sitios para la Identificación, Evaluación y Selección de Controles Institucionales en Limpiezas de Acciones Correctivas contempladas por el Superfondo y la RCRA)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas Proporciona a los responsables de sitios y al personal que supervisa los sitios del Superfondo y de la RCRA donde se están realizando acciones correctivas, una reseña de los tipos de controles institucionales (CI) que se usan o implementan habitualmente. Asimismo resume los factores que generalmente se deben tener en cuenta al evaluar y seleccionar los CI como parte de la remediación. La hoja de datos también proporciona una guía para la población y la comunidad regulada con respecto a la forma en que la EPA evaluará e implementará los CI como parte de las decisiones relacionadas con la limpieza. Se proporcionan descripciones detalladas de los distintos tipos de CI, un glosario y una lista de control para la implementación de CI.



**Reusing Cleaned Up Superfund Sites:  
Recreational Use of Land Above  
Hazardous Waste Containment Areas  
(EPA 540-K-01-002)**

**(Reutilización de Sitios Limpiados en el**

**Marco del Programa del Superfondo: El Uso  
Recreativo de Terrenos Situados sobre Áreas de  
Contención de Desechos Peligrosos)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas Ofrece información técnica sobre la forma en que pueden reutilizarse con fines recreativos, áreas de contención de residuos en condiciones seguras al tiempo que se garantiza el mantenimiento de la integridad y protección de la contención. Esta información es útil al estudiar opciones de reutilización con fines recreativos durante la selección y el diseño de un plan de limpieza para el programa del Superfondo. La información presentada en este informe se basa en las experiencias obtenidas de proyectos de reaprovechamiento recreativo llevados a cabo en sitios incluidos en el programa del Superfondo y otros terrenos contaminados.

**State Policy and Regulatory Barriers to In Situ Ground  
Water Remediation (EPA 542-R-96-001)**

**(Obstáculos Regulatorios y de Política Estatal a la  
Remediación de Aguas Subterráneas In Situ)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas Identifica obstáculos específicos, surgidos de las políticas estatales y de los marcos regulatorios, al uso de técnicas que aplican tecnologías de tratamiento de aguas subterráneas *in situ* a través de la inyección al subsuelo de agentes tensoactivos, cosolventes y nutrientes. El informe también describe las experiencias y políticas de cada estado, y proporciona información sobre los contactos a realizar para obtener asistencia adicional.

**Technical Protocol for Evaluating Natural Attenuation  
of Chlorinated Solvents in Ground Water (EPA 600-R-  
98-128)**

**(Protocolo Técnico para la Evaluación de la  
Atenuación Natural de Solventes Clorados en Aguas  
Subterráneas)**

Ver o descargar el archivo pdf del disco compacto de Rutas Este informe proporciona una guía a los responsables de la gestión ambiental sobre las acciones que deben adoptar para comprender la velocidad y la medida en que los procesos naturales reducen las concentraciones de contaminantes en terrenos contaminados por solventes clorados. Los datos reunidos con este protocolo se pueden usar para evaluar la atenuación natural a través de los procesos

biológicos como parte de una remediación protectora general del sitio. El protocolo es fruto de investigaciones de laboratorio y de trabajos sobre el terreno, realizados en forma conjunta por investigadores de ORD de la EPA, la USAF y el *United States Geological Survey* (USGS, o Servicio de Levantamiento Geológico de los Estados Unidos).

**WASTECH® - Serie de Monografías de Ingeniería  
sobre Tecnologías Innovadoras para la Remediación  
de Sitios.**

Véase el Anexo D, *Cómo Realizar un Pedido de Documentos*, donde figura un formulario de pedido de WASTECH, o el formulario de pedido incluido en el disco compacto de Rutas

El proyecto WASTECH® generó monografías de ingeniería para la remediación de sitios con residuos peligrosos y de suelos y aguas subterráneas contaminadas. WASTECH® recibió financiamiento de la EPA, del DoD, del DOE y de la *American Academy of Environmental Engineers®* (Academia Americana de Ingenieros Ambientales). Durante la Fase I del proyecto, en 1994 y 1995, se publicaron ocho monografías, que abarcaban los aspectos básicos de estas tecnologías: la identificación y descripción, las aplicaciones potenciales, las evaluaciones de proceso, y las limitaciones. Durante 1997 y principios de 1998, se elaboraron siete volúmenes más, que comprendían el diseño y las aplicaciones, incluyendo estudios de casos reales. Se pueden comprar copias de las monografías individuales (por tipo de tecnología) o la serie completa, para lo cual se debe llamar a la *American Academy of Environmental Engineers®* al número 410-266-3390 o enviar un fax al número 410-266-7653. Los volúmenes contienen información sobre las siguientes tecnologías:

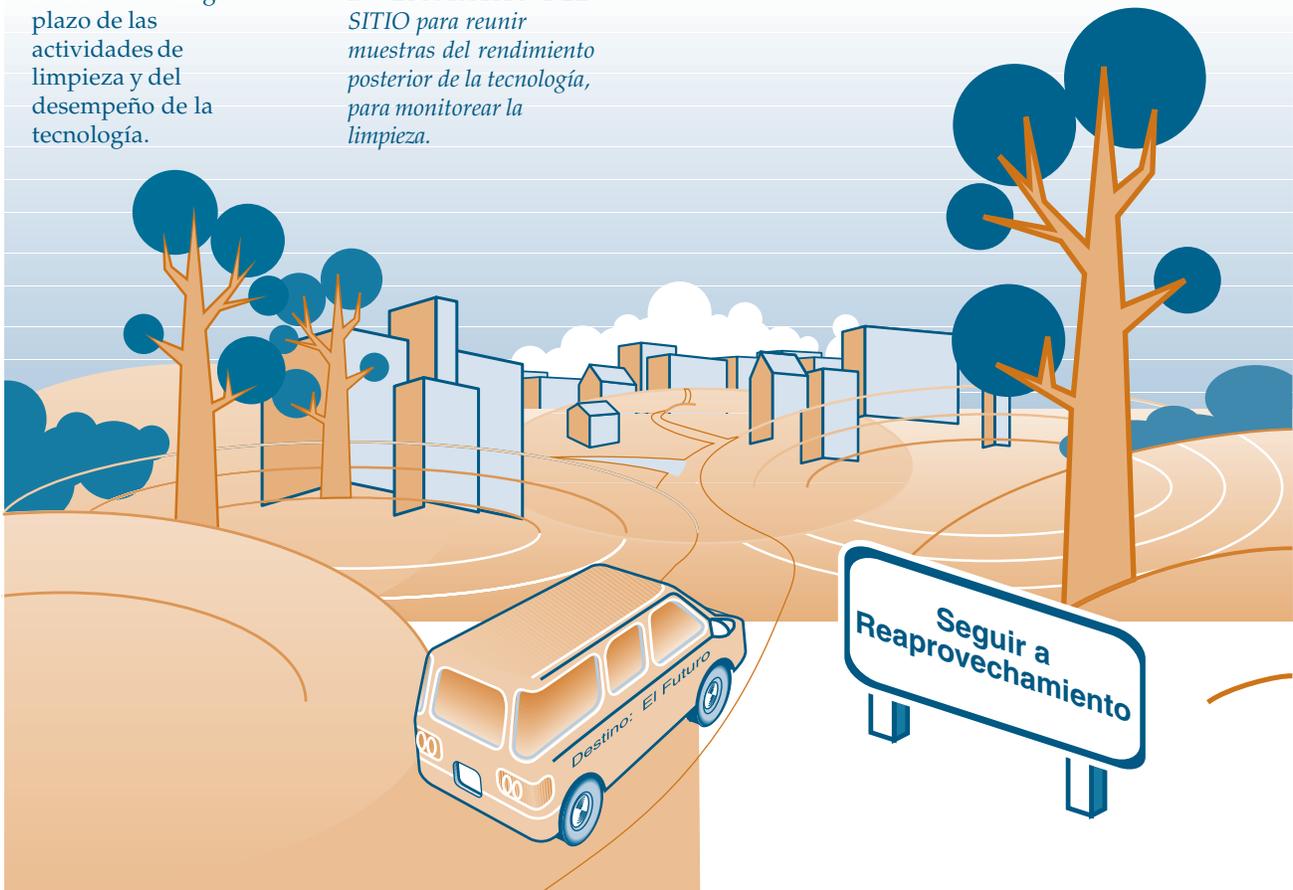
- Bioremediación
- Tratamiento químico
- Lavado/Enjuague de suelos
- Solidificación/estabilización
- Extracción de solventes/sustancias químicas
- Desorción térmica
- Destrucción térmica
- Extracción de vapores por técnicas de vacío

¿Adónde Vamos Desde Aquí?



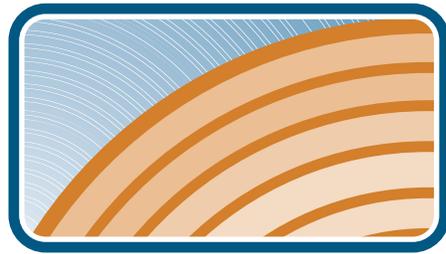
Una vez completada la limpieza, se puede adoptar uno de los siguientes cursos de acción:

Resultados de la limpieza	Curso de Acción
Se ha eliminado, contenido o controlado la contaminación	➔ Consultar con los correspondientes funcionarios del ente regulador antes de proceder a desarrollar actividades de reaprovechamiento
Se ha descubierto contaminación adicional	➔ Continuar con las actividades de limpieza. Sin embargo, es posible que haya que volver a fase de INVESTIGACION DEL SITIO para determinar la extensión y naturaleza de la contaminación.
Se requiere el monitoreo a largo plazo de las actividades de limpieza y del desempeño de la tecnología.	➔ Volver a la fase de INVESTIGACIÓN DEL SITIO para reunir muestras del rendimiento posterior de la tecnología, para monitorear la limpieza.



# ANEXOS





# ANEXO A

## Anexo A

## GUÍA DE CONTAMINANTES Y TECNOLOGÍAS

Los cuadros incluidos en el presente anexo tienen por objeto ayudar a comprender mejor los tipos de contaminantes que generalmente se encuentran en sitios contaminados y la gama de tecnologías que pueden ser apropiadas para ser evaluación y remediación. La información contenida en los cuadros se obtuvo de diversas fuentes, incluidas las Guías de Prevención de la Contaminación de la EPA para determinadas industrias, la base de datos en línea *EPA REACH IT*, y otras fuentes de la EPA. La página A-3 proporciona un listado de citas específicas.

El siguiente cuadro identifica actividades que pueden haber causado contaminación en terrenos contaminados, resume los contaminantes relacionados con dichas actividades, e identifica la fuente de los mismos. Sin embargo, no es una lista taxativa de los contaminantes que se pueden encontrar en un sitio contaminado. La identificación de los contaminantes que pueden hallarse presentes se debe realizar sitio por sitio, minuciosamente y con gran cuidado.

**Cuadro A-1, Contaminantes en Terrenos Contaminados Típicos**

Actividades Económicas	Contaminantes Típicos
Agricultura	Compuestos orgánicos volátiles (COV), arsénico, cobre, tetracloruro de carbono, dibromuro de etileno y cloruro de metileno, pesticidas, insecticidas, herbicidas, fumigación de cereales
Reacondicionamiento de carrocerías y reparación de automotores	Metales y polvo metálico, diversos compuestos orgánicos, solventes, pintura y sedimentos de pintura, chatarra, residuos de aceites
Reciclado y eliminación de baterías	Plomo, cadmio, ácidos, níquel, cobre, cinc, arsénico, cromo
Fabricación de cloros y álcalis	Compuestos de cloro, mercurio
Gasificación de carbón	Hidrocarburos aromáticos policíclicos, compuestos de azufre, cianuro, aluminio, hierro, plomo, níquel, cromo
Fabricación de cosméticos	Metales pesados, polvos, solventes, ácidos
Actividades de limpieza en seco	COV tales como cloroformo y tetracloroetano, diversos solventes, removedores de manchas, hidrocarburo fluorado 113, percloroetileno
Operaciones de teñido	2-naftilamina, 4-aminobifenil benzidina
Operaciones de chapado	Diversos metales como cadmio, cromo, cobre, níquel, y cianuro
Fabricación de vidrio	Arsénico, plomo
Fabricación y uso de herbicidas	Dioxina, metales, herbicidas
Hospitales	Formaldehído, radionucleidos, sustancias químicas fotográficas, solventes, mercurio, óxido de etileno, sustancias químicas usadas en quimioterapia
Incineradores	Dioxina, diversos residuos municipales e industriales, ceniza, compuestos utilizados en municiones, metales
Vertederos municipales e industriales	Metales, COV, bifenilos policlorados, amoníaco, metano, productos y limpiadores domésticos, pesticidas, sulfuro de hidrógeno
Fabricación de cueros	Tolueno, benceno
Talleres industriales / fabricación de metales	Metales, COV, dioxina, berilio, desengrasantes, solventes, residuos de aceite
Plantas productoras de gas	COV no halogenados y compuestos orgánicos semivolátiles no halogenados, como hidrocarburos aromáticos policíclicos e hidrocarburos aromáticos policíclicos carcinogénicos, incluyendo naftaleno, fenantreno, antraceno, criseno y benzo(a)pireno
Industria de mantenimiento marítimo	Solventes, pinturas, cianuro, ácidos, emisiones de COV, barros de metales pesados, desengrasantes
Fabricación de municiones	Plomo, explosivos, cobre, antimonio, municiones no explotadas
Fabricación de pintura y tintas	Metales (como cromo, cadmio, plomo y cinc), COV, cloroformo, etil benceno, solventes, pinturas, tintas

Actividades Anteriores Generalmente Realizadas en Terrenos Contaminados	Contaminantes Típicos
Fabricación de pesticidas	COV, arsénico, cobre, pesticidas, insecticidas, herbicidas, fungicidas, xileno, compuestos orgánicos clorados, solventes
Refinado y reutilización de petróleo	Hidrocarburos del petróleo; benceno, tolueno, etil benceno y xileno (BTEX); combustibles, aceite y grasa
Fabricación de productos farmacéuticos	Plomo, diversas sustancias químicas orgánicas, solventes orgánicos fumigación de cereales
Industria fotográfica y usos de productos fotográficos	Bromuro de plata, cloruro de metileno, solventes, productos fotográficos
Fabricación de plásticos	Polímeros, ftalatos, cadmio, solventes, resinas, aditivos químicos, COV
Imprentas	Plata, solventes, ácidos, residuos de aceite, tintas y colorantes, sustancias químicas fotográficas
Talleres ferroviarios	Hidrocarburos del petróleo, COV, BTEX, solventes, combustibles, aceite y grasa, bifenilos policlorados, hidrocarburos aromáticos policíclicos, ftalatos, carbazol, dieldrin, dibenzofuranos
Instituciones educativas y de investigación	Ácidos inorgánicos, solventes orgánicos, metales y polvo de metal, residuos fotográficos, residuos de aceite, pintura, metales pesados, pesticidas
Reciclado de chatarra	Metales (como plomo y níquel), bifenilos policlorados, dioxina, transformadores
Fabricación de semiconductores	Metales, COV, tetracloruro de carbono, desengrasantes, solventes
Operaciones de fundición	Metales (como plomo, cobre y arsénico)
Tanques de almacenamiento subterráneo	BTEX, MTBE, solventes, metales, petróleo, aceite y lubricantes
Fabricación de celulosa y de papel	Compuestos orgánicos clorados, dioxinas, furanos, cloroformo, ácidos resinosos
Conservación de maderas	Creosota, pentaclorofenol, arsénico, cromo, cobre, bifenilos policlorados, hidrocarburos aromáticos policíclicos, berilio, dioxina, preservantes para madera, cinc, hidrocarburos del petróleo

### Cuadro A-2, Tecnologías para la Toma de Muestras y Análisis de Contaminantes Encontrados en Terrenos Contaminados Típicos

A continuación se ofrecen ejemplos de las tecnologías que se pueden utilizar para las tomas de muestras y análisis.

Tecnologías de Toma de Muestras y Análisis	
	Equipos para ensayos colorimétricos; equipo para inmunoensayos; penetrámetro cónico/ fluorescencia inducida por láser; cromatografía gaseosa/ espectrometría de masas; sacamuestras de difusión; monitores infrarrojos
	Equipo portátil de cromatografía gaseosa/ espectrometría de masas; equipos para ensayos colorimétricos; equipos para inmunoensayos; monitores infrarrojos; sacamuestras de difusión
	Cromatografía gaseosa/ espectrometría de masas; penetrámetro cónico/ fluorescencia inducida por láser
	Cromatografía gaseosa/ espectrometría de masas; equipos para inmunoensayos; equipos para ensayos colorimétricos
	Equipos para inmunoensayos; analizadores radiográficos; equipos detectores electroquímicos; espectroscopia por absorción atómica en horno de grafito
	Equipos para ensayos colorimétricos; cromatografía gaseosa/ espectrometría de masas.
	Equipo portátil de cromatografía gaseosa/ espectrometría de masas; equipos para
	Equipos de ensayo; monitores infrarrojos; sacamuestras de difusión.

\* Los contaminantes entre paréntesis son ejemplos de cada tipo de contaminante.

### Cuadro A-3, Acciones Correctivas para los Tipos de Contaminantes Encontrados en Terrenos Contaminados Típicos

A continuación se identifican los tipos de tecnologías que pueden resultar apropiados para contaminantes específicos:

	Ejemplos de Acciones Correctivas para los Sitios	

\* Los contaminantes entre paréntesis son ejemplos de cada tipo de contaminante.

#### LISTA DE CITAS UTILIZADAS PARA IDENTIFICAR CONTAMINANTES Y TECNOLOGÍAS COMUNES

*Bioremediation of Hazardous Waste: Research Development, and Field Evaluation* (EPA 540-R-95-532) (Bioremediación de Residuos Peligrosos: Desarrollo de Investigaciones y Evaluación sobre el Terreno)

*Brownfields Technology Primer: Requesting and Evaluating Proposals That Encourage Innovative Technologies for Investigation and Cleanup* (EPA 540-R-01-005) (Manual Básico de Tecnologías para la Revitalización de Terrenos Contaminados: Cómo Solicitar y Evaluar Ofertas que Alientan el Uso de Tecnologías Innovadoras para Investigación y Limpieza)

*Contaminants and Remedial Options at Selected Metal-Contaminated Sites* (EPA 540-R-95-512, PB95-271961) (Contaminantes y Opciones de Remediación en Sitios Contaminados con Metales)

*Dry Cleaning and Laundry Plants, Fact Sheet* (EPA 530-SW-90-027b) (Plantas de Limpieza en Seco y Lavandería, Hoja de Datos)

*EPA OECA Industry Sector Notebooks* (Guías del Sector Industrial de la OECA)

*EPA ORD Brownfields Guides* (Guías de la ORD para Áreas de Revitalización de Terrenos Contaminados)

*EPA Region 3 Industry Profile Fact Sheets* (Hojas de Datos de los Perfiles de la Industria en la Región 3 de la EPA)

*EPA Remediation And Characterization Innovative Technologies* (EPA REACHIT) (Base de Datos en Línea para Búsquedas de Tecnologías Innovadoras de Remediación y Caracterización de la EPA)

*Federal Remediation Technologies Roundtable (FRTR) Case Studies* (Casos Práctico de la Mesa Redonda Federal sobre Tecnologías de Remediación)

*Field Sampling and Analysis Technologies Matrix, Version 1.0* (Matriz de Tecnologías para Toma de Muestras y Análisis sobre el Terreno, Versión 1.0)

*Guidelines for Waste Reduction and Recycling: Metal Finishing, Electroplating, Printed Circuit Board Manufacturing, Hazardous Waste Reduction Program, Oregon Department of Environmental Quality* (Sin número de documento) (Pautas para la Reducción de Desechos y el Reciclado: Acabado de Metales, Electrodeposición, Fabricación de Circuitos Impresos, Programa de Reducción de Residuos Peligrosos, Departamento de Calidad Ambiental de Oregon)

*Guides to Pollution Prevention* (Guías para la Prevención de la Contaminación):

- *Research and Educational Institutions* (EPA 625-7-90-010) (Instituciones Educativas y de Investigación)
- *Selected Hospital Waste Streams* (EPA 625-7-90-009) (Aguas Residuales de Hospitales Seleccionados)
- *The Automotive Refinishing Industry* (EPA 625-7-91-016) (La Industria de Carrocería de Automotores)
- *The Automotive Repair Industry* (EPA 625-7-91-013) (La Industria de Reparación de Automotores)
- *The Commercial Printing Industry* (EPA 625-7-90-008) (La Industria de Imprenta Comercial)
- *The Fiberglass-Reinforced and Composite Plastics Industry* (EPA 625-7-91-014) (La Industria de Plásticos Reforzados con Fibra de Vidrio y Plásticos Compuestos)
- *The Marine Maintenance and Repair Industry* (EPA 625-7-91-015) (La Industria de Mantenimiento y la Reparación de Barcos)
- *The Mechanical Equipment Repair Industry* (EPA 625-R-92-008) (La Industria de Reparación de Equipos Mecánicos)
- *The Pesticide Formulating Industry* (EPA 625-7-90-004) (La Industria de Formulación de Pesticidas)
- *The Pharmaceutical Industry* (EPA 625-7-91-017) (La Industria Farmacéutica)

*Low-Level Mixed Waste: A RCRA Perspective for NRC Licenses* (EPA 530-SW-90-057)  
(Residuos Mixtos de Bajo Nivel: Perspectiva de la RCRA sobre las Licencias del la Comisión de Regulación Nuclear)

*Pollution Prevention Technologies for the Bleached Kraft Segment of the U.S. Pulp and Paper Industry* (EPA 600-R-93-110) (Tecnologías para la Prevención de la Contaminación para la Producción de Papel Kraft Blanqueado en la Industria Estadounidense de Celulosa y Papel)

*Resource for MGP Site Characterization and Remediations: Expedited Site Characterization and Source Remediation at Former Manufactured Gas Plant Sites* (EPA 542-R-00-005) (Recurso para la Caracterización y Remediación de Sitios de Plantas Productoras de Gas: Caracterización Expedita de Sitios y Remediación en la Fuente en Sitios donde existían Plantas Productoras de Gas)

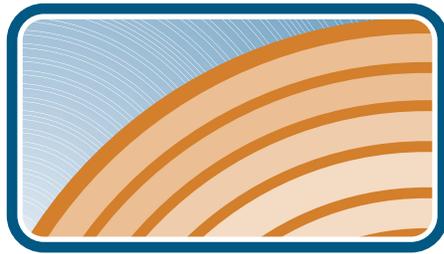
*Solving the Hazardous Waste Problem: EPA's RCRA Program* (EPA 530-SW-86-037)  
(Resolviendo el Problema de los Residuos Peligrosos: El programa RCRA de la EPA)

*Treatment Technologies for Site Cleanup: Annual Report, Ninth Edition* (EPA 542-R-99-001) (Tecnologías de Tratamiento para la Limpieza de Sitios: Memoria Anual, Décima Edición)

*U.S. Department of Energy Preferred Alternatives Matrices (PAM)*  
(Matrices de Alternativas Preferidas del Departamento de Energía (DOE) de los Estados Unidos)

*Waste Minimization Audit Report: Case Studies of Minimization of Mercury-Bearing Wastes at a Mercury Cell Chloralkali Plant; Project Summary* (EPA 600-S2-88-011)  
(Informe de Auditoría sobre Minimización de Residuos: Estudios de Casos sobre la Minimización de Residuos con Mercurio en una Planta de Alkali Clorado para Celdas de Mercurio; Resumen del Proyecto)

*Waste Minimization Opportunity Assessment: Philadelphia Naval Shipyard; Project Summary* (EPA 600-S2-90-046) (Evaluación de Oportunidades para la Minimización de Residuos; Astillero Naval de Filadelfia; Resumen del Proyecto)



## **ANEXO B**

## Anexo B

## LISTA DE SIGLAS Y GLOSARIO DE TÉRMINOS

<b>ABA</b>	<i>American Bar Association</i> (Asociación Americana de Abogacía)	<b>DQO</b>	<i>Data quality objective</i> (Objetivo de la calidad de información)
<b>ASTM</b>	<i>American Society for Testing and Materials</i> (Sociedad Americana para Ensayos y Materiales)	<b>ELI</b>	<i>Environmental Law Institute</i> (Instituto de Derecho Ambiental)
<b>BCRLF</b>	<i>Brownfields Cleanup Revolving Loan Fund</i> (Fondo de Préstamos Renovables para la Limpieza de Áreas de Revitalización de Terreno Contaminado)	<b>EPA</b>	<i>U.S. Environmental Protection Agency</i> (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos)
<b>BMP</b>	<i>Best management practices</i> (Mejores prácticas de manejo)	<b>EPA REACH IT</b>	<i>Remediation And Characterization Innovative Technologies</i> (Base de Datos de Búsquedas en Línea sobre Tecnologías Innovadoras de Remediación y Caracterización)
<b>BTEX</b>	Benceno, tolueno, etilbenceno y xileno	<b>EPCRA</b>	<i>Emergency Planning and Community Right to Know Act</i> (Ley de Prevención de Contingencias y Derecho Comunitario a la Información)
<b>BTSC</b>	<i>Brownfields Technology Support Center</i> (Centro de Apoyo de Tecnologías para la Revitalización de Terrenos Contaminados)	<b>ESC</b>	<i>Expedited Site Characterization Method</i> (Método de Caracterización Rápida de Sitios)
<b>CAA</b>	<i>Clean Air Act</i> (Ley de Aire Puro)	<b>ETV</b>	<i>Environmental Technology Verification</i> (Verificación de Tecnologías Ambientales)
<b>Cal/EPA</b>	<i>California Environmental Protection Agency</i> (Agencia de Protección Ambiental de California)	<b>EVS</b>	Extracción de vapores de suelo
<b>CEC</b>	<i>Cercla Education Center</i> (Centro de Educación de la CERCLA)	<b>FATE</b>	<i>Field Analytic Technologies Encyclopedia</i> (Enciclopedia de Tecnologías de Análisis en Campo)
<b>CERCLA</b>	<i>Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act</i> (Ley Integral de Respuesta, Compensación y Responsabilidad Ambiental)	<b>FDIC</b>	<i>Federal Deposit Insurance Corporation</i> (Corporación Federal de Seguros de Depósito)
<b>CERCLIS</b>	<i>Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Information System</i> (Sistema de Información Integral sobre Respuesta, Compensación y Responsabilidad Ambiental)	<b>FRTR</b>	<i>Federal Remediation Technologies Roundtable</i> (Mesa Redonda Federal de Tecnologías de Remediación)
<b>CI</b>	Control institucional	<b>GWRTAC</b>	<i>Ground-Water Remediation Technologies Analysis Center</i> (Centro de Análisis de Tecnologías de Remediación de Aguas Subterráneas)
<b>CLU-IN</b>	Sitio de Internet de la EPA sobre Información de Limpieza de Residuos Peligrosos	<b>HRS</b>	<i>Hazard Ranking System</i> (Sistema de Clasificaciones de Riesgo)
<b>CMST-CP</b>	<i>Characterization, Monitoring &amp; Sensor Technology – Cross-Cutting Program</i> (Programa Horizontal de Tecnologías de Caracterización, Monitoreo y Sensores)	<b>HSRC</b>	<i>Hazardous Substance Research Centers</i> (Centros de Investigación de Sustancias Peligrosas)
<b>COV</b>	Compuesto orgánico volátil	<b>HSWA</b>	<i>Hazardous and Solid Waste Amendments</i> (Enmiendas de Residuos Peligrosos y Sólidos)
<b>CWA</b>	<i>Clean Water Act</i> (Ley de Agua Pura)	<b>HTML</b>	<i>Hypertext markup language</i> (Lenguaje de señalamiento de hipertexto)
<b>DNAPL</b>	<i>Dense nonaqueous-phase liquid</i> (Líquido denso de fase no acuosa)	<b>HTRW-CX</b>	<i>Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste Center of Expertise</i> (Centro Especialista en Residuos Peligrosos, Tóxicos y Radiactivos)
<b>DoD</b>	<i>Department of Defense</i> (Departamento de Defensa)	<b>IDC</b>	<i>Interinstitutional DNAPL Consortium</i> (Consortio Interinstitucional para líquidos densos de fase no acuosa)
<b>DOE</b>	<i>Department of Energy</i> (Departamento de Energía)	<b>ISBN</b>	<i>International Standard Book Number</i> (número estándar internacional de libros)
<b>DOI</b>	<i>Department of the Interior</i> (Departamento del Interior)		
<b>DSCP</b>	<i>Drycleaning Solvent Cleanup Program</i> (Programa de Limpieza de Solventes provenientes de la Limpieza en Seco)		

<b>ITRC</b>	<i>Interstate Technology and Regulatory Council</i> (Consejo Interestatal para la Regulación de Tecnologías)	<b>SARA</b>	<i>Superfund Amendments and Reauthorization Act</i> (Ley de Enmiendas y Nueva Autorización del Superfondo)
<b>LDFNA</b>	Líquidos densos de fase no acuosa	<b>SCAPS</b>	<i>Site Characterization and Analysis Penetrometer System</i> (Sistema de Caracterización de Sitios y Penetrómetro de Análisis)
<b>MCX</b>	<i>Mandatory Center of Expertise</i> (Centro Especialista Obligatorio)	<b>SCRD</b>	<i>State Coalition for Remediation of Drycleaners</i> (Coalición del Estado para la Descontaminación de Tintorerías)
<b>MGP</b>	<i>Manufactured gas plant</i> (Planta productora de gas)	<b>SenTIX</b>	<i>Sensor Technology Information Exchange</i> (Intercambio de Información de la Tecnología de Sensores)
<b>MTBE</b>	Metil-ter-butil-éter	<b>SITE</b>	<i>Superfund Innovative Technology Evaluation</i> (Evaluación de Tecnologías Innovadoras para Sitios del Superfondo)
<b>NCP</b>	<i>National Contingency Plan</i> (Plan Nacional de Respuesta a Contingencias)	<b>SRI</b>	<i>Superfund Redevelopment Initiative</i> (Iniciativa de Reaprovechamiento de Sitios del Superfondo)
<b>NERL</b>	<i>National Exposure Research Laboratory</i> (Laboratorio Nacional de Investigación de Exposición)	<b>TAB</b>	<i>Technical Assistance to Brownfields</i> (Programa de Asistencia Técnica para Áreas de Revitalización de Terrenos Contaminados)
<b>NPDES</b>	<i>National Pollutant Discharge Elimination System</i> (Sistema Nacional para la Eliminación de Descargas de Contaminantes)	<b>TAME</b>	Ter-amil-metil-éter
<b>NPL</b>	<i>National Priorities List</i> (Lista Nacional de Prioridades)	<b>TCE</b>	Tricloroetano
<b>NRC</b>	Nuclear Regulatory Commission (Comisión de Regulación Nuclear)	<b>TIO</b>	<i>Technology Innovation Office</i> (Oficina de Innovación Tecnológica)
<b>OECA</b>	<i>Office of Enforcement and Compliance Assurance</i> (Oficina de Aplicación de la Ley y Control de Cumplimiento Normativo)	<b>TOSC</b>	<i>Technical Outreach for Communities Program</i> (Programa de Extensión Técnica para Comunidades)
<b>OERR</b>	<i>Office of Emergency and Remedial Response</i> (Oficina de Respuesta a Emergencias y Remediación)	<b>TRAINEX</b>	<i>Training-Exchange</i> (Intercambio de Capacitación)
<b>O&amp;M</b>	Operación y mantenimiento	<b>TSCA</b>	<i>Toxic Substances Control Act</i> (Acta de Control de Sustancias Tóxicas)
<b>OPA</b>	<i>Oil Pollution Act</i> (Ley de Contaminación por Petróleo)	<b>TSE</b>	<i>Targeted Site Efforts</i> (Esfuerzos para Sitios Identificados)
<b>ORD</b>	<i>Office of Research and Development</i> (Oficina de Investigación y Desarrollo)	<b>USAF</b>	<i>United States Air Force</i> (Fuerzas Aéreas de los Estados Unidos)
<b>OSWER</b>	<i>Office of Solid Waste and Emergency Response</i> (Oficina de Desechos Sólidos y Respuesta a Emergencias)	<b>USC</b>	<i>United States Code</i> (Código de los Estados Unidos)
<b>OSW</b>	<i>Office of Solid Waste</i> (Oficina de Desechos Sólidos)	<b>USGS</b>	<i>United State Geological Survey</i> (Servicio de Levantamiento Geológico de los Estados Unidos)
<b>OUST</b>	<i>Office of Underground Storage Tanks</i> (Oficina de Tanques de Almacenamiento Subterráneo)	<b>UST</b>	<i>Underground storage tank</i> (Tanque de almacenamiento subterráneo)
<b>PCE</b>	Percloroetileno	<b>UV</b>	Ultravioleta
<b>PCF</b>	Pentaclorofenol	<b>VPN</b>	Valor presente neto
<b>pdf</b>	<i>Portable document format (Adobe Acrobat)</i> (Formato de documento portátil)	<b>WGA</b>	<i>Western Governors' Association</i> (Asociación de Gobernadores del Oeste)
<b>POL</b>	<i>Petroleum, oil, and lubricants</i> (Petróleo, aceite y lubricantes)		
<b>PTI</b>	<i>Public Technology Inc.</i>		
<b>RCRA</b>	<i>Resource Conservation and Recovery Act</i> (Ley de Conservación y Recuperación de Recursos)		

A continuación, figura una lista de términos especializados que se usan durante la limpieza de terrenos contaminados.

**Absorción (*Absorption*)**

La absorción es el pasaje de una sustancia a otra, o a través de ella.

**Acción Correctiva Basada en el Riesgo (*Risk-Based Corrective Action*)**

Según la definición de la EPA, la acción correctiva basada en el riesgo es un proceso dinámico por lo cual se integran la práctica de la evaluación de la exposición y del riesgo con el proceso de acción correctiva tradicional para asegurar la selección de acciones correctivas apropiadas y eficaces en cuanto a costos, y que los recursos limitados se asignen adecuadamente. La acción correctiva basada en el riesgo se basa específicamente en la *Guía para Acciones Correctivas Basadas en el Riesgo Aplicadas en Sitios de Derrame de Petróleo*, publicada por ASTM. El proceso de la acción correctiva basada en el riesgo se puede adaptar a leyes y prácticas regulatorias estatales y locales aplicables. *Véase también* American Society of Testing and Materials.

**Acción de Extracción (*Removal Action*)**

Una acción de extracción es, por lo general, una actividad a corto plazo destinada a estabilizar o limpiar un sitio contaminado con residuos peligrosos que representa una amenaza inmediata para la salud humana o el medio ambiente. Las acciones de extracción incluyen la retirada de tanques o bidones de sustancias peligrosas encontradas en la superficie, y la instalación de controles de drenaje o medidas de seguridad, tales como la colocación de vallas en el sitio. Las acciones de eliminación también se pueden realizar para responder a derrames accidentales de sustancias peligrosas. La CERCLA establece limitaciones de tiempo y de dinero a la duración de las acciones de eliminación. *Véase también* Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act.

**Acción de Respuesta (*Response Action*)**

Una acción de respuesta es una acción de eliminación de corto plazo o una acción correctiva de largo plazo, autorizada conforme a la CERCLA, que se adopta en un sitio para solucionar los derrames de sustancias peligrosas.

**Acción Judicial (*Enforcement Action*)**

Una acción judicial consiste en una acción emprendida por la EPA basada en la autoridad que le confieren diversas leyes medioambientales, como CERCLA, RCRA, CAA, CWA, TSCA y otras. Por ejemplo, conforme a la CERCLA, la EPA puede obtener un acuerdo voluntario, u obligar a las partes

potencialmente responsables a implementar acciones de eliminación o remediación cuando se han producido derrames de sustancias peligrosas. *Véase también* Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act, *Partes Potencialmente Responsables y Acciones de Extracción*.

**Acta de Decisión (*Record of Decision*)**

Una acta de decisión es un documento legal, técnico y público que explica qué método de limpieza se usará en un sitio de la Lista de Prioridades Nacionales del programa del Superfondo. La acta de decisión se basa en la información y los análisis técnicos generados durante la investigación de acciones correctivas, el estudio de factibilidad y en consideración de los comentarios públicos. *Véase también* *Evaluación Preliminar e Investigación de Sitio, e Investigación de Acciones Correctivas y Estudio de Factibilidad*.

**Acuífero (*Aquifer*)**

Un acuífero es una formación rocosa subterránea formada por materiales como arena, tierra o grava que puede almacenar aguas freáticas y verterlas a pozos y manantiales.

**Adsorción (*Adsorption*)**

La adsorción es la adhesión a una superficie de moléculas de gas, líquidos o sólidos disueltos. Este término también se refiere a un método de tratamiento de residuos que consiste en usar carbón activado para extraer compuestos orgánicos de aguas residuales. *Véase también* *Adsorción con Carbón Activado*.

**Adsorción con Carbón Activado (*Carbon Adsorption*)**

Una tecnología de remediación que elimina contaminantes del aire o de la tierra a través de su adsorción física a gránulos de carbón. Para mejorar la adsorción, el carbón se “activa” mediante un proceso que crea partículas porosas con grandes superficies internas. Existen varias clases comerciales de carbón activado para aplicaciones específicas.

**Agua Freática o Subterránea (*Groundwater*)**

El agua freática o subterránea es el agua que se encuentra bajo la superficie de la tierra, que llena los poros de materiales tales como la arena, la tierra o la grava, y que a menudo alimenta pozos y manantiales. *Véase también* *Acuífero*.

**Agua Residual (*Wastewater*)**

El agua residual es agua gastada o usada de una residencia individual, de una comunidad, una granja o una industria, que contiene materia disuelta o en suspensión.

**Agua Superficial (Surface Water)**

Las aguas superficiales son todas las aguas naturalmente abiertas a la atmósfera, como ríos, lagos, presas, arroyos y mares.

**Aireación de Pozos *In Situ* (In Situ Well Aeration)**

La aireación de pozos *in situ* consiste en inyectar aire en un pozo con doble criba, permitiendo que los COV en el agua subterránea contaminada sean transferidos de la fase disuelta a la fase gaseosa por medio de burbujas de aire. A medida que las burbujas de aire suben a la superficie del agua, los vapores son aspirados y tratados mediante un sistema EVS.

**Aireación Mecánica de Suelos (Mechanical Soil Aeration)**

La aireación mecánica mueve la tierra contaminada mediante un arado o por otro medio, con el fin de volatilizar los contaminantes.

**Amenaza Grave (Substantial Risk)**

Este término se refiere al nivel de contaminación que un estado consideraría lo suficientemente grave como para suscitar una acción. Los umbrales varían de un estado a otro.

**American Society for Testing and Materials (ASTM)**

La ASTM establece normas para numerosos servicios, incluidos los métodos para la toma de muestras y ensayo de residuos peligrosos y medios contaminados con residuos peligrosos.

**Analizador de Vapor de Mercurio (Mercury Vapor Analyzer)**

Un analizador de vapor de mercurio es un instrumento que proporciona mediciones en tiempo real de concentraciones de mercurio en el aire.

**Analizador Radiográfico de Fluorescencia (X-Ray Fluorescence Analyzer)**

Un analizador radiográfico de fluorescencia es un instrumento independiente y portátil, que consiste en una fuente de energía dispersiva de rayos X, un detector y procesador de datos que detecta y cuantifica metales específicos o grupos de metales.

**Áreas de Revitalización de Terrenos Contaminados (Brownfields)**

Las áreas de revitalización de terrenos contaminados son establecimientos industriales y comerciales abandonados, paralizados o subutilizados donde la expansión o el reaprovechamiento se ven obstaculizados por la contaminación ambiental, ya sea ésta real o percibida.

**Aromáticos (Aromatics)**

Los aromáticos son compuestos orgánicos que contienen estructuras con anillos de seis carbonos, como la creosota, el tolueno y el fenol. Con frecuencia, se encuentran aromáticos en tintorerías y plantas de armado de componentes electrónicos

**Aseguramiento de la Calidad (Quality Assurance)**

El control de calidad es un sistema de actividades de gestión por las que se asegura que un procedimiento, elemento o servicio sea del tipo y de la calidad que el usuario necesita. El sistema de control de calidad se ocupa del establecimiento de políticas y la administración de controles de gestión que comprenden la planificación, la implementación y la revisión de actividades de recopilación de datos. El sistema de control de calidad es un elemento importante de un sistema de calidad al garantizar que todo el diseño, el rendimiento, el monitoreo ambiental y la toma de muestras, así como otras actividades técnicas y de preparación de informes realizadas por la EPA, sean de la mejor calidad posible.

**Aspersión de Aire (Air Sparging)**

La aspersión de aire consiste en inyectar aire en la tierra por debajo de un área contaminada, formando burbujas que suben y transportan a la superficie los contaminantes atrapados y disueltos. A menudo, la aspersión con aire se usa en conjunción con sistemas de extracción de vapores del suelo. Véase también *Extracción de Vapores del Suelo (EVS)*.

**Atenuación Natural Controlada (Monitored Natural Attenuation)**

El término atenuación natural controlada se refiere a la acción correctiva que permite y controla que procesos naturales reduzcan las concentraciones de contaminantes a niveles aceptables. Los procesos pueden ser físicos, químicos y biológicos que actúan para reducir la masa, la toxicidad y la movilidad de la contaminación subterránea. Los procesos físicos, químicos y biológicos que participan en la atenuación natural controlada incluyen la biodegradación, la estabilización química, la dispersión, la sorción y la volatilización.

**Auditoría Ambiental (Environmental Audit)**

En términos generales, una auditoría ambiental es una revisión o investigación que determina si una instalación en funcionamiento cumple con las normas ambientales pertinentes. La auditoría puede verificar que se hayan obtenido los permisos requeridos, que el funcionamiento se desarrolle dentro de los límites de los permisos, y que se mantienen los registros correspondientes. El resultado habitual es una acción correctiva o un plan de cumplimiento para la instalación.

**Barreras Reactivas Permeables (*Permeable Reactive Barriers*)**

Las barreras reactivas permeables, también conocidas como paredes de tratamiento pasivo, se instalan en forma transversal de un penacho contaminado. A medida que el agua subterránea atraviesa la barrera reactiva permeable, los contaminantes se degradan o quedan retenidos en el material reactivo. Metales de valencia cero, sorbentes y microbios son algunos ejemplos de medios reactivos.

**Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xileno (BTEX) (*Benzene, Toluene, Ethylbenzene, and Xylene*)**

BTEX es el término que se usa para designar al benceno, tolueno, etilbenceno y xileno, compuestos aromáticos volátiles que generalmente se encuentran en los productos del petróleo tales como la gasolina y el diesel.

**Bifenilo Policlorado (Policlorobifenilos o PCB) (*Polychlorinated Biphenyl*)**

Los bifenilos policlorados forman un grupo de sustancias químicas tóxicas y persistentes producidas por la cloración del bifenilo, que anteriormente se usaban en los transformadores eléctricos de alta tensión porque son buenos conductores del calor, resisten el fuego y proveen buen aislamiento eléctrico. Por lo general, estos contaminantes derivan del proceso de desengrasar metales, de la limpieza de circuitos impresos, de las gasolinas y de los procesos de preservación de maderas.

**Biodegradabilidad (*Biodegradability*)**

La biodegradabilidad es la capacidad de una sustancia de descomponerse en sustancias más simples, sobre todo en productos inocuos, por la acción de organismos vivos (es decir microorganismos).

**Biopila (*Biopile*)**

La biopila consiste en un proceso de descomposición biológica desarrollado en una pila estática aireada donde la tierra se mezcla con agentes de modificación en un área de tratamiento que incluye sistemas de recolección de lixiviados y sistemas de aireación con sopladores o bombas de vacío. Se usa para reducir las concentraciones de los componentes del petróleo a través de la biodegradación. La humedad, el calor, los nutrientes, el oxígeno y el pH se pueden controlar para potenciar la biodegradación.

**Bioreactor (*Bioreactor*)**

Los bioreactores usan los microorganismos presentes en sistemas biológicos ligados o en suspensión para degradar los contaminantes del agua. En los sistemas biológicos en suspensión, tales como lechos

fluidificados de barros activados, o reactores de lotes secuenciales, el agua contaminada se hace circular en una piscina de aireación; los microbios degradan aeróbicamente las materias orgánicas y producen dióxido de carbono, agua y biomasa. En los sistemas ligados, como los contactores biológicos rotativos y los filtros percoladores, se establece una población microbiana en una matriz de soporte inerte. Las células forman un barro, que se decanta en un clarificador, se recicla hacia la piscina de aireación y se elimina.

**Bioremediación (*Bioremediation*)**

La bioremediación consiste en procesos de tratamiento que utilizan microorganismos tales como las bacterias, la levadura o los hongos para descomponer sustancias peligrosas en sustancias menos tóxicas o inocuas. La bioremediación se puede usar para limpiar tierras y aguas contaminadas. La bioremediación *in situ* trata las tierras o aguas freáticas contaminadas en el lugar donde se encuentran. En los procesos de bioremediación *ex situ*, la tierra contaminada es excavada o el agua es bombeada a la superficie antes de ser tratadas.

**Bioremediación de Fase de Barro (*Slurry-Phase Bioremediation*)**

La bioremediación de fase de barro, una tecnología de tratamiento que se puede usar sola o conjuntamente con otros tratamientos biológicos, químicos y físicos, es un proceso a través del cual los contaminantes orgánicos se convierten en compuestos inocuos. La bioremediación de fase de barro puede ser eficaz para tratar diversos compuestos orgánicos semivolátiles y compuestos orgánicos no volátiles, así como los combustibles, la creosota, los PCF y los bifenilos policlorados.

**Bioremediación Ex Situ (*Ex Situ Bioremediation*)**

En la bioremediación *ex situ* se usan microorganismos para degradar los contaminantes orgánicos presentes en tierras, barros y sólidos excavados. Los microorganismos descomponen los contaminantes, utilizándolos como fuente de alimentos. Los productos finales son, por lo general, el dióxido de carbono y el agua. La bioremediación *ex situ* incluye la bioremediación en fase de suspensión, en la cual la tierra se mezcla con agua y forma un barro que mantiene los sólidos en suspensión y los microorganismos en contacto con los contaminantes del suelo, y la bioremediación de fase sólida, en la cual la tierra es colocada en una celda o edificio y cultivada con adición de agua y nutrientes. El cultivo de la tierra y el estiércol son diferentes tipos de bioremediación de fase sólida.

### **Bioremediación *In Situ* (In Situ Bioremediation)**

Las técnicas de bioremediación *in situ* estimulan y crean un ambiente favorable para que los microorganismos proliferen y usen contaminantes como fuente de alimento y energía. Por lo general, esto implica proporcionar alguna combinación de oxígeno, nutrientes y humedad, y controlar la temperatura y el pH. A veces, para mejorar el proceso, se usan microorganismos adaptados a la degradación de cada contaminante en particular. El bioventeo es una forma común de la bioremediación *in situ*. El bioventeo utiliza pozos de extracción para hacer circular el aire, bombeándolo o no hacia el subsuelo.

### **Biosensor (Biosensor)**

Se trata de un dispositivo portátil que utiliza organismos vivientes, como microbios, o partes y productos de organismos vivientes, como enzimas, tejidos y anticuerpos, para producir reacciones en ciertos contaminantes químicos.

### **Bioslurping (Bioslurping)**

El *bioslurping* es la adaptación de tecnologías de deshidratación potenciadas con vacío para limpiar terrenos contaminados con hidrocarburos. El *bioslurping* combina elementos del bioventeo con la recuperación de productos libres, para recuperar en forma simultánea productos libres y producir la bioremediación de tierras en la zona vadosa. El bioventeo estimula la bioremediación aeróbica de tierras contaminadas por hidrocarburos, y la recuperación de productos libres potenciada con vacío extrae los líquidos livianos con fase no acuosa de la franja capilar y de la napa freática. Véase también *Zona Vadosa*.

### **Biotecnología (Biotechnology)**

El término biotecnología se refiere a la aplicación de técnicas biológicas avanzadas en la fabricación de productos industriales (por ejemplo antibióticos e insulina) o en la gestión ambiental (por ejemplo el reciclado de desechos).

### **Bioventeo (Bioventing)**

El bioventeo es una tecnología de remediación *in situ* que estimula la biodegradación natural de compuestos aeróbicamente degradables situados en la tierra mediante la inyección de oxígeno en el subsuelo. El bioventeo ha sido usado para remediar las descargas de productos del petróleo, como gasolina, combustibles de aviación, queroseno y diesel. Véase también *Bioremediación y Extracción de Vapores del Suelo*.

### **Bombeo y Tratamiento (Pump and Treat)**

El bombeo y tratamiento es un término general que se usa para describir métodos de remediación consistentes en el bombeo de agua subterránea a la

superficie para su tratamiento. Es uno de los métodos más comunes aplicados al tratamiento de acuíferos y aguas freáticas contaminadas.

### **Cadmio (Cadmium)**

El cadmio es un elemento metálico blanco plateado que se usa en diversas operaciones de manufactura, incluyendo la fabricación de baterías, recubrimientos, aleaciones y pigmentos. El cadmio es un metal pesado. Véase también *Metales Pesados*.

### **Calentamiento de Suelos con el Método de Seis Fases (Six-Phase Soil Heating)**

El calentamiento del suelo mediante el método de seis fases es una tecnología térmica *in situ* para la remediación de la contaminación de la tierra y del agua subterránea. El proceso divide a la electricidad convencional en seis fases eléctricas para efectuar el calentamiento resistivo eléctrico de la tierra y del agua subterránea. Cada fase eléctrica se suministra a uno de seis electrodos colocados en hexágono. El gradiente de tensión entre las fases hace que una corriente eléctrica fluya a través de la tierra y agua subterránea. La resistividad hace subir la temperatura. A medida que la tierra y el agua subterránea se calientan uniformemente hasta el punto de ebullición del agua, ésta se transforma en vapor, separando los contaminantes volátiles y semivolátiles de los poros. Además, la eliminación de la humedad de la tierra aumenta su permeabilidad al aire, lo que puede acelerar la eliminación de los contaminantes.

### **Calidad de Datos (Data Quality)**

Este término se refiere a todas las características de los datos que afectan su capacidad de satisfacer las necesidades expresas o implícitas y las expectativas del usuario.

### **Cantidad a Informar (Reportable Quantity)**

La cantidad a informar es la cantidad de sustancias peligrosas que, descargadas al medio ambiente, pueden causar un peligro sustancial a la salud humana o al medio ambiente. Conforme a la CERCLA, se debe notificar al gobierno federal cuando se descargan cantidades iguales a las cantidades a informar especificadas en los reglamentos o superiores a las mismas.

### **Capa de Confinamiento (Confining Layer)**

Una capa de confinamiento es una formación geológica caracterizada por su baja permeabilidad, que inhibe el paso del agua. Véase también *Lecho Rocoso y Permeabilidad*.

### **Carbazol (Carbazole)**

El carbazol se forma como consecuencia de la combustión incompleta de materias orgánicas que

contienen nitrógeno. Al calentarse hasta la descomposición, estos materiales emiten vapores tóxicos de monóxido de carbono, dióxido de carbono y óxidos de nitrógeno. El carbazol se aplica a las placas fotográficas para hacerlas sensibles a la luz ultravioleta, y se usa también en la fabricación de reactivos, explosivos, insecticidas, lubricantes y antioxidantes de caucho.

#### **Clean Air Act (CAA)**

La CAA (Ley de Aire Limpio) es una ley federal promulgada en 1970 que obliga a la EPA establecer reglamentos para controlar la emisión de contaminantes al aire, con el fin de proteger la salud humana y el medio ambiente.

#### **Clean Water Act (CWA)**

La CWA (Ley de Agua Pura) es una enmienda, promulgada en 1977, de la *Water Pollution Control Act* (Ley de Control de la Contaminación del Agua) de 1972, que establece la estructura básica para regular las descargas de contaminantes en las aguas de los Estados Unidos. Esta ley confirió a la EPA la autoridad para establecer normas sobre descargas de aguas residuales en forma específica para cada industria y fijar niveles de calidad del agua para todos los contaminantes en aguas superficiales.

#### **Clorador (Chlorinator)**

Un clorador es un dispositivo que agrega cloro, en forma líquida o gaseosa, al agua o a las aguas servidas, para matar las bacterias.

#### **Colorante Hidrófobo (Hydrophobic Dye)**

Los colorantes hidrófobos se agregan a los líquidos para facilitar la observación de la presencia de elementos incoloros.

#### **Colorimétrico (Colorimetric)**

Este término se refiere a indicadores basados en reacciones químicas, que se usan para producir reacciones a compuestos individuales o a clases de compuestos. Las reacciones, como cambios visibles de la coloración u otros indicios fáciles de observar, se usan para detectar y cuantificar los contaminantes.

#### **Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act (CERCLA)**

La CERCLA (Ley Integral de Respuesta, Compensación y Responsabilidad Ambiental) es una ley federal sancionada en 1980 que creó un impuesto especial por el que se financia un fondo de fideicomiso, conocido como Superfondo, que se utiliza para la investigación y limpieza de sitios que contienen residuos peligrosos abandonados o sin controlar. Por medio de la CERCLA, se requirió, por primera vez, que la EPA avanzara más allá de su tradicional función de ente regulador y

ejerciera una autoridad de respuesta para limpiar terrenos contaminados por residuos peligrosos. La EPA tiene la responsabilidad primaria de gestionar las actividades de limpieza y cumplimiento de la ley autorizadas conforme a la CERCLA. En virtud de este programa, la EPA puede pagar la limpieza si las partes responsables de la contaminación no se pueden localizar, o no quieren o no pueden realizar el trabajo; también puede emprender acciones legales para obligar a las partes responsables de la contaminación a limpiar el sitio o reintegrar al gobierno federal el costo de la limpieza. *Véase también Superfondo.*

#### **Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Information System (CERCLIS)**

El CERCLIS (Sistema de Información Integral sobre Respuesta, Compensación y Responsabilidad Ambiental) es una base de datos que funciona como el inventario oficial de los terrenos contaminados con residuos peligrosos gestionados por el programa del Superfondo. El sistema CERCLIS también contiene información sobre todos los aspectos de los terrenos contaminados con residuos peligrosos, desde su descubrimiento inicial hasta que son dados de baja de la Lista de Prioridades Nacionales. La base de datos también mantiene información sobre actividades planificadas y en curso, así como información financiera presentada por las oficinas regionales de la EPA. El sistema CERCLIS registra los objetivos y los logros del programa del Superfondo y se usa para presentar esta información al Administrador de la EPA, al Congreso y a la población. *Véase también National Priorities List y Superfondo.*

#### **Compuesto Inorgánico (Inorganic Compound)**

Un compuesto inorgánico es un compuesto que por lo general no contiene átomos de carbono (aunque los compuestos de carbonatos y bicarbonatos constituyen excepciones notables) y tiende a ser más soluble en agua. Entre los ejemplos de compuestos inorgánicos se cuentan diversos ácidos, el hidróxido de potasio y los metales.

#### **Compuesto Orgánico Halogenado (Halogenated Organic Compound)**

Un compuesto orgánico halogenado es un compuesto que contiene moléculas de cloro, bromo, yodo y flúor. Los compuestos orgánicos halogenados se usaban en los transformadores eléctricos de alta tensión porque son buenos conductores de calor, al tiempo que son resistentes al fuego y actúan como aisladores eléctricos. Muchos herbicidas, pesticidas y desengrasantes se fabrican con compuestos orgánicos halogenados.

### **Compuesto Orgánico Semivolátil (Semi-Volatile Organic Compound)**

Los compuestos orgánicos semivolátiles, compuestos principalmente por carbono y átomos de hidrógeno, tienen puntos de ebullición superiores a los 200 °C. Entre los compuestos orgánicos semivolátiles más comunes se cuentan los bifenilos policlorados y el fenol. Véase también *Fenol y Bifenilo Policlorado*.

### **Compuesto Orgánico Volátil (COV) (Volatile Organic Compound)**

Los COV pertenecen al grupo de compuestos que contienen carbono y que se evaporan con facilidad a temperatura ambiente. El tricloroetano, el tricloroetileno y los BTEX son ejemplos de los COV. Por lo general, estos contaminantes derivan del proceso de desengrasar metales, de la limpieza de circuitos impresos, de las gasolinas y de los procesos de preservación de maderas.

### **Comunicación de Riesgos (Risk Communication)**

La comunicación de riesgos, es decir, el intercambio de información sobre riesgos a la salud o al medio ambiente entre los consultores de riesgos, el personal encargado de la gestión de riesgos, la comunidad local, los medios de comunicación y los grupos afectados, es el proceso de informar a los miembros de la comunidad local sobre los riesgos ambientales relacionados con un emplazamiento y con las medidas que se están tomando para solucionarlos.

### **Contaminante (Contaminant)**

Un contaminante es cualquier sustancia o materia física, química, biológica o radiológica presente en cualquier medio en concentraciones que pueden representar una amenaza a la salud humana o al ambiente.

### **Control de Calidad (Quality Control)**

El control de calidad se refiere a las precauciones científicas, tales como las calibraciones y duplicaciones, que son necesarias para adquirir datos de calidad conocida y adecuada. El sistema de control de calidad es de naturaleza técnica y se implementa a nivel de proyecto. Al igual que el sistema control de calidad, el sistema de control de calidad es un elemento importante de un sistema de calidad por el que se garantiza que todo el diseño, el rendimiento, el monitoreo ambiental y la toma de muestras, así como otras actividades técnicas y de preparación de informes realizadas por la EPA, sean de la mejor calidad posible.

### **Control de Ingeniería (Engineered Control)**

Este tipo de controles, entre los que se cuenta, por ejemplo, la colocación de barreras entre un área contaminada y el resto de un emplazamiento, es una

forma de gestionar los riesgos ambientales y sanitarios. Se pueden usar para limitar las vías de exposición.

### **Control por Inyección Subterránea (Underground Injection Control)**

El control por inyección subterránea es la prevención de la contaminación que se logra manteniendo fluidos inyectados dentro del pozo y de la zona de inyección prevista, o, en el caso de fluidos inyectados en forma directa o indirecta, en una fuente de agua potable subterránea, asegurando que los fluidos inyectados no causen que un sistema público de agua viole las normas sobre agua potable o que tenga algún otro efecto adverso sobre la salud pública. Los requisitos mínimos afectan la localización de un pozo de inyección y la construcción, operación, mantenimiento, supervisión, prueba y cierre del mismo.

### **Controles Institucionales (Institutional Controls)**

Un control institucional es una medida legal o institucional que pone límites a las actividades del propietario de una propiedad o al acceso a un terreno determinado. La zonificación y los títulos de propiedad con notificaciones de restricciones son ejemplos de controles institucionales.

### **Corrosividad (Corrosivity)**

Entre los residuos corrosivos se cuentan aquellos que son ácidos y pueden corroer metales como los que forman los tanques, contenedores, bidones y barriles.

### **Creosota (Creosote)**

La creosota es un líquido aceitoso obtenido de la destilación de la madera, que se usa como preservante de maderas y desinfectante, y que a menudo se encuentra en sitios donde se llevan a cabo actividades de preservación de maderas. Véase también *Aromáticos y Líquidos Livianos de Fase No Acuosa*.

### **Cromatografía de Gas (Gas Chromatography)**

La cromatografía de gas es una tecnología que se usa para investigar y evaluar la contaminación de la tierra y del agua. Se usa para analizar COV y compuestos orgánicos semivolátiles. Esta técnica identifica y cuantifica los compuestos orgánicos sobre la base de su peso molecular, sus patrones característicos de fragmentación y su tiempo de retención. Los avances recientes en la cromatografía de gas que se consideran innovadores son los equipos portátiles, para uso exterior, equipados con fuentes de alimentación eléctrica independientes.

### **Cultivo de la Tierra (Landfarming)**

El cultivo de la tierra es la diseminación e incorporación de residuos en la tierra para iniciar el tratamiento biológico.

### **Data Quality Objective (DQO)**

*Véase objetivos de calidad de información.*

### **Descarga (Discharge)**

Una descarga es cualquier derrame, fuga, bombeo, vertido, emisión, vaciado, descarga, inyección, lixiviado o eliminación hacia el medio ambiente de una sustancia química peligrosa o tóxica o de una sustancia extremadamente peligrosa, conforme a lo definido en la RCRA. *Véase también* Resource Conservation and Recovery Act.

### **Descloración (Dechlorination)**

La descloración, el proceso que se usa principalmente para tratar y destruir contaminantes aromáticos halogenados, es la reacción química que elimina a los halógenos (por lo general, el cloro) de la estructura primaria de la sustancia química orgánica contaminante. Con la descloración se pueden tratar líquidos, tierras, barros y sedimentos contaminados, así como sustancias orgánicas halogenadas y bifenilos policlorados, pesticidas y algunos herbicidas.

### **Deshalogenación Química (Chemical Dehalogenation)**

La deshalogenación química es un proceso químico que elimina a los halógenos (generalmente el cloro) de un contaminante químico, reduciendo su peligrosidad. El proceso de deshalogenación química se puede aplicar a contaminantes halogenados comunes, como los bifenilos policlorados y las dioxinas, que pueden estar presentes en la tierra y en los aceites. La deshalogenación puede ser eficaz para eliminar halógenos de compuestos orgánicos peligrosos como las dioxinas, los bifenilos policlorados y ciertos pesticidas clorados. El lapso del tratamiento es breve, las necesidades de energía son moderadas, y los costos de operación y mantenimiento son relativamente bajos. Esta tecnología se puede transportar hasta el sitio, evitando así el traslado de los residuos peligrosos. *Véase también* Bifenilo Policlorado y Dioxina.

### **Desorción Térmica (Thermal Desorption)**

La desorción térmica es una tecnología de tratamiento innovadora que calienta tierras contaminadas con residuos peligrosos a temperaturas que van de los 200 a los 1000 °F para que los contaminantes con bajos puntos de ebullición se vaporicen y separen del suelo. A continuación, los contaminantes vaporizados se recolectan para su tratamiento ulterior o destrucción, generalmente con un sistema de aire utilizado para el tratamiento de emisiones. La tecnología es especialmente eficaz para el tratamiento de COV, compuestos orgánicos semivolátiles, y otros contaminantes orgánicos como los bifenilos

policlorados, los hidrocarburos aromáticos policíclicos y los pesticidas. Es también eficaz para separar los productos orgánicos de los residuos de la refinación, los residuos del alquitrán de carbón, los residuos de los tratamientos de las maderas y los residuos de pintura. También puede separar los solventes, los pesticidas, los bifenilos policlorados, las dioxinas y los aceites de combustible de los suelos contaminados. *Véase también* Hidrocarburo Poliaromático, Bifenilo Policlorado, Compuesto Orgánico Semivolátil, y Compuesto Orgánico Volátil.

### **Detector de Fotoionización (Photoionization Detector)**

Un detector de fotoionización es un detector no destructivo que a menudo se usa conjuntamente con la cromatografía gaseosa y que mide el cambio de señal que se va produciendo a medida que el material analizado es ionizado por una lámpara ultravioleta. El detector también se usa para detectar COV e hidrocarburos de petróleo. *Véase también* Equipo Portátil de Cromatografía Gaseosa.

### **Detector de Ionización por Llama (Flame Ionization Detector)**

Es un instrumento que, a menudo, se usa conjuntamente con la cromatografía gaseosa para medir el cambio de señal cuando los materiales a analizar son ionizados por medio de una llama de hidrógeno y aire. También se usa para detectar fenoles, ftalatos, hidrocarburos aromáticos policíclicos, COV e hidrocarburos del petróleo. *Véase también* Cromatografía de Gas.

### **Dibenzofuranos (Dibenzofurans)**

Los dibenzofuranos forman un grupo de compuestos aromáticos polinucleares, algunos de los cuales son tóxicos. *Véase también* Hidrocarburo Aromático Polinuclear.

### **Dieldrin (Dieldrin)**

La dieldrin es un insecticida que se usó hasta 1974 para combatir insectos en cultivos de algodón, maíz y cítricos, y para eliminar langostas, mosquitos y termitas. También se usaba como un preservante del algodón. La mayor parte de los usos de la dieldrin se prohibieron en 1987.

### **Dioxina (Dioxin)**

Las dioxinas pertenecen a la familia de los compuestos conocidos químicamente como dibenzo-p-dioxinas. Son sustancias químicas que se liberan durante la combustión. Su peligro radica en su potencial toxicidad y en el riesgo que plantea la contaminación de productos comerciales. Las calderas y los hornos industriales se cuentan entre las fuentes de dioxina.

### **Diseño de Remediación y Acción Correctiva** *(Remedial Design and Remedial Action)*

El diseño de remediación y acción correctiva es el paso del proceso de limpieza conforme al programa del Superfondo que sigue al diseño de remediación y acción correctiva y a la selección de una acción correctiva. El diseño de remediación es la preparación de planes de ingeniería y de especificaciones para implementar la remediación en forma correcta y eficaz. La acción correctiva es la construcción o implementación efectiva de la acción correctiva. Véase también *Investigación de Acciones Correctivas y Estudio de Factibilidad*.

### **Eliminación (Disposal)**

La eliminación es la colocación o destrucción definitiva de residuos tóxicos, radiactivos o de otra naturaleza, de excedentes de pesticidas u otras sustancias químicas, o de pesticidas o sustancias químicas prohibidas, tierras contaminadas y bidones de materiales peligrosos provenientes de actividades de limpieza o descargas accidentales. La disposición se puede realizar a través de rellenos sanitarios aprobados y seguros, embalses superficiales, la agricultura, la inyección en pozos profundos, o el vertido en los océanos.

### **Enjuague con Surfactantes (Surfactant Flushing)**

El enjuague con surfactantes es una tecnología usada para tratar las aguas freáticas contaminadas. El enjuague con agentes tensioactivos de los líquidos de fase no acuosa aumenta la solubilidad y la movilidad de los contaminantes en el agua para facilitar la biodegradación de los líquidos de fase no acuosa en el acuífero o recuperarlos para su tratamiento en superficie. Véase también *Líquido de Fase No Acuosa*.

### **Enjuague de Suelos (Soil Flushing)**

En el enjuague de suelos, se aplican al suelo o se inyectan en el agua subterránea grandes volúmenes de agua, a los que a veces se añaden compuestos de tratamiento, para elevar el nivel de la napa freática hasta la zona de la tierra contaminada. Los contaminantes se lixivian hacia el agua subterránea, y los fluidos de extracción se recuperan del acuífero subyacente. En los casos posibles, se reciclan los fluidos.

### **Enjuague de suelos In Situ (In Situ Soil Flushing)**

El enjuague de suelos *in situ* es una tecnología de tratamiento innovadora que consiste en inundar las tierras contaminadas por debajo de la superficie con una solución que traslada los contaminantes hasta un área desde la cual pueden ser eliminados. La tecnología requiere la perforación de pozos de inyección y de extracción *in situ*, y disminuye la necesidad de excavar, manipular o transportar sustancias peligrosas. Los

contaminantes que se pueden tratar mediante el enjuague de suelos *in situ* incluyen metales pesados (como el plomo, el cobre y el cinc), compuestos orgánicos halogenados, aromáticos y bifenilos policlorados. Véase también *Aromáticos, Compuesto Orgánico Halogenado, Metal Pesado y Bifenilo Policlorado*.

### **Equipos Detectores Electroquímicos (Electrochemical Detector Kits)**

Los equipos detectores electroquímicos utilizan las cargas eléctricas de los iones que forman el material objetivo a analizar para identificar y cuantificar el material objetivo a analizar presente en una muestra. Por lo general, los iones son atraídos a un ánodo o a un cátodo o a ambos, dependiendo de su carga, lo que lleva a la generación de una corriente eléctrica que la pantalla o el sistema electrónico del equipo mide y convierte en una concentración de muestra. Para ayudar a la reacción se puede utilizar un catalítico específico para el material analizado. Los equipos independientes incluyen todos los instrumentos y suministros necesarios para producir un resultado analítico.

### **Espectroscopía de Absorción Atómica en Horno de Grafito (Graphite Furnace Atomic Absorption Spectroscopy)**

La espectroscopia de absorción atómica en horno de grafito es una técnica espectroscópica de alta sensibilidad que proporciona excelentes límites de detección para medir concentraciones de metales en muestras líquidas. Las muestras de agua se pueden analizar directamente, en tanto que las muestras de tierra primero se deben someter a un proceso de extracción para trasladar los contaminantes a una solución, para luego proceder a su análisis. Se vaporiza la muestra en el horno de grafito, y luego se pasa luz de una longitud de onda específica a través del vapor atómico del elemento en cuestión. Se mide la atenuación de la intensidad de la luz que se produce a consecuencia de la absorción, y la cantidad de atenuación se convierte a una estimación de la concentración del metal contaminante.

### **Espectrometría de Masas (Mass Spectrometry)**

La espectrometría de masas es un método de análisis químico en el cual la sustancia a ser analizada se calienta y coloca en el vacío. El vapor resultante se expone a un haz de electrones que produce la ionización de las moléculas o de sus fragmentos. Los átomos ionizados se separan de acuerdo a su masa y de este modo se pueden identificar.

### **Espectroscopía Infrarroja con Transformadas de Fourier (Fourier Transform Infrared Spectroscopy)**

Un espectroscopio infrarrojo con transformadas de Fourier es una herramienta analítica de monitoreo del

aire, que usa un sistema láser para identificar la composición química de los contaminantes.

### **Estratigrafía (Stratigraphy)**

La estratigrafía es el estudio de la formación, la composición y la secuencia de los sedimentos, sean éstos consolidados o no.

### **Estudio de Medidas Correctivas (Corrective Measure Study)**

Si, durante la realización de una investigación de instalación conforme a la RCRA, se determina la posible necesidad de medidas correctivas, el propietario u operador de la instalación debe entonces realizar un estudio de medidas correctivas. La finalidad del estudio es identificar, evaluar y recomendar medidas correctivas específicas basadas en una evaluación de ingeniería detallada. Usando datos reunidos durante la investigación de instalación conforme a la RCRA, el estudio demuestra que las medidas propuestas serán eficaces para controlar la fuente de contaminación y los problemas planteados por la migración de sustancias desde la fuente original al medio ambiente. Las medidas también se deben evaluar en términos de la factibilidad técnica, la capacidad para satisfacer los requisitos relativos a la protección de la salud pública y del medio ambiente, los posibles efectos ambientales adversos, y las limitaciones institucionales. Véase también *Investigación de Instalaciones conforme a la RCRA*.

### **Evaluación Ambiental de Fase I (Phase I Environmental Assessment)**

Una evaluación ambiental de Fase I es una investigación ambiental inicial que se limita a la búsqueda de antecedentes históricos para determinar la propiedad de un emplazamiento e identificar los tipos de procesos químicos que allí se realizaban. Una evaluación de Fase I incluye una visita al sitio, pero no incluye toma de muestras. Si esta evaluación no identifica problemas importantes, no son necesarias las auditorías de Fase II y III. Las evaluaciones de Fase I también se denominan comúnmente evaluaciones de sitio.

### **Evaluación Ambiental de Fase II (Phase II Environmental Assessment)**

Una evaluación ambiental de Fase II es una investigación ambiental que incluye pruebas realizadas en el sitio para confirmar la ubicación y la identidad de los riesgos ambientales. La evaluación incluye la preparación de un informe que incluye recomendaciones de alternativas de actividades de limpieza. Las evaluaciones de Fase II también se denominan comúnmente investigaciones de sitio.

### **Evaluación Ambiental de Fase III (Phase III Environmental Audit)**

Una evaluación ambiental de Fase III es el tercer paso de la evaluación, que incluye la remoción de materiales contaminados de un emplazamiento y su disposición en condiciones legales.

### **Evaluación Ambiental de Sitio (Environmental Site Assessment)**

Una evaluación ambiental del sitio es el proceso por el que se determina la presencia de contaminación en un emplazamiento.

### **Evaluación de Instalaciones conforme a la RCRA (RCRA Facility Assessment)**

La evaluación de instalaciones conforme a la ley RCRA se realiza en las instalaciones para determinar la existencia de descargas de residuos continuas o no. Durante la evaluación, la EPA o los entes reguladores del estado reúnen información sobre unidades de gestión de desechos sólidos y otras áreas de interés en las instalaciones establecidas por la RCRA, evalúan la información para determinar si hay descargas que ameritan investigaciones y medidas ulteriores, y determinan la necesidad de proceder con una investigación de la instalación conforme a la RCRA. Véase también *Resource Conservation and Recovery Act*.

### **Evaluación de Reaprovechamiento (Reuse Assessment)**

Una evaluación de reaprovechamiento consiste en la recopilación y evaluación de información para desarrollar hipótesis sobre futuras reutilizaciones razonablemente previstas para sitios comprendidos en el programa del Superfondo. Proporciona una herramienta para implementar las directivas sobre el uso de la tierra del programa del Superfondo y puede involucrar la revisión de los registros disponibles, inspecciones visuales del sitio, y conversaciones con los funcionarios del gobierno local, los propietarios de las propiedades y los miembros de la comunidad sobre los posibles usos futuros de la tierra.

### **Evaluación de Riesgo de Base (Baseline Risk Assessment)**

Una evaluación de riesgo de base es la que se realiza antes de iniciar las actividades de limpieza, con el fin de identificar y evaluar las amenazas a la salud humana y al medio ambiente. Una vez finalizada la remediación, la información obtenida durante la evaluación de riesgo de base se puede usar para determinar si se alcanzaron los niveles de limpieza establecidos.

### **Evaluación Preliminar e Inspección de Sitio (Preliminary Assessment and Site Inspection)**

Una evaluación preliminar e inspección de sitio es el procedimiento de recopilación y revisión de la

información disponible sobre un sitio contaminado o una descarga de contaminantes peligrosos conocidos o presuntos. Por lo general, la evaluación preliminar e inspección de sitio incluye una visita al sitio.

#### **Ex Situ (Ex Situ)**

El término *ex situ* o “retirado de su lugar original” significa excavado o trasladado.

#### **Extracción con Aire (Air Stripping)**

La extracción con aire es una tecnología de tratamiento que elimina o “extrae” los COV del agua subterránea o superficial contaminada. Cuando el aire es forzado a través del agua, los COV se volatilizan. Véase también *Compuestos Orgánicos Volátiles*.

#### **Extracción de Fase Doble (Dual-Phase Extraction)**

La extracción de fase doble, también denominada extracción de fases múltiples, es una tecnología que usa un sistema de vacío para eliminar diversas combinaciones de aguas freáticas contaminadas, productos del petróleo de fase separada y vapores del subsuelo. El sistema baja la napa freática alrededor de un pozo y expone una mayor parte de la formación. De este modo, los contaminantes en la zona vadosa recién expuesta se encuentran accesibles para aplicar la técnica de extracción de vapores del suelo. Una vez que alcanzan la superficie, los vapores o las sustancias orgánicas en fase líquida y las aguas freáticas se separan y se someten a tratamiento. Véase también *Extracción de Vapores del Suelo*.

#### **Extracción de Fluidos y Vapores (Fluid/Vapor Extraction)**

En la extracción de fluidos y vapores, se usa un sistema de alto vacío para eliminar simultáneamente líquidos y gases de formaciones de baja permeabilidad o heterogéneas. El pozo de extracción al vacío incluye una sección equipada con pantallas de filtración en la zona de la tierra y agua subterránea contaminada, y se usa para eliminar contaminantes situados por encima y por debajo de la napa freática. El sistema baja el nivel de la napa freática alrededor del pozo, y expone una mayor parte de la formación. De este modo, se puede acceder a los contaminantes situados en la zona vadosa recién expuesta para someterlos a la extracción de vapores, lo que elimina los contaminantes más eficientemente que los sistemas de bombeo y tratamiento.

#### **Extracción de Solventes (Solvent Extraction)**

La extracción de solventes es una tecnología de tratamiento innovadora que usa un solvente para separar o eliminar contaminantes orgánicos peligrosos de residuos de tipo aceitoso, tierra, barros y sedimentos. La tecnología no destruye los contaminantes, sino que

los concentra para poder reciclarlos o destruirlos más fácilmente con otra tecnología. La extracción de solventes se ha demostrado eficaz en el tratamiento de sedimentos, barros y tierras que contienen principalmente contaminantes orgánicos, como los bifenilos policlorados, los COV, compuestos orgánicos halogenados y residuos del petróleo. Por lo general, estos contaminantes derivan del desengrasado de metales, la limpieza de circuitos impresos, la nafta y procesos de preservación de maderas. La extracción de solventes es una tecnología transportable que se puede trasladar al sitio. Véase también *Compuesto Orgánico Halogenado, Bifenilo Policlorado y Compuesto Orgánico Volátil*.

#### **Extracción de Vapores del Suelo (EVS) (Soil Vapor Extraction)**

El EVS es un proceso que realiza la separación física de los contaminantes del suelo en forma de vapor, formando un vacío a través de la formación del suelo. El EVS elimina los COV y algunos compuestos orgánicos semivolátiles de la tierra situada debajo de la superficie.

#### **Extracción Subterránea Dinámica (Dynamic Underground Stripping)**

La extracción subterránea dinámica es un proceso que emplea la extracción de vapor durante la vaporización y el calentamiento eléctrico subterráneos. El calor, aplicado a través de vapor y electricidad, vaporiza los contaminantes atrapados en la tierra. Una vez vaporizados, los contaminantes se eliminan mediante la extracción al vacío. Este proceso es controlado y guiado mediante la generación de imágenes del subsuelo.

#### **Fango (Sludge)**

El fango es un desecho semisólido derivado de procesos de tratamiento del aire o del agua. Los productos del tratamiento de residuos de metales y la mezcla de residuos y tierra en el fondo de vertederos de líquidos, son ejemplos defangos, que pueden constituir residuos peligrosos.

#### **Fenoles (Phenols)**

Los fenoles forman parte de un grupo de compuestos orgánicos que derivan de la refinación de petróleo, de las operaciones textiles y de curtiembre, y de la fabricación de resinas.

#### **Filtración (Filtration)**

La filtración es un proceso de tratamiento que elimina la materia sólida del agua haciendo pasar el agua a través de un medio poroso, como la arena o un filtro artificial.

**Fitoremediación (*Phytoremediation*)**

La fitoremediación es una tecnología de tratamiento innovadora que usa plantas y árboles para limpiar tierras y aguas contaminadas. Las plantas pueden descomponer o degradar contaminantes orgánicos o estabilizar contaminantes metálicos, actuando como filtros o trampas. La fitoremediación se puede usar para limpiar metales, pesticidas, solventes, explosivos, petróleo crudo, carbonos poliaromáticos y lixiviados de rellenos sanitarios. Normalmente, su uso se limita a sitios donde las concentraciones de contaminantes son relativamente bajas y la contaminación se encuentra en tierras someras, arroyos y aguas subterráneas.

**Fitotecnología (*Phytotechnology*)**

El término fitotecnología se refiere a tecnologías que usan plantas vivientes. Véase también *Fitoremediación*.

**Fitotóxico (*Phytotoxic*)**

El término fitotóxico se usa para describir una sustancia dañosa para las plantas.

**Fluorescencia Ultravioleta (*Ultraviolet (UV) Fluorescence*)**

El sistema y la técnica analítica de fluorescencia ultravioleta (UV) se basa sobre la formación de imágenes de un contaminante mediante la fluorescencia suscitada con el sistema UV. Se prepara y sincroniza una cámara con una fuente de luz UV con pulsaciones, para evitar interferencias de la luz ambiente. Bajo el control de una computadora, un filtro sintonizado de cristal líquido selecciona la banda de espectro de la fluorescencia. Como alternativa, se puede usar un filtro de interferencia para proporcionar más luz en una región particular del espectro. La posibilidad de operar en múltiples espectros permite optimizar la detección de un contaminante particular en una superficie seleccionada del material. El sistema es portátil y el cabezal de generación de imágenes es pequeño, lo que permite montarlo sobre un trípode o controlarlo por robots.

**Fuente No Puntual (*Non-Point Source*)**

El término fuente no puntual se usa para identificar fuentes de contaminación que son difusas y que no tienen un punto de origen, o que no son descargadas a una corriente receptora desde un punto de descarga específico. Las fuentes no puntuales más comunes son el agua de lluvia, la escorrentía de tierras agrícolas, los sitios industriales, las playas de estacionamiento y las operaciones de tala de árboles, así como las fugas de gases de caños y acoples.

**Fuente Puntual (*Point Source*)**

Una fuente puntual es una ubicación estacionaria o instalación fija desde la que se descargan o emiten contaminantes, o cualquier punto de descarga de contaminación único e identificable, como un caño, una zanja o una chimenea.

**Fumigantes (*Fumigant*)**

Un fumigante es un plaguicida que se usa vaporizado, para eliminar plagas. Se usan con frecuencia en edificios y viveros.

**Furano (*Furan*)**

El furano es un compuesto líquido, incoloro y volátil que se usa en la síntesis de compuestos orgánicos, especialmente el nilón.

**Gas de Tierra (*Soil Gas*)**

El gas de tierra consiste en elementos y compuestos gaseosos que se producen en los pequeños espacios existentes entre las partículas de la tierra y el suelo. Estos gases pueden moverse a través del suelo o de las rocas o trasladarse fuera de los mismos, según los cambios que se produzcan en la presión.

**Geofísica de Pozos de Perforación (*Borehole Geophysics*)**

La geofísica de los pozos de perforación consiste en tecnologías utilizadas para identificar las características físicas de formaciones geológicas atravesadas por un pozo.

**Geofísica Electromagnética (*Electromagnetic (EM) Geophysics*)**

La geofísica electromagnética consiste en tecnologías que se usan para detectar diferencias espaciales (horizontales y verticales) en las características electromagnéticas del subsuelo. Los datos que se obtienen brindan información sobre los ambientes subterráneos.

**Hazard Ranking System (HRS)**

El HRS (Sistema de Jerarquización de Riesgos) es la principal herramienta de examen que la EPA usa para evaluar los peligros que plantean a la salud humana y al medio ambiente los sitios con residuos peligrosos abandonados o no controlados. Conforme al HRS, se califica a los sitios con puntajes basados en la toxicidad de las sustancias peligrosas que se encuentran presentes y en las posibilidades de que esas sustancias se esparzan por el aire o por el agua superficial o subterránea, teniendo en cuenta factores tales como la proximidad de la sustancia a las poblaciones vecinas. Los puntajes se usan para determinar cuáles sitios se deben incluir en la Lista de Prioridades Nacionales. Véase también National Priorities List.

### **Hazardous and Solid Waste Amendments (HSWA)**

Las HSWA (Enmiendas sobre Residuos Peligrosos y Sólidos) son enmiendas a la RCRA que establecieron que el vertido en tierra de residuos peligrosos se realizara en forma gradual, y agregaron ciertos requisitos mínimos en relación con la tecnología. Véase también *Resource Conservation and Recovery Act*.

### **Herbicida (Herbicide)**

Un herbicida es un plaguicida químico usado para combatir o destruir plantas, hierbas o pastos.

### **Hidracina (Hydrazine)**

La hidracina es un líquido altamente tóxico utilizado en los combustibles propulsores de los cohetes, productos químicos para la agricultura, productos medicinales, fibras de tipo "spandex", antioxidantes, capas metálicas aplicadas a vidrios y plásticos, y para el agua de alimentación a calderas. Este compuesto químico presenta graves riesgos de explosión cuando se lo expone al calor.

### **Hidrocarburo (Hydrocarbon)**

Son compuestos orgánicos que contienen sólo hidrógeno y carbono, que con frecuencia aparecen en el petróleo, el gas natural y el carbón.

### **Hidrocarburo Aromático Policíclico (Polycyclic Aromatic Hydrocarbon)**

Un hidrocarburo aromático policíclico es un compuesto químico que contiene más de un anillo condensado de benceno. Normalmente se encuentran en los combustibles del petróleo, en los productos del carbón y en el alquitrán.

### **Hidrogeología (Hydrogeology)**

La hidrogeología es el estudio de las aguas subterráneas, su origen, aparición, movimiento y calidad.

### **Hidrología (Hydrology)**

La hidrología es la ciencia que se ocupa de las propiedades, el movimiento y los efectos de las aguas situadas en la superficie de la tierra, en el suelo y en las rocas del subsuelo, y en la atmósfera.

### **Hiperacumulador (Hyperaccumulator)**

Un hiperacumulador es un metalofito que acumula un nivel excepcionalmente alto de un metal hasta una concentración especificada o hasta un múltiplo especificado de la concentración hallada en elementos no acumuladores. Este término se usa con referencia a las plantas usadas en el proceso de fitoremediación. Véase también *Metalofitos y Fitoremediación*.

### **In Situ (In Situ)**

El término *in situ*, que significa "en su lugar original" o "en el sitio", significa no excavado y no trasladado. El enjuague de suelos y la atenuación natural *in situ*

son ejemplos de métodos de tratamiento *in situ* por los cuales se tratan terrenos contaminados sin excavar ni retirar los contaminantes.

### **Incertidumbre (Uncertainty)**

El término incertidumbre se refiere a las incógnitas inherentes presentes en todas las decisiones científicas y técnicas. Las incertidumbres pueden surgir del conocimiento incompleto de la índole y la medida de la contaminación, de la imposibilidad de predecir el rendimiento de una tecnología en las condiciones particulares del emplazamiento en cuestión, o de requisitos reglamentarios nuevos o en curso de modificación.

### **Incineración (Incineration)**

La incineración es una tecnología de tratamiento que consiste en quemar ciertos tipos de materiales sólidos, líquidos o gaseosos en condiciones controladas para destruir los residuos peligrosos.

### **Inducción Electromagnética (Electromagnetic Induction)**

La inducción electromagnética es una tecnología geofísica que se usa para crear un campo magnético por debajo de la superficie del suelo, que a su vez produce un segundo campo magnético alrededor de los objetos vecinos que poseen propiedades conductoras, como los metales ferrosos y no ferrosos. Luego, el campo magnético secundario se usa para detectar y medir residuos enterrados.

### **Inflamabilidad (Flammability)**

Los residuos inflamables pueden crear incendios bajo ciertas condiciones. Algunos ejemplos son los líquidos como los solventes que se pueden encender con facilidad, así como las sustancias sensibles a la fricción.

### **Inmunoensayo (Immunoassay)**

El inmunoensayo es una tecnología innovadora utilizada para medir reacciones específicas de determinados compuestos (en general colorimétricas) ante ciertos compuestos o clases de compuestos. Las reacciones se usan para detectar y cuantificar los contaminantes. Esta tecnología está disponible en forma de equipos de ensayo portátiles que se pueden usar sobre el terreno.

### **Insecticida (Insecticide)**

Un insecticida es un plaguicida específicamente usado para combatir o controlar la proliferación de insectos.

### **Instalación de Tratamiento, Almacenamiento y Disposición Final (Treatment, Storage, and Disposal Facility)**

Las instalaciones de tratamiento, almacenamiento y disposición final son establecimientos donde las sustancias peligrosas son sometidas a tratamiento,

almacenamiento y disposición. Las instalaciones son reguladas por la EPA y por los estados conforme a la RCRA. Véase también Resource Conservation and Recovery Act.

#### **Intercambio Iónico (*Ion Exchange*)**

El intercambio iónico, un método común usado para ablandar el agua, depende de la capacidad que ciertos materiales tienen para eliminar e intercambiar los iones del agua. Estos materiales de intercambio iónico, generalmente compuestos por polímeros orgánicos insolubles, se colocan en un dispositivo de filtrado. Los materiales de intercambio derivados del ablandamiento del agua eliminan los iones de calcio y magnesio, reemplazándolos por iones de sodio.

#### **Investigación de Acciones Correctivas y Estudio de Factibilidad (*Remedial Investigation and Feasibility Study*)**

La investigación de acciones correctivas y estudio de factibilidad es el paso del proceso de limpieza que se realiza, en el marco del programa del Superfondo, para reunir información suficiente para fundamentar la selección de una acción correctiva que reduzca o elimine los riesgos relacionados con la contaminación presente en un emplazamiento. La investigación de remediación consiste en la caracterización del sitio, es decir la recopilación de los datos y la información necesarios para caracterizar la naturaleza y la medida de la contaminación presente en el sitio. La investigación también determina si la contaminación representa riesgos importantes para la salud humana o el medio ambiente. El estudio de factibilidad se concentra en el desarrollo de alternativas específicas para remediar la contaminación del sitio.

#### **Investigación de Instalación conforme a la RCRA (*RCRA Facility Investigation*)**

El propósito de una investigación de instalación conforme a la RCRA es reunir suficientes datos de una instalación para realizar una caracterización completa de la naturaleza, la medida y la tasa de migración de las descargas de contaminantes identificados en la Evaluación de Instalaciones conforme a la RCRA. Los datos generados durante la investigación se usan para determinar la necesidad de acciones correctivas y para facilitar la selección e implementación de estas medidas. Véase también *Estudio de Acciones Correctivas y Resource Conservation and Recovery Act*.

#### **Inyección de Aire Caliente (*Hot Air Injection*)**

Con la inyección de aire caliente se inyecta aire o vapor caliente por debajo de las zonas contaminadas, para calentar la tierra contaminada. El calentamiento potencia la liberación de contaminantes de la matriz del suelo para poder extraerlos y captarlos a fin de continuar con su tratamiento y reciclado.

#### **Inyección de Vapor (*Steam Injection*)**

La inyección de vapor es una tecnología de remediación que utiliza el agregado de vapor al subsuelo para calentar la tierra y el agua subterránea y separar los contaminantes. Esta tecnología fue desarrollada por el sector del petróleo para mejorar la recuperación de petróleo en los reservorios, y fue adaptada por la industria de la remediación para recuperar contaminantes orgánicos del subsuelo.

#### **Ionización (*Ionization*)**

La ionización es el proceso por el cual un átomo gana o pierde electrones, llevándolo a tener una carga negativa o positiva.

#### **Laboratorio Móvil (*Mobile Laboratory*)**

Un laboratorio móvil es un conjunto de instrumentos de análisis instalados en un vehículo que se puede llevar al sitio de un proyecto. El laboratorio móvil ofrece muchas de las ventajas de un laboratorio fijo, como protección contra la intemperie, una fuente de alimentación eléctrica y control de clima, al tiempo que permite analizar las muestras in situ mientras se está desarrollando el proyecto. Un laboratorio móvil incluso puede ofrecer instrumentos de calidad de laboratorio que de otro modo no podrían trasladarse al sitio. Sus configuraciones pueden variar desde un único instrumento montado en una camioneta de toma de muestras, a grandes camiones con remolques y casas rodantes equipados con muchos instrumentos y equipos de apoyo de calidad de laboratorio.

#### **Lavado de Suelos (*Soil Washing*)**

El lavado de suelos es una tecnología de tratamiento innovadora que utiliza líquidos (habitualmente el agua, a veces combinada con aditivos químicos) y un proceso mecánico para lavar la tierra, eliminar los contaminantes peligrosos y concentrar estos últimos en un volumen más pequeño. Esta tecnología se usa para tratar una amplia gama de contaminantes, como metales, gasolina, fuel oil y pesticidas. El enjuague de suelos es una alternativa relativamente económica para separar los residuos y minimizar el volumen lo necesario como para facilitar los tratamientos posteriores. Con frecuencia, se usa en combinación con otras tecnologías de tratamiento. Esta tecnología se puede transportar al sitio, lo que evita la necesidad de transportar residuos peligrosos.

#### **Lecho rocoso (*Bedrock*)**

El lecho rocoso es la roca que yace por debajo de la tierra; puede ser permeable o impermeable. Véase también *Capa de Confinamiento y Creosota*.

#### **Límite de Detección (*Detection Limit*)**

Es la mínima concentración de una sustancia química que se puede distinguir, en forma confiable, de una concentración cero.

### **Limpieza (Cleanup)**

Limpieza es el término que se aplica a las acciones adoptadas para enfrentar las descargas o posibles descargas de sustancias peligrosas que podrían afectar a los seres humanos o al medio ambiente. Este término es sinónimo de remediación, eliminación, respuesta o acción correctiva.

### **Líquido de Fase No Acuosa (Nonaqueous Phase Liquid)**

Los líquidos de fase no acuosa son sustancias orgánicas que son relativamente insolubles en agua y son menos densas que el agua. Véase también *Líquido Denso de Fase No Acuosa* y *Líquido Liviano de Fase No Acuosa*.

### **Líquido Denso de Fase No Acuosa (LDFNA) (Dense Nonaqueous Phase Liquid)**

Los líquidos densos de fase no acuosa pertenecen a un grupo de sustancias orgánicas que son relativamente insolubles en agua y cuya densidad es mayor que la del agua. Los líquidos densos de fase no acuosa tienden a hundirse en forma vertical a través de la arena y los acuíferos de grava hasta la capa subyacente.

### **Líquido Liviano de Fase No Acuosa (Light Nonaqueous Phase Liquid)**

Los líquidos livianos de fase no acuosa pertenecen a un grupo de sustancias orgánicas que son relativamente insolubles en agua y cuya densidad es menor que la del agua. Como el petróleo, estos líquidos tienden a desparramarse por la superficie de la napa freática y formar una capa encima de la misma.

### **Lixiviado (Leachate)**

Un lixiviado es un líquido contaminado que se produce cuando el agua recolecta contaminantes a medida que pasa a través de residuos, pesticidas agrícolas o fertilizantes. La lixiviación se puede producir en áreas agrícolas y vertederos, y puede representar un medio de entrada de sustancias peligrosas al suelo y a las aguas superficiales y subterráneas.

### **Magnetometría (Magnetometry)**

La magnetometría es una tecnología geofísica usada para detectar perturbaciones que los objetos metálicos causan en el campo magnético localizado de la tierra.

### **Mapa Sanborn (Sanborn Map)**

Un mapa Sanborn es un registro aplicable al área de los seguros, que muestra, para cada propiedad, la ubicación de los tanques de almacenamiento subterráneo, edificios y áreas donde se han usado productos químicos para ciertos procesos industriales. Una auditoría ambiental de Fase I incluye el estudio de los mapas Sanborn. Véase también *Evaluación Ambiental de Fase I*.

### **Medio (Medium)**

Un medio es un entorno específico (aire, agua o tierra) que es objeto de cuidados y actividades en la esfera regulatoria.

### **Mejor Tecnología Demostrada Disponible (Best Demonstrated Available Technology)**

El término “mejor tecnología demostrada disponible” se refiere a una tecnología que ha demostrado la capacidad de reducir un contaminante en particular a una concentración inferior que las demás tecnologías disponibles en el momento. Las tecnologías mejores pueden cambiar con el paso del tiempo, a medida que se evolucionan.

### **Mercurio (Mercury)**

El mercurio es un metal pesado que se puede acumular en el medio ambiente, y se encuentra en termómetros, dispositivos de medición, productos químicos farmacéuticos y agrícolas, en la industria química y en equipos eléctricos. Véase también *Metal Pesado*.

### **Metal Pesado (Heavy Metal)**

El término metal pesado se refiere a un grupo de metales tóxicos entre los que se cuentan el arsénico, el cromo, el cobre, el plomo, el mercurio, la plata y el cinc. A menudo, los metales pesados se encuentran presentes en sitios industriales donde se han realizado operaciones tales como el reciclado de baterías y la electrodeposición.

### **Metalofitos (Metallophytes)**

Los metalofitos son plantas que preferentemente forman colonias en suelos ricos en metales.

### **Metano (Methane)**

El metano es un gas incoloro, no tóxico, inflamable, creado por la descomposición anaeróbica de compuestos orgánicos.

### **Metil-Ter-Butil-Éter (Methyl Tertiary Butyl Ether)**

El metil-ter-butil-éter (MTBE), una sustancia química sintética, es un líquido volátil, inflamable e incoloro. El MTBE posee una presión de vapor relativamente elevada y es soluble en agua hasta un nivel significativo. El MTBE generalmente se produce en las refinerías mezclando una materia básica de isobutileno con metanol. El isobutileno se deriva del craqueo de vapor durante la producción de olefinas y del craqueo de fluidos durante la producción de gasolina. Causan preocupación por la posible contaminación del agua subterránea que pueden generar a través de descargas desde tanques de almacenamiento subterráneo de gasolina que contienen oxigenados. Véase también *Oxigenados*.

**Métodos de Ensayo para Evaluar Residuos; Métodos Físicoquímicos (SW-846) (*Test Methods for Evaluating Waste, Physical/Chemical Methods (SW-846)*)**

La sigla SW-846 se refiere a un documento de guía y referencia de la EPA, Métodos de Ensayo para Evaluar Residuos; Métodos Físicoquímicos, que tiene por objeto ayudar a los químicos analistas y a otros usuarios de los programas RCRA y Superfondo, sugiriendo procedimientos que los analistas hallaron satisfactorios al aplicarlos a muestras típicas. Los métodos del documento SW-846 son métodos de análisis y toma de muestras que fueron evaluados y aprobados para el uso en cuanto al cumplimiento de las normas de la RCRA. Los métodos no son taxativos; tampoco se identifican todas las tecnologías o métodos que se pueden usar.

**Modelo Conceptual de Sitio (*Conceptual Site Model*)**

Un modelo conceptual de sitio es un elemento clave que se usa para facilitar las decisiones sobre la limpieza durante la investigación de un sitio, y consiste en una herramienta de planificación que organiza la información que ya se conoce sobre el sitio e identifica la información adicional necesaria para fundamentar las decisiones que alcanzarán los objetivos del proyecto. Luego, el equipo de proyecto utiliza el modelo para dirigir los trabajos sobre el terreno que se concentran en la información necesaria para resolver incógnitas importantes del modelo. El modelo cumple con varias funciones: es un instrumento de planificación, una herramienta de modelado e interpretación de datos, y un medio de comunicación entre los miembros de un equipo de proyecto, los encargados de tomar decisiones, las partes interesadas y el personal que actúa sobre el terreno.

**Monitor Infrarrojo (*Infrared Monitor*)**

Un monitor infrarrojo es un dispositivo usado para monitorear el patrón de calor de un objeto y para tomar muestras de aire. Se puede usar para detectar objetos enterrados.

**Monitoreo a Largo Plazo (*Long-Term Monitoring*)**

El monitoreo a largo plazo de un sitio se realiza, por lo general, con el objeto de verificar que los contaminantes no representan riesgos para la salud humana o el medio ambiente, y que los procesos naturales están reduciendo los niveles y los riesgos de los contaminantes conforme a lo previsto.

**Municiones No Explotadas (*Unexploded Ordnance*)**

El término municiones no explotadas se refiere a cualesquiera municiones, sistema de armas o elemento de parque que contiene explosivos, propulsores y agentes químicos. Las municiones no

explotadas consisten en los mismos elementos una vez que (1) han sido armados o preparados para la acción; (2) han sido lanzados, colocados, disparados o liberados de modo tal que constituyan un riesgo para las operaciones, instalaciones, el personal o el material; (3) permanezcan sin detonar, ya sea adrede, por mal funcionamiento o por cualquier otro motivo.

**Napa Freática (*Water Table*)**

La napa freática es el límite entre las zonas saturada y no saturada por debajo de la superficie de la tierra; éste es el nivel del agua freática, y generalmente es el nivel hasta el cual sube el agua de un pozo. Véase también *Acuífero* y *Agua Subterránea* o *Freática*.

**National Contingency Plan (NCP)**

El NCP (Plan Nacional de Respuesta a Contingencias), anteriormente denominado Plan Nacional de Emergencias Causadas por Petróleo y Sustancias Peligrosas, es el marco regulador fundamental de las actividades de remediación del programa del Superfondo. El NCP es un amplio cuerpo de reglamentos que establecen un proceso paso a paso para la implementación de respuestas del programa del Superfondo y define las funciones y responsabilidades de la EPA, de otros organismos federales, de los estados, de los particulares y de las comunidades en respuesta a situaciones en que sustancias peligrosas son descargadas al medio ambiente. Véase también *Superfondo*.

**National Pollutant Discharge Elimination System (NPDES)**

El NPDES es el principal programa de otorgamiento de permisos conforme a la Ley del Agua Limpia, que regula todas las descargas a aguas superficiales. Prohíbe la descarga de contaminantes en aguas de los Estados Unidos a menos que la EPA, un estado o un gobierno tribal expida un permiso especial para hacerlo.

**National Priorities List (NPL)**

La NPL (Lista Nacional de Prioridades) es la lista que prepara la EPA sobre los terrenos contaminados no controlados o abandonados más graves, para los que se pueden preparar acciones correctivas de largo plazo en el marco del programa del Superfondo. La incorporación de un sitio a la lista se basa sobre todo en el puntaje que el sitio recibe de acuerdo con el HRS. Los fondos del programa del Superfondo se pueden usar para realizar limpiezas sólo en sitios incluidos en la Lista de Prioridades Nacionales. La EPA debe actualizar la NPL por lo menos una vez al año. Véase también *Hazard Ranking System*.

### **National Response Center (NRC)**

El NRC (Centro Nacional de Respuesta a Contingencias), integrado por personal de la Guardia Costera de los Estados Unidos, es un centro de comunicaciones que recibe informes sobre descargas o emisiones de sustancias peligrosas al medio ambiente. A su vez, la Guardia Costera remite información sobre dichas descargas al organismo federal correspondiente.

### **Negro de Humo (Lampblack)**

El negro de humo es un hollín negro, voluminoso y finamente dividido, que anteriormente constituía el pigmento negro más importante usado en la fabricación de tintas de impresión. Es uno de los diversos residuos de las plantas de gas que se encuentran en sitios donde funcionan plantas productoras de gas.

### **Neutralización (Neutralization)**

La neutralización es una reacción química entre un ácido y una base. La reacción genera residuos ácidos o cáusticos que se neutralizan usando aditivos cáusticos o ácidos.

### **Objetivo de la Calidad de Información (Quality Control)**

Los objetivos de la calidad de información son informes cualitativos y cuantitativos diseñados para asegurar la obtención de datos de calidad conocida y apropiada. El proceso de objetivos de la calidad de información consiste en una serie de pasos de planificación que habitualmente se realizan durante la evaluación e investigación de sitios, y está diseñado para asegurar que el tipo, la cantidad y la calidad de los datos ambientales utilizados para tomar decisiones sean los apropiados. El proceso de objetivos de la calidad de información involucra un procedimiento lógico, paso por paso, para determinar cuáles de las complejas cuestiones que afectan a un sitio son las más importantes para planificar una investigación del sitio antes de reunir datos.

### **Operación y Mantenimiento (O&M) (Operation and Maintenance)**

O&M se refiere a las actividades realizadas en un sitio después de las acciones de remediación, para asegurar que los métodos de limpieza estén funcionando correctamente. Las actividades de O&M se realizan para mantener la eficacia de la remediación y para asegurar que no surjan otras amenazas a la salud humana o al medio ambiente. Conforme al programa del Superfondo, el estado o la PRP asume la responsabilidad por la O&M, que puede incluir actividades tales como el monitoreo del agua subterránea y del aire, la inspección y el

mantenimiento de los equipos de tratamiento que quedan en el sitio, y el mantenimiento de medidas de seguridad o controles institucionales.

### **Oxidación In Situ (In Situ Oxidation)**

La oxidación in situ es una tecnología de tratamiento innovadora que oxida los contaminantes que se disuelven en el agua subterránea y los transforma en compuestos insolubles.

### **Oxido Nítrico (Nitric Oxide)**

El óxido nítrico es un gas formado por la combustión a altas temperaturas y presiones en un motor de combustión interna.

### **Oxigenado (Oxygenate)**

Los oxigenados son hidrocarburos que se agregan a los combustibles para aumentar su contenido de oxígeno con el fin de mejorar la combustión, reduciendo así las emisiones de monóxido de carbono y otros contaminantes. El metil-ter-butil-éter (MTBE), el etil-ter-butil-éter (ETBE), el ter-amil-metil-éter (TAME), el etanol y otros éteres y alcoholes son ejemplos de oxigenados. Véase también *Metil-Ter-Butil-Éter*.

### **Ozono (Ozone)**

El ozono es una forma del oxígeno que existe en forma natural. Forma una capa en la estratosfera que protege a la tierra de los efectos dañinos de la radiación ultravioleta sobre la salud humana y el medio ambiente. El ozono también es un oxidante químico y uno de los componentes principales del smog en la troposfera, la capa atmosférica de la tierra que se encuentra por debajo de la estratosfera a una distancia de 7 a 10 millas de la superficie de la tierra.

### **Parte Potencialmente Responsable (Potentially Responsible Party)**

Una parte potencialmente responsable es una persona física o jurídica (como los propietarios, operadores, transportadores o generadores de residuos peligrosos) que es potencialmente responsable por, o que contribuye a problemas de contaminación situados en un emplazamiento comprendido en el programa del Superfondo. En todos los casos posibles, la EPA, a través de procedimientos administrativos y judiciales, obliga a las partes responsables a limpiar los sitios que hayan contaminado con residuos peligrosos. Véase también *Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act y Superfondo*.

### **Penacho (Plume)**

Un penacho es una emisión o descarga de contaminante visible o medible, que va desde un punto de origen determinado a cualquier medio. El término también se usa para indicar la radiación medible y potencialmente dañosa que escapa de un reactor averiado.

### **Penetrómetro Cónico (Cone Penetrometer)**

El penetrómetro cónico es un dispositivo montado sobre un camión que penetra rápidamente en la tierra para recoger muestras. Se ha usado por aproximadamente 50 años para aplicaciones geotécnicas, pero su uso en la caracterización de sitios es relativamente reciente.

### **Penetrómetro Cónico de Fluorescencia Inducida por Láser (Laser-Induced Fluorescence Cone Penetrometer)**

El penetrómetro cónico de fluorescencia inducida por láser es un método de análisis orientativo sobre el terreno en el que se acopla un sistema sensor de sustancias químicas basado en fibra óptica, a un penetrómetro cónico montado sobre un camión. Esta tecnología se puede usar para investigar y evaluar la contaminación de suelos y aguas.

### **Pentaclorofenol (PCF) (Pentachlorophenol)**

El PCF, un compuesto químico que contiene carbono, cloro, oxígeno e hidrógeno, es un contaminante que se usa en materias primas y en la fabricación de productos químicos.

### **Perforación de Suelos (Soil Boring)**

La perforación de suelos es un proceso por el cual se extrae una muestra de tierra del suelo para realizar pruebas químicas, biológicas y analíticas, con el fin de determinar el nivel de contaminación.

### **Permanganato de Potasio (Potassium Permanganate)**

El permanganato de potasio es un compuesto cristalino soluble en agua, en acetona y en metanol. El etanol lo descompone. Se usa mucho como un poderoso agente oxidante, como desinfectante en diversas aplicaciones, y como reactivo oxidante analítico en las titulaciones de procesos de reducción y oxidación (redox).

### **Permeabilidad (Permeability)**

La permeabilidad es una característica que representa una descripción cualitativa de la relativa facilidad con la cual una roca, la tierra o un sedimento transmite un fluido (líquido o gas).

### **Plan de Toma de Muestras y Análisis (Sampling and Analysis Plan)**

Un plan de toma de muestras y análisis documenta los requisitos de análisis y de procedimiento de un proyecto único o limitado en el tiempo que involucra la recolección de muestras de agua, tierra, sedimentos u otros medios para caracterizar áreas de posible contaminación ambiental. Un plan de toma de muestras y análisis contiene todos los elementos de un plan de proyecto de control de calidad y un plan de toma de muestras sobre el terreno que se deben formular para cumplir con los requisitos de cualquier proyecto financiado por la EPA conforme al cual se deban tomar mediciones del medio ambiente.

### **Plan de Trabajo Dinámico (Dynamic Work Plan)**

Un plan de trabajo dinámico es un plan de trabajo que permite a los equipos del proyecto tomar decisiones sobre el terreno sobre la forma en que deben avanzar las actividades in situ. Los planes de trabajo dinámicos proporcionan una estrategia para realizar actividades dinámicas sobre el terreno. Documentan una estrategia flexible y ajustable para la toma de muestras y los análisis. Los planes de trabajo dinámicos se basan en el rápido procesamiento de los datos reunidos, analizados e interpretados sobre el terreno.

### **Planificación Sistemática (Systematic Planning)**

La planificación sistemática es un proceso de planificación que se basa en el método científico. Es un enfoque de sentido común, destinado a asegurar que el nivel de detalle de la planificación esté en consonancia con la importancia y el uso previsto de los datos, y con los recursos disponibles. La planificación sistemática es importante para una satisfactoria ejecución de todas las actividades desarrolladas en los terrenos contaminados, pero sobre todo, es importante para las actividades dinámicas sobre el terreno, porque éstas se basan en una rápida toma de decisiones. El proceso de objetivos de la calidad de información es un proceso formal de la planificación sistemáticas. Todas las actividades dinámicas sobre el terreno se deben diseñar mediante el uso de la planificación sistemática, ya sea usando los pasos del proceso de objetivos de la calidad de información u otros sistemas. *Véase también Objetivo de Calidad de Datos.*

### **Planta Productoras de Gas (Manufactured Gas Plant)**

Las plantas productoras de gas funcionaron en todo el país desde principios de la década de 1880 hasta mediados de la década de 1990. Las plantas productoras de gas producían gas a partir del carbón o del petróleo, para el alumbrado, la calefacción y la cocina. Los procesos de manufactura y purificación del gas realizados en las plantas producían residuos entre los que se contaban alquitranes, barros, negro de humo, aceites livianos, residuos de óxido utilizado, y otros derivados de los hidrocarburos. Si bien muchos de los derivados se reciclaban, los residuos excedentes, que contenían hidrocarburos aromáticos policíclicos, hidrocarburos del petróleo, benceno, cianuro, metales y fenoles, quedaban en los sitios de las plantas productoras de gas.

### **Plomo (Lead)**

El plomo es un metal pesado que se ha utilizado en la fabricación de gasolina, pinturas y otras sustancias. *Véase también Metal Pesado.*

### **Pozo de Monitoreo (*Monitoring Well*)**

Un pozo de monitoreo es un pozo perforado en un lugar específico dentro o fuera de un sitio con residuos peligrosos, en el que se pueden tomar muestras de agua a profundidades seleccionadas y estudiarlas con el fin de determinar la dirección de la corriente del agua subterránea y los tipos y cantidades de contaminantes presentes en la misma.

### **Pozo perforado (*Borehole*)**

Un pozo perforado es un orificio en la tierra efectuado por un equipo de perforación.

### **Procedimiento de Lixiviación para Determinar Características de Toxicidad (*Toxicity Characteristic Leaching Procedure*)**

El procedimiento de lixiviación es un procedimiento de ensayo que se usa para identificar la toxicidad de los residuos. Es la prueba más usada para determinar el grado de movilización de un proceso de solidificación y estabilización. En este procedimiento, se somete un residuo a un proceso diseñado para modelar los efectos de lixiviado que se producirían si el residuo se vertiera en un vertedero municipal conforme al Subtítulo D de la RCRA. Véase también *Solidificación y Estabilización*.

### **Procedimiento Operativo Estándar (*Standard Operating Procedures*)**

Un procedimiento operativo estándar es un procedimiento paso a paso que fomenta la uniformidad en las operaciones a fin de ayudar a aclarar y mejorar las mismas. Los procedimientos documentan la forma en que se deben realizar las actividades para facilitar una conformidad coherente con los requisitos de los sistemas técnicos y de calidad, y para potenciar la calidad de los datos. El uso de los procedimientos operativos estándar forma parte integral de un buen sistema de calidad, porque los procedimientos proporcionan al usuario la información necesaria para realizar el trabajo correctamente y facilitar la coherencia en la calidad e integridad de un producto o de un resultado final. Los procedimientos operativos estándar también constituyen una guía para aquellas áreas en que es necesario ejercer el criterio profesional y especificar procedimientos que son individuales para cada tarea.

### **Programa de Limpieza Voluntaria (*Voluntary Cleanup Program*)**

Un programa de limpieza voluntaria es un medio formal, establecido por muchos estados, para facilitar la evaluación, la limpieza y la revitalización de terrenos contaminados. Normalmente, los programas de limpieza voluntaria se refieren a la identificación y limpieza de sitios potencialmente contaminados que no están en la Lista de Prioridades Nacionales del programa del Superfondo. En el marco de los programas de limpieza voluntaria, se alienta a los propietarios o

desarrolladores de un sitio a ponerse en contacto con el estado en forma voluntaria con el fin de elaborar un proceso destinado a preparar el sitio para la revitalización. Muchos programas de limpieza voluntaria estatales proporcionan asistencia técnica, garantías de responsabilidad y apoyo financiero para estas actividades. Véase también *National Priorities List*.

### **Programa de Restricciones a la Descarga de Desechos en Tierra (*Land Disposal Restrictions Program*)**

La EPA establece normas de tratamiento que rigen códigos para residuos específicos, basadas en la aplicación de estas tecnologías. De las tecnologías demostradas y disponibles, la EPA considera como una mejor tecnología demostrada disponible, a aquella que mejor minimiza la movilidad o toxicidad de los componentes peligrosos de los residuos.

### **Radar de Penetración de Suelos (*Ground-Penetrating Radar*)**

Este radar consiste en una tecnología que emite pulsos de energía electromagnética hacia el interior de la tierra para medir su reflexión y refracción por las capas subterráneas y otros elementos, tales como los residuos enterrados.

### **Radionucleidos (*Radionuclides*)**

Los radionucleidos son elementos radiactivos caracterizados de acuerdo con su masa y número atómicos, y pueden ser artificiales o naturales. Los radionucleidos tienen una vida prolongada como contaminantes del suelo o del agua. No se pueden destruir ni degradar, por lo cual las tecnologías aplicables consisten en la separación, la concentración y la reducción de volumen, la inmovilización o la vitrificación. Véase también *Solidificación y Estabilización*.

### **Radón (*Radon*)**

El radón es un elemento gaseoso natural, inerte y radiactivo, formado por la desintegración radiactiva de los átomos del radio.

### **Reactividad (*Reactivity*)**

Los residuos radiactivos son inestables en condiciones normales, y pueden generar explosiones y/o humos, gases y vapores tóxicos si se mezclan con agua.

### **Reciclados (*Infill Development*)**

El desarrollo de reciclados es la realización de nuevas construcciones en terrenos previamente desarrollados dentro de las ciudades o suburbios. A menudo, el término se usa para referirse al reaprovechamiento de pequeños terrenos residenciales, comerciales o industriales. Un aspecto importante de muchos proyectos de reciclado es la mejora del ambiente edificado, creando espacios abiertos y parques.

**Recipiente de Recuperación de Cilindros (*Cylinder Recovery Vessel*)**

A menudo sucede que no se pueden tomar muestras de cilindros o contenedores en condiciones de seguridad a través del mecanismo de la válvula, debido al mal estado del contenedor. El Recipiente Cilíndrico de Recuperación (CRV) se desarrolló para controlar, en forma segura, los riesgos que presentan esos contenedores. El sistema permite tomar muestras y volver a colocar en un contenedor el contenido del cilindro, en un ambiente contenido e inerte. El recipiente y el sistema están diseñados para soportar las altas presiones y la amplia variedad de gases y líquidos presentes en los cilindros de gas.

**Recuperación de Metales con Plasma a Alta Temperatura (*Plasma High-Temperature Metals Recovery*)**

La recuperación de metales utilizando el método de plasma a alta temperatura es un proceso de tratamiento térmico que purga los sólidos y la tierra de contaminantes tales como vapores de metales y sustancias orgánicas. Los vapores se pueden quemar como combustible y los vapores de metales se pueden recuperar y reciclar. Esta tecnología de tratamiento innovadora se usa para tratar suelos y aguas subterráneas contaminados.

**Reducción Química/Oxidación (*Chemical Reduction/Oxidation*)**

Por lo general, los tratamientos químicos consisten en reacciones de reducción química/oxidación (“redox”) que convierten químicamente los contaminantes peligrosos en compuestos inocuos o menos tóxicos que son más estables, menos móviles, o inertes. Las reacciones de reducción/oxidación consisten en la transferencia de electrones de un compuesto a otro. Específicamente, un reactante se oxida (pierde electrones) y uno se reduce (gana electrones). Los agentes oxidantes que más se usan para el tratamiento de contaminantes peligrosos son el ozono, el peróxido de hidrógeno, los hipocloritos, el cloro y el dióxido de cloro. En la oxidación del cianuro, los cianuros orgánicos se oxidan a través de reacciones químicas para formar compuestos menos peligrosos. Este método se puede aplicar *in situ* o *ex situ* a tierras, barros, sedimentos y otros sólidos, y también se puede aplicar para el tratamiento *in situ* de aguas subterráneas.

**Reflexión y Refracción Sísmicas (*Seismic Reflection and Refraction*)**

La reflexión y la refracción sísmicas forman parte de una tecnología utilizada para examinar las características geofísicas del suelo y del lecho rocoso, tales como escombros, canales enterrados y otros elementos.

**Remedios Predeterminados (*Presumptive Remedies*)**

Los remedios predeterminados son las tecnologías preferidas para las categorías normales de sitios conforme a la CERCLA, que han sido identificados mediante patrones históricos de selección de acciones correctivas predeterminadas o a través de la evaluación de los datos de rendimiento de proyectos completados.

**Remoción de Emergencia (*Emergency Removal*)**

Una eliminación de emergencia es una acción que se inicia en respuesta a una descarga de sustancias peligrosas que requiere que las actividades *in situ* se inicien pocas horas después de tomarse la decisión de actuar.

**Repositorio de Información (*Information Repository*)**

Un repositorio de información es un lugar situado en un edificio público que resulta conveniente para los residentes locales, como una escuela pública, una municipalidad o una biblioteca, y que contiene información sobre sitios incluidos en el programa Superfondo, incluyendo informes técnicos y documentos de referencia.

**Requisito Aplicable o Pertinente y Apropiado (*Applicable or Relevant and Appropriate Requirement*)**

Tal como los define la CERCLA, estos requisitos son las normas de limpieza, las normas de monitoreo y otros requisitos, criterios o límites fundamentales para la protección ambiental determinados por leyes federales o estatales y destinados específicamente a tratar problemas o situaciones existentes en un sitio conforme a la CERCLA. Estos requisitos son las consideraciones principales que se tienen en cuenta al establecer objetivos de limpieza, seleccionar acciones correctivas y determinar la forma de implementar acciones correctivas en sitios afectados por la CERCLA. Se deben cumplir estos requisitos en todos los sitios afectados por la CERCLA, a menos que se obtenga una dispensa. Los requisitos aplicables o pertinentes y apropiados no son normas nacionales de limpieza para el Superfondo.

La CERCLA requiere que las acciones correctivas del Superfondo cumplan con normas que son legalmente aplicables o pertinentes y apropiadas para las circunstancias existentes en un sitio incluido en el Programa del Superfondo. Los requisitos aplicables o pertinentes y apropiados se usan en conjunción con los objetivos basados en los riesgos para establecer objetivos de limpieza en sitios incluidos en el Programa del Superfondo. Se establecen requisitos específicos para cada sitio, y los mismos pueden incluir los requisitos aplicables o pertinentes y apropiados determinados por leyes y reglamentos federales así como estatales y locales. *Véase también* Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act.

### **Residuos Mixtos (*Mixed Waste*)**

Los residuos mixtos son residuos radiactivos de bajo nivel contaminados con residuos peligrosos regulados conforme a la RCRA. Los residuos mixtos se pueden eliminar solamente de conformidad con los requisitos de la RCRA que rigen la disposición de residuos peligrosos y con las restricciones al vertido en tierra de la RCRA, que exigen que los residuos sean tratados antes de colocarlos en los vertederos adecuados.

### **Residuos Radiactivos (*Radioactive Waste*)**

Los residuos radiactivos son residuos que emiten energía como rayos, ondas o corrientes de partículas energéticas. Entre las fuentes de estos residuos se cuentan los reactores nucleares, las instituciones de investigación y los hospitales.

### **Resina (*Resin*)**

Las resinas son sólidos o semisólidos de origen vegetal que se usan principalmente en lacas, barnices, tintas, adhesivos, plásticos sintéticos y productos farmacéuticos.

### ***Resource Conservation and Recovery Act (RCRA)***

La RCRA (Ley de Conservación y Recuperación de Recursos) es una ley federal sancionada en 1976, por la que se estableció un sistema de reglamentación destinado al seguimiento de las sustancias peligrosas desde su generación hasta su eliminación. La ley establece el uso de procedimientos seguros para el tratamiento, el transporte, el almacenamiento y la disposición de sustancias peligrosas. La RCRA tiene por objeto impedir la creación de terrenos contaminados nuevos y no controlados.

### ***Responsabilidad Conjunta y Solidaria (Joint and Several Liability)***

Conforme a la CERCLA, la responsabilidad conjunta y solidaria es un concepto basado sobre la teoría de que a veces no es posible asignar responsabilidad por el daño causado por residuos peligrosos en forma equitativa entre las partes potencialmente responsables. La responsabilidad conjunta significa que hay más de una parte responsable frente al querellante. La responsabilidad solidaria significa que el querellante puede optar por demandar a uno solo de los acusados y recuperar el monto total. En consecuencia, una sola parte puede ser considerada responsable por el costo total de la limpieza, cualquiera sea la parte de residuos que esa parte aportó. La responsabilidad conjunta y solidaria se usa sólo cuando el daño es indivisible. Si los acusados pueden distribuir el daño, no habrá responsabilidad solidaria. Véase también *Parte Potencialmente Responsable* y *Responsabilidad Estricta*.

### ***Responsabilidad Estricta (Strict Liability)***

La responsabilidad estricta es un concepto de la CERCLA que permite al gobierno federal asignar responsabilidad a las partes potencialmente responsables sin demostrar que las mismas son culpables y sin tener en cuenta sus motivos. Se puede asignar responsabilidad a una parte incluso si los problemas causados por la descarga de una sustancia peligrosa eran imprevisibles, si las partes actuaron de buena fe, y si se usaban prácticas de gestión modernas para la gestión de los residuos peligrosos en el momento en que éstos fueron eliminados. Véase también *Parte Potencialmente Responsable*.

### ***Restricciones a la Descarga de Residuos en Tierra (Land Disposal Restrictions)***

La RCRA restringe el vertido en tierra de residuos peligrosos conforme, y requiere realizar tratamientos conforme a normas de tratamiento establecidas o de acuerdo con una tecnología obligatoria. Las restricciones pueden constituir requisitos aplicables o pertinentes y apropiados relevantes importantes para las acciones realizadas en virtud del programa del Superfondo. Véase también *Requisito Aplicable o Pertinente y Apropiado*, y *Resource Conservation and Recovery Act*.

### ***Riesgo Ambiental (Environmental Risk)***

Un riesgo ambiental es la posibilidad de que la salud humana o el medio ambiente sufran daños a consecuencia de la presencia de peligros ambientales.

### ***Sacamuestras de Difusión (Diffusion Samplers)***

Los sacamuestras de difusión usan la difusión molecular natural para hacer que las moléculas de compuestos orgánicos volátiles (COV) pasen desde el agua subterránea a través de un sacamuestras semipermeable. Los sacamuestras de difusión usan una membrana llena de agua que se suspende en el intervalo de un pozo donde se ha instalado una pantalla, hasta que se produce el equilibrio químico. A continuación se recupera el sacamuestras y se analiza su contenido. Los sacamuestras de difusión ofrecen muchas ventajas en comparación con las técnicas convencionales de toma de muestras de aguas freáticas, porque obvian la necesidad de purgas y eliminaciones, y se pueden dejar en el área objetivo durante cierto tiempo, lo que permite tomar muestras más representativas. El análisis realizado con un sacamuestras de vapor, que se puede realizar en forma rápida y económica sobre el terreno o en cromatógrafos gaseosos de laboratorio, detecta concentraciones relativas de COV. El análisis con sacamuestras de agua tiene la ventaja de cuantificar concentraciones específicas de COV a través de métodos normales de laboratorio. Véase también *Cromatografía de Gas y Compuestos Orgánicos Volátiles*.

**Safe Drinking Water Act (SDWA)**

La SDWA (Ley del Agua Potable) de 1974 se sancionó con miras a proteger la calidad del agua potable en los Estados Unidos. La ley se aplica a todas las aguas actuales y potenciales destinadas a ser usadas como agua potable, ya sea de fuentes superficiales o subterráneas. La Ley autoriza a la EPA a establecer normas de pureza y obliga a todos los propietarios u operadores de sistemas públicos de suministro de agua a cumplir con las normas primarias (relacionadas con la salud). Los gobiernos de los estados que asumen esa autoridad de la EPA también fomentan el cumplimiento con normas secundarias relativas a perturbaciones.

**Separación Electrocinética (Electrokinetic Separation)**

En la separación electrocinética, se usan procesos electroquímicos y electrocinéticos para desorber y luego eliminar los metales y las sustancias orgánicas polares. Esta tecnología de procesamiento *in situ* consiste básicamente en una técnica de separación y eliminación para extraer contaminantes de la tierra. El principio de la remediación electrocinética se basa en la aplicación de una corriente continua de baja intensidad a través del suelo entre electrodos cerámicos que se separan en un juego de cátodos y otro de ánodos, movilizandolos especies cargadas y haciendo que los iones y el agua se trasladen hacia los electrodos. La corriente crea un frente ácido en el ánodo y un frente base en el cátodo. La generación de condiciones ácidas *in situ* puede ayudar a movilizar los contaminantes metálicos sorbidos que se transportan al sistema de recolección del cátodo.

**Separación Física (Physical Separation)**

Los procesos de separación física usan tamices y cribas de diferentes tamaños para concentrar los contaminantes en volúmenes más pequeños. La mayor parte de los contaminantes orgánicos e inorgánicos tienden a ligarse, ya sea química o físicamente, a la fracción fina de la tierra. Las partículas de arcilla y limo de grano fino se separan de las partículas de arena, grava y tierra de grano grueso para concentrar los contaminantes en un volumen más pequeño de tierra que se pueda continuar tratando o que se elimine.

**Separación Vatimétrica (Voltammetric Stripping)**

La separación vatimétrica es una tecnología que se puede transportar al sitio, que emplea la electroquímica para detectar y cuantificar los metales en las muestras tomadas del medio ambiente. Esta tecnología puede detectar y cuantificar metales específicos, y normalmente se usa en muestras de agua.

**Servidumbre (Easement)**

Una servidumbre es el derecho a utilizar la tierra de otro para un fin específico, como una servidumbre de paso o la instalación de un servicio público.

**Sistema de Medición Basado en el Desempeño (Performance-Based Measurement System)**

La EPA define al sistema de medición basado en el desempeño como un conjunto de procesos a través de los cuales se definen las necesidades de datos o las limitaciones de un programa o proyecto, y que sirven como criterios para seleccionar los métodos apropiados para satisfacer esas necesidades de manera económica. La EPA usa este término para definir lo que se debe lograr, pero no establece una forma obligatoria de hacerlo. La iniciativa de los sistemas de medición basados en el desempeño destaca, desde el punto de vista de los reglamentos, la obtención de resultados analíticos que proporcionen la información adecuada para fundamentar la decisión regulatoria, pero deja a criterio del usuario la elección de los procedimientos analíticos. El enfoque del sistema de medición basado en el desempeño proporciona a los reguladores y a los miembros de la comunidad regulada una mayor flexibilidad para seleccionar tecnologías, al tiempo que mantienen el cumplimiento con los requisitos de monitoreo. El uso del sistema tiene por objeto reducir los obstáculos al uso de las nuevas tecnologías de monitoreo.

**Site Characterization and Analysis Penetrometer System (SCAPS)**

El SCAPS (Sistema de Caracterización de Sitios y Penetrómetro de Análisis) fue desarrollado por una división de la armada en colaboración con el Ejército y la Fuerza Aérea de los Estados Unidos. El SCAPS es un sistema de prueba con penetrómetro cónico, usado junto con un sistema de fluorescencia inducida por láser, mide la fluorescencia con fibra óptica. La medición se realiza a través de una ventana de zafiro con una sonda que se hincan en la tierra con una plataforma de ensayo montada sobre camión, que consta de un penetrómetro cónico. Véase también *Penetrómetro Cónico y Penetrómetro Cónico con Fluorescencia Inducida por Láser*.

**Sitios Desocupados (Mothballed Sites)**

El término sitios desocupados se refiere a áreas grandes y ociosas que anteriormente se utilizaban para la fabricación y otras aplicaciones industriales, y que no están disponibles para la venta o el reaprovechamiento.

**Solidificación y Estabilización (Solidification and Stabilization)**

La solidificación y la estabilización son los procesos utilizados para eliminar el agua residual de un residuo o para modificarla químicamente para que el residuo sea menos permeable y se pueda transportarlo por agua. Las tecnologías de solidificación y estabilización pueden inmovilizar muchos metales pesados, algunos radionucleidos y ciertos compuestos

orgánicos, al tiempo que reducen la superficie y la permeabilidad de muchos tipos de barros, tierras contaminadas y desechos sólidos.

#### **Solubilidad (Solubility)**

La solubilidad es una medida de la cantidad de soluto que se disuelve en una solución. Es la capacidad o la tendencia de una sustancia de disolverse en otra a una temperatura y presión determinadas, y generalmente se expresa en términos de la cantidad de soluto que se disuelve en una determinada cantidad de solvente para producir una solución saturada.

#### **Solvente (Solvent)**

Un solvente es una sustancia, normalmente líquida, capaz de disolver o dispersar una o más sustancias diferentes.

#### **Sondeo Electromagnético de Alta Frecuencia (High-Frequency Electromagnetic (EM) Sounding)**

El sondeo magnético de alta frecuencia, la tecnología utilizada para la exploración geofísica no intrusiva, proyecta radiación electromagnética de alta frecuencia hacia las capas subterráneas para detectar la reflexión y refracción de la radiación por parte de las diversas capas del suelo. A diferencia del radar de penetración de suelos, que utiliza pulsos, esta tecnología usa ondas continuas de radiación. Véase también *Radar de Penetración de Suelos*.

#### **Subterráneo (Subsurface)**

Situado debajo de la superficie.

#### **Sulfuro de Hidrógeno (Hydrogen Sulfide)**

El sulfuro de hidrógeno es un gas emitido durante la descomposición de los compuestos orgánicos. También es un producto derivado de la refinación y el quemado del petróleo.

#### **Superfondo (Superfund)**

El Superfondo es el fondo de fideicomiso que administra la limpieza de sustancias peligrosas descargadas al medio ambiente, independientemente de sobre quien recaiga la culpa. El Superfondo se estableció conforme a la CERCLA y sus posteriores enmiendas. El término Superfondo también se usa con referencia a programas de limpieza diseñados y dirigidos en consonancia con la CERCLA y sus posteriores enmiendas. Véase también *Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act*.

#### **Superfund Amendment and Reauthorization Act (SARA)**

SARA (Ley de Enmienda y Nueva Autorización del Superfondo) es la ley de 1986 por la que se enmendó la CERCLA, aumentando el volumen del fideicomiso del Superfondo y estableciendo una preferencia por el desarrollo y uso de acciones correctivas permanentes.

Esta ley proporcionó nuevas herramientas para el cumplimiento de la ley y para los arreglos conforme a la misma. Véase también *Comprehensive Environmental Response Compensation and Liability Act*.

#### **Superfund Innovative Technology Evaluation (SITE)**

El programa SITE (Evaluación de Tecnologías Innovadoras del Superfondo) es una actividad establecida por la EPA en 1986 para fomentar el desarrollo, la evaluación y la comercialización de tecnologías de tratamiento innovadoras para la evaluación y limpieza de terrenos contaminados con residuos peligrosos. El programa ofrece a los desarrolladores de tecnología una oportunidad para demostrar que sus tecnologías son capaces de procesar y remediar satisfactoriamente los residuos peligrosos. El programa SITE está formado por cuatro componentes: el Programa de Tecnologías Emergentes, el Programa de Demostración, el Programa de Medición y Monitoreo, y el Programa de Transferencia de Tecnología.

#### **Sustancia o Compuesto Químico Orgánico (Organic Chemical or Compound)**

Una sustancia o compuesto químico orgánico es una sustancia producida por animales o plantas que contienen principalmente carbono, hidrógeno y oxígeno.

#### **Sustancia Peligrosa (Hazardous Substance)**

Tal como lo define la CERCLA, una sustancia peligrosa es un material que representa una amenaza a la salud pública o al medio ambiente. El término se refiere también a los residuos peligrosos definidos en la RCRA. Las sustancias peligrosas típicas son materiales que son tóxicos, corrosivos, susceptibles de ser inflamables, explosivos o químicamente reactivos. Si una determinada cantidad de una sustancia peligrosa, conforme a lo establecido por la EPA, es derramada en el agua o descargada de otra manera al medio ambiente, la descarga se debe informar. Conforme a la legislación citada, el petróleo, el petróleo crudo, el gas natural, los líquidos de gas natural o el gas sintético usado como combustible no se encuentran incluidos en este término.

#### **Sustancia Tóxica (Toxic Substance)**

Una sustancia tóxica es una sustancia o mezcla química que puede representar un riesgo excesivo de daños a la salud o al medio ambiente.

#### **Tanque de Almacenamiento Subterráneo (Underground Storage Tank)**

Un tanque de almacenamiento subterráneo es un tanque y las cañerías conectadas al mismo, que se usa para almacenar gasolina u otros productos del petróleo o soluciones químicas, y que se coloca de modo tal que al menos el 10 por ciento de su volumen combinado se encuentre bajo tierra.

**Tecnología Emergente (Emerging Technology)**

Una tecnología emergente es una tecnología innovadora que se encuentra en la etapa de pruebas a escala de laboratorio. Durante esta etapa de pruebas, se construye y prueba en un laboratorio una versión de la tecnología en pequeña escala. Si las pruebas a escala de laboratorio resultan satisfactorias, se realiza una demostración en pequeña escala sobre el terreno. Si se demuestra que la tecnología es satisfactoria en las demostraciones sobre el terreno, a menudo la misma se usará, a escala normal, en terrenos contaminados. Como la tecnología se usa y se evalúa en diferentes sitios, es objeto de mejoras continuas. Véase también *Tecnología Establecida* y *Tecnología Innovadora*.

**Tecnología Establecida (Established Technology)**

Una tecnología establecida es aquella cuyos costos e información sobre rendimiento se encuentran fácilmente disponibles. Una tecnología se considera establecida sólo después de haberla utilizado en varios sitios diferentes y de haber documentado exhaustivamente los resultados. Las tecnologías establecidas que se usan con mayor frecuencia son la incineración, la solidificación y la estabilización, y las tecnologías de bombeo y tratamiento de aguas freáticas. Véase también *Tecnología Emergente* y *Tecnología Innovadora*.

**Tecnología Innovadora (Innovative Technology)**

Una tecnología innovadora es un proceso que se ha probado y utilizado para el tratamiento de residuos peligrosos u otros materiales contaminados, pero que no tiene un largo historial de uso a escala normal ni información sobre su costo y su rendimiento que sean suficientes para fundamentar predicciones sobre su rendimiento en diferentes condiciones operativas. Una tecnología innovadora es aquella que está siendo sometida a estudios de tratabilidad a escala experimental, que generalmente se realizan sobre el terreno o en el laboratorio, que requieren la instalación de la tecnología, y que fijan objetivos en cuanto al rendimiento, costo, y diseño de la tecnología. Las tecnologías innovadoras se están usando en muchos programas de limpieza federales y estatales para tratar residuos peligrosos que fueron liberados en forma inapropiada. Véase también *Tecnología Emergente* y *Tecnología Establecida*.

**Tetracloroetano (Tetrachloroethene)**

El tetracloroetano es un producto químico artificial no inflamable, ampliamente usado para la limpieza a seco de telas y para operaciones de desengrasado de metales. Otras denominaciones del tetracloroetano son tetracloroetileno y percloroetileno (PCE).

**Tetracloruro de Carbono (Carbon Tetrachloride)**

El tetracloruro de carbono es un líquido incoloro y altamente volátil, con un fuerte olor etéreo similar al del cloroformo. Se mezcla escasamente con el agua, y

cuando se calienta hasta la descomposición, emite vapores de fosgeno altamente tóxicos. El tetracloruro de carbono se usa principalmente como un intermediario químico en la producción de los refrigerantes Freón 11 y 12. También se ha usado como solvente de uso general en operaciones de desengrasado a nivel de la industria y como solvente industrial en la fabricación de cables y semiconductores.

**Tolueno (Toluene)**

El tolueno es un producto químico líquido incoloro de olor dulce y fuerte. Se usa como solvente en el combustible de aviación y para fabricar otros productos químicos, perfumes, medicinas, colorantes, explosivos y detergentes.

**Toma de Decisiones Basada en los Riesgos (Risk-Based Decision-Making)**

El término “toma de decisiones basada en los riesgos” se refiere a un proceso por el cual se toman decisiones acerca de terrenos contaminados de acuerdo con el riesgo que cada sitio presenta para la salud humana y el medio ambiente. La toma de decisiones basada en los riesgos es un mecanismo que identifica las acciones necesarias y apropiadas en cualquier fase del proceso de acción correctiva. Según los riesgos para la salud humana o el medio ambiente conocidos o anticipados, las acciones pueden incluir el cierre del sitio, el monitoreo y la recolección de datos, la remediación activa o pasiva, la contención o la imposición de controles institucionales.

**Toma de Muestras Representativas (Representative Sampling)**

El término toma de muestras representativas se refiere a una porción de material o de agua cuyo contenido y consistencia son lo más similares posible a los del cuerpo de material o de agua mayor sobre el que se están tomando las muestras. Para impedir la segregación y asegurar un cierto grado de precisión, la muestra debe ser representativa del volumen y de la naturaleza del material del que se está tomando.

**Toma de Muestras por Empuje Directo (Direct Push Sampling)**

Se trata de una técnica mediante la cual un tubo de toma de muestras se empuja o se hinca con medios hidráulicos en el subsuelo, recolectando material a medida que avanza. Esta técnica se puede usar para buscar muestras de componentes, incluidos los COV, compuestos orgánicos semivolátiles, bifenilos policlorados e hidrocarburos aromáticos policíclicos.

**Total de Hidrocarburos de Petróleo (Total Petroleum Hydrocarbon)**

El total de hidrocarburos de petróleo se refiere a una medida de la concentración o masa de componentes

de hidrocarburos del petróleo presentes en una determinada cantidad de aire, tierra o agua.

#### **Toxic Substances Control Act (TSCA)**

La TSCA (Ley de Control de Sustancias Tóxicas) se sancionó en 1976 con miras a probar, regular y supervisar todos los productos químicos producidos en los Estados Unidos o importados al país. La TSCA requiere que cualquier sustancia química que llegue al mercado del consumidor sea sometida a pruebas para comprobar posibles efectos tóxicos antes de su fabricación a escala comercial. Cualquier sustancia química existente que representa riesgos para la salud o el medio ambiente se somete a seguimiento y se informa conforme a la TSCA.

#### **Toxicidad (Toxicity)**

La toxicidad es una cuantificación del grado de peligro que una sustancia representa para la vida animal o vegetal.

#### **Tratamiento Térmico In Situ (In Situ Thermal Treatment)**

El tratamiento térmico *in situ* es un proceso de tratamiento que consiste en calentar la tierra contaminada *in situ* para vaporizar los contaminantes orgánicos que se encuentran en la misma. Por lo general, el área superficial a ser tratada se cubre con alfombras de caucho de silicona para aislarla y formar una barrera contra el vapor.

#### **Tricloroetano (TCE) (Trichloroethene)**

El TCE es un líquido estable, incoloro y de bajo punto de ebullición, que se usa como solvente, como desengrasante de metales y para otras aplicaciones industriales. También se conoce como tricloroetileno.

#### **Vapor (Vapor)**

El vapor es la fase gaseosa de cualquier sustancia que es líquida o sólida a temperaturas y presiones atmosféricas. El vapor de agua es un ejemplo de vapor.

#### **Vertedero (Landfill)**

Un vertedero es un sitio de vertido en tierra para Desechos Sólidos no peligrosos, donde los residuos se dispersan en capas compactadas hasta el menor volumen posible.

#### **Vía de Exposición (Exposure Pathway)**

Una vía de exposición es el camino que siguen los contaminantes desde la fuente de la contaminación hasta el contacto potencial con un medio (aire, tierra, agua superficial o agua subterránea) que representa una posible amenaza a la salud humana o al medio ambiente. La determinación de la existencia de vías de exposición constituye un paso fundamental en la realización de una evaluación de riesgo base. Véase también *Evaluación de Riesgo de Base*.

#### **Vías de Migración (Migration Pathway)**

Una vía de migración es una posible vía o camino que los contaminantes pueden seguir desde la fuente de la contaminación hasta el contacto con poblaciones humanas o con el medio ambiente. Las vías de migración incluyen el aire, las aguas superficiales, las aguas subterráneas y la superficie de la tierra. Durante la evaluación y caracterización de un sitio contaminado, se debe tener en cuenta la existencia y la identificación de todas las vías de migración posibles.

#### **Vitrificación (Vitrification)**

La vitrificación es un proceso que usa la energía eléctrica para calentar y fundir la tierra contaminada con contaminantes orgánicos o inorgánicos. A medida que se enfría el material fundido, forma un producto de vidrio y cristal duros que incorpora los contaminantes. La vitrificación se puede realizar *in situ* o *ex situ*, y por lo general necesita de temperaturas superiores a los 2.000EC.

#### **Vitrificación In Situ (In Situ Vitrification)**

La vitrificación *in situ* es una tecnología de tratamiento de suelos que estabiliza los metales y otros contaminantes inorgánicos en el lugar a temperaturas de aproximadamente 3000 °F. Las tierras y barros se funden, formando una estructura vítrea y cristalina estable con características de lixiviación muy bajas.

#### **Volatilización (Volatilization)**

La volatilización es el proceso de transferencia de una sustancia química de la fase acuosa o líquida a la fase gaseosa. La solubilidad, el peso molecular y la presión de vapor del líquido y la naturaleza del gas-líquido afectan la tasa de volatilización.

#### **Zona No Saturada (Unsaturated Zone)**

La zona no saturada es el área entre la superficie de la tierra y el acuífero situado a mayor altura (o zona saturada). La tierra en una zona no saturada puede contener aire y agua.

#### **Zona Saturada (Saturated Zone)**

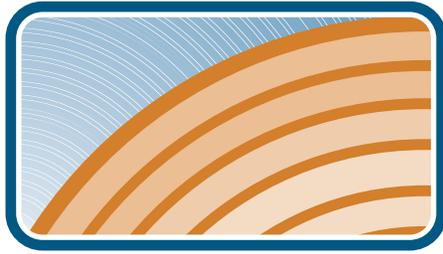
La zona saturada es el área por debajo de la superficie de la tierra donde todas las aberturas están llenas de agua.

#### **Zona Vadosa (Vadose Zone)**

La zona vadosa es el área entre la superficie de la tierra y la superficie de la napa freática donde el contenido de humedad es inferior al punto de saturación y la presión es inferior a la atmosférica. Por lo general, las aberturas (espacios de poros) contienen aire u otros gases.

#### **Zonificación (Zoning)**

La zonificación es el ejercicio de la autoridad civil de una municipalidad para reglamentar y controlar el carácter y el uso de la propiedad inmueble.



# ANEXO C

Anexo C

# LISTA DE CONTACTOS DE APOYO TÉCNICO Y DE REVITALIZACION DE TERRENOS CONTAMINADOS

Las listas incluidas en este anexo indican los contactos a nivel estatal y regional de la EPA, así como el personal de apoyo técnico de la EPA en la Oficina de Innovación Tecnológica y la Oficina de Investigación y Desarrollo.

El personal se encuentra disponible para ayudar en la limpieza y la revitalización de los terrenos contaminados.

Los puntos de contacto que aparecen a continuación están actualizados, de acuerdo con la información disponible al momento de esta publicación.



Contactos Estatales de Revitalización de Terrenos Contaminados ..... C-2



Coordinadores Regionales de la EPA de Revitalización de Terrenos Contaminados ..... C-6

La lista de contactos regionales se encuentra disponible en línea en:  
[www.epa.gov/swerosps/bf/regcntct.htm](http://www.epa.gov/swerosps/bf/regcntct.htm)



Contactos de Apoyo Técnico de la EPA ..... C-7

**Contactos Estatales  
de Revitalización  
de Terrenos Contaminados**



**ALABAMA**

[www.adem.state.al.us/](http://www.adem.state.al.us/)

Stephen Cobb  
Hazardous Waste Branch, Land  
Division  
AL Department of Environmental  
Management  
1400 Coliseum Boulevard  
Montgomery, AL 36110-2059  
Tel: (334) 271-7739  
Fax: (334) 279-3050  
E-mail: sac@adem.state.al.us

**ALASKA**

[www.state.ak.us/local/akpages/  
ENV.CONSERV/home.htm](http://www.state.ak.us/local/akpages/ENV.CONSERV/home.htm)

Anne Marie Palmieri  
AK Department of Environmental  
Conservation  
Spill and Prevention Response  
410 Willoughby Avenue  
Juneau, AK 99801  
Tel: (907) 766-3184  
Fax: (907) 465-5262  
E-mail: apalmieri@envirocon.state.ak.us

**ARIZONA**

[www2.ev.state.az.us/index.html](http://www2.ev.state.az.us/index.html)

Al Roesler  
AZ Department of Environmental  
Quality  
Voluntary Sites Unit  
3033 North Central Avenue  
Phoenix, AZ 85012  
Tel: (602) 207-4166  
Fax: (602) 207-4236  
E-mail: roesler.al@ev.state.az.us

**ARKANSAS**

[www.adeq.state.ar.us/hazwaste/](http://www.adeq.state.ar.us/hazwaste/)

Mike Bates  
Hazardous Waste Division  
AR Department of Environmental  
Quality  
8001 National Drive  
P.O. Box 8913  
Little Rock, AR 72219-8913  
Tel: (501) 682-0831  
Fax: (501) 682-0565  
E-mail: bates@adeq.state.ar.us

James Frank  
AR Department of Environmental  
Quality  
8001 National Drive  
P.O. Box 8913  
Little Rock, AR 72219-8913  
Tel: (501) 682-0854  
Fax: (501) 682-0565  
E-mail: franks@adeq.state.ar.us

**CALIFORNIA**

[www.calepa.ca.gov/](http://www.calepa.ca.gov/)

Megan Cambridge  
Northern California – Central Cleanup  
Operations Branch  
Department of Toxic Substances Control  
California Environmental Protection  
Agency  
8800 Cal Center Drive  
Sacramento, CA 95826-3200  
Tel: (916) 225-3727  
Fax: (916) 255-3697

Tina Diaz  
Southern California Cleanup Operations  
Branch  
Department of Toxic Substances Control  
1011 North Grandview Avenue  
Glendale, CA 91201  
Tel: (818) 551-2862  
Fax: (818) 551-2832

Tom Kovac  
Northern California – Central Cleanup  
Operations Branch  
Department of Toxic Substances Control  
California Environmental Protection  
Agency  
1515 Tollhouse Road  
Clovis, CA 93611  
Phone: (209) 297-3939  
Fax: (209) 297-3931

Janet Naito/Lynn Nakashima  
Northern California Coastal Operations  
Branch  
Department of Toxic Substances Control  
700 Heinz Avenue  
Suite 200  
Berkeley, CA 94710  
Tel: (510) 540-3833/3839  
Fax: (510) 540-3819

**COLORADO**

[www.state.co.us/gov\\_dir/cdphe\\_dir/flm](http://www.state.co.us/gov_dir/cdphe_dir/flm)

Daniel Scheppers  
Hazardous Waste Materials and Waste  
Management Division  
CO Department of Public Health and  
Environment  
4300 Cherry Creek Drive South  
Denver, CO 80222-1530  
Tel: (303) 692-3398  
Fax: (303) 759-5355  
E-mail: daniel.scheppers@state.co.us

**CONNECTICUT**

<http://dep.state.ct.us/>

Doug Zimmerman  
CT Department of Environmental  
Protection  
79 Elm Street  
Hartford, CT 06106-5127  
Tel: (860) 424-3800  
Fax: (860) 424-4057

**DELAWARE**

<http://sirb.awm.dnrec.state.de.us/>

Karl Kalbacher  
Site Investigation and Restoration  
Branch  
DE Department of Natural Resources  
and Environmental Control  
715 Grantham Lane  
New Castle, DE 19720-4801  
Tel: (302) 323-4540  
Fax: (302) 323-4561  
E-mail: kkalbacher@state.de.us

Steve Seidel  
Department of Revenue  
820 N. French Street  
Wilmington, DE 19801  
Tel: (302) 577-8455  
Fax: (302) 577-8656  
E-mail: sseidel@de.state.us

**FLORIDA**

[www.dep.state.fl.us/](http://www.dep.state.fl.us/)

Roger B. Register  
Brownfields Liaison  
FL Department of Environmental  
Protection  
MS 4505  
2600 Blair Stone Road  
Tallahassee, FL 32399-2400  
Tel: (850) 413-0062  
Fax: (850) 922-4368  
E-mail: register\_r@dep.state.fl.us

**GEORGIA**

[www.dnr.state.ga.us/dnr/environ](http://www.dnr.state.ga.us/dnr/environ)

Darren Meadows  
Environmental Protection Division  
GA Department of Natural Resources  
Suite 1462  
205 Butler Street, SE  
Atlanta, GA 30334  
Tel: (404) 657-8600  
Fax: (404) 657-0307  
E-mail: darren\_meadows@mail.dnr.  
state.ga.us

**HAWAII**

[www.hawaii.gov/health](http://www.hawaii.gov/health)

Bryce Hatoaka  
Environmental Management Division  
HI Department of Health, Hazard  
Evaluation and Emergency Response  
919 Ala Moana Boulevard, Suite 206  
Honolulu, HI 96814  
Tel: (808) 586-4248  
Fax: (808) 586-7537  
E-mail: bhatoaka@eha.health.state.hi.us

**CONTACTOS ESTATALES DE REVITALIZACION DE TERRENOS CONTAMINADOS (continuado)**

**IDAHO**

[www2.state.id.us/deq](http://www2.state.id.us/deq)

Dean Nygard  
Division of Environmental Quality  
ID Department of Health and Welfare  
1410 N. Hilton Street  
Boise, ID 83706  
Tel: (208) 373-0276  
Fax: (208) 373-0576

**ILLINOIS**

[www.epa.state.il.us/](http://www.epa.state.il.us/)

Larry Eastep  
Division of Land Pollution Control  
IL Environmental Protection Agency  
1021 North Grand Avenue East  
P.O. Box 19276  
Springfield, IL 62794-9276  
Tel: (217) 782-9802  
Fax: (217) 782-3258  
E-mail: [larry.eastep@epa.state.il.us](mailto:larry.eastep@epa.state.il.us)

**INDIANA**

[www.ai.org/idem/oyer/index.html](http://www.ai.org/idem/oyer/index.html)

Peggy Dorsey  
Voluntary Remediation Program  
IN Department of Environmental  
Management  
P.O. Box 6015  
100 North Senate Avenue  
Indianapolis, IN 46206-6015  
Tel: (317) 234-0966  
E-mail: [pdorsey@dem.state.in.us](mailto:pdorsey@dem.state.in.us)

**IOWA**

[www.state.ia.us/epd](http://www.state.ia.us/epd)

Lavoy Haage  
Solid Waste Section  
IA Department of Natural Resources  
Wallace State Office Building  
Des Moines, IA 50319  
Tel: (515) 281-4968  
Fax: (515) 281-8895  
E-mail: [lhaage@max.state.ia.us](mailto:lhaage@max.state.ia.us)

**KANSAS**

[www.kdhe.state.ks.us/ber/](http://www.kdhe.state.ks.us/ber/)

Rick Bean  
Division of Environment  
Bureau of Environmental Remediation  
KS Department of Health and  
Environment  
Forbes Field, Building 740  
Topeka, KS 66620-0001  
Tel: (913) 296-1675  
Fax: (913) 296-1686

**KENTUCKY**

[www.kyegc.net/](http://www.kyegc.net/)

Jeffrey Pratt  
Division of Waste Management  
KY Department of Environmental  
Protection  
14 Reilly Road  
Frankfurt, KY 40601  
Tel: (502) 564-6716  
Fax: (502) 564-4049  
E-mail: [jeff.pratt@mail.state.ky.us](mailto:jeff.pratt@mail.state.ky.us)

**LOUISIANA**

[www.deq.state.la.us/](http://www.deq.state.la.us/)

Roger Gingles  
Department of Environmental Quality  
Inactive and Abandoned Sites  
Division  
P.O. Box 82178  
Baton Rouge, LA 70884-2178  
Tel: (225) 765-0333  
Fax: (225) 765-0617  
E-mail: [roger\\_g@deq.state.la.us](mailto:roger_g@deq.state.la.us)

**MAINE**

[www.state.me.us/dep/rwm/home.htm](http://www.state.me.us/dep/rwm/home.htm)

Nicholas Hodgkins  
Bureau of Hazardous Materials & Solid  
Waste Control  
ME Department of Environmental  
Protection  
State House Station 17  
Augusta, ME 04333-0017  
Tel: (207) 287-2651  
Fax: (207) 287-7826  
E-mail: [nick.hodgkins@state.me.us](mailto:nick.hodgkins@state.me.us)

**MARYLAND**

[www.mde.state.md.us/](http://www.mde.state.md.us/)

Jim Metz  
MD Department of the Environment  
2500 Broening Highway  
Baltimore, MD 21224  
Tel: (410) 631-3437  
Fax: (410) 631-3472  
E-mail: [bdemarco@charm.net](mailto:bdemarco@charm.net)

**MASSACHUSETTS**

[www.state.ma.us/dep/bwsc/bwsc/home.htm](http://www.state.ma.us/dep/bwsc/bwsc/home.htm)

Todd Fernandez  
Department of Economic  
Development  
Boston, MA  
Tel: (617) 727-3206

**MICHIGAN**

[www.deq.state.mi.us/](http://www.deq.state.mi.us/)

James Linton  
Site Reclamation Unit  
MI Department of Environmental  
Quality  
P.O. Box 30426  
Lansing, MI 48909  
Tel: (517) 373-8450  
Fax: (517) 373-9657  
E-mail: [lintonj@state.mi.us](mailto:lintonj@state.mi.us)

**MINNESOTA**

[www.pca.state.mn.us/cleanup/index.html](http://www.pca.state.mn.us/cleanup/index.html)

Barbara Jackson  
VIC/VPIC Program  
MN Pollution Control Agency  
520 Lafayette Road  
St. Paul, MN 55155  
Tel: (651) 296-7212  
Fax: (651) 296-9707  
E-mail: [barb.jackson@pca.state.mn.us](mailto:barb.jackson@pca.state.mn.us)  
  
Meredith Udoibok  
Department of Trade and Economic  
Development  
St. Paul, MN  
Tel: (651) 297-4132

**MISSISSIPPI**

[www.deq.state.ms.us/](http://www.deq.state.ms.us/)

Russell Smith  
Pollution Control and Hazardous  
Waste Division  
Office of Pollution Control  
MS Department of Environmental  
Quality  
P.O. Box 10385  
Jackson, MS 39289-0385  
Tel: (601) 961-5171  
Fax: (601) 961-5741  
E-mail: [russellsmith@deq.ms.us](mailto:russellsmith@deq.ms.us)

**MISSOURI**

[www.dnr.state.mo.us/deq/homedeq.htm](http://www.dnr.state.mo.us/deq/homedeq.htm)

Jim Belcher  
Voluntary Cleanup Section  
MO Department of Natural Resources  
P.O. Box 176  
Jefferson City, MO 65102  
Tel: (573) 526-8913  
Fax: (573) 526-8922

**MONTANA**

[www.deq.state.mt.us/index.asp](http://www.deq.state.mt.us/index.asp)

Carol Fox  
Site Remediation Division  
MT Department of Environmental  
Quality  
P.O. Box 200901  
Helena, MT 59620-0901  
Tel: (406) 444-0478  
Fax: (406) 444-1901  
E-mail: [cfox@mt.gov](mailto:cfox@mt.gov)

**CONTACTOS ESTATALES DE REVITALIZACION DE TERRENOS CONTAMINADOS (continuado)**

**NEBRASKA**

[www.deq.state.ne.us/](http://www.deq.state.ne.us/)

Jeff Kelley  
NE Department of Environmental  
Quality  
The Atrium Building, Suite 400  
Lincoln, NE 68508-8922  
Tel: (402) 471-3387  
Fax: (402) 471-2909  
E-mail: deq216@mail.deq.state.ne.us

**NEVADA**

[www.state.nv.us/](http://www.state.nv.us/)

Robert Kelso  
Division of Environmental Protection  
Bureau of Corrective Actions  
333 West Nye Lane  
Carson City, NV 89706  
Tel: (702) 687-5872  
Fax: (702) 687-6396  
E-mail: us.ndepl@govmail.state.nv.us

**NEW HAMPSHIRE**

[www.des.state.nh.us/orcb\\_hwrbr.htm](http://www.des.state.nh.us/orcb_hwrbr.htm)

Gary Lynn  
Waste Management Division  
NH Department of Environmental  
Services  
6 Hazen Drive  
Concord, NH 03304  
Tel: (603) 271-6778  
Fax: (603) 271-2456

**NEW JERSEY**

[www.state.nj.us/dep/srp/index.htm](http://www.state.nj.us/dep/srp/index.htm)

Mr. Gary Greulich  
NJDEP - Bureau of Field Operations  
Northern Field Office  
2 Babcock Place  
West Orange, NJ 07052  
(973) 669-3960

Mr. George Nicholas  
NJDEP - Bureau of Ground Water  
Pollution Abatement  
P.O. Box 413  
Trenton, NJ 08625-0413  
(609) 984-6565

Mark Pederson  
Case Assignment Section  
NJ Department of Environmental  
Protection  
401 E. State Street  
P.O. Box 434  
Trenton, NJ 08625-0434  
Tel: (609) 292-1250  
Fax: (609) 292-2117

**NEW MEXICO**

[www.nmenv.state.nm.us/](http://www.nmenv.state.nm.us/)

Chris Bynum  
Environment Department  
Superfund Oversight Section  
P.O. Box 26110  
Santa Fe, NM 87502  
Tel: (505) 827-2754  
Fax: (505) 827-2965  
E-mail: chris\_bynum@nmenv.state.  
nm.us

**NEW YORK**

[www.dec.state.ny.us/](http://www.dec.state.ny.us/)

Christine Costopoulos  
Division of Remedial Response  
NY Department of Environmental  
Conservation  
50 Wolf Road  
Albany, NY 12233-7010  
Tel: (518) 457-5861  
Fax: (518) 457-9639  
E-mail: cjcstop@gw.dec.state.ny.us

**NORTH CAROLINA**

<http://wastenot.ehnr.state.nc.us/>

Bruce Nicholson  
Special Remediation Branch,  
Superfund Section  
1646 Mail Service Center  
Raleigh, NC 27699-1646  
Tel: (919) 733-2801 ext. 353  
E-mail: bruce.nicholson@ncmail.us

**NORTH DAKOTA**

[www.ehs.health.state.nd.us/ndhd/environ/  
wm/index.htm](http://www.ehs.health.state.nd.us/ndhd/environ/wm/index.htm)

Kurt Erickson  
Division of Waste Management  
ND Department of Health and  
Consolidated Labs  
P.O. Box 5520  
Bismark, ND 58506-5520  
Tel: (701) 328-5166  
Fax: (701) 328-5200  
E-mail: ccmail.cerickso@ranch.  
state.nd.us

**OHIO**

[www.epa.state.oh.us/derr/](http://www.epa.state.oh.us/derr/)

Amy Yersavich  
Voluntary Action Program  
OH Environmental Protection Agency  
122 South Front Street  
P.O. Box 1049  
Columbus, OH 43216-1049  
Tel: (614) 644-2285  
Fax: (614) 728-1791  
E-mail: amy.yersavich@epa.state.oh.us

**OKLAHOMA**

[www.deq.state.ok.us/waste.html](http://www.deq.state.ok.us/waste.html)

Rita Kottke  
Waste Management Division  
OK Department of Environmental  
Quality  
P.O. Box 1677  
707 N. Robinson  
Oklahoma City, OK 73101-1677  
Tel: (405) 702-5127  
Fax: (405) 702-5101  
E-mail: rita.kottke@deqmail.state.  
ok.us

Anil Lyon  
Department of Environmental Quality  
Waste Management Division  
1000 Northeast 10th Street  
Oklahoma City, OK 73117-1212  
Tel: (405) 271-7128  
Fax: (405) 271-1342  
E-mail: anil.lyon@oklaosf.state.ok.us

**OREGON**

[www.deq.state.or.us/wmc/cleanup/  
clean.htm](http://www.deq.state.or.us/wmc/cleanup/clean.htm)

Alan Kiphut  
Voluntary Cleanup Section  
Waste Management and Cleanup  
Division  
OR Department of Environmental  
Quality  
811 S.W. Sixth Avenue  
Portland, OR 97204  
Tel: (503) 229-6834  
Fax: (503) 229-6977  
E-mail: kiphut.alan@deq.state.or.us

**PENNSYLVANIA**

[www.dep.state.pa.us/dep/deputate/  
airwaste/wm/default.htm](http://www.dep.state.pa.us/dep/deputate/airwaste/wm/default.htm)

Scott Dunkelberger  
Grants Office  
Department of Community and  
Economic Development  
494 Forum Building  
Harrisburg, PA 17120  
Tel: (717) 787-7120  
Fax: (717) 787-2890  
E-mail: sdunkel@doc.state.pa.us

David Hess  
Department of Environmental  
Protection  
Philadelphia, PA  
Tel: (717) 783-7509  
E-mail: hess.david@al.dep.state.pa.us

**CONTACTOS ESTATALES DE REVITALIZACION DE TERRENOS CONTAMINADOS (continuado)****PENNSYLVANIA (continuado)**

James Shaw  
Department of Environmental  
Protection  
Bureau of Land Recycling & Waste  
Management  
400 Market Street  
P.O. Box 8471  
Harrisburg, PA 17105  
Tel: (717) 787-7120  
Fax: (717) 787-1904  
E-mail: landrecycling@al.dep.state.pa.us

**RHODE ISLAND**

[www.state.ri.us/dem](http://www.state.ri.us/dem)

Greg Fine  
Office of Waste Management  
RI Department of Environmental  
Management  
235 Promenade Street  
Providence, RI 02908  
Tel: (401) 277-2797  
Fax: (401) 277-3812

**SOUTH CAROLINA**

[www.state.sc.us/dhec](http://www.state.sc.us/dhec)

Gail Jeter  
Bureau of Land and Waste  
Management  
SC Department of Health and  
Environmental Control  
2600 Bull Street  
Columbia, SC 29201  
Tel: (803) 896-4069  
Fax: (803) 896-4001  
E-mail: jetergr@columb34.dhec.  
state.sc.us

**SOUTH DAKOTA**

[www.state.sd.us/state/executive/denr/  
denr.html](http://www.state.sd.us/state/executive/denr/denr.html)

Mark Lawrenson  
Division of Environmental Regulation  
SD Department of Water and Natural  
Resources  
523 East Capitol, Foss Building  
Pierre, SD 57501  
Tel: (605) 773-5868  
Fax: (605) 773-6035

**TENNESSEE**

[www.state.tn.us/environment/dsf/  
home.htm](http://www.state.tn.us/environment/dsf/home.htm)

Andrew Shivas  
Division of Superfund  
TN Department of Environment and  
Conservation  
401 Church Street  
14th Floor, L&C Annex  
Nashville, TN 37214  
Tel: (615) 532-0912  
Fax: (615) 532-0938  
E-mail: ashivas@mail.state.tn.us

**TEXAS**

[www.tnrcc.state.tx.us/homepgs/oprr.html](http://www.tnrcc.state.tx.us/homepgs/oprr.html)

Chuck Epperson  
Voluntary Cleanup Section  
TX Natural Resource Conservation  
Commission  
P.O. Box 13087 - MC221  
Austin, TX 78711-3087  
Tel: (512) 239-2498  
Fax: (512) 239-1212  
E-mail: cepperso@tnrcc.state.tx.us

**UTAH**

[www.eq.state.ut.us/EQERR/errhmpg.htm](http://www.eq.state.ut.us/EQERR/errhmpg.htm)

Brent Everett  
Division of Environmental Response  
and Remediation  
168 North 1950 West  
1st Floor  
Salt Lake City, UT 84116  
Tel: (801) 536-4100  
Fax: (801) 536-4242  
E-mail: beverett@deq.state.ut.us

**VERMONT**

[www.anr.state.vt.us/](http://www.anr.state.vt.us/)

George Desch  
Department of Environmental  
Conservation  
VT Agency of Natural Resources  
103 S. Main Street  
Waterbury, VT 05671-0404  
Tel: (802) 241-3491  
Fax: (802) 244-3296  
E-mail: georged@dec.anr.state.vt.us

**VIRGINIA**

[www.deq.state.va.us/](http://www.deq.state.va.us/)

Erica Dameron  
VA Department of Environmental  
Quality  
629 E. Main Street  
Richmond, VA 23219  
Tel: (804) 698-4201  
Fax: (804) 698-4334  
E-mail: esdameron@deq.state.va.us

**WASHINGTON**

[www.ecy.wa.gov](http://www.ecy.wa.gov)

Curtis Dahlgren  
WA Department of Ecology  
P.O. Box 47600  
Olympia, WA 98504-7600  
Tel: (360) 407-7187  
Fax: (360) 407-7154  
E-mail: cdah461@ecy.wa.gov

**WASHINGTON, D.C.**

Angelo Tompros  
Department of Consumer and  
Regulatory Affairs  
Environmental Regulation  
Administration  
2100 Martin Luther King Jr. Ave., SE  
Room 203  
Washington, DC 20020  
Tel: (202) 645-6080  
Fax: (202) 645-6622

**WEST VIRGINIA**

[www.dep.state.wv.us/](http://www.dep.state.wv.us/)

Ken Ellison  
Office of Waste Management  
WV Division of Environmental  
Protection  
1356 Hansford Street  
Charleston, WV 25301  
Tel: (304) 558-5929  
Fax: (304) 558-0256  
E-mail: kellison@mail.dep.state.wv.us

**WISCONSIN**

[www.dnr.state.wi.us/org/aw/rr](http://www.dnr.state.wi.us/org/aw/rr)

Darsi Foss  
Division of Environmental Quality  
WI Department of Natural Resources  
101 South Webster Street  
Box 7921  
Madison, WI 53707-7921  
Tel: (608) 267-6713  
Fax: (608) 267-7646  
E-mail: fossd@dnr.state.wi.us

**WYOMING**

<http://deq.state.wy.us/>

Carl Anderson  
Solid and Hazardous Waste Division  
WY Department of Environmental  
Quality  
122 West, 25<sup>th</sup> Street  
Cheyenne, WY 82002  
Tel: (307) 777-7752  
Fax: (307) 777-5973  
E-mail: cander@missc.state.wy.us

**Coordinadores Regionales de la EPA de Revitalización de Terrenos Contaminados**



**REGIÓN 1**

Connecticut, Maine, Massachusetts, New Hampshire, Rhode Island, Vermont

[www.epa.gov/region01/brownfields/](http://www.epa.gov/region01/brownfields/)

Lynne Jennings  
U.S. EPA  
Region 1  
MC HIO  
One Congress Street, Suite 1100  
Boston, MA 02114-2023  
Tel: (617) 918-1210  
Fax: (617) 918-1291  
E-mail: [jennings.lynne@epa.gov](mailto:jennings.lynne@epa.gov)

**REGIÓN 2**

New Jersey, New York, Puerto Rico, Virgin Islands

[www.epa.gov/region2/superfund/brownfields](http://www.epa.gov/region2/superfund/brownfields)

Larry D'Andrea  
U.S. EPA  
Region 2  
290 Broadway  
18<sup>th</sup> Floor  
New York, NY 10007-1866  
Tel: (212) 637-4314  
Fax: (212) 637-4360  
E-mail: [dandrea.larry@epa.gov](mailto:dandrea.larry@epa.gov)

**REGIÓN 3**

Delaware, Washington, D.C., Maryland, Pennsylvania, Virginia, West Virginia

[www.epa.gov/reg3hwmd/bfs/index.htm](http://www.epa.gov/reg3hwmd/bfs/index.htm)

Tom Stolle  
U.S. EPA  
Region 3  
MC 3HS 34  
1650 Arch Street  
Philadelphia, PA 19103  
Tel: (215) 814-3129  
Fax: (215) 814-3254  
E-mail: [stolle.tom@epa.gov](mailto:stolle.tom@epa.gov)

**REGIÓN 4**

Alabama, Florida, Georgia, Kentucky, Mississippi, North Carolina, South Carolina, Tennessee

[www.epa.gov/region4/waste/bf/index.htm](http://www.epa.gov/region4/waste/bf/index.htm)

Mickey Hartnett  
U.S. EPA  
Region 4  
61 Forsyth Street  
Atlanta, GA 30303  
Tel: (404) 562-8661  
Fax: (404) 562-8628  
E-mail: [hartnett.mickey@epa.gov](mailto:hartnett.mickey@epa.gov)

**REGIÓN 5**

Illinois, Indiana, Michigan, Minnesota, Ohio, Wisconsin

[www.epa.gov/R5Brownfields/](http://www.epa.gov/R5Brownfields/)

Joe Dufficy  
U.S. EPA  
Region 5  
MC HFE-5J  
77 West Jackson Boulevard  
Chicago, IL 60604-3507  
Tel: (312) 886-1960  
Fax: (312) 886-7910  
E-mail: [dufficy.joe@epa.gov](mailto:dufficy.joe@epa.gov)

**REGIÓN 6**

Arkansas, Louisiana, New Mexico, Oklahoma, Texas

[www.epa.gov/earth1r6/6sf/bfpages/sfbfhome.htm](http://www.epa.gov/earth1r6/6sf/bfpages/sfbfhome.htm)

Stan Hitt  
U.S. EPA  
Region 6  
MC 6SF-PB  
1445 Ross Avenue, Suite 1200  
Dallas, TX 75202-2733  
Tel: (214) 665-6736  
Fax: (214) 665-6460  
E-mail: [hitt.stan@epa.gov](mailto:hitt.stan@epa.gov)

**REGIÓN 7**

Iowa, Kansas, Missouri, Nebraska

[www.epa.gov/region7/citizens/brownfields/index.html](http://www.epa.gov/region7/citizens/brownfields/index.html)

Susan Klein  
U.S. EPA  
Region 7  
SUPR/STAR  
901 North 5th Street  
Kansas City, KS 66101  
Tel: (913) 551-7964  
Fax: (913) 551-8688  
E-mail: [klein.susan@epa.gov](mailto:klein.susan@epa.gov)

**REGIÓN 8**

Colorado, Montana, North Dakota, South Dakota, Utah, Wyoming

[www.epa.gov/region08/land\\_waste/bfhome/bfhome.html](http://www.epa.gov/region08/land_waste/bfhome/bfhome.html)

Kathie Atencio  
U.S. EPA  
Region 8  
MC 8EPR-SA  
999 18<sup>th</sup> Street, Suite 300  
Denver, CO 80202-2466  
Tel: (303) 312-6803  
Fax: (303) 312-6071  
E-mail: [atencio.kathie@epa.gov](mailto:atencio.kathie@epa.gov)

**REGIÓN 9**

Arizona, California, Hawaii, Nevada, American Samoa, Guam

[www.epa.gov/region09/waste/brown/index.html](http://www.epa.gov/region09/waste/brown/index.html)

Jim Hanson  
U.S. EPA  
Region 9  
75 Hawthorne Street  
San Francisco, CA 94105  
Tel: (415) 744-2237  
Fax: (415) 744-1796  
E-mail: [hanson.jim@epa.gov](mailto:hanson.jim@epa.gov)

**REGIÓN 10**

Alaska, Idaho, Oregon, Washington

<http://yosemite.epa.gov/r10/cleanup.nsf/sites/bf>

Tim Brincefield  
U.S. EPA  
Region 10  
MC ECL-122  
1200 Sixth Avenue  
Seattle, WA 98101  
Tel: (206) 553-2100  
Fax: (206) 553-0124  
E-mail: [brincefield.timothy@epa.gov](mailto:brincefield.timothy@epa.gov)

**SEDE CENTRAL DE LA EPA**

[www.epa.gov/brownfields](http://www.epa.gov/brownfields)

Anthony Raia  
Outreach and Special Projects Staff  
Office of Solid Waste and Emergency Response  
U.S. EPA  
MC: 5105  
1200 Pennsylvania Avenue, NW  
Washington, DC 20460  
Tel: (202) 260-6837  
Fax: (202) 260-6066  
E-mail: [raia.anthony@epa.gov](mailto:raia.anthony@epa.gov)

**Contactos de Apoyo  
Técnico de la EPA**



**CENTRO DE APOYO DE TECNOLOGÍAS PARA  
REVITALIZACION DE TERRENOS CONTAMINADOS**

En línea: <http://clu-in.org/brownfieldstsc>  
Tel: (877) 838-7220 (sin Cargo)

Contacto en la EPA: Dan Powell  
Technology Innovation Office  
U.S. EPA  
Tel: (703) 603-7196  
E-mail: [powell.dan@epa.gov](mailto:powell.dan@epa.gov)

**INFORMACIÓN GENERAL:  
OFICINA DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA**

**TECNOLOGÍAS DE LIMPIEZA**

John Kingscott  
Technology Innovation Office  
U.S. EPA  
Ariel Rios Building  
1200 Pennsylvania Avenue, NW (5102G)  
Washington, DC 20460  
Tel: (703) 603-7189  
Fax: (703) 603-9135  
E-mail: [kingscott.john@epa.gov](mailto:kingscott.john@epa.gov)

**INFORMACIÓN SOBRE AGUAS SUBTERRÁNEAS**

Richard Steimle  
Technology Innovation Office  
U.S. EPA  
Ariel Rios Building  
1200 Pennsylvania Avenue, NW (5102G)  
Washington, DC 20460  
Tel: (703) 603-7195  
Fax: (703) 603-9135  
E-mail: [steimle.richard@epa.gov](mailto:steimle.richard@epa.gov)

**INFORMACIÓN SOBRE REGLAMENTACIONES**

Véase página C-6 para obtener información sobre los puntos de contacto regionales de la EPA.

**CARACTERIZACIÓN Y MONITOREO DEL SITIO**

Deana Crumbling  
Technology Innovation Office  
U.S. EPA  
Ariel Rios Building  
1200 Pennsylvania Avenue, NW (5102G)  
Washington, DC 20460  
Tel: (703) 603-0643  
Fax: (703) 603-9135  
E-mail: [crumbling.deana@epa.gov](mailto:crumbling.deana@epa.gov)

**APOYO TÉCNICO ESPECÍFICO:  
OFICINA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO**

**TECNOLOGÍAS DE LIMPIEZA**

Ed Barth  
National Risk Management Research Laboratory  
Office of Research and Development  
U.S. EPA  
26 Martin Luther King Drive  
Cincinnati, OH 45268  
Tel: (513) 569-7669  
Fax: (513) 569-7676  
E-mail: [barth.ed@epa.gov](mailto:barth.ed@epa.gov)

Joan Colson  
National Risk Management Research Laboratory  
Office of Research and Development  
U.S. EPA  
26 Martin Luther King Drive  
Cincinnati, OH 45268  
Tel: (513) 569-7501  
Fax: (513) 569-7676

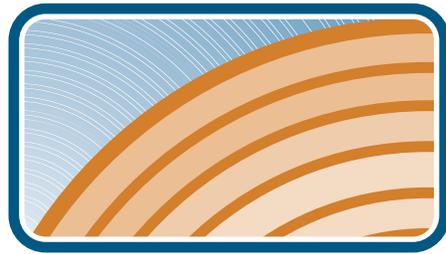
**TECNOLOGÍAS DE REMEDIACIÓN DE AGUAS  
SUBTERRÁNEAS**

David Burden  
Robert S. Kerr Environmental Research Center  
Office of Research and Development  
U.S. EPA  
P.O. Box 1198  
Ada, OK 74821-1198  
Tel: (580) 436-8606  
E-mail: [burden.david@epa.gov](mailto:burden.david@epa.gov)

**TECNOLOGÍAS DE CARACTERIZACIÓN DE SITIOS**

Ken Brown  
National Exposure Research Laboratory  
Office of Research and Development  
U.S. EPA  
P.O. Box 93478  
Las Vegas, NV 89193-3478  
Tel: (702) 798-2270  
Fax: (702) 798-2261  
E-mail: [brown.ken@epa.gov](mailto:brown.ken@epa.gov)

Eric Koglin  
National Exposure Research Laboratory  
Office of Research and Development  
U.S. EPA  
P.O. Box 93478  
Las Vegas, NV 89193-3478  
Tel: (702) 798-2432  
Fax: (702) 798-2261  
E-mail: [koglin.eric@epa.gov](mailto:koglin.eric@epa.gov)



## **ANEXO D**

## Anexo D

**CÓMO REALIZAR UN PEDIDO DE DOCUMENTOS**

Cada uno de los recursos que se describen en este documento se puede ver o descargar directamente del disco compacto que acompaña al presente, o bien acceder a ellos o solicitarlos en línea mediante los vínculos provistos en el disco compacto. Muchos de los documentos se brindan en formato de documento portátil (pdf).

Las versiones impresas de las versiones de las publicaciones se encuentran disponibles en el *National Service Center for Environmental Publications* (NSCEP, o Centro del Servicio Nacional para Publicaciones sobre Medio Ambiente de la EPA). El NSCEP es un repositorio central de todos los documentos de la EPA con más de 7000 títulos en papel y formato electrónico. Los documentos se encuentran disponibles, sin cargo, pero en cantidades limitadas. Se puede solicitar una copia de un máximo de 5 documentos dentro del período de dos semanas. Los documentos podrán solicitarse en línea, por teléfono, fax o utilizando el formulario de pedido que se muestra en la página siguiente. Por favor, incluya el número de todas las publicaciones solicitadas.

Algunas publicaciones de la EPA también pueden encontrarse en el Sitio de Internet Nacional de Publicaciones Ambientales de la EPA (NEPIS): el repositorio en línea de la EPA que incluye más de 7000 documentos. Visite el sitio NEPIS en [www.epa.gov/nepis](http://www.epa.gov/nepis), si desea buscar, ver e imprimir documentos. La colección también puede incluir publicaciones que ya no estén disponibles en formato impreso. Además, dado que algunas oficinas de la EPA ponen a disposición algunos documentos a través de sus propios sitios de la Web, Ud. podrá visitar el sitio Publicaciones en el Sitio de la EPA: (“*Publications on the EPA Site*”) en [www.epa.gov/epahome/publications2.htm](http://www.epa.gov/epahome/publications2.htm) para obtener más información sobre cómo obtener tales documentos.

Las publicaciones con números precedidos por las letras PB, o las publicaciones que no se encuentran en el NSCEP, pueden adquirirse en el Servicio Nacional de Información Técnica (NTIS).

Las publicaciones de las asociaciones WASTECH podrán solicitarse mediante el uso del formulario de pedido que se incluye al final de este anexo.

A continuación se incluyen las direcciones, números de teléfono y fax, así como las direcciones de Internet de los servicios:

**NSCEP** *National Service Center for Environmental Publications*  
U.S. Environmental Protection Agency  
P.O. Box 42419  
Cincinnati, OH 45242  
Tel: (800) 490-9198  
Tel: (513) 489-8190 (Empleados del Gobierno)  
Fax: (513) 489-8695  
WWW: [www.epa.gov/ncepihom](http://www.epa.gov/ncepihom)

**NTIS** *National Technical Information Service*  
5285 Port Royal Road  
Springfield, VA 22161  
Tel: (703) 605-6000  
Fax: (703) 605-6900  
E-mail: [orders@ntis.fedworld.gov](mailto:orders@ntis.fedworld.gov)  
WWW: [www.ntis.gov](http://www.ntis.gov)

# CENTRO DEL SERVICIO NACIONAL PARA PUBLICACIONES AMBIENTALES FORMULARIO DE PEDIDO

Las publicaciones de la EPA se pueden obtener a través del Centro del Servicio Nacional de Publicaciones sobre Medio Ambiente (NSCEP). Los ejemplares de cada publicación están disponibles, sin cargo, mientras se encuentren en stock.

**Enviar por correo a:**      **National Service Center for Environmental Publications**  
**U.S. Environmental Protection Agency**  
**P.O. Box 42419**  
**Cincinnati, OH 45242**  
**(800) 490-9198**  
**(513) 489-8190 (Empleados del Gobierno)**

**Enviar por fax a:**      **(513) 489-8695**

---

N° de documento	Título de documento
<hr/>	<hr/>

---

## Información de Cliente

---

Nombre

---

Empresa

---

Domicilio

---

Ciudad

---

Estado

---

Código Postal

---

Teléfono

DOBLAR POR ESTA LÍNEA

---

Domicilio de Devolución:

**Pegar  
Sello  
Aquí**

National Service Center for Environmental Publications  
U.S. Environmental Protection Agency  
P.O. Box 42419  
Cincinnati, OH 45242

---

DOBLAR POR ESTA LÍNEA

# WASTECH® - MONOGRAFÍAS DE INGENIERÍA SOBRE TECNOLOGÍAS INNOVADORAS PARA LA REMEDIACIÓN DE SITIOS

## FORMULARIO DE PEDIDO

### TECNOLOGÍA INNOVADORA DE REMEDIACIÓN DE SITIOS FASE I (DESCRIPCIONES Y LIMITACIONES DEL PROCESO)

Tenga a bien enviarme los siguientes libros de la **SERIE WASTECH® FASE I SOBRE TECNOLOGÍA INNOVADORA DE REMEDIACIÓN DE SITIOS: DESCRIPCIONES Y LIMITACIONES DEL PROCESO**. (Todos los libros son de tapa dura y tienen entre 130 y 288 páginas). El pago se efectúa por adelantado con cheque o tarjeta Visa o Mastercard. Satisfacción garantizada. Todos los libros devueltos en buenas condiciones dentro de los 30 días recibirán un reintegro total. ¡Ahorre solicitando la serie completa por \$495,00! Seleccione el volumen o los volúmenes que desea solicitar, sume el monto total de su compra y complete el formulario que aparece a continuación:

- |                                |                                      |                 |                          |
|--------------------------------|--------------------------------------|-----------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> Vol 1 | Bioremediación                       | \$69.95         | código# 00-311-00        |
| <input type="checkbox"/> Vol 2 | Tratamiento Químico                  | \$69.95         | código# 00-312-00        |
| <input type="checkbox"/> Vol 3 | Lavado/Enjuague de Suelos            | \$69.95         | código# 00-313-00        |
| <input type="checkbox"/> Vol 4 | Estabilización/Solidificación        | \$69.95         | código# 00-314-00        |
| <input type="checkbox"/> Vol 5 | Extracción de Solventes/<br>Químicos | \$69.95         | código# 00-315-00        |
| <input type="checkbox"/> Vol 6 | Desorción Térmica                    | \$69.95         | código# 00-316-00        |
| <input type="checkbox"/> Vol 7 | Destrucción Térmica                  | \$69.95         | código# 00-317-00        |
| <input type="checkbox"/> Vol 8 | Extracción de Vapores<br>por Vacío   | \$69.95         | código# 00-318-00        |
| <input type="checkbox"/>       | <b>Serie Fase I Completa</b>         | <b>\$495.00</b> | <b>código# 00-300-00</b> |

Nombre \_\_\_\_\_  
 Empresa/Institución \_\_\_\_\_  
 Domicilio \_\_\_\_\_  
 Ciudad/Estado/Código Postal \_\_\_\_\_  
 Tel ( \_\_\_\_\_ ) \_\_\_\_\_

MontoTotal del Pedido = \$ \_\_\_\_\_  
 Costos de Envío y Administrativos\* + \$ \_\_\_\_\_  
**Total** = \$ \_\_\_\_\_

Método de Pago (Por favor, marque uno):

\_\_\_\_\_ Cheque \_\_\_\_\_ VISA \_\_\_\_\_ Mastercard

Tarjeta de crédito Nro. \_\_\_\_\_

Vencimiento \_\_\_\_\_

Firma \_\_\_\_\_

\*Agregar \$4,75 (6,75 dólares canadienses) por el primer libro, más \$2,00 (3,50 dólares canadienses) por cada libro adicional. El costo para la serie completa será de \$18,75 (31,25 dólares canadienses). Fuera de los Estados Unidos y Canadá: \$20,00 + 10 por ciento del monto del pedido (envío por tierra), \$40,00 + 20 por ciento del monto del pedido (envío por avión).

Enviar por correo o fax a: American Academy of Environmental Engineers  
 130 Holiday Court, Suite 100, Annapolis, MD 21401  
 Tel: 410-266-3311, Fax: 410-266-7653

### TECNOLOGÍA INNOVADORA DE REMEDIACIÓN DE SITIOS: FASE II (DISEÑO Y APLICACIÓN)

Por favor, envíeme los siguientes libros de la **SERIE WASTECH® FASE II SOBRE TECNOLOGÍA INNOVADORA DE REMEDIACIÓN DE SITIOS: DISEÑO Y APLICACIÓN (WASTECH® PHASE II SERIES ON INNOVATIVE SITE REMEDIATION TECHNOLOGY: DESIGN AND APPLICATION)**. (Todos los libros son de tapa dura y tienen entre 130 y 288 páginas). El pago debe efectuarse por adelantado con cheque o tarjeta Visa o Mastercard. Satisfacción garantizada. Todos los libros devueltos en buenas condiciones dentro de los 30 días recibirán un reintegro total. Ahorre solicitando la serie completa por \$495,00!

Seleccione el volumen o los volúmenes que desea solicitar, sume el monto total de su compra y complete el formulario que aparece a continuación:

- |                                |  |                 |                          |
|--------------------------------|--|-----------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> Vol 1 | Bioremediación                               | \$89.95         | código# 00-321-10        |
| <input type="checkbox"/> Vol 2 | Tratamiento Químico                          | \$79.95         | código# 00-322-10        |
| <input type="checkbox"/> Vol 3 | Tecnologías de Extracción<br>de Líquidos     | \$79.95         | código# 00-323-10        |
| <input type="checkbox"/> Vol 4 | Estabilización/Solidificación                | \$79.95         | código# 00-324-10        |
| <input type="checkbox"/> Vol 5 | Desorción Térmica                            | \$69.95         | código# 00-325-10        |
| <input type="checkbox"/> Vol 6 | Destrucción Térmica                          | \$69.95         | código# 00-326-10        |
| <input type="checkbox"/> Vol 7 | Extracción de Vapores y<br>Aspersión de Agua | \$89.95         | código# 00-327-10        |
| <input type="checkbox"/>       | <b>Serie de la Fase II completa</b>          | <b>\$495.00</b> | <b>código# 00-320-10</b> |

Nombre \_\_\_\_\_  
 Empresa/Institución \_\_\_\_\_  
 Domicilio \_\_\_\_\_  
 Ciudad/Estado/Código Postal \_\_\_\_\_  
 Tel ( \_\_\_\_\_ ) \_\_\_\_\_

MontoTotal del Pedido = \$ \_\_\_\_\_  
 Costos de Envío y Administrativos\* + \$ \_\_\_\_\_  
**Total** = \$ \_\_\_\_\_

Método de Pago (Por favor, marque uno):

\_\_\_\_\_ Cheque \_\_\_\_\_ VISA \_\_\_\_\_ Mastercard

Tarjeta de crédito Nro. \_\_\_\_\_

Vencimiento \_\_\_\_\_

Firma \_\_\_\_\_

\*Agregar \$4,75 (6,75 dólares canadienses) por el primer libro, más \$2,00 (3,50 dólares canadienses) por cada libro adicional. Para toda la serie, agregar \$16,75 (27,75 dólares canadienses). Fuera de los Estados Unidos y Canadá - \$20,00 + 10 por ciento del monto del pedido (envío por tierra) y \$40,00 + 20 por ciento del monto del pedido (envío por avión).

Enviar por correo o fax a: American Academy of Environmental Engineers  
 130 Holiday Court, Suite 100, Annapolis, MD 21401  
 Tel: 410-266-3311, Fax: 410-266-7653

DOBLAR POR ESTA LÍNEA

---

Domicilio de Devolución:

**Pegar  
Sello  
Aquí**

American Academy of Environmental Engineers  
130 Holiday Court, Suite 100  
Annapolis, MD 21401

---

DOBLAR POR ESTA LÍNEA

# ÍNDICE DE RECURSOS



Este índice de recursos es en orden alfabético en inglés. Para el orden alfabético en español, véase la página I-10.

Índice No.	Título del Recurso	Página
1	Anaerobic Biodegradation of BTEX in Aquifer Material; Environmental Research Brief (EPA 600-S-97-003) <i>(Biodegradación Anaeróbica de BTEX en Material de Acuíferos; Informe de Investigación de Medio Ambiente)</i> .....	68
2	Analysis of Selected Enhancements for Soil Vapor Extraction (EPA 542-R-97-007) <i>(Análisis de Mejoramientos Seleccionados para Extracción de Vapores de Suelos)</i> .....	68
3	Analysis of State Superfund Programs: 50-State Study, 2001 Update <i>(Análisis de Programas Estatales del Superfondo: Estudio de 50 Estados, Actualización de 2001)</i> .....	13
4	Application of Field-Based Characterization Tools in the Waterfront Voluntary Setting <i>(Aplicación de Herramientas de Caracterización Basadas en el Campo en Terrenos bajo el Programa de Limpieza Voluntaria y en la Ribera)</i> .....	44
5	Assessing Contractor Capabilities for Streamlined Site Investigations (EPA 542-R-00-001) <i>(Evaluación de las Capacidades del Contratista para Realizar Investigaciones Normalizadas de Sitios)</i> .....	25
6	Assessment and Remediation of Contaminated Sediments (ARCS) Program: Guidance for In Situ Subaqueous Capping of Contaminated Sediments (EPA 905-B-96-004) <i>(Programa de Evaluación y Remediación de Sedimentos Contaminados: Pautas para la Cobertura Subacuática de Sedimentos Contaminados In Situ)</i> .....	69
7	Assessment of Phytoremediation as an In Situ Technique for Cleaning Oil-Contaminated Sites <i>(Evaluación de la Fitoremediación como Técnica para la Limpieza In Situ de Sitios Contaminados con Aceite)</i> .....	64
8	ASTM Standard Guide for Accelerated Site Characterization for Confirmed or Suspected Petroleum Releases (E1912-98) <i>(Guía ASTM para la Caracterización Acelerada de Sitios en Casos de Descarga de Petróleo Confirmada o Sospechada)</i> .....	37
9	ASTM Standard Guide for Environmental Site Assessments: Phase II Environmental Site Assessment Process (E1903-97) <i>(Guía ASTM para las Evaluaciones Ambientales de Sitios: Proceso de Evaluación Ambiental de Sitios, Fase II)</i> .....	38
10	ASTM Standard Guide for Process of Sustainable Brownfields Development (E1984-98) <i>(Guía ASTM para el Proceso de Desarrollo Sustentable de las Áreas de Revitalización de Terrenos Contaminados)</i> .....	25
11	ASTM Standard Guide for Risk-Based Corrective Action Applied at Petroleum Release Sites (E1739-95e1) <i>(Guía ASTM para Acciones Correctivas Basadas en el Riesgo Aplicadas a Sitios Donde Hay Descargas de Petróleo)</i> .....	55
12	ASTM Standard Practice for Environmental Site Assessments: Phase I Environmental Site Assessment Process (E1257-00) <i>(Práctica Estándar ASTM para la Evaluación Ambiental de Sitios: Proceso de Evaluación Ambiental de Sitios Fase I)</i> .....	25
13	Best Management Practices (BMPs) for Soil Treatment Technologies: Suggested Operational Guidelines to Prevent Cross-Media Transfer of Contaminants during Cleanup Activities (EPA 530-R-97-007) <i>(Las Mejores Prácticas de Manejo para Tecnologías de Tratamiento de Suelos: Lineamientos Operativos sugeridos para Prevenir la Transferencia de Contaminantes entre Medios durante las Actividades de Limpieza)</i> .....	82
14	Bioremediation and Phytoremediation of Pesticide-Contaminated Sites <i>(Bioremediación y Fitoremediación de Sitios Contaminados con Pesticidas)</i> .....	64
15	Bioremediation in the Field Search System (BFSS), Version 2.1 <i>(Sistema de Búsqueda de Bioremediación en el Campo, Versión 2.1)</i> .....	69
16	Bioremediation of Chlorinated Solvent Contaminated Groundwater <i>(Bioremediación de Aguas Subterráneas Contaminadas con Solventes Clorados)</i> .....	69
17	Breaking Barriers to the Use of Innovative Technologies: State Regulatory Role in Unexploded Ordnance Detection and Characterization Technology Selection <i>(Cómo Superar las Barreras para el Uso de Tecnologías Innovadoras: Papel Regulador del Estado en la Selección de Tecnologías de Detección y Caracterización de Municiones No Explotadas)</i> .....	13, 55

Índice No.	Título del Recurso	Página
18	Brownfields Technology Primer: Requesting and Evaluating Proposals That Encourage Innovative Technologies for Investigation and Cleanup (EPA 540-R-01-005) (Manual Básico de Tecnologías para la Revitalización de Terrenos Contaminados: Cómo Solicitar y Evaluar Ofertas que Alientan el Uso de Tecnologías Innovadoras para Investigación y Limpieza) .....	38, 55
19	Brownfields Technology Primer: Selecting and Using Phytoremediation for Site Cleanup (EPA 542-R-01-006) (Manual Básico de Tecnologías para la Revitalización de Terreno Contaminado: Cómo Seleccionar y Utilizar la Fitoremediación para la Limpieza de Sitios) .....	69
20	Brownfields Technology Support Center (Centro de Apoyo de Tecnologías para la Revitalización de Terrenos Contaminados) .....	13
21	Brownfields: A Comprehensive Guide to Redeveloping Contaminated Property (Revitalización de Terrenos Contaminados: Una Guía Integral para el Reaprovechamiento de Propiedades Contaminadas) .....	14
22	California Environmental Technology Certification Program – California Certified Technologies List (Programa de Certificación de Tecnologías Ambientales de California – Lista de Tecnologías Certificadas de California) .....	46, 69
23	Catalog of EPA Materials on USTs (EPA 510-B-00-001) (Catálogo de Información sobre Tanques de Almacenamiento Subterráneo de la EPA) .....	64
24	Characterization of Mine Leachates and the Development of a Ground-Water Monitoring Strategy for Mine Sites (EPA 600-R-99-007) (Caracterización de Lixiviados de Minas y Desarrollo de una Estrategia de Monitoreo de Aguas Subterráneas en Minas) .....	44, 83
25	Citizen’s Guides to Understanding Innovative Treatment Technologies (Guías para que los Ciudadano Comprensión de las Tecnologías de Tratamiento Innovadoras) .....	56, 83
26	Clean-Up Information Home Page on the World Wide Web (Página Web de Información sobre Limpiezas) .....	25, 56
27	CLU-IN Studio (Estudio CLU-IN) .....	14
28	CLU-IN Technology Focus (Sección de Tecnología de CLU-IN) .....	70
29	Contaminants and Remedial Options at Pesticide Sites (EPA 600-R-94-202, PB95-183869) (Contaminantes y Opciones de Remediación en Sitios Contaminados con Pesticidas) .....	44
30	Contaminants and Remedial Options at Selected Metal-Contaminated Sites (EPA 540-R-95-512, PB95-271961) (Contaminantes y Opciones de Remediación en Sitios Contaminados con Metales) .....	45
31	Cost Analyses for Selected Groundwater Cleanup Projects: Pump-and-Treat Systems and Permeable Reactive Barriers (EPA 542-R-00-013) (Análisis de Costos de Proyectos de Limpieza de Aguas Subterráneas: Sistemas de Bombeo y Tratamiento y Barreras Reactivas Permeables) .....	70
32	Cost Estimating Tools and Resources for Addressing Sites Under the Brownfields Initiatives (EPA 625-R-99-001) (Herramientas para la Estimación de Costos y Recursos para la Gestión de Sitios como parte de la Iniciativa de Revitalización de Terrenos Contaminados) .....	38, 56
33	Data Quality Objective Process for Hazardous Waste Site Investigations (EPA 600-R-00-007) (Proceso de Objetivos de Calidad de Datos para las Investigaciones de Sitios de Residuos Peligrosos) .....	7, 25, 38
34	Data Quality Objectives Web Site (Sitio de la Web sobre los Objetivos de Calidad de la Información) .....	26
35	Directory of Technology Support Services to Brownfields Localities (EPA 542-B-99-005) (Guía de Servicios de Apoyo Tecnológico para Localidades con Terrenos Contaminados) .....	57, 83

Índice No.	Título del Recurso	Página
36	Engineered Approaches to In Situ Bioremediation of Chlorinated Solvents: Fundamentals and Field Applications (EPA 542-R-00-008) <i>(Enfoques de Ingeniería para la Bioremediación In Situ de Solventes Clorados: Fundamentos y Aplicaciones en Campo)</i> .....	70
37	Engineering and Design: Requirements for the Preparation of Sampling and Analysis Plans (EM200-1-3) <i>(Ingeniería y Diseño: Requisitos para la Preparación de Planes de Toma de Muestras y Análisis)</i> .....	26, 39
38	Engineering and Design: Adsorption Design Guide (DG 1110-1-2) <i>(Ingeniería y Diseño: Guía de Diseño de Adsorción)</i> .....	70
39	Environmental Technology Verification Reports <i>(Informes de Verificación de Tecnologías Ambientales)</i> .....	47
40	EPA Brownfields Economic Redevelopment Initiative Internet Site <i>(Sitio de Internet de la Iniciativa de la EPA de Revitalización Económica de Terrenos Contaminados)</i> .....	14
41	EPA Directive: Promote Innovative Technology in Waste Management Programs (OSWER Directive 9380.0-25, EPA 542-F-96-012) <i>(Directiva de la EPA: Promover Innovadoras en Programas de Manejo de Desechos)</i> .....	83
42	EPA Dynamic Field Activities Internet Site <i>(Sitio de Internet sobre Actividades de Campo Dinámicas de la EPA)</i> .....	47
43	EPA Office of Enforcement and Compliance Assurance Industry Sector Notebooks <i>(Guías de Sectores de la Industria elaboradas por la Oficina de Aplicación de la Ley y Control de Cumplimiento Normativo de la EPA)</i> .....	27
44	EPA Office of Solid Waste SW-846 On-Line: Test Methods for Evaluating Solid Wastes, Physical/Chemical Methods <i>(SW-846 En Línea de la Oficina de Desechos Sólidos de la EPA: Métodos de Ensayo para Evaluar los Desechos Sólidos, Métodos Físicoquímicos)</i> .....	39
45	EPA ORD Brownfields Guides <i>(Guías de la ORD para Áreas de Revitalización de Terrenos Contaminados)</i> .....	45, 64
46	EPA Region 3 Industry Profile Fact Sheets <i>(Hojas de Datos de los Perfiles de la Industria en la Región 3 de la EPA)</i> .....	28
47	EPA Region 5 Monitored Natural Attenuation Report <i>(Informe sobre Atenuación Natural Controlada en la Región 5 de la EPA)</i> .....	70
48	EPA REmediation And CHAracterization Innovative Technologies (REACHIT) Online Searchable Database <i>(EPA REACH IT – Base de Datos en Línea para Búsquedas de Tecnologías Innovadoras de Remediación y Caracterización de la EPA)</i> .....	26, 39, 57, 86
49	EPA’s Office of Underground Storage Tanks Internet Site <i>(Sitio en Internet de la Oficina de Tanques de Almacenamiento Subterráneo de la EPA)</i> .....	72
50	Evaluation of Selected Environmental Decision Support Software (DSS) <i>(Evaluación de Software Seleccionado para Apoyo a las Decisiones sobre Medio Ambiente)</i> .....	39, 57
51	Evaluation of Subsurface Engineered Barriers at Waste Sites (EPA 542-R-98-005) <i>(Evaluación de Barreras Subsuperficiales de Diseño de Ingeniería en Sitios de Desechos)</i> .....	57
52	Expedited Site Assessment Tools for Underground Storage Tank Sites: A Guide for Regulators (EPA 510-B-97-001) <i>(Herramientas de Evaluación Rápida de Sitios con Tanques de Almacenamiento Subterráneo: Guía para los Entes Reguladores)</i> .....	45
53	Expedited Site Characterization (ESC) Method (Ames Laboratory Environmental Technologies Development Program) <i>(Método de Caracterización Rápida de Sitios [Programa de Desarrollo de Tecnologías Ambientales del Laboratorio Ames])</i> .....	26

Índice No.	Título del Recurso	Página
54	Federal Facilities Forum Issue: Field Sampling and Selecting On-Site Analytical Methods for Explosives in Soil (EPA 540-R-97-501) <i>(Tema del Foro de Instalaciones Federales: Toma de Muestras en Campo y Selección de Métodos de Análisis In-situ para Explosivos en el Suelo)</i> .....	47
55	Federal Remediation Technologies Roundtable (FRTR) Case Studies <i>(Casos Prácticos de la FRTR)</i> .....	57, 86
56	Field Analytic Technologies Encyclopedia (FATE) <i>(Enciclopedia de Tecnologías de Análisis en Campo)</i> .....	40
57	Field Applications of In Situ Remediation Technologies Ground-Water Circulation Wells (EPA 542-R-98-009) <i>(Aplicaciones en Campo de Tecnologías de Remediación In Situ: Pozos de Circulación de Aguas Subterráneas)</i> .....	71
58	Field Applications of In Situ Remediation Technologies: Chemical Oxidation (EPA 542-R-98-008) <i>(Aplicaciones en Campo de Tecnologías de Remediación In Situ: Oxidación Química)</i> .....	71
59	Field Applications of In Situ Remediation Technologies: Permeable Reactive Barriers (EPA 542-R-99-002) <i>(Aplicaciones en Campo de Tecnologías de Remediación In Situ: Barreras Reactivas Permeables)</i> .....	71
60	Field Sampling and Analysis Technologies Matrix, Version 1.0 <i>(Matriz de Tecnologías para Toma de Muestras y Análisis sobre el Terreno, Versión 1.0)</i> .....	40
61	Field Validation of a Penetrometer-Based Fiber-Optic Petroleum, Oil, and Lubricant (POL) Sensor: Project Summary (EPA 600-SR-97-055) <i>(Validación en Campo del Sensor de Fibra Óptica para Petróleo, Aceite y Lubricantes Basado en un Penetrómetro: Resumen de Proyecto)</i> .....	47
62	Frequently Asked Questions about Drycleaning (EPA 744-K-98-002) <i>(Preguntas Frecuentes sobre la Limpieza en Seco)</i> .....	29
63	Geophysical Techniques to Locate DNAPLs: Profiles of Federally Funded Projects (EPA 542-R-98-020) <i>(Técnicas Geofísicas para Hallar Líquidos Densos de Fase No Acuosa: Perfiles de Proyectos Financiados por el Gobierno Federal)</i> .....	71
64	Groundwater Cleanup: Overview of Operating Experience at 28 Sites (EPA 542-R-99-006) <i>(Limpieza de Aguas Subterráneas: Panorama de la Experiencia en Operación en 28 Sitios)</i> .....	65
65	Groundwater Issue Paper: Steam Injection for Soil and Aquifer Remediation (EPA 540-S-97-505) <i>(Trabajo sobre Cuestiones de Aguas Subterráneas: Inyección de Vapor para Remediación de Suelos y Acuíferos)</i> .....	71
66	Ground-water Remediation Technologies Analysis Center (GWRTAC) Technology Reports <i>(Informes de Tecnologías del Ground-Water Remediation Technologies Analysis Center GWRTAC, o Centro de Análisis de Tecnologías de Remediación de Aguas Subterráneas)</i> .....	71
67	Guidance for Preparing Standard Operating Procedures (SOPs) (EPA 240-B-01-004) <i>(Guía para la Preparación de Procedimientos Operativos Estándar)</i> .....	15
68	Guide to Documenting and Managing Cost and Performance Information for Remediation Projects (EPA 542-B-98-007) <i>(Guía para la Documentación y Gestión de Información de Costos y Rendimientos de Proyectos de Remediación)</i> .....	57
69	Guideline for Dynamic Workplans and Field Analytics: The Keys to Cost-Effective Site Characterization and Cleanup <i>(Guía para Planes de Trabajo Dinámicos y Análisis de Campo: Claves para una Caracterización y Limpieza de Sitios Eficaz en Función de los Costos)</i> .....	40
70	Handbook of Tools for Managing Federal Superfund Liability Risks at Brownfields and Other Sites (EPA 330-B-98-001) <i>(Manual de Herramientas para la Gestión de Riesgos de Responsabilidad del Superfondo Federal en Áreas de Revitalización de Terrenos Contaminados y otros Sitios)</i> .....	15
71	Hazardous Substance Research Centers <i>(Centros de Investigación de Sustancias Peligrosas)</i> .....	15

Índice No.	Título del Recurso	Página
72	Hazardous, Toxic and Radioactive Waste Center of Expertise (Centro Especialista en Desechos Peligrosos, Tóxicos y Radiactivos) .....	16
73	How To Evaluate Alternative Cleanup Technologies for Underground Storage Tank Sites: A Guide for Corrective Action Plan Reviewers (EPA 510-B-95-006, S/N 055-000-00499-4) (Cómo Evaluar Tecnologías de Limpieza Alternativas en Sitios con Tanques de Almacenamiento Subterráneos: Guía para Revisores de Planes de Acciones Correctivas) .....	65
74	Hydraulic Optimization Demonstration for Groundwater pump-and-Treat Systems (Demostración de Optimización Hidráulica para Sistemas de Bombeo y Tratamiento de Aguas Subterráneas) .....	74
75	Hydrogeologic Characterization of Fractured Rock Formations: A Guide for Groundwater Remediators; Project Summary (EPA 600-S-96-001) (Caracterización Hidrogeológica de Formaciones de Rocas Fracturadas: Guía para Remediadores de Aguas Subterráneas; Resumen del Proyecto) .....	48
76	IDC Home Page (Página Web del IDC) .....	65
77	Improving Sampling, Analysis, and Data Management for Site Investigation and Cleanup (EPA 542-F-01-030A) (Mejoramiento de Toma de Muestras, Análisis y Gestión de Datos para la Investigación y Limpieza de Sitios) .....	27
78	Improving the Cost-Effectiveness of Hazardous Waste Site Characterization and Monitoring (Mejoramiento de la Efectividad en Función de los Costos en la Caracterización y Monitoreo de Sitios con Residuos Peligrosos) .....	40, 86
79	In Situ Electrokinetic Remediation of Metal Contaminated Soils Technology Status Report (SFIM-AEC-ET-CR-99022) (Informe de Estado de la Tecnología de Remediación Electrocínética In Situ de Suelos Contaminados con Metales) .....	74
80	In Situ Treatment of Contaminated Sediments (Tratamiento In Situ de Sedimentos Contaminados) .....	74
81	Innovations in Site Characterization Case Study Series (Serie de Casos Prácticos sobre Innovaciones en la Caracterización de Sitios) .....	41
82	Innovative Measures for Subsurface Chromium Remediation: Source Zone, Concentrated Plume, and Dilute Plume; Environmental Research Brief (EPA 600-S-97-005) (Medidas Innovadoras para Remediación de Cromo Subsuperficial: Zona de Origen, Penacho Concentrado; Penacho Diluido; Informe de Investigación Ambiental) .....	65
83	Innovative Remediation and Site Characterization Technologies Resources (EPA 542-C-01-001) (Recursos de Tecnologías Innovadoras de Remediación y Caracterización de Sitios) .....	41, 58
84	Innovative Remediation Technologies: Field-Scale Demonstration Projects in North America, 2nd Edition (EPA 542-B-00-004) (Tecnologías Innovadoras para Remediación: Proyectos de Demostración a Escala de Campo en Norteamérica, 2ª Edición) .....	58
85	Institutional Controls: A Site Manager's Guide to Identifying, Evaluating, and Selecting Institutional Controls at Superfund and RCRA Corrective Action Cleanups (EPA 540-F-00-005) (Controles Institucionales: Guía para los Responsables de Sitios para la Identificación, Evaluación y Selección de Controles Institucionales en Limpiezas de Acciones Correctivas contempladas por el Superfondo y la RCRA) .....	86
86	Interstate Technology and Regulatory Council (Consejo Interestatal para la Regulación de Tecnologías) .....	16
87	Introduction to Phytoremediation (EPA 600-R-99-107) (Introducción a la Fitoremediación) .....	74
88	ITRC Phytoremediation Decision Tree (Árbol de Decisiones de Fitoremediación del Consejo Interestatal para la Regulación de Tecnologías) .....	74
89	Leak Detection for Landfill Liners: Overview of Tools for Vadose Zone Monitoring (EPA 542-R-98-019) (Detección de Pérdidas en las Membranas de Vertederos: Panorama de las Herramientas para el Monitoreo de la Zona Vadosa) .....	74

Índice No.	Título del Recurso	Página
90	Monitored Natural Attenuation of Chlorinated Solvents (EPA 600-F-98-022) (Atenuación Natural Controlada de Solventes Clorados) .....	75
91	Monitored Natural Attenuation of Petroleum Hydrocarbons (EPA 600-F-98-021) (Atenuación Natural Controlada de los Hidrocarburos de Petróleo) .....	75
92	MTBE Fact Sheet #2: Remediation of MTBE-Contaminated Soil and Groundwater (EPA 510-F-98-002) (Hoja de Datos sobre MTBE #2: Remediación de Suelo y Agua Subterránea Contaminada con MTBE) .....	65
93	MTBE Treatment Case Studies and Web Site (Casos Prácticos de Tratamiento de MTBE y Sitio Web) .....	75
94	Multi-Phase Extraction: State-of-the-Practice (EPA 542-R-99-004) (Extracción de Múltiples Fases: Estado de la Práctica) .....	75
95	NATO/CCMS Pilot Study: Evaluation of Demonstrated and Emerging Technologies for the Treatment of Contaminated Land and Groundwater (Phase III) 2000 Annual Report (EPA 542-R-01-001) (Informe Anual del 2000 Estudio Piloto de la Organización del Tratado del Atlántico Norte / Comité on the Challenges of Modern Society (Comité de Desafíos de la Sociedad Contemporánea) (OTAN/CCMS) de Evaluación de Tecnologías Emergentes Demostradas para el Tratamiento de Tierra y Agua Subterránea Contaminadas [Fase III]) .....	66
96	Natural Attenuation of Chlorinated Solvents in Groundwater: Principles and Practices (Atenuación Natural de Solventes Clorados: Principios y Prácticas) .....	75
97	Natural Attenuation of MTBE in the Subsurface under Methanogenic Conditions (EPA 600-R-00-006) (Atenuación Natural del MTBE Subterráneo bajo Condiciones Metanogénicas) .....	76
98	OnSite OnLine Tools for Site Assessment (Herramientas en Línea para la Evaluación de Campo de Sitios) .....	27
99	Ordnance and Explosives Mandatory Center of Expertise (MCX) and Design Center (Centro Especialista Obligatorio y Centro de Diseño para Municiones y Explosivos) .....	29
100	Overview of the Phytoremediation of Lead and Mercury (Generalidades de la Fitoremediación del Plomo y el Mercurio) .....	76
101	Pay-for-Performance Cleanups: Effectively Managing Underground Storage Tank Cleanups (EPA 510-B-96-002) (Limpiezas a Pagar Según Su Rendimiento: Administración Eficaz de Limpiezas de Tanques de Almacenamiento Subterráneo) .....	66
102	Permeable Reactive Barrier Technologies for Contaminant Remediation (EPA 600-R-98-125) (Tecnologías de Barreras Reactivas Permeables para la Remediación de Contaminantes) .....	76
103	Permeable Reactive Barriers for Inorganics (Barreras Reactivas Permeables para Productos Inorgánicos) .....	76
104	Permeable Reactive Subsurface Barriers for the Interception and Remediation of Chlorinated Hydrocarbon and Chromium (VI) Plumes in Ground Water (EPA 600-F-97-008) (Barreras Reactivas Permeables Subsuperficiales para la Intercepción y Remediación de Penachos de Hidrocarburos Clorados y Cromo (VI) en Aguas Subterráneas) .....	76
105	Phytoremediation of Contaminated Soil and Groundwater at Hazardous Waste Sites (EPA 540-S-01-005) (Fitoremediación de Suelo y Agua Subterránea Contaminada en Sitios con Desechos Peligrosos) .....	76
106	Phytoremediation of TCE in Groundwater Using Populus (Fitoremediación de TCE Mediante el Uso de Populus) .....	77
107	Phytoremediation Resource Guide (EPA 542-B-99-003) (Guía de Recursos de la Fitoremediación) .....	77
108	Phytotechnology Technical and Regulatory Guidance (Phyto-2) (Guía Técnica y Regulatoria de Fitotecnologías [Fito-2]) .....	77

Índice No.	Título del Recurso	Página
109	Presumptive Remedy: Supplemental Bulletin, Multi-Phase Extraction (MPE) Technology for VOCs in Soil and Groundwater (EPA 540-F-97-004) <i>(Suplemento para Tecnologías Preseleccionadas: Tecnología de Extracción de Fases Múltiples para COV en Suelos y Aguas Subterráneas)</i> .....	77
110	Presumptive Response Strategy and Ex Situ Treatment Technologies for Contaminated Ground Water at CERCLA Sites (EPA 540-R-96-023; PB96-963508) <i>(Estrategia de Respuesta Preseleccionada y Tecnologías de Tratamiento Fuera del Sitio para Agua Subterránea Contaminada en los Sitios CERCLA)</i> .....	66
111	Public Technology Inc.'s BrownfieldsTech.org <i>[BrownfieldsTech.org de Public Technology Inc. (PTI)]</i> .....	41, 58
112	Pump and Treat Ground-Water Remediation: A Guide for Decision Makers and Practitioners (EPA 625-R-95-005) <i>(Remediación de Aguas Subterráneas Mediante Sistemas de Bombeo y Tratamiento: Una Guía para las Personas Responsables de la Toma de Decisiones y Practicantes)</i> .....	77
113	Quality Assurance Guidance for Conducting Brownfields Site Assessments (EPA 540-R-98-038) <i>(Guía de Control de Calidad para la Realización de Evaluaciones de Sitios de Revitalización de Terrenos Contaminados)</i> .....	27
114	Rapid Commercialization Initiative (RCI) Final Report for an Integrated in Situ Remediation Technology (Lasagna™) (DOE/OR/22459-1) <i>(Informe Final de Iniciativa de Comercialización Rápida para una Tecnología de Remediación Integrada In Situ [Lasagna])</i> .....	58
115	Rapid Site Assessment Applied to the Florida Department of Environmental Protection's Drycleaning Solvent Cleanup Program <i>(Evaluación Rápida de Sitios Aplicada al Programa de Limpieza de Solventes para la Limpieza en Seco del Departamento de Protección Ambiental de Florida)</i> .....	66
116	RCRA Online <i>(RCRA en Línea)</i> .....	16
117	RCRA, Superfund, and Emergency Planning and Community Right-to-Know Act (EPCRA Hotline) <i>(Línea telefónica de Emergencias de la Ley de Conservación y Recuperación de Recursos, del Superfondo, y de la Emergency Planning and Community Right-to-Know Act, [EPCRA, o Ley de Prevención de Contingencias y Derecho Comunitario a la Información])</i> .....	16
118	Recent Developments for In Situ Treatment of Metal-Contaminated Soils (EPA 542-R-97-004) <i>(Desarrollos Recientes para el Tratamiento In Situ de Suelos Contaminados con Metales)</i> .....	66
119	Remediation Technologies Screening Matrix and Reference Guide, Version 4.0 <i>(Guía de Referencia y Matriz de Selección de Tecnologías de Remediación, Versión 4.0)</i> .....	58
120	Resource for MGP Site Characterization and Remediation: Expedited Site Characterization and Source Remediation at Former Manufactured Gas Plant Sites (EPA 542-R-00-005) <i>(Recurso para la Caracterización y Remediación de Sitios de Plantas Productoras de Gas: Caracterización Expedita de Sitios y Remediación en la Fuente en Sitios donde existían Plantas Productoras de Gas)</i> .....	46, 67
121	Resources for Strategic Site Investigation and Monitoring (EPA 542-F-01-030B) <i>(Recursos para la Investigación y Monitoreo Estratégico de Sitios)</i> .....	41
122	Reuse Assessments: A Tool to Implement the Superfund Land Use Directive (Directiva del OSWER No. 9355.7-06P) <i>(Evaluaciones de Reutilización: Herramienta para Implementar la Directiva de Uso de Tierras bajo el Superfondo)</i> .....	59
123	Reusing Cleaned Up Superfund Sites: Recreational Use of Land Above Hazardous Waste Containment Areas (EPA 540-K-01-002) <i>(Reutilización de Sitios Limpiados en el Marco del Programa del Superfondo: El Uso Recreativo de Terrenos Situados sobre Áreas de Contención de Desechos Peligrosos)</i> .....	87
124	Risk Management Strategy for PCB-Contaminated Sediments <i>(Estrategia de Gestión de Riesgos para Sedimentos Contaminados con Bifenilos Policlorados)</i> .....	46

Índice No.	Título del Recurso	Página
125	Sensor Technology Information Exchange (SenTIX) (Intercambio de Información Tecnológica de Sensores) .....	27, 42
126	Site Characterization and Monitoring Technologies: Bibliography of EPA Information Resources (EPA 542-B-98-003) (Tecnologías de Caracterización y Monitoreo de Sitios: Bibliografía de los Recursos de Información de la EPA) .....	42
127	Site Characterization Library, Volume 1, Release 2.0 (EPA 600-C-98-001) (Biblioteca de Caracterización de Sitios, Tomo 1, Versión 2.0) .....	42
128	Site Remediation Technology InfoBase: A Guide to Federal Programs, Information Resources, and Publications on Contaminated Site Cleanup Technologies, Second Edition (EPA 542-B-00-005) (Base de Información de Tecnologías de Remediación de Sitios: Guía de Programas Federales, Recursos de Información y Publicaciones sobre Tecnologías de Limpieza de Sitios Contaminados, Segunda Edición) .....	59
129	Solidification/Stabilization Use at Superfund Sites (EPA 542-R-00-010) (Uso de Solidificación/Estabilización en el Superfondo) .....	77
130	State Coalition for Remediation of Drycleaners (SCRD) Internet Site (Sitio de Internet de la Coalición Estatal para la Descontaminación de Antiguas Tintorerías) .....	60, 67
131	State Policy and Regulatory Barriers to In Situ Ground Water Remediation (EPA 542-R-96-001) (Obstáculos Regulatorios y de Política Estatal a la Remediación de Aguas Subterráneas In Situ) .....	87
132	State Programs to Clean Up Drycleaners (Programas Estatales para la Limpieza de Tintorerías) .....	67
133	Study of Assessment and Remediation Technologies for Drycleaner Sites (EPA 542-R-00-010) (Estudio de las Tecnologías de Evaluación y Descontaminación de Antiguas Tintorerías) .....	29, 78
134	Subsurface Containment and Monitoring Systems: Barriers and Beyond (Overview Report) (Sistemas de Control y Confinamiento Subsuperficial: Barreras y otros mecanismos [Panorama General]) .....	78
135	Subsurface Remediation: Improving Long-Term Monitoring and Remedial Systems Performance Conference Proceedings, June 1999 (EPA 540-B-00-002) (Remediación Subterránea: Mejoramiento del Desempeño de los Sistemas de Monitoreo y Remediación a Largo Plazo, Actas de Conferencia, Junio de 1999) .....	78
136	Superfund Docket and Information Center (Centro de Información y Expedientes del Superfondo) .....	17
137	Superfund Innovative Technology Evaluation (SITE) Program Demonstration Reports (Informes de Demostración del Superfund Innovative Technology Program [SITE, o Programa de Evaluación de Tecnologías Innovadoras del Superfondo]) .....	43
138	Superfund Innovative Technology Evaluation (SITE) Program: Technology Profiles, Tenth Edition (Programa de Evaluación de Tecnologías Innovadoras del Superfondo: Perfiles de Tecnologías, Décima Edición) .....	59
139	Synopses of Federal Demonstrations of Innovative Site Remediation Technologies, Third Edition (EPA 542-B-93-009, PB94-144565) (Sinopsis de Demostraciones Federales de Tecnologías de Remediación de Sitios, Tercera Edición) .....	59
140	Tank RACER Software Program (Programa de Computación Tank RACER) .....	63
141	Tax Credits and Deductions for Expensing Environmental Remediation Costs (Section 198) (Créditos y Deducciones Impositivas sobre el Pago de Costos de Remediación [Sección 198]) .....	17
142	TechDirect .....	17
143	TechKnow™ Database (Base de Datos TechKnow <sup>MR</sup> ) .....	63
144	Technical and Regulatory Requirements for Enhanced In Situ Bioremediation of Chlorinated Solvents in Groundwater (Requerimientos Técnicos y Reglamentarios para la Tecnología de Bioremediación Acelerada In Situ para Solventes Clorados en Aguas Subterráneas) .....	78

Índice No.	Título del Recurso	Página
145	Technical Protocol for Evaluating Natural Attenuation of Chlorinated Solvents in Ground Water (EPA 600-R-98-128) <i>(Protocolo Técnico para la Evaluación de la Atenuación Natural de Solventes Clorados en Aguas Subterráneas)</i> .....	87
146	Toxic Substances Control Act (TSCA) Assistance Information Service <i>(Servicio de Información de Asistencia sobre la Ley de Control de Sustancias Tóxicas)</i> .....	17
147	Training Information <i>(Información sobre Capacitación)</i> .....	18
148	Treatment Experiences at RCRA Corrective Actions (EPA 542-F-00-020) <i>(Experiencias de Tratamiento por Acciones Correctivas bajo la RCRA)</i> .....	67
149	Treatment Technologies for Site Cleanup; Annual Status Report (ASR) (Tenth Edition) (EPA 542-R-01-004) <i>(Tecnologías de Tratamiento para la Limpieza de Sitios: Memoria Anual, Décima Edición)</i> .....	63
150	Treatment Technology Performance and Cost Data for Remediation of Wood Preserving Sites (EPA 625-R-97-005) <i>(Datos de Costos y Rendimiento de las Tecnologías de Tratamiento para la Remedición de Sitios Utilizados para Industrias Madereras)</i> .....	68
151	Tri-Service Site Characterization and Analysis Penetrometer System—SCAPS: Innovative Environmental Technology from Concept to Commercialization <i>(Sistema de Penetrómetro para Caracterización y Análisis de Sitio para Tres Servicios: Tecnología Ambiental Innovadora desde el Concepto hasta la Comercialización)</i> .....	48
152	U.S. Department of Energy (DOE) Preferred Alternatives Matrices (PAMs) <i>(Matrices de Alternativas Preferidas del Departamento de Energía (DOE) de los Estados Unidos)</i> .....	44, 63
153	U.S. Department of Energy (DOE) Vendor Database for Environmental Applications <i>(Base de Datos de Proveedores del Departamento de Energía de los Estados Unidos (DOE) para Aplicaciones Ambientales)</i> .....	44
154	Underground Injection Control (UIC) Program <i>(Programa de Control de Inyección Subterránea)</i> .....	78
155	Underground Storage Tanks and Brownfields Sites (EPA 510-F-00-004) <i>(Tanques de Almacenamiento Subterráneo en Áreas de Revitalización de Terrenos Contaminados)</i> .....	29
156	Use of Monitored Natural Attenuation at Superfund, RCRA Corrective Action, and Underground Storage Tank Sites <i>(Uso de Atenuación Natural Controlada en Sitios incluidos en el Superfondo, en las Acciones Correctivas de la RCRA, y en el Programa de Tanques de Almacenamiento Subterráneo)</i> .....	68
157	A User's Guide to Environmental Immunochemical Analysis (EPA-R-94-509) <i>(Guía del Usuario para el Análisis Inmunoquímico Ambiental)</i> .....	46
158	WASTECH® - Series of Innovative Site Remediation Technology Engineering Monographs <i>(WASTECH® - Serie de Monografías de Ingeniería sobre Tecnologías Innovadoras para la Remedición de Sitios)</i> .....	87

Este índice de recursos es en orden alfabético en español. Para el orden alfabético en inglés, véase la página I-1.

Índice No.	Título del Recurso	Página
31	Análisis de Costos de Proyectos de Limpieza de Aguas Subterráneas: Sistemas de Bombeo y Tratamiento y Barreras Reactivas Permeables <i>[Cost Analyses for Selected Groundwater Cleanup Projects: Pump-and-Treat Systems and Permeable Reactive Barriers (EPA 542-R-00-013)]</i> .....	70
2	Análisis de Mejoramientos Seleccionados para Extracción de Vapores de Suelos <i>[Analysis of Selected Enhancements for Soil Vapor Extraction (EPA 542-R-97-007)]</i> .....	68
3	Análisis de Programas Estatales del Superfondo: Estudio de 50 Estados, Actualización de 2001 <i>(Analysis of State Superfund Programs: 50-State Study, 2001 Update)</i> .....	13
4	Aplicación de Herramientas de Caracterización Basadas en el Campo en Terrenos bajo el Programa de Limpieza Voluntaria y en la Ribera <i>(Application of Field-Based Characterization Tools in the Waterfront Voluntary Setting)</i> .....	44
57	Aplicaciones en Campo de Tecnologías de Remediación In Situ: Pozos de Circulación de Aguas Subterráneas <i>[Field Applications of In Situ Remediation Technologies Ground-Water Circulation Wells (EPA 542-R-98-009)]</i> .....	71
59	Aplicaciones en Campo de Tecnologías de Remediación In Situ: Barreras Reactivas Permeables <i>[Field Applications of In Situ Remediation Technologies: Permeable Reactive Barriers (EPA 542-R-99-002)]</i> .....	71
58	Aplicaciones en Campo de Tecnologías de Remediación In Situ: Oxidación Química <i>[Field Applications of In Situ Remediation Technologies: Chemical Oxidation (EPA 542-R-98-008)]</i> .....	71
88	Árbol de Decisiones de Fitoremediación del Consejo Interestatal para la Regulación de Tecnologías <i>(ITRC Phytoremediation Decision Tree)</i> .....	74
91	Atenuación Natural Controlada de los Hidrocarburos de Petróleo <i>[Monitored Natural Attenuation of Petroleum Hydrocarbons (EPA 600-F-98-021)]</i> .....	75
90	Atenuación Natural Controlada de Solventes Clorados <i>[Monitored Natural Attenuation of Chlorinated Solvents (EPA 600-F-98-022)]</i> .....	75
96	Atenuación Natural de Solventes Clorados: Principios y Prácticas <i>(Natural Attenuation of Chlorinated Solvents in Groundwater: Principles and Practices)</i> .....	75
97	Atenuación Natural del MTBE Subterráneo bajo Condiciones Metanogénicas <i>[Natural Attenuation of MTBE in the Subsurface under Methanogenic Conditions (EPA 600-R-00-006)]</i> .....	76
103	Barreras Reactivas Permeables para Productos Inorgánicos <i>(Permeable Reactive Barriers for Inorganics)</i> .....	76
104	Barreras Reactivos Permeables Subsuperficiales para la Intercepción y Remediación de Penachos de Hidrocarburos Clorados y Cromo (VI) en Aguas Subterráneas <i>[Permeable Reactive Subsurface Barriers for the Interception and Remediation of Chlorinated Hydrocarbon and Chromium (VI) Plumes in Ground Water (EPA 600-F-97-008)]</i> .....	76
153	Base de Datos de Proveedores del Departamento de Energía de los Estados Unidos (DOE) para Aplicaciones Ambientales <i>[U.S. Department of Energy (DOE) Vendor Database for Environmental Applications]</i> .....	44
143	Base de Datos TechKnow <sup>MR</sup> <i>(TechKnow<sup>TM</sup> Database)</i> .....	63
128	Base de Información de Tecnologías de Remediación de Sitios: Guía de Programas Federales, Recursos de Información y Publicaciones sobre Tecnologías de Limpieza de Sitios Contaminados, Segunda Edición <i>[Site Remediation Technology InfoBase: A Guide to Federal Programs, Information Resources, and Publications on Contaminated Site Cleanup Technologies, Second Edition (EPA 542-B-00-005)]</i> .....	59
127	Biblioteca de Caracterización de Sitios, Tomo 1, Versión 2.0 <i>[Site Characterization Library, Volume 1, Release 2.0 (EPA 600-C-98-001)]</i> .....	42
1	Biodegradación Anaeróbica de BTEX en Material de Acuíferos; Informe de Investigación de Medio Ambiente <i>[Anaerobic Biodegradation of BTEX in Aquifer Material; Environmental Research Brief (EPA 600-S-97-003)]</i> .....	68

Índice No.	Título del Recurso	Página
16	Bioremediación de Aguas Subterráneas Contaminadas con Solventes Clorados ( <i>Bioremediation of Chlorinated Solvent Contaminated Groundwater</i> ) .....	69
14	Bioremediación y Fitoremediación de Sitios Contaminados con Pesticidas ( <i>Bioremediation and Phytoremediation of Pesticide-Contaminated Sites</i> ) .....	64
111	BrownfieldsTech.org de Public Technology Inc. (PTI) ( <i>Public Technology Inc.'s BrownfieldsTech.org</i> ) .....	41, 58
24	Caracterización de Lixiviados de Minas y Desarrollo de una Estrategia de Monitoreo de Aguas Subterráneas en Minas [ <i>Characterization of Mine Leachates and the Development of a Ground-Water Monitoring Strategy for Mine Sites (EPA 600-R-99-007)</i> ] .....	44, 83
75	Caracterización Hidrogeológica de Formaciones de Rocas Fracturadas: Guía para Remediadores de Aguas Subterráneas; Resumen del Proyecto [ <i>Hydrogeologic Characterization of Fractured Rock Formations: A Guide for Groundwater Remediators; Project Summary (EPA 600-S-96-001)</i> ] .....	48
55	Casos Prácticos de la FRTR [ <i>Federal Remediation Technologies Roundtable (FRTR) Case Studies</i> ] .....	57, 86
93	Casos Prácticos de Tratamiento de MTBE y Sitio Web ( <i>MTBE Treatment Case Studies and Web Site</i> ) .....	75
23	Catálogo de Información sobre Tanques de Almacenamiento Subterráneo de la EPA [ <i>Catalog of EPA Materials on USTs (EPA 510-B-00-001)</i> ] .....	64
20	Centro de Apoyo de Tecnologías para la Revitalización de Terrenos Contaminados ( <i>Brownfields Technology Support Center</i> ) .....	13
136	Centro de Información y Expedientes del Superfondo ( <i>Superfund Docket and Information Center</i> ) .....	17
72	Centro Especialista en Desechos Peligrosos, Tóxicos y Radiactivos ( <i>Hazardous, Toxic and Radioactive Waste Center of Expertise</i> ) .....	16
99	Centro Especialista Obligatorio y Centro de Diseño para Municiones y Explosivos [ <i>Ordnance and Explosives Mandatory Center of Expertise (MCX) and Design Center</i> ] .....	29
71	Centros de Investigación de Sustancias Peligrosas ( <i>Hazardous Substance Research Centers</i> ) .....	15
73	Cómo Evaluar Tecnologías de Limpieza Alternativas en Sitios con Tanques de Almacenamiento Subterráneos: Guía para Revisores de Planes de Acciones Correctivas [ <i>How To Evaluate Alternative Cleanup Technologies for Underground Storage Tank Sites: A Guide for Corrective Action Plan Reviewers (EPA 510-B-95-006, S/N 055-000-00499-4)</i> ] .....	65
17	Cómo Superar las Barreras para el Uso de Tecnologías Innovadoras: Papel Regulador del Estado en la Selección de Tecnologías de Detección y Caracterización de Municiones No Explotadas ( <i>Breaking Barriers to the Use of Innovative Technologies: State Regulatory Role in Unexploded Ordnance Detection and Characterization Technology Selection</i> ) .....	13, 55
86	Consejo Interestatal para la Regulación de Tecnologías ( <i>Interstate Technology and Regulatory Council</i> ) .....	16
30	Contaminantes y Opciones de Remediación en Sitios Contaminados con Metales [ <i>Contaminants and Remedial Options at Selected Metal-Contaminated Sites (EPA 540-R-95-512, PB95-271961)</i> ] .....	45
29	Contaminantes y Opciones de Remediación en Sitios Contaminados con Pesticidas [ <i>Contaminants and Remedial Options at Pesticide Sites (EPA 600-R-94-202, PB95-183869)</i> ] .....	44
85	Controles Institucionales: Guía para los Responsables de Sitios para la Identificación, Evaluación y Selección de Controles Institucionales en Limpiezas de Acciones Correctivas contempladas por el Superfondo y la RCRA [ <i>Institutional Controls: A Site Manager's Guide to Identifying, Evaluating, and Selecting Institutional Controls at Superfund and RCRA Corrective Action Cleanups (EPA 540-F-00-005)</i> ] .....	86

Índice No.	Título del Recurso	Página
141	Créditos y Deducciones Impositivas sobre el Pago de Costos de Remediación (Sección 198) [Tax Credits and Deductions for Expensing Environmental Remediation Costs (Section 198)]	17
150	Datos de Costos y Rendimiento de las Tecnologías de Tratamiento para la Remediación de Sitios Utilizados para Industrias Madereras [Treatment Technology Performance and Cost Data for Remediation of Wood Preserving Sites (EPA 625-R-97-005)]	68
74	Demostración de Optimización Hidráulica para Sistemas de Bombeo y Tratamiento de Aguas Subterráneas (Hydraulic Optimization Demonstration for Groundwater pump-and-Treat Systems)	74
118	Desarrollos Recientes para el Tratamiento In Situ de Suelos Contaminados con Metales [Recent Developments for In Situ Treatment of Metal-Contaminated Soils (EPA 542-R-97-004)]	66
89	Detección de Pérdidas en las Membranas de Vertederos: Panorama de las Herramientas para el Monitoreo de la Zona Vadosa [Leak Detection for Landfill Liners: Overview of Tools for Vadose Zone Monitoring (EPA 542-R-98-019)]	74
41	Directiva de la EPA: Promover Innovadoras en Programas de Manejo de Desechos [EPA Directive: Promote Innovative Technology in Waste Management Programs (OSWER Directive 9380.0-25, EPA 542-F-96-012)]	83
56	Enciclopedia de Tecnologías de Análisis en Campo [Field Analytic Technologies Encyclopedia (FATE)]	40
36	Enfoques de Ingeniería para la Bioremediación In Situ de Solventes Clorados: Fundamentos y Aplicaciones en Campo [Engineered Approaches to In Situ Bioremediation of Chlorinated Solvents: Fundamentals and Field Applications (EPA 542-R-00-008)]	70
48	EPA REACH IT – Base de Datos en Línea para Búsquedas de Tecnologías Innovadoras de Remediación y Caracterización de la EPA [EPA REmediation And CHAracterization Innovative Technologies (REACHIT) Online Searchable Database]	26, 39, 57, 86
124	Estrategia de Gestión de Riesgos para Sedimentos Contaminados con Bifenilos Policlorados (Risk Management Strategy for PCB-Contaminated Sediments)	46
110	Estrategia de Respuesta Preseleccionada y Tecnologías de Tratamiento Fuera del Sitio para Agua Subterránea Contaminada en los Sitios CERCLA [Presumptive Response Strategy and Ex Situ Treatment Technologies for Contaminated Ground Water at CERCLA Sites (EPA 540-R-96-023; PB96-963508)]	66
27	Estudio CLU-IN (CLU-IN Studio)	14
133	Estudio de las Tecnologías de Evaluación y Descontaminación de Antiguas Tintorerías [Study of Assessment and Remediation Technologies for Drycleaner Sites (EPA 542-R-00-010)]	29, 78
51	Evaluación de Barreras Subsuperficiales de Diseño de Ingeniería en Sitios de Desechos [Evaluation of Subsurface Engineered Barriers at Waste Sites (EPA 542-R-98-005)]	57
7	Evaluación de la Fitoremediación como Técnica para la Limpieza In Situ de Sitios Contaminados con Aceite (Assessment of Phytoremediation as an In Situ Technique for Cleaning Oil-Contaminated Sites)	64
5	Evaluación de las Capacidades del Contratista para Realizar Investigaciones Normalizadas de Sitios [Assessing Contractor Capabilities for Streamlined Site Investigations (EPA 542-R-00-001)]	25
50	Evaluación de Software Seleccionado para Apoyo a las Decisiones sobre Medio Ambiente [Evaluation of Selected Environmental Decision Support Software (DSS)]	39, 57
115	Evaluación Rápida de Sitios Aplicada al Programa de Limpieza de Solventes para la Limpieza en Seco del Departamento de Protección Ambiental de Florida (Rapid Site Assessment Applied to the Florida Department of Environmental Protection's Drycleaning Solvent Cleanup Program)	66

Índice No.	Título del Recurso	Página
122	Evaluaciones de Reutilización: Herramienta para Implementar la Directiva de Uso de Tierras bajo el Superfondo [Reuse Assessments: A Tool to Implement the Superfund Land Use Directive (Directiva del OSWER No. 9355.7-06P)] .....	59
148	Experiencias de Tratamiento por Acciones Correctivas bajo la RCRA [Treatment Experiences at RCRA Corrective Actions (EPA 542-F-00-020)] .....	67
94	Extracción de Múltiples Fases: Estado de la Práctica [Multi-Phase Extraction: State-of-the-Practice (EPA 542-R-99-004)] .....	75
105	Fitoremediación de Suelo y Agua Subterránea Contaminada en Sitios con Desechos Peligrosos [Phytoremediation of Contaminated Soil and Groundwater at Hazardous Waste Sites (EPA 540-S-01-005)] .....	76
106	Fitoremediación de TCE Mediante el Uso de Populus (Phytoremediation of TCE in Groundwater Using Populus) .....	77
100	Generalidades de la Fitoremediación del Plomo y el Mercurio (Overview of the Phytoremediation of Lead and Mercury) .....	76
11	Guía ASTM para Acciones Correctivas Basadas en el Riesgo Aplicadas a Sitios Donde Hay Descargas de Petróleo [ASTM Standard Guide for Risk-Based Corrective Action Applied at Petroleum Release Sites (E1739-95e1)] .....	55
10	Guía ASTM para el Proceso de Desarrollo Sustentable de las Áreas de Revitalización de Terrenos Contaminados [ASTM Standard Guide for Process of Sustainable Brownfields Development (E1984-98)] .....	25
8	Guía ASTM para la Caracterización Acelerada de Sitios en Casos de Descarga de Petróleo Confirmada o Sospechada [ASTM Standard Guide for Accelerated Site Characterization for Confirmed or Suspected Petroleum Releases (E1912-98)] .....	37
9	Guía ASTM para las Evaluaciones Ambientales de Sitios: Proceso de Evaluación Ambiental de Sitios, Fase II [ASTM Standard Guide for Environmental Site Assessments: Phase II Environmental Site Assessment Process (E1903-97)] .....	38
113	Guía de Control de Calidad para la Realización de Evaluaciones de Sitios de Revitalización de Terrenos Contaminados [Quality Assurance Guidance for Conducting Brownfields Site Assessments (EPA 540-R-98-038)] .....	27
107	Guía de Recursos de la Fitoremediación [Phytoremediation Resource Guide (EPA 542-B-99-003)] .....	77
119	Guía de Referencia y Matriz de Selección de Tecnologías de Remediación, Versión 4.0 (Remediation Technologies Screening Matrix and Reference Guide, Version 4.0) .....	58
35	Guía de Servicios de Apoyo Tecnológico para Localidades con Terrenos Contaminados [Directory of Technology Support Services to Brownfields Localities (EPA 542-B-99-005)] .....	57, 83
157	Guía del Usuario para el Análisis Inmunoquímico Ambiental [A User's Guide to Environmental Immunochemical Analysis (EPA-R-94-509)] .....	46
68	Guía para la Documentación y Gestión de Información de Costos y Rendimientos de Proyectos de Remediación [Guide to Documenting and Managing Cost and Performance Information for Remediation Projects (EPA 542-B-98-007)] .....	57
67	Guía para la Preparación de Procedimientos Operativos Estándar [Guidance for Preparing Standard Operating Procedures (SOPs) (EPA 240-B-01-004)] .....	15
69	Guía para Planes de Trabajo Dinámicos y Análisis de Campo: Claves para una Caracterización y Limpieza de Sitios Eficaz en Función de los Costos (Guideline for Dynamic Workplans and Field Analytics: The Keys to Cost-Effective Site Characterization and Cleanup) .....	40
108	Guía Técnica y Regulatoria de Fitotecnologías (Fito-2) [Phytotechnology Technical and Regulatory Guidance (Phyto-2)] .....	77

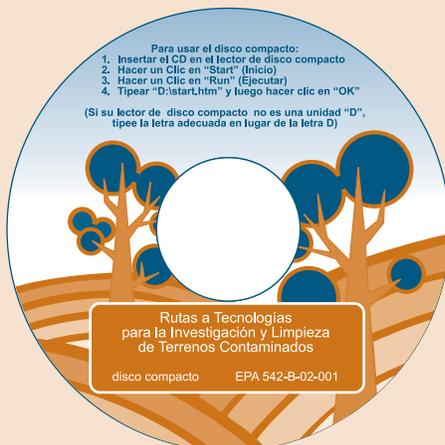
Índice No.	Título del Recurso	Página
45	Guías de la ORD para Áreas de Revitalización de Terrenos Contaminados ( <i>EPA ORD Brownfields Guides</i> ) .....	45, 64
43	Guías de Sectores de la Industria elaboradas por la Oficina de Aplicación de la Ley y Control de Cumplimiento Normativo de la EPA ( <i>EPA Office of Enforcement and Compliance Assurance Industry Sector Notebooks</i> ) .....	27
25	Guías para que los Ciudadano Comprensión de las Tecnologías de Tratamiento Innovadoras ( <i>Citizen's Guides to Understanding Innovative Treatment Technologies</i> ) .....	56, 83
52	Herramientas de Evaluación Rápida de Sitios con Tanques de Almacenamiento Subterráneo: Guía para los Entes Reguladores [ <i>Expedited Site Assessment Tools for Underground Storage Tank Sites: A Guide for Regulators (EPA 510-B-97-001)</i> ] .....	45
98	Herramientas en Línea para la Evaluación de Campo de Sitios ( <i>OnSite OnLine Tools for Site Assessment</i> ) .....	27
32	Herramientas para la Estimación de Costos y Recursos para la Gestión de Sitios como parte de la Iniciativa de Revitalización de Terrenos Contaminados [ <i>Cost Estimating Tools and Resources for Addressing Sites Under the Brownfields Initiatives (EPA 625-R-99-001)</i> ] .....	38, 56
92	Hoja de Datos sobre MTBE #2: Remediación de Suelo y Agua Subterránea Contaminada con MTBE [ <i>MTBE Fact Sheet #2: Remediation of MTBE-Contaminated Soil and Groundwater (EPA 510-F-98-002)</i> ] .....	65
46	Hojas de Datos de los Perfiles de la Industria en la Región 3 de la EPA ( <i>EPA Region 3 Industry Profile Fact Sheets</i> ) .....	28
147	Información sobre Capacitación ( <i>Training Information</i> ) .....	18
95	Informe Anual del 2000 Estudio Piloto de la Organización del Tratado del Atlántico Norte / Comité on the Challenges of Modern Society (Comité de Desafíos de la Sociedad Contemporánea) (OTAN/CCMS) de Evaluación de Tecnologías Emergentes Demostradas para el Tratamiento de Tierra y Agua Subterránea Contaminadas [Fase III] (Informe Anual del 2000 Estudio Piloto de la Organización del Tratado del Atlántico Norte / Comité on the Challenges of Modern Society (Comité de Desafíos de la Sociedad Contemporánea) (OTAN/CCMS) de Evaluación de Tecnologías Emergentes Demostradas para el Tratamiento de Tierra y Agua Subterránea Contaminadas [Fase III]) [ <i>NATO/CCMS Pilot Study: Evaluation of Demonstrated and Emerging Technologies for the Treatment of Contaminated Land and Groundwater (Phase III) 2000 Annual Report (EPA 542-R-01-001)</i> ] .....	66
79	Informe de Estado de la Tecnología de Remediación Electrocinética In Situ de Suelos Contaminados con Metales [ <i>In Situ Electrokinetic Remediation of Metal Contaminated Soils Technology Status Report (SFIM-AEC-ET-CR-99022)</i> ] .....	74
114	Informe Final de Iniciativa de Comercialización Rápida para una Tecnología de Remediación Integrada In Situ (Lasagna) [ <i>Rapid Commercialization Initiative (RCI) Final Report for an Integrated in Situ Remediation Technology (Lasagna™) (DOE/OR/22459-1)</i> ] .....	58
47	Informe sobre Atenuación Natural Controlada en la Región 5 de la EPA ( <i>EPA Region 5 Monitored Natural Attenuation Report</i> ) .....	70
137	Informes de Demostración del Superfund Innovative Technology Program (SITE, o Programa de Evaluación de Tecnologías Innovadoras del Superfondo) [ <i>Superfund Innovative Technology Evaluation (SITE) Program Demonstration Reports</i> ] .....	43
66	Informes de Tecnologías del Ground-Water Remediation Technologies Analysis Center GWRTAC, o Centro de Análisis de Tecnologías de Remediación de Aguas Subterráneas [ <i>Ground-water Remediation Technologies Analysis Center (GWRTAC) Technology Reports</i> ] .....	71
39	Informes de Verificación de Tecnologías Ambientales ( <i>Environmental Technology Verification Reports</i> ) .....	47

Índice No.	Título del Recurso	Página
38	Ingeniería y Diseño: Guía de Diseño de Adsorción [ <i>Engineering and Design: Adsorption Design Guide (DG 1110-1-2)</i> ]	70
37	Ingeniería y Diseño: Requisitos para la Preparación de Planes de Toma de Muestras y Análisis [ <i>Engineering and Design: Requirements for the Preparation of Sampling and Analysis Plans (EM 200-1-3)</i> ]	26, 39
125	Intercambio de Información Tecnológica de Sensores [ <i>Sensor Technology Information Exchange (SenTIX)</i> ]	27, 42
87	Introducción a la Fitoremediación [ <i>Introduction to Phytoremediation (EPA 600-R-99-107)</i> ]	74
13	Las Mejores Prácticas de Manejo para Tecnologías de Tratamiento de Suelos: Lineamientos Operativos sugeridos para Prevenir la Transferencia de Contaminantes entre Medios durante las Actividades de Limpieza [ <i>Best Management Practices (BMPs) for Soil Treatment Technologies: Suggested Operational Guidelines to Prevent Cross-Media Transfer of Contaminants during Cleanup Activities (EPA 530-R-97-007)</i> ]	82
64	Limpieza de Aguas Subterráneas: Panorama de la Experiencia en Operación en 28 Sitios [ <i>Groundwater Cleanup: Overview of Operating Experience at 28 Sites (EPA 542-R-99-006)</i> ]	65
101	Limpiezas a Pagar Según Su Rendimiento: Administración Eficaz de Limpiezas de Tanques de Almacenamiento Subterráneo [ <i>Pay-for-Performance Cleanups: Effectively Managing Underground Storage Tank Cleanups (EPA 510-B-96-002)</i> ]	66
117	Línea telefónica de Emergencias de la Ley de Conservación y Recuperación de Recursos, del Superfondo, y de la Emergency Planning and Community Right-to-Know Act, (EPCRA, o Ley de Prevención de Contingencias y Derecho Comunitario a la Información) [ <i>RCRA, Superfund, and Emergency Planning and Community Right-to-Know Act (EPCRA Hotline)</i> ]	16
19	Manual Básico de Tecnologías para la Revitalización de Terreno Contaminado: Cómo Seleccionar y Utilizar la Fitoremediación para la Limpieza de Sitios [ <i>Brownfields Technology Primer: Selecting and Using Phytoremediation for Site Cleanup (EPA 542-R-01-006)</i> ]	69
18	Manual Básico de Tecnologías para la Revitalización de Terrenos Contaminados: Cómo Solicitar y Evaluar Ofertas que Alientan el Uso de Tecnologías Innovadoras para Investigación y Limpieza [ <i>Brownfields Technology Primer: Requesting and Evaluating Proposals That Encourage Innovative Technologies for Investigation and Cleanup (EPA 540-R-01-005)</i> ]	38, 55
70	Manual de Herramientas para la Gestión de Riesgos de Responsabilidad del Superfondo Federal en Áreas de Revitalización de Terrenos Contaminados y otros Sitios [ <i>Handbook of Tools for Managing Federal Superfund Liability Risks at Brownfields and Other Sites (EPA 330-B-98-001)</i> ]	15
152	Matrices de Alternativas Preferidas del Departamento de Energía (DOE) de los Estados Unidos [ <i>U.S. Department of Energy (DOE) Preferred Alternatives Matrices (PAMs)</i> ]	44, 63
60	Matriz de Tecnologías para Toma de Muestras y Análisis sobre el Terreno, Versión 1.0 [ <i>Field Sampling and Analysis Technologies Matrix, Version 1.0</i> ]	40
82	Medidas Innovadoras para Remediación de Cromo Subsuperficial: Zona de Origen, Penacho Concentrado; Penacho Diluido; Informe de Investigación Ambiental [ <i>Innovative Measures for Subsurface Chromium Remediation: Source Zone, Concentrated Plume, and Dilute Plume; Environmental Research Brief (EPA 600-S-97-005)</i> ]	65
78	Mejoramiento de la Efectividad en Función de los Costos en la Caracterización y Monitoreo de Sitios con Residuos Peligrosos [ <i>Improving the Cost-Effectiveness of Hazardous Waste Site Characterization and Monitoring</i> ]	40, 86
77	Mejoramiento de Toma de Muestras, Análisis y Gestión de Datos para la Investigación y Limpieza de Sitios [ <i>Improving Sampling, Analysis, and Data Management for Site Investigation and Cleanup (EPA 542-F-01-030A)</i> ]	27

Índice No.	Título del Recurso	Página
53	Método de Caracterización Rápida de Sitios (Programa de Desarrollo de Tecnologías Ambientales del Laboratorio Ames) [Expedited Site Characterization (ESC) Method (Ames Laboratory Environmental Technologies Development Program)]	26
131	Obstáculos Regulatorios y de Política Estatal a la Remediación de Aguas Subterráneas In Situ [State Policy and Regulatory Barriers to In Situ Ground Water Remediation (EPA 542-R-96-001)]	87
26	Página Web de Información sobre Limpiezas (Clean-Up Information Home Page on the World Wide Web)	25, 56
76	Página Web del IDC (IDC Home Page)	65
12	Práctica Estándar ASTM para la Evaluación Ambiental de Sitios: Proceso de Evaluación Ambiental de Sitios Fase I [ASTM Standard Practice for Environmental Site Assessments: Phase I Environmental Site Assessment Process (E1257-00)]	25
62	Preguntas Frecuentes sobre la Limpieza en Seco [Frequently Asked Questions about Drycleaning (EPA 744-K-98-002)]	29
33	Proceso de Objetivos de Calidad de Datos para las Investigaciones de Sitios de Residuos Peligrosos (EPA 600-R-00-007) [Data Quality Objective Process for Hazardous Waste Site Investigations (EPA 600-R-00-007)]	7, 25, 38
154	Programa de Control de Inyección Subterránea [Underground Injection Control (UIC) Program]	78
22	Programa de Certificación de Tecnologías Ambientales de California – Lista de Tecnologías Certificadas de California [California Environmental Technology Certification Program – California Certified Technologies List]	46, 69
140	Programa de Computación Tank RACER (Tank RACER Software Program)	63
138	Programa de Evaluación de Tecnologías Innovadoras del Superfondo: Perfiles de Tecnologías, Décima Edición [Superfund Innovative Technology Evaluation (SITE) Program: Technology Profiles, Tenth Edition]	59
6	Programa de Evaluación y Remediación de Sedimentos Contaminados: Pautas para la Cobertura Subacuática de Sedimentos Contaminados In Situ [Assessment and Remediation of Contaminated Sediments (ARCS) Program: Guidance for In Situ Subaqueous Capping of Contaminated Sediments (EPA 905-B-96-004)]	69
132	Programas Estatales para la Limpieza de Tintorerías (State Programs to Clean Up Drycleaners)	67
145	Protocolo Técnico para la Evaluación de la Atenuación Natural de Solventes Clorados en Aguas Subterráneas [Technical Protocol for Evaluating Natural Attenuation of Chlorinated Solvents in Ground Water (EPA 600-R-98-128)]	87
116	RCRA en Línea (RCRA Online)	16
120	Recurso para la Caracterización y Remediación de Sitios de Plantas Productoras de Gas: Caracterización Expedita de Sitios y Remediación en la Fuente en Sitios donde existían Plantas Productoras de Gas [Resource for MGP Site Characterization and Remediation: Expedited Site Characterization and Source Remediation at Former Manufactured Gas Plant Sites (EPA 542-R-00-005)]	46, 67
83	Recursos de Tecnologías Innovadoras de Remediación y Caracterización de Sitios [Innovative Remediation and Site Characterization Technologies Resources (EPA 542-C-01-001)]	41, 58
121	Recursos para la Investigación y Monitoreo Estratégico de Sitios [Resources for Strategic Site Investigation and Monitoring (EPA 542-F-01-030B)]	41

Índice No.	Título del Recurso	Página
112	Remediación de Aguas Subterráneas Mediante Sistemas de Bombeo y Tratamiento: Una Guía para las Personas Responsables de la Toma de Decisiones y Practicantes <i>[Pump and Treat Ground-Water Remediation: A Guide for Decision Makers and Practitioners (EPA 625-R-95-005)]</i> .....	77
135	Remediación Subterránea: Mejoramiento del Desempeño de los Sistemas de Monitoreo y Remediación a Largo Plazo, Actas de Conferencia, Junio de 1999 <i>[Subsurface Remediation: Improving Long-Term Monitoring and Remedial Systems Performance Conference Proceedings, June 1999 (EPA 540-B-00-002)]</i> .....	78
144	Requerimientos Técnicos y Reglamentarios para la Tecnología de Bioremediación Acelerada In Situ para Solventes Clorados en Aguas Subterráneas <i>(Technical and Regulatory Requirements for Enhanced In Situ Bioremediation of Chlorinated Solvents in Groundwater)</i> .....	78
123	Reutilización de Sitios Limpiados en el Marco del Programa del Superfondo: El Uso Recreativo de Terrenos Situados sobre Áreas de Contención de Desechos Peligrosos <i>[Reusing Cleaned Up Superfund Sites: Recreational Use of Land Above Hazardous Waste Containment Areas (EPA 540-K-01-002)]</i> .....	87
21	Revitalización de Terrenos Contaminados: Una Guía Integral para el Reaprovechamiento de Propiedades Contaminadas <i>(Brownfields: A Comprehensive Guide to Redeveloping Contaminated Property)</i> .....	14
28	Sección de Tecnología de CLU-IN <i>(CLU-IN Technology Focus)</i> .....	70
81	Serie de Casos Prácticos sobre Innovaciones en la Caracterización de Sitios <i>(Innovations in Site Characterization Case Study Series)</i> .....	41
146	Servicio de Información de Asistencia sobre la Ley de Control de Sustancias Tóxicas <i>[Toxic Substances Control Act (TSCA) Assistance Information Service]</i> .....	17
139	Sinopsis de Demostraciones Federales de Tecnologías de Remediación de Sitios, Tercera Edición <i>[Synopsis of Federal Demonstrations of Innovative Site Remediation Technologies, Third Edition (EPA 542-B-93-009, PB94-144565)]</i> .....	59
15	Sistema de Búsqueda de Bioremediación en el Campo, Versión 2.1 <i>[Bioremediation in the Field Search System (BFSS), Version 2.1]</i> .....	69
151	Sistema de Penetrómetro para Caracterización y Análisis de Sitio para Tres Servicios: Tecnología Ambiental Innovadora desde el Concepto hasta la Comercialización <i>(Tri-Service Site Characterization and Analysis Penetrometer System—SCAPS: Innovative Environmental Technology from Concept to Commercialization)</i> .....	48
134	Sistemas de Control y Confinamiento Subsuperficial: Barreras y otros mecanismos (Panorama General) <i>[Subsurface Containment and Monitoring Systems: Barriers and Beyond (Overview Report)]</i> .....	78
130	Sitio de Internet de la Coalición Estatal para la Descontaminación de Antiguas Tintorerías <i>[State Coalition for Remediation of Drycleaners (SCRD) Internet Site]</i> .....	60, 67
40	Sitio de Internet de la Iniciativa de la EPA de Revitalización Económica de Terrenos Contaminados <i>(EPA Brownfields Economic Redevelopment Initiative Internet Site)</i> .....	14
42	Sitio de Internet sobre Actividades de Campo Dinámicas de la EPA <i>(EPA Dynamic Field Activities Internet Site)</i> .....	47
34	Sitio de la Web sobre los Objetivos de Calidad de la Información <i>(Data Quality Objectives Web Site)</i> .....	26
49	Sitio en Internet de la Oficina de Tanques de Almacenamiento Subterráneo de la EPA <i>(EPA's Office of Underground Storage Tanks Internet Site)</i> .....	72
109	Suplemento para Tecnologías Preseleccionadas: Tecnología de Extracción de Fases Múltiples para COV en Suelos y Aguas Subterráneas <i>[Presumptive Remedy: Supplemental Bulletin, Multi-Phase Extraction (MPE) Technology for VOCs in Soil and Groundwater (EPA 540-F-97-004)]</i> .....	77

Índice No.	Título del Recurso	Página
44	SW-846 En Línea de la Oficina de Desechos Sólidos de la EPA: Métodos de Ensayo para Evaluar los Desechos Sólidos, Métodos Fisicoquímicos (EPA Office of Solid Waste SW-846 On-Line: Test Methods for Evaluating Solid Wastes, Physical/Chemical Methods) .....	39
155	Tanques de Almacenamiento Subterráneo en Áreas de Revitalización de Terrenos Contaminados [Underground Storage Tanks and Brownfields Sites (EPA 510-F-00-004)] .....	29
142	TechDirect .....	17
63	Técnicas Geofísicas para Hallar Líquidos Densos de Fase No Acuosa: Perfiles de Proyectos Financiados por el Gobierno Federal [Geophysical Techniques to Locate DNAPLs: Profiles of Federally Funded Projects (EPA 542-R-98-020)] .....	71
102	Tecnologías de Barreras Reactivas Permeables para la Remediación de Contaminantes [Permeable Reactive Barrier Technologies for Contaminant Remediation (EPA 600-R-98-125)] .....	76
126	Tecnologías de Caracterización y Monitoreo de Sitios: Bibliografía de los Recursos de Información de la EPA [Site Characterization and Monitoring Technologies: Bibliography of EPA Information Resources (EPA 542-B-98-003)] .....	42
149	Tecnologías de Tratamiento para la Limpieza de Sitios: Memoria Anual, Décima Edición [Treatment Technologies for Site Cleanup; Annual Status Report (ASR) (Tenth Edition) (EPA 542-R-01-004)] .....	63
84	Tecnologías Innovadoras para Remediación: Proyectos de Demostración a Escala de Campo en Norteamérica, 2ª Edición [Innovative Remediation Technologies: Field-Scale Demonstration Projects in North America, 2nd Edition (EPA 542-B-00-004)] .....	58
54	Tema del Foro de Instalaciones Federales: Toma de Muestras en Campo y Selección de Métodos de Análisis In-situ para Explosivos en el Suelo [Federal Facilities Forum Issue: Field Sampling and Selecting On-Site Analytical Methods for Explosives in Soil (EPA 540-R-97-501)] .....	47
65	Trabajo sobre Cuestiones de Aguas Subterráneas: Inyección de Vapor para Remediación de Suelos y Acuíferos [Groundwater Issue Paper: Steam Injection for Soil and Aquifer Remediation (EPA 540-S-97-505)] .....	71
80	Tratamiento In Situ de Sedimentos Contaminados (In Situ Treatment of Contaminated Sediments) .....	74
156	Uso de Atenuación Natural Controlada en Sitios incluidos en el Superfondo, en las Acciones Correctivas de la RCRA, y en el Programa de Tanques de Almacenamiento Subterráneo (Use of Monitored Natural Attenuation at Superfund, RCRA Corrective Action, and Underground Storage Tank Sites) .....	68
129	Uso de Solidificación/Estabilización en el Superfondo [Solidification/Stabilization Use at Superfund Sites (EPA 542-R-00-010)] .....	77
61	Validación en Campo del Sensor de Fibra Óptica para Petróleo, Aceite y Lubricantes Basado en un Penetrómetro: Resumen de Proyecto [Field Validation of a Penetrometer-Based Fiber-Optic Petroleum, Oil, and Lubricant (POL) Sensor: Project Summary (EPA 600-SR-97-055)] .....	47
158	WASTECH® - Serie de Monografías de Ingeniería sobre Tecnologías Innovadoras para la Remediación de Sitios. (WASTECH® - Series of Innovative Site Remediation Technology Engineering Monographs) .....	87



### Para Ver el disco compacto de *Rutas*:

Para ver los recursos incluidos en el disco compacto de *Rutas*, deberá tener instalados en su computadora un programa de navegación para Internet y el programa Adobe® Acrobat® Reader 4.0. Para su conveniencia, ambos pueden instalarse desde este CD.

Nota: En las instrucciones, se hace referencia al lector de disco compacto como la unidad "D". Si su disco compacto se encuentra instalado en una unidad distinta, por favor sustituya la letra de la unidad de disco por la correcta.

### Para comenzar

Para ver el disco compacto de *Rutas*, inserte el CD en su lector de disco compacto. Haga clic en el botón "Start" (Inicio), seleccione "Run" (Ejecutar) y típee **D:\start.htm**.

### Instalación del Software

Para instalar Netscape, ir a Inicio, Ejecutar, típear **D:\software\netscape.exe**, y seguir las instrucciones en la pantalla.

Para instalar el programa Adobe® Acrobat® Reader 4.0, ir a Inicio, Ejecutar, típear **D:\software\acrobat4.exe**, y seguir las instrucciones en la pantalla.



Official Business  
Penalty for Private Use \$300

Oficina de Desechos Sólidos  
y Respuesta a Emergencias  
(5102G)

EPA 542-B-02-001  
[www.epa.gov/TIO](http://www.epa.gov/TIO)  
<http://clu-in.org/roadmap>

**Análisis de Costos de Proyectos de Limpieza de Aguas Subterráneas: Sistemas de Bombeo y Tratamiento y Barreras Reactivas Permeables**

[*Cost Analyses for Selected Groundwater Cleanup Projects: Pump-and-Treat Systems and Permeable Reactive Barriers (EPA 542-R-00-013)*]

<http://www.cluin.org/download/remed/542R00013.pdf>

**Análisis de Mejoramientos Seleccionados para Extracción de Vapores de Suelos**

[*Analysis of Selected Enhancements for Soil Vapor Extraction (EPA 542-R-97-007)*]

<http://www.cluin.org/download/remed/sveenhmt.pdf>

**Análisis de Programas Estatales del Superfondo: Estudio de 50 Estados, Actualización de 2001**

[*Analysis of State Superfund Programs: 50-State Study, 2001 Update*]

<http://www.eli.org>

**Aplicación de Herramientas de Caracterización Basadas en el Campo en Terrenos bajo el Programa de Limpieza Voluntaria y en la Ribera**

[*Application of Field-Based Characterization Tools in the Waterfront Voluntary Setting*]

<http://www.cluin.org/download/remed/brianp.pdf>

**Aplicaciones en Campo de Tecnologías de Remediación In Situ: Pozos de Circulación de Aguas Subterráneas**

[*Field Applications of In Situ Remediation Technologies Ground-Water Circulation Wells (EPA 542-R-98-009)*]

<http://www.cluin.org/download/remed/gwcirc.pdf>

**Aplicaciones en Campo de Tecnologías de Remediación In Situ: Barreras Reactivas Permeables**

[*Field Applications of In Situ Remediation Technologies: Permeable Reactive Barriers (EPA 542-R-99-002)*]

<http://www.cluin.org/download/remed/field-prb.pdf>

**Aplicaciones en Campo de Tecnologías de Remediación In Situ: Oxidación Química**

[*Field Applications of In Situ Remediation Technologies: Chemical Oxidation (EPA 542-R-98-008)*]

<http://www.cluin.org/download/remed/chemox.pdf>

**Árbol de Decisiones de Fitorremediación del Consejo Interestatal para la Regulación de Tecnologías**

[*ITRC Phytoremediation Decision Tree*]

<http://www.cluin.org/download/partner/phytotree.pdf>

**Atenuación Natural Controlada de los Hidrocarburos de Petróleo**

[*Monitored Natural Attenuation of Petroleum Hydrocarbons (EPA 600-F-98-021)*]

<http://www.cluin.org/download/remed/pet-hyd.pdf>

**Atenuación Natural Controlada de Solventes Clorados**

[*Monitored Natural Attenuation of Chlorinated Solvents (EPA 600-F-98-022)*]

<http://www.cluin.org/download/remed/chl-solv.pdf>

**Atenuación Natural de Solventes Clorados: Principios y Prácticas**

[*Natural Attenuation of Chlorinated Solvents in Groundwater: Principles and Practices*]

<http://www.cluin.org/download/toolkit/thirdednew/natatt.pdf>

**Atenuación Natural del MTBE Subterráneo bajo Condiciones Metanogénicas**

[*Natural Attenuation of MTBE in the Subsurface under Methanogenic Conditions (EPA 600-R-00-006)*]

<http://www.cluin.org/download/remed/natmtbe.pdf>

**Barreras Reactivas Permeables para Productos Inorgánicos**

[*Permeable Reactive Barriers for Inorganics*]

[http://www.cluin.org/download/remed/ott\\_prb.pdf](http://www.cluin.org/download/remed/ott_prb.pdf)

**Barreras Reactivas Permeables Subsuperficiales para la Intercepción y Remediación de Penachos de Hidrocarburos Clorados y Cromo (VI) en Aguas Subterráneas**

[*Permeable Reactive Subsurface Barriers for the Interception and Remediation of Chlorinated Hydrocarbon and Chromium (VI) Plumes in Ground Water (EPA 600-F-97-008)*]

<http://www.cluin.org/download/toolkit/remediat.pdf>

**Base de Datos de Proveedores del Departamento de Energía de los Estados Unidos (DOE) para Aplicaciones Ambientales**

[*U.S. Department of Energy (DOE) Vendor Database for Environmental Applications*]

<http://www.cmst.org/vendor/>

---

**Base de Datos TechKnow<sup>MR</sup>**

(TechKnow<sup>TM</sup> Database)

<http://www.techknow.org>

**Base de Información de Tecnologías de Remediación de Sitios: Guía de Programas Federales, Recursos de Información y Publicaciones sobre Tecnologías de Limpieza de Sitios Contaminados, Segunda Edición**

[Site Remediation Technology InfoBase: A Guide to Federal Programs, Information Resources, and Publications on Contaminated Site Cleanup Technologies, Second Edition (EPA 542-B-00-005)]

[http://www.cluin.org/download/remed/infobase\\_500.pdf](http://www.cluin.org/download/remed/infobase_500.pdf)

**Biblioteca de Caracterización de Sitios, Tomo 1, Versión 2.0**

[Site Characterization Library, Volume 1, Release 2.0 (EPA 600-C-98-001)]

<http://www.epa.gov/ncepihom>

**Biodegradación Anaeróbica de BTEX en Material de Acuíferos; Informe de Investigación de Medio Ambiente**

[Anaerobic Biodegradation of BTEX in Aquifer Material; Environmental Research Brief (EPA 600-S-97-003)]

<http://www.cluin.org/download/toolkit/epa600s97003.pdf>

**Bioremediación de Aguas Subterráneas Contaminadas con Solventes Clorados**

(Bioremediation of Chlorinated Solvent Contaminated Groundwater)

<http://www.cluin.org/download/remed/meganfin.pdf>

**Bioremediación y Fitoremediación de Sitios Contaminados con Pesticidas**

(Bioremediation and Phytoremediation of Pesticide-Contaminated Sites)

<http://www.cluin.org/download/remed/frazar.pdf>

**BrownfieldsTech.org de Public Technology Inc. (PTI)**

(Public Technology Inc.'s BrownfieldsTech.org)

<http://www.brownfieldstech.org>

**Caracterización de Lixiviados de Minas y Desarrollo de una Estrategia de Monitoreo de Aguas Subterráneas en Minas**

[Characterization of Mine Leachates and the Development of a Ground-Water Monitoring Strategy for Mine Sites (EPA 600-R-99-007)]

<http://www.cluin.org/download/char/mines.pdf>

**Caracterización Hidrogeológica de Formaciones de Rocas Fracturadas: Guía para Remediadores de Aguas Subterráneas; Resumen del Proyecto**

[Hydrogeologic Characterization of Fractured Rock Formations: A Guide for Groundwater Remediators; Project Summary (EPA 600-S-96-001)]

<http://www.cluin.org/download/toolkit/epa600-s-96-001.pdf>

**Casos Prácticos de la FRTR**

[Federal Remediation Technologies Roundtable (FRTR) Case Studies]

<http://www.frtr.gov/costperf.htm>

**Casos Prácticos de Tratamiento de MTBE y Sitio Web**

(MTBE Treatment Case Studies and Web Site)

<http://www.epa.gov/oust/mtbe/mtberem.htm>

**Catálogo de Información sobre Tanques de Almacenamiento Subterráneo de la EPA**

[Catalog of EPA Materials on USTs (EPA 510-B-00-001)]

<http://www.cluin.org/download/toolkit/thirdednew/catalogusts.pdf>

**Centro de Apoyo de Tecnologías para la Revitalización de Terrenos Contaminados**

(Brownfields Technology Support Center)

<http://brownfieldstsc.org>

**Centro de Información y Expedientes del Superfondo**

(Superfund Docket and Information Center)

El centro opera de lunes a viernes de 9:00 a 16:00 EST. Se puede acceder a él por teléfono llamando al 703-603-9232 o por fax al 703-603-9240.

---

**Centro Especialista en Desechos Peligrosos, Tóxicos y Radiactivos**

*(Hazardous, Toxic and Radioactive Waste Center of Expertise)*

<http://www.environmental.usace.army.mil/info/technical/it/it.html/>

**Centro Especialista Obligatorio y Centro de Diseño para Municiones y Explosivos**

*[Ordnance and Explosives Mandatory Center of Expertise (MCX) and Design Center]*

<http://www.hnd.usace.army.mil/OEW/>

**Centros de Investigación de Sustancias Peligrosas**

*(Hazardous Substance Research Centers)*

<http://www.hsrc.org>

**Cómo Evaluar Tecnologías de Limpieza Alternativas en Sitios con Tanques de Almacenamiento Subterráneos: Guía para Revisores de Planes de Acciones Correctivas**

*[How To Evaluate Alternative Cleanup Technologies for Underground Storage Tank Sites: A Guide for Corrective Action Plan Reviewers (EPA 510-B-95-006, S/N 055-000-00499-4)]*

<http://www.epa.gov/ncepihom>

**Cómo Superar las Barreras para el Uso de Tecnologías Innovadoras: Papel Regulador del Estado en la Selección de Tecnologías de Detección y Caracterización de Municiones No Explotadas**

*(Breaking Barriers to the Use of Innovative Technologies: State Regulatory Role in Unexploded Ordnance Detection and Characterization Technology Selection)*

<http://www.cluin.org/download/toolkit/thirdednew/breakingbarriers.pdf>

**Consejo Interestatal para la Regulación de Tecnologías**

*(Interstate Technology and Regulatory Council)*

<http://www.ITRCweb.org/>

**Contaminantes y Opciones de Remediación en Sitios Contaminados con Metales**

*[Contaminants and Remedial Options at Selected Metal-Contaminated Sites (EPA 540-R-95-512, PB95-271961)]*

<http://www.epa.gov/ncepihom>

**Contaminantes y Opciones de Remediación en Sitios Contaminados con Pesticidas**

*[Contaminants and Remedial Options at Pesticide Sites (EPA 600-R-94-202, PB95-183869)]*

<http://www.epa.gov/ncepihom>

**Controles Institucionales: Guía para los Responsables de Sitios para la Identificación, Evaluación y Selección de Controles Institucionales en Limpiezas de Acciones Correctivas contempladas por el Superfondo y la RCRA**

*[Institutional Controls: A Site Manager's Guide to Identifying, Evaluating, and Selecting Institutional Controls at Superfund and RCRA Corrective Action Cleanups (EPA 540-F-00-005)]*

<http://www.cluin.org/download/toolkit/thirdednew/icmanagersguide.pdf>

**Créditos y Deducciones Impositivas sobre el Pago de Costos de Remediación (Sección 198)**

*[Tax Credits and Deductions for Expensing Environmental Remediation Costs (Section 198)]*

<http://www.cluin.org/download/toolkit/thirdednew/section198.pdf>

**Datos de Costos y Rendimiento de las Tecnologías de Tratamiento para la Remediación de Sitios Utilizados para Industrias Madereras**

*[Treatment Technology Performance and Cost Data for Remediation of Wood Preserving Sites (EPA 625-R-97-005)]*

<http://oaspub.epa.gov/tbncrmrl/ceripubs.PUB?pubid=143>

**Demstración de Optimización Hidráulica para Sistemas de Bombeo y Tratamiento de Aguas Subterráneas (Hydraulic Optimization Demonstration for Groundwater pump-and-Treat Systems)**

- Volumen I: Investigación Pre-Optimización [Método y Demostración] (EPA 542-R-99-011A)  
[http://www.cluin.org/download/remed/hyopt/rpt\\_vol1.pdf](http://www.cluin.org/download/remed/hyopt/rpt_vol1.pdf)
- Volumen II: Aplicación de Optimización Hidráulica (EPA 542-R-99-011B)  
[http://www.cluin.org/download/remed/hyopt/report\\_vol2\\_part1.pdf](http://www.cluin.org/download/remed/hyopt/report_vol2_part1.pdf)  
[http://www.cluin.org/download/remed/hyopt/report\\_vol2\\_part2.pdf](http://www.cluin.org/download/remed/hyopt/report_vol2_part2.pdf) [http://www.cluin.org/download/remed/hyopt/report\\_vol2\\_part3.pdf](http://www.cluin.org/download/remed/hyopt/report_vol2_part3.pdf)

**Desarrollos Recientes para el Tratamiento In Situ de Suelos Contaminados con Metales**

*[Recent Developments for In Situ Treatment of Metal-Contaminated Soils (EPA 542-R-97-004)]*

<http://www.cluin.org/download/remed/metals2.pdf>

---

**Detección de Pérdidas en las Membranas de Vertederos: Panorama de las Herramientas para el Monitoreo de la Zona Vadosa**

[*Leak Detection for Landfill Liners: Overview of Tools for Vadose Zone Monitoring (EPA 542-R-98-019)*]  
<http://www.cluin.org/download/char/leaklnfl.pdf>

**Directiva de la EPA: Promover el Uso de Tecnologías Innovadoras en Programas de Manejo de Desechos**  
[*EPA Directive: Promote Innovative Technology in Waste Management Programs (Directiva de la OSWER No. 9380.0-25, EPA 542-F-96-012)*]

<http://www.cluin.org/download/reg/itpolmem.pdf>

**Enciclopedia de Tecnologías de Análisis en Campo**

[*Field Analytic Technologies Encyclopedia (FATE)*]  
<http://fate.clu-in.org>

**Enfoques de Ingeniería para la Bioremediación In Situ de Solventes Clorados: Fundamentos y Aplicaciones en Campo**

[*Engineered Approaches to In Situ Bioremediation of Chlorinated Solvents: Fundamentals and Field Applications (EPA 542-R-00-008)*]

<http://www.cluin.org/download/remed/engappinsitbio.pdf>

**EPA REACH IT – Base de Datos en Línea para Búsquedas de Tecnologías Innovadoras de Remediación y Caracterización de la EPA**

[*EPA REmediation And CHAracterization Innovative Technologies (REACH IT) Online Searchable Database*]  
<http://www.epareachit.org>

**Estrategia de Gestión de Riesgos para Sedimentos Contaminados con Bifenilos Policlorados**

[*Risk Management Strategy for PCB-Contaminated Sediments*]  
<http://www.nap.edu/books/0309073219/html>

**Estrategia de Respuesta Preseleccionada y Tecnologías de Tratamiento Fuera del Sitio para Agua Subterránea Contaminada en los Sitios CERCLA**

[*Presumptive Response Strategy and Ex Situ Treatment Technologies for Contaminated Ground Water at CERCLA Sites (EPA 540-R-96-023; PB96-963508)*]

<http://www.epa.gov/nepis>

**Estudio CLU-IN**

[*CLU-IN Studio*]  
<http://clu-in.org/studio/>

**Estudio de las Tecnologías de Evaluación y Descontaminación de Antiguas Tintorerías**

[*Study of Assessment and Remediation Technologies for Drycleaner Sites (EPA 542-R-00-010)*]  
<http://www.drycleancoalition.org/tech>

**Evaluación de Barreras Subsuperficiales de Diseño de Ingeniería en Sitios de Desechos**

[*Evaluation of Subsurface Engineered Barriers at Waste Sites (EPA 542-R-98-005)*]  
<http://www.cluin.org/download/remed/subsurf.pdf>

**Evaluación de la Fitoremediación como Técnica para la Limpieza In Situ de Sitios Contaminados con Aceite**

[*Assessment of Phytoremediation as an In Situ Technique for Cleaning Oil-Contaminated Sites*]  
<http://www.cluin.org/download/remed/phyassess.pdf>

**Evaluación de las Capacidades del Contratista para Realizar Investigaciones Normalizadas de Sitios**

[*Assessing Contractor Capabilities for Streamlined Site Investigations (EPA 542-R-00-001)*]  
<http://www.cluin.org/download/misc/contractorcap.pdf>

**Evaluación de Software Seleccionado para Apoyo a las Decisiones sobre Medio Ambiente**

[*Evaluation of Selected Environmental Decision Support Software (DSS)*]  
<http://www.cluin.org/download/char/doedss.pdf>

**Evaluación Rápida de Sitios Aplicada al Programa de Limpieza de Solventes para la Limpieza en Seco del Departamento de Protección Ambiental de Florida**

[*Rapid Site Assessment Applied to the Florida Department of Environmental Protection's Drycleaning Solvent Cleanup Program*]

<http://www.cluin.org/download/toolkit/thirdednew/rapidsadryclean.pdf>

---

**Evaluaciones de Reutilización: Herramienta para Implementar la Directiva de Uso de Tierras bajo el Superfondo**

[*Reuse Assessments: A Tool to Implement the Superfund Land Use Directive (Directiva del OSWER No. 9355.7-06P)*]  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/thirdednew/reuseassesstool.pdf>

**Experiencias de Tratamiento por Acciones Correctivas bajo la RCRA**

[*Treatment Experiences at RCRA Corrective Actions (EPA 542-F-00-020)*]  
<http://www.cluin.org/download/remed/rcaexp.pdf>

**Extracción de Múltiples Fases: Estado de la Práctica**

[*Multi-Phase Extraction: State-of-the-Practice (EPA 542-R-99-004)*]  
<http://www.cluin.org/download/remed/mpe2.pdf>

**Fitoremediación de Suelo y Agua Subterránea Contaminada en Sitios con Desechos Peligrosos**

[*Phytoremediation of Contaminated Soil and Groundwater at Hazardous Waste Sites (EPA 540-S-01-005)*]  
[http://www.cluin.org/download/remed/epa\\_540\\_s01\\_500.pdf](http://www.cluin.org/download/remed/epa_540_s01_500.pdf)

**Fitoremediación de TCE Mediante el Uso de Populus**

(*Phytoremediation of TCE in Groundwater Using Populus*)  
<http://www.cluin.org/download/remed/phytotce.pdf>

**Generalidades de la Fitoremediación del Plomo y el Mercurio**

(*Overview of the Phytoremediation of Lead and Mercury*)  
<http://www.cluin.org/download/remed/henry.pdf>

**Guía ASTM para Acciones Correctivas Basadas en el Riesgo Aplicadas a Sitios Donde Hay Descargas de Petróleo**

[*ASTM Standard Guide for Risk-Based Corrective Action Applied at Petroleum Release Sites (E1739-95e1)*]  
<http://www.astm.org>

**Guía ASTM para el Proceso de Desarrollo Sustentable de las Áreas de Revitalización de Terrenos Contaminados**

[*ASTM Standard Guide for Process of Sustainable Brownfields Development (E1984-98)*]  
<http://www.astm.org>

**Guía ASTM para la Caracterización Acelerada de Sitios en Casos de Descarga de Petróleo Confirmada o Sospechada**

[*ASTM Standard Guide for Accelerated Site Characterization for Confirmed or Suspected Petroleum Releases (E1912-98)*]  
<http://www.astm.org>

**Guía ASTM para las Evaluaciones Ambientales de Sitios: Proceso de Evaluación Ambiental de Sitios, Fase II**

[*ASTM Standard Guide for Environmental Site Assessments: Phase II Environmental Site Assessment Process (E1903-97)*]  
<http://www.astm.org>

**Guía de Control de Calidad para la Realización de Evaluaciones de Sitios de Revitalización de Terrenos Contaminados**

[*Quality Assurance Guidance for Conducting Brownfields Site Assessments (EPA 540-R-98-038)*]  
<http://www.cluin.org/download/char/brwnfdqa.pdf>

**Guía de Recursos de la Fitoremediación**

[*Phytoremediation Resource Guide (EPA 542-B-99-003)*]  
<http://www.cluin.org/download/remed/phytoresgude.pdf>

**Guía de Referencia y Matriz de Selección de Tecnologías de Remediación, Versión 4.0**

[*Remediation Technologies Screening Matrix and Reference Guide, Version 4.0 (PB98-108590)*]  
[http://www.frtr.gov/matrix2/top\\_page.html](http://www.frtr.gov/matrix2/top_page.html)

**Guía de Servicios de Apoyo Tecnológico para Localidades con Terrenos Contaminados**

[*Directory of Technology Support Services to Brownfields Localities (EPA 542-B-99-005)*]  
<http://www.cluin.org/download/misc/bfdirtechsupport.pdf>

**Guía del Usuario para el Análisis Inmunoquímico Ambiental**

[*A User's Guide to Environmental Immunochemical Analysis (EPA-R-94-509)*]  
<http://www.epa.gov/nepis>

---

### **Guía para la Documentación y Gestión de Información de Costos y Rendimientos de Proyectos de Remediación**

[*Guide to Documenting and Managing Cost and Performance Information for Remediation Projects (EPA 542-B-98-007)*]  
<http://www.cluin.org/download/frtr/costperf98.pdf>

### **Guía para la Preparación de Procedimientos Operativos Estándar**

[*Guidance for Preparing Standard Operating Procedures (SOPs) (EPA 240-B-01-004)*]  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/thirdednew/guidanceprepsops.pdf>

### **Guía para Planes de Trabajo Dinámicos y Análisis de Campo: Claves para una Caracterización y Limpieza de Sitios Eficaz en Función de los Costos**

[*Guideline for Dynamic Workplans and Field Analytics: The Keys to Cost-Effective Site Characterization and Cleanup*]  
<http://www.cluin.org/download/char/dynwkpln.pdf>

### **Guía Técnica y Regulatoria de Fitotecnologías (Fito-2)**

[*Phytotechnology Technical and Regulatory Guidance (Phyto-2)*]  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/thirdednew/phytotech.pdf>

### **Guías de la ORD para Áreas de Revitalización de Terrenos Contaminados**

[*EPA ORD Brownfields Guides*]  
<http://www.epa.gov/nepis>

### **Guías de Sectores de la Industria elaboradas por la Oficina de Aplicación de la Ley y Control de Cumplimiento Normativo de la EPA**

[*EPA Office of Enforcement and Compliance Assurance Industry Sector Notebooks*]

- Actividad aeroespacial (EPA 310-R-98-001)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/aersn.pdf>
  - Caucho y plástico (EPA 310-R-95-016)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/rubplasn.pdf>
  - Celulosa y papel (EPA 310-R-95-015)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/pulppasn.pdf>
  - Construcción y reparación de barcos (EPA 310-R-97-008)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/shipblsn.pdf>
  - Distribución de agua (EPA 310-R-97-003)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/watersct.pdf>
  - Electrónica y computación (EPA 310-R-95-002)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/elecmpsn.pdf>
  - Extracción de petróleo y gas (EPA 310-R-99-006)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/thirdednew/oilandgasex.pdf>
  - Fundición de metales (EPA 310-R-97-004)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/metcstsn.pdf>
  - Generación de energía eléctrica mediante el uso de combustibles fósiles (EPA 310-R-97-007)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/fossilsn.pdf>
  - Imprenta (EPA 310-R-95-014)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/print.pdf>
  - Laboratorios farmacéuticos (EPA 310-R-97-005)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/pharma.pdf>
  - Limpieza de equipos de transporte (EPA 310-R-95-018)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/transeqp.pdf>
  - Limpieza en seco (EPA 310-R-95-001)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/dryclng.pdf>
  - Madera (EPA 310-R-95-006)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/lmbrwdsn.pdf>
  - Metal- mecánica (EPA 310-R-95-007)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/fabmetnsn.pdf>
  - Metales no ferrosos (EPA 310-R-95-010)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/nfmetlsn.pdf>
-

- Minería de productos no metálicos y no combustibles (EPA 310-R-95-011)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/nomtmisn.pdf>
- Minería metalúrgica (EPA 310-R-95-008)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/metmins.pdf>
- Muebles y accesorios de madera (EPA 310-R-95-003)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/wdfurnsn.pdf>
- Piedra, arcilla, vidrio y hormigón (EPA 310-R-95-017)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/stclglsn.pdf>
- Químicos inorgánicos (EPA 310-R-95-004)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/inrgchsn.pdf>
- Químicos orgánicos (EPA 310-R-95-012)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/organic.pdf>
- Refinerías de petróleo (EPA 310-R-95-013)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/petrefsn.pdf>
- Resinas plásticas y fibras sintéticas (EPA 310-R-97-006)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/resfibs.pdf>
- Siderurgia (EPA 310-R-95-005)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/ironstl.pdf>
- Terminales automotrices (EPA 310-R-95-009)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/motvehsn.pdf>
- Textiles (EPA 310-R-97-009)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/textilsn.pdf>
- Transporte aéreo (EPA 310-R-97-001)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/airtrans.pdf>
- Transporte terrestre (EPA 310-R-97-002)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/grdtrnsn.pdf>

**Guías para que los Ciudadano Comprensión de las Tecnologías de Tratamiento Innovadoras**  
(*Citizen's Guides to Understanding Innovative Treatment Technologies*)

- Barreras Reactivas Permeables (EPA 542-F-01-005S)  
<http://www.cluin.org/download/citizens/prb-sp12-6.pdf>
  - Biocorrección (EPA 542-F-01-001S)  
<http://www.cluin.org/download/citizens/bio-sp12-6.pdf>
  - Bombeo y Tratamiento (EPA 542-F-01-025S)  
[http://www.clu-in.org/download/citizens/es\\_pumpntreat.pdf](http://www.clu-in.org/download/citizens/es_pumpntreat.pdf)
  - Cobertura (EPA 542-F-01-022S)  
[http://www.clu-in.org/download/citizens/es\\_capping.pdf](http://www.clu-in.org/download/citizens/es_capping.pdf)
  - Deshalogenación Química (EPA 542-F-01-010S)  
[http://www.cluin.org/download/citizens/chemdehalo\\_sp.pdf](http://www.cluin.org/download/citizens/chemdehalo_sp.pdf)
  - Desorción Térmica (EPA 542-F-01-003S)  
<http://www.cluin.org/download/citizens/td-sp12-6.pdf>
  - Enjuague *In Situ* (EPA 542-F-01-011S)  
[http://www.cluin.org/download/citizens/flushing\\_sp.pdf](http://www.cluin.org/download/citizens/flushing_sp.pdf)
  - Excavación del Suelo (EPA 542-F-01-023S)  
[http://www.clu-in.org/download/citizens/es\\_soil\\_excav.pdf](http://www.clu-in.org/download/citizens/es_soil_excav.pdf)
  - Extracción con Aire (EPA 542-F-01-016S)  
[http://www.clu-in.org/download/citizens/es\\_air\\_stripping.pdf](http://www.clu-in.org/download/citizens/es_air_stripping.pdf)
  - Extracción de Vapores de los Suelos y la Aeración (EPA 542-F-01-006S)  
<http://www.cluin.org/download/citizens/sve-sp12-6.pdf>
  - Extracción por Solventes (EPA 542-F-01-009S)  
[http://www.cluin.org/download/citizens/solvextract\\_sp.pdf](http://www.cluin.org/download/citizens/solvextract_sp.pdf)
  - Fitocorrección (EPA 542-F-01-002S)  
<http://www.cluin.org/download/citizens/phyto-sp12-6.pdf>
-

- Fracturación (EPA 542-F-01-015S)  
[http://www.cluin.org/download/citizens/fracturing\\_sp.pdf](http://www.cluin.org/download/citizens/fracturing_sp.pdf)
- Incineración (EPA 542-F-01-018S)  
[http://www.clu-in.org/download/citizens/es\\_incineration.pdf](http://www.clu-in.org/download/citizens/es_incineration.pdf)
- Lavado del Suelo (EPA 542-F-01-008S)  
[http://www.cluin.org/download/citizens/soilwash\\_sp.pdf](http://www.cluin.org/download/citizens/soilwash_sp.pdf)
- Métodos de Tratamiento Térmico *In Situ* (EPA 542-F-01-012S)  
[http://www.cluin.org/download/citizens/thermal\\_sp.pdf](http://www.cluin.org/download/citizens/thermal_sp.pdf)
- Oxidación Química (EPA 542-F-01-013S)  
<http://www.cluin.org/download/citizens/co-sp-12-6.pdf>
- Reducción Natural Supervisada (EPA 542-F-01-004S)  
<http://www.cluin.org/download/citizens/mna-sp-12-6.pdf>
- Solidificación/Estabilización (EPA 542-F-01-024S)  
[http://www.clu-in.org/download/citizens/es\\_solid\\_stab.pdf](http://www.clu-in.org/download/citizens/es_solid_stab.pdf)
- Tratamiento con Carbón Activado (EPA 542-F-01-020S)  
[http://www.clu-in.org/download/citizens/es\\_activ\\_carbon.pdf](http://www.clu-in.org/download/citizens/es_activ_carbon.pdf)
- Vitricación (EPA 542-F-01-017S)  
[http://www.clu-in.org/download/citizens/es\\_vitrification.pdf](http://www.clu-in.org/download/citizens/es_vitrification.pdf)

### **Herramientas de Evaluación Rápida de Sitios con Tanques de Almacenamiento Subterráneo: Guía para los Entes Reguladores**

[*Expedited Site Assessment Tools for Underground Storage Tank Sites: A Guide for Regulators (EPA 510-B-97-001)*]  
[http://www.cluin.org/download/toolkit/510\\_b-97\\_001.pdf](http://www.cluin.org/download/toolkit/510_b-97_001.pdf)

### **Herramientas en Línea para la Evaluación de Campo de Sitios**

(*OnSite OnLine Tools for Site Assessment*)  
<http://www.epa.gov/athens/onsite/>

### **Herramientas para la Estimación de Costos y Recursos para la Gestión de Sitios como parte de la Iniciativa de Revitalización de Terrenos Contaminados**

[*Cost Estimating Tools and Resources for Addressing Sites Under the Brownfields Initiatives (EPA 625-R-99-001)*]  
<http://www.epa.gov/ncepihom>

### **Hoja de Datos sobre MTBE #2: Remediación de Suelo y Agua Subterránea Contaminada con MTBE**

[*MTBE Fact Sheet #2: Remediation of MTBE-Contaminated Soil and Groundwater (EPA 510-F-98-002)*]  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/mtbefs2.pdf>

### **Hojas de Datos de los Perfiles de la Industria en la Región 3 de la EPA**

(*EPA Region 3 Industry Profile Fact Sheets*)  
<http://www.epa.gov/reg3hwmd/bfs/regional/industry/index.htm>

### **Información sobre Capacitación**

(*Training Information*)  
<http://www.trainex.org>

### **Informe Anual del 2000 Estudio Piloto de la Organización del Tratado del Atlántico Norte / Comité on the Challenges of Modern Society (Comité de Desafíos de la Sociedad Contemporánea) (OTAN/CCMS) de Evaluación de Tecnologías Emergentes Demostradas para el Tratamiento de Tierra y Agua Subterránea Contaminadas [Fase III]**

[*NATO/CCMS Pilot Study: Evaluation of Demonstrated and Emerging Technologies for the Treatment of Contaminated Land and Groundwater (Phase III) 2000 Annual Report (EPA 542-R-01-001)*]  
<http://www.cluin.org/download/partner/2000annualreport.pdf>

### **Informe de Estado de la Tecnología de Remediación Electrocinética In Situ de Suelos Contaminados con Metales**

[*In Situ Electrokinetic Remediation of Metal Contaminated Soils Technology Status Report (SFIM-AEC-ET-CR-99022)*]  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/thirdednew/insituelectrokinetic.pdf>

---

**Informe Final de Iniciativa de Comercialización Rápida para una Tecnología de Remediación Integrada In Situ (Lasagna)**

[*Rapid Commercialization Initiative (RCI) Final Report for an Integrated In Situ Remediation Technology (Lasagna™)* (DOE/OR/22459-1)]

<http://www.cluin.org/download/toolkit/lasagna.pdf>

**Informe sobre Atenuación Natural Controlada en la Región 5 de la EPA**

(*EPA Region 5 Monitored Natural Attenuation Report*)

<http://www.cluin.org/download/remed/mnastudy.pdf>

**Informes de Demostración del Superfund Innovative Technology Program (SITE, o Programa de Evaluación de Tecnologías Innovadoras del Superfondo)**

[*Superfund Innovative Technology Evaluation (SITE) Program Demonstration Reports*]

<http://www.epa.gov/ord/SITE/reports.html>

**Informes de Tecnologías del Ground-Water Remediation Technologies Analysis Center GWRTAC, o Centro de Análisis de Tecnologías de Remediación de Aguas Subterráneas**

[*Ground-water Remediation Technologies Analysis Center (GWRTAC) Technology Reports*]

**Actualizaciones Técnicas**

(Technical Status Reports)

- Actualización técnica de remediación *in situ*: Aceleración térmica  
(*In Situ Remediation Technology Status Report: Thermal Enhancements*)  
<http://www.cluin.org/download/remed/thermal.pdf>
- Actualización técnica de remediación *in situ*: Barreras para tratamiento  
(*In Situ Remediation Technology Status Report: Treatment Walls*)  
<http://www.cluin.org/download/remed/walldemo.pdf>
- Actualización técnica de remediación *in situ*: Co-solventes  
(*In Situ Remediation Technology Status Report: Co-Solvents*)  
<http://www.cluin.org/download/remed/cosolv.pdf>
- Actualización técnica de remediación *in situ*: Fracturación hidráulica y neumática  
(*In Situ Remediation Technology Status Report: Hydraulic & Pneumatic Fracturing*)  
<http://www.cluin.org/download/remed/fractur.pdf>
- Actualización técnica de remediación *in situ*: Investigación y aplicación de barreras permeables  
(*In Situ Remediation Technology Status Report: Research and Application of Permeable Barriers*)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/permeab2.pdf>
- Actualización técnica de remediación *in situ*: Remediación electrocinética  
(*In Situ Remediation Technology Status Report: Electrokinetics*)  
<http://www.cluin.org/download/remed/electro.pdf>
- Actualización técnica de remediación *in situ*: Surfactantes  
(*In Situ Remediation Technology Status Report: Surfactants*)  
[http://www.cluin.org/download/toolkit/epa\\_surf.pdf](http://www.cluin.org/download/toolkit/epa_surf.pdf)
- Actualización técnica: Enjuague *in situ*  
(*Technology Status Report: In Situ Flushing*)  
[http://www.cluin.org/download/toolkit/isf\\_1117.pdf](http://www.cluin.org/download/toolkit/isf_1117.pdf)
- Actualización técnica: Fracturación hidráulica, neumática y ampliada con explosivos  
(*Technology Status Report: Hydraulic, Pneumatic and Blast-Enhanced Fracturing*)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/thirdednew/gwrtachydraulic.pdf>
- Actualización técnica: Tecnologías para el tratamiento de percloroetileno  
(*Technology Status Report: Perchlorate Treatment Technologies, First Edition*)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/thirdednew/gwrtacperchlorate.pdf>

**Evaluaciones Técnicas**

(Technical Evaluation Reports)

- Evaluación técnica: Barreras para tratamiento  
(*Technology Evaluation Report: Treatment Walls*)  
[http://www.cluin.org/download/remed/tmt\\_wall.pdf](http://www.cluin.org/download/remed/tmt_wall.pdf)
  - Evaluación técnica: Fitoremediación  
(*Technology Evaluation Report: Phytoremediation*)  
[http://www.cluin.org/download/toolkit/phyto\\_e.pdf](http://www.cluin.org/download/toolkit/phyto_e.pdf)
-

- Evaluación técnica: Remediación de aguas subterráneas y suelos contaminados con metales (Technology Evaluation Report: Remediation of Metals-Contaminated Soils and Groundwater) <http://www.cluin.org/download/toolkit/metals.pdf>
- Evaluación técnica: Surfactantes y cosolventes (Technology Evaluation Report: Surfactants/Cosolvents) [http://www.cluin.org/download/remed/surf\\_co.pdf](http://www.cluin.org/download/remed/surf_co.pdf)
- Evaluación técnica: Tecnologías para la remediación de zonas de líquidos densos de fase no-acuosa (Technology Evaluation Report: Technologies for Dense Nonaqueous Phase Liquid Source Zone Remediation) [http://www.cluin.org/download/toolkit/e\\_dnapl.pdf](http://www.cluin.org/download/toolkit/e_dnapl.pdf)
- Evaluación técnica: Tratamiento químico *in situ* (Technology Evaluation Report: *In Situ* Chemical Treatment) <http://www.cluin.org/download/toolkit/inchem.pdf>

#### Resúmenes Técnicos

##### (Technical Overview Reports)

- Resumen técnico: Aeración (Technology Overview Report: Air Sparging) [http://www.cluin.org/download/toolkit/sparge\\_o.pdf](http://www.cluin.org/download/toolkit/sparge_o.pdf)
- Resumen técnico: Bioremediación *in situ* (Technology Overview Report: *In Situ* Bioremediation) [http://www.cluin.org/download/toolkit/insbio\\_o.pdf](http://www.cluin.org/download/toolkit/insbio_o.pdf)
- Resumen técnico: Bioslurping (Technology Overview Report: Bioslurping) [http://www.cluin.org/download/toolkit/slurp\\_o.pdf](http://www.cluin.org/download/toolkit/slurp_o.pdf)
- Resumen técnico: Enjuague *in situ* (Technology Overview Report: *In Situ* Flushing) [http://www.cluin.org/download/remed/flush\\_o.pdf](http://www.cluin.org/download/remed/flush_o.pdf)
- Resumen técnico: Extracción de vapores en pozos (Technology Overview Report: In-well Vapor Stripping) <http://www.cluin.org/download/remed/inwellvp.pdf>
- Resumen técnico: Fitoremediación (Technology Overview Report: Phytoremediation) [http://www.cluin.org/download/toolkit/phyto\\_o.pdf](http://www.cluin.org/download/toolkit/phyto_o.pdf)
- Resumen técnico: Fracturación artificial o ampliada con explosivos para incrementar la recuperación de aguas subterráneas para su tratamiento y control de migración (Technology Overview Report: Artificially-Induced or Blast-Enhanced Fracturing to Improve Groundwater Recovery for Treatment and Migration Control) [http://www.cluin.org/download/toolkit/blast\\_o.pdf](http://www.cluin.org/download/toolkit/blast_o.pdf)
- Resumen técnico: Pozos horizontales (Technology Overview Report: Horizontal Wells) [http://www.cluin.org/download/toolkit/horiz\\_o.pdf](http://www.cluin.org/download/toolkit/horiz_o.pdf)
- Resumen técnico: Remediación electrocinética (Technology Overview Report: Electrokinetics) [http://www.cluin.org/download/remed/elctro\\_o.pdf](http://www.cluin.org/download/remed/elctro_o.pdf)
- Resumen técnico: Tratamiento ultravioleta y oxidación (Technology Overview Report: Ultraviolet/Oxidation Treatment) [http://www.cluin.org/download/toolkit/uvox\\_o.pdf](http://www.cluin.org/download/toolkit/uvox_o.pdf)

#### Informes de Verificación de Tecnologías Ambientales

(*Environmental Technology Verification Reports*)

<http://www.epa.gov/etv>

#### Ingeniería y Diseño: Guía de Diseño de Adsorción

[*Engineering and Design: Adsorption Design Guide (DG 1110-1-2)*]

<http://www.cluin.org/download/toolkit/thirdednew/adsorptiondesign.pdf>

---

**Ingeniería y Diseño: Requisitos para la Preparación de Planes de Toma de Muestras y Análisis**  
[*Engineering and Design: Requirements for the Preparation of Sampling and Analysis Plans (EM 200-1-3)*]  
[http://www.cluin.org/download/toolkit/thirdednew/em\\_200-1-3.pdf](http://www.cluin.org/download/toolkit/thirdednew/em_200-1-3.pdf)

**Intercambio de Información Tecnológica de Sensores**  
[*Sensor Technology Information Exchange (SenTIX)*]  
<http://www.sentix.org>

**Introducción a la Fitoremediación**  
[*Introduction to Phytoremediation (EPA 600-R-99-107)*]  
<http://www.cluin.org/download/remed/introphyto.pdf>

**Las Mejores Prácticas de Manejo para Tecnologías de Tratamiento de Suelos: Lineamientos Operativos sugeridos para Prevenir la Transferencia de Contaminantes entre Medios durante las Actividades de Limpieza**  
[*Best Management Practices (BMPs) for Soil Treatment Technologies: Suggested Operational Guidelines to Prevent Cross-Media Transfer of Contaminants during Cleanup Activities (EPA 530-R-97-007)*]  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/epa530r97007.pdf>

**Limpieza de Aguas Subterráneas: Panorama de la Experiencia en Operación en 28 Sitios**  
[*Groundwater Cleanup: Overview of Operating Experience at 28 Sites (EPA 542-R-99-006)*]  
<http://www.cluin.org/download/remed/ovopex.pdf>

**Limpiezas a Pagar Según Su Rendimiento: Administración Eficaz de Limpiezas de Tanques de Almacenamiento Subterráneo**  
[*Pay-for-Performance Cleanups: Effectively Managing Underground Storage Tank Cleanups (EPA 510-B-96-002)*]  
<http://www.epa.gov/nepis>

**Línea telefónica de Emergencias de la Ley de Conservación y Recuperación de Recursos, del Superfondo, y de la Emergency Planning and Community Right-to-Know Act, (EPCRA, o Ley de Prevención de Contingencias y Derecho Comunitario a la Información)**  
[*RCRA, Superfund, and Emergency Planning and Community Right-to-Know Act (EPCRA Hotline)*]  
La línea funciona de lunes a viernes, de 9:00 a 18:00 Hora del Este. La puede acceder por teléfono llamando al 800-424-9346 para todos los usuarios no gubernamentales ubicados fuera del área de llamada local metropolitana de Washington, DC, o bien al 703-

**Manual Básico de Tecnologías para la Revitalización de Terreno Contaminado: Cómo Seleccionar y Utilizar la Fitoremediación para la Limpieza de Sitios**  
[*Brownfields Technology Primer: Selecting and Using Phytoremediation for Site Cleanup (EPA 542-R-01-006)*]  
<http://www.cluin.org/download/remed/phytoremprimer.pdf>

**Manual Básico de Tecnologías para la Revitalización de Terrenos Contaminados: Cómo Solicitar y Evaluar Ofertas que Alientan el Uso de Tecnologías Innovadoras para Investigación y Limpieza**  
[*Brownfields Technology Primer: Requesting and Evaluating Proposals That Encourage Innovative Technologies for Investigation and Cleanup (EPA 540-R-01-005)*]  
<http://www.cluin.org/download/misc/rfpfinal.pdf>

**Manual de Herramientas para la Gestión de Riesgos de Responsabilidad del Superfondo Federal en Áreas de Revitalización de Terrenos Contaminados y otros Sitios**  
[*Handbook of Tools for Managing Federal Superfund Liability Risks at Brownfields and Other Sites (EPA 330-B-98-001)*]  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/thirdednew/handbooktools.pdf>

**Matrices de Alternativas Preferidas del Departamento de Energía (DOE) de los Estados Unidos**  
[*U.S. Department of Energy (DOE) Preferred Alternatives Matrices (PAMs)*]  
<http://www.em.doe.gov/define/>

**Matriz de Tecnologías para Toma de muestras y Análisis sobre el Terreno, Versión 1.0**  
[*Field Sampling and Analysis Technologies Matrix, Version 1.0*]  
<http://www.frtr.gov/site>

**Medidas Innovadoras para Remediación de Cromo Subsuperficial: Zona de Origen, Penacho Concentrado; Penacho Diluido; Informe de Investigación Ambiental**  
[*Innovative Measures for Subsurface Chromium Remediation: Source Zone, Concentrated Plume, and Dilute Plume; Environmental Research Brief (EPA 600-S-97-005)*]  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/epa600s97005.pdf>

---

**Mejoramiento de la Efectividad en Función de los Costos en la Caracterización y Monitoreo de Sitios con Residuos Peligrosos**

*(Improving the Cost-Effectiveness of Hazardous Waste Site Characterization and Monitoring)*

<http://www.cluin.org/download/failsafe.pdf>

**Mejoramiento de Toma de Muestras, Análisis y Gestión de Datos para la Investigación y Limpieza de Sitios**

*[Improving Sampling, Analysis, and Data Management for Site Investigation and Cleanup (EPA 542-F-01-030A)]*

<http://www.cluin.org/download/char/542-f-01-030a.pdf>

**Método de Caracterización Rápida de Sitios (Programa de Desarrollo de Tecnologías Ambientales del Laboratorio Ames)**

*[Expedited Site Characterization (ESC) Method (Ames Laboratory Environmental Technologies Development Program)]*

<http://www.etd.ameslab.gov/etd/technologies/projects/esc>

**Obstáculos Regulatorios y de Política Estatal a la Remediación de Aguas Subterráneas In Situ**

*[State Policy and Regulatory Barriers to In Situ Ground Water Remediation (EPA 542-R-96-001)]*

<http://www.cluin.org/download/remed/regrpt.pdf>

**Página Web de Información sobre Limpiezas**

*(Clean-Up Information Home Page on the World Wide Web)*

<http://clu-in.org>

**Página Web del IDC**

*(IDC Home Page)*

<http://www.getf.org/dnaplguest>

**Práctica Estándar ASTM para la Evaluación Ambiental de Sitios: Proceso de Evaluación Ambiental de Sitios Fase I**

*[ASTM Standard Practice for Environmental Site Assessments: Phase I Environmental Site Assessment Process (E1257-00)]*

<http://www.astm.org>

**Preguntas Frecuentes sobre la Limpieza en Seco**

*[Frequently Asked Questions about Drycleaning (EPA 744-K-98-002)]*

<http://www.cluin.org/download/dryclean/drclnfaq.pdf>

**Proceso de Objetivos de Calidad de Datos para las Investigaciones de Sitios de Residuos Peligrosos (EPA 600-R-00-007)**

*[Data Quality Objective Process for Hazardous Waste Site Investigations (EPA 600-R-00-007)]*

[http://www.cluin.org/download/toolkit/thirdednew/epa\\_600-r-00-007.pdf](http://www.cluin.org/download/toolkit/thirdednew/epa_600-r-00-007.pdf)

**Programa de Control de Inyección Subterránea**

*[Underground Injection Control (UIC) Program]*

<http://www.epa.gov/safewater/uic.html>

**Programa de Certificación de Tecnologías Ambientales de California – Lista de Tecnologías Certificadas de California**

*[California Environmental Technology Certification Program – California Certified Technologies List]*

<http://www.calepa.ca.gov/calcert>

**Programa de Computación Tank RACER**

*(Tank RACER Software Program)*

<http://www.epa.gov/swerust1/tnkracr1.htm>

**Programa de Evaluación de Tecnologías Innovadoras del Superfondo: Perfiles de Tecnologías, Décima Edición**

*[Superfund Innovative Technology Evaluation (SITE) Program: Technology Profiles, Tenth Edition]*

<http://www.epa.gov/ORD/SITE/profiles3.htm>

**Programa de Evaluación y Remediación de Sedimentos Contaminados: Pautas para la Cobertura Subacuática de Sedimentos Contaminados In Situ**

*[Assessment and Remediation of Contaminated Sediments (ARCS) Program: Guidance for In Situ Subaqueous Capping of Contaminated Sediments (EPA 905-B-96-004)]*

<http://www.epa.gov/glnpo/sediment/iscmain/index.html>

---

### **Programas Estatales para la Limpieza de Tintorerías**

*(State Programs to Clean Up Drycleaners)*

<http://www.drycleancoalition.org/survey>

### **Protocolo Técnico para la Evaluación de la Atenuación Natural de Solventes Clorados en Aguas Subterráneas**

*[Technical Protocol for Evaluating Natural Attenuation of Chlorinated Solvents in Ground Water (EPA 600-R-98-128)]*

<http://www.cluin.org/download/remed/protocol.pdf>

### **RCRA en Línea**

*(RCRA Online)*

<http://www.epa.gov/rcraonline/>

### **Recurso para la Caracterización y Remediación de Sitios de Plantas Productoras de Gas: Caracterización Expedita de Sitios y Remediación en la Fuente en Sitios donde existían Plantas Productoras de Gas**

*[Resource for MGP Site Characterization and Remediation: Expedited Site Characterization and Source Remediation at Former Manufactured Gas Plant Sites (EPA 542-R-00-005)]*

- <http://www.cluin.org/download/misc/mgp/chap1-4a.pdf>
- <http://www.cluin.org/download/misc/mgp/chap4b.pdf>
- <http://www.cluin.org/download/misc/mgp/chap5-7.pdf>

### **Recursos de Tecnologías Innovadoras de Remediación y Caracterización de Sitios**

*[Innovative Remediation and Site Characterization Technologies Resources (EPA 542-C-01-001)]*

<http://www.epa.gov/ncepihom>

### **Recursos para la Investigación y Monitoreo Estratégico de Sitios**

*[Resources for Strategic Site Investigation and Monitoring (EPA 542-F-01-030B)]*

<http://www.cluin.org/download/char/542-f-01-030b.pdf>

### **Remediación de Aguas Subterráneas Mediante Sistemas de Bombeo y Tratamiento: Una Guía para las Personas Responsables de la Toma de Decisiones y Practicantes**

*[Pump and Treat Ground-Water Remediation: A Guide for Decision Makers and Practitioners (EPA 625-R-95-005)]*

<http://www.epa.gov/ORD/WebPubs/pumptreat/>

### **Remediación Subterránea: Mejoramiento del Desempeño de los Sistemas de Monitoreo y Remediación a Largo Plazo, Actas de Conferencia, Junio de 1999**

*[Subsurface Remediation: Improving Long-Term Monitoring and Remedial Systems Performance Conference Proceedings, June 1999 (EPA 540-B-00-002)]*

[http://www.cluin.org/download/misc/subsurf\\_proceed.pdf](http://www.cluin.org/download/misc/subsurf_proceed.pdf)

### **Requerimientos Técnicos y Reglamentarios para la Tecnología de Bioremediación Acelerada In Situ para Solventes Clorados en Aguas Subterráneas**

*(Technical and Regulatory Requirements for Enhanced In Situ Bioremediation of Chlorinated Solvents in Groundwater)*

<http://www.cluin.org/download/toolkit/tdisb-6.pdf>

### **Reutilización de Sitios Limpiados en el Marco del Programa del Superfondo: El Uso Recreativo de Terrenos Situados sobre Áreas de Contención de Desechos Peligrosos**

*[Reusing Cleaned Up Superfund Sites: Recreational Use of Land Above Hazardous Waste Containment Areas (EPA 540-K-01-002)]*

<http://www.cluin.org/download/toolkit/thirdednew/reuseclean.pdf>

### **Revitalización de Terrenos Contaminados: Una Guía Integral para el Reaprovechamiento de Propiedades Contaminadas**

*(Brownfields: A Comprehensive Guide to Redeveloping Contaminated Property)*

<http://www.abanet.org>

### **Sección de Tecnología de CLU-IN**

*(CLU-IN Technology Focus)*

<http://clu-in.org>

---

### **Serie de Casos Prácticos sobre Innovaciones en la Caracterización de Sitios**

*(Innovations in Site Characterization Case Study Series)*

- Base de la Fuerza Aérea de Hanscom, Unidad Operable 1 (EPA 542-R-98-006)  
<http://www.cluin.org/download/char/hafbc2.pdf>
- Dexsil L2000 - Analizador de Bifenilos Policlorados/Cloruros para Superficies de Tambores (EPA 542-R-99-003)  
<http://www.cluin.org/download/char/dexsil.pdf>
- Investigación Geofísica en Sitios con Desechos Peligrosos (EPA 542-R-00-003)  
[http://www.cluin.org/download/char/geophys\\_innovate\\_a.pdf](http://www.cluin.org/download/char/geophys_innovate_a.pdf) [http://www.cluin.org/download/char/geophys\\_innovate\\_b.pdf](http://www.cluin.org/download/char/geophys_innovate_b.pdf)
- Limpieza del Sitio de Prueba “Wenatchee Tree Fruit Test Plot Site” mediante un Plan de Trabajo Dinámico [2000] (EPA 542-R-00-009)  
<http://www.cluin.org/download/char/treefruit/wtfrec.pdf>

### **Servicio de Información de Asistencia sobre la Ley de Control de Sustancias Tóxicas**

*[Toxic Substances Control Act (TSCA) Assistance Information Service]*

El servicio de información funciona de lunes a viernes de 8:30 a 17:00 EST. Se puede acceder a él por teléfono al 202-554-1404, por fax al 202-554-5603 o por e-mail al [tsca-hotline@epa.gov](mailto:tsca-hotline@epa.gov).

### **Sinopsis de Demostraciones Federales de Tecnologías de Remediación de Sitios, Tercera Edición**

*[Synopsis of Federal Demonstrations of Innovative Site Remediation Technologies, Third Edition (EPA 542-B-93-009, PB94-144565)]*

<http://www.epa.gov/>

### **Sistema de Búsqueda de Bioremediación en el Campo, Versión 2.1**

*[Bioremediation in the Field Search System (BFSS), Version 2.1]*

<http://www.cluin.org/download/software/bfsspak.exe>

### **Sistema de Penetrómetro para Caracterización y Análisis de Sitio para Tres Servicios: Tecnología Ambiental Innovadora desde el Concepto hasta la Comercialización**

*(Tri-Service Site Characterization and Analysis Penetrometer System—SCAPS: Innovative Environmental Technology from Concept to Commercialization)*

<http://www.cluin.org/download/toolkit/thirdednew/scaps99073.pdf>

### **Sistemas de Control y Confinamiento Subsuperficial: Barreras y otros mecanismos (Panorama General)**

*[Subsurface Containment and Monitoring Systems: Barriers and Beyond (Overview Report)]*

<http://www.cluin.org/download/remed/pearlman.pdf>

### **Sitio de Internet de la Coalición Estatal para la Descontaminación de Antiguas Tintorerías**

*[State Coalition for Remediation of Drycleaners (SCRD) Internet Site]*

<http://www.drycleancoalition.org>

### **Sitio de Internet de la Iniciativa de la EPA de Revitalización Económica de Terrenos Contaminados**

*(EPA Brownfields Economic Redevelopment Initiative Internet Site)*

<http://www.epa.gov/brownfields>

### **Sitio de Internet sobre Actividades de Campo Dinámicas de la EPA**

*(EPA Dynamic Field Activities Internet Site)*

<http://www.epa.gov/superfund/programs/dfa>

### **Sitio de la Web sobre los Objetivos de Calidad de la Información**

*(Data Quality Objectives Web Site)*

<http://www.hanford.gov/dqo/>

### **Sitio en Internet de la Oficina de Tanques de Almacenamiento Subterráneo de la EPA**

*(EPA's Office of Underground Storage Tanks Internet Site)*

<http://www.epa.gov/oust>

### **Suplemento para Tecnologías Preseleccionadas: Tecnología de Extracción de Fases Múltiples para COV en Suelos y Aguas Subterráneas**

*[Presumptive Remedy: Supplemental Bulletin, Multi-Phase Extraction (MPE) Technology for VOCs in Soil and Groundwater (EPA 540-F-97-004)]*

<http://www.cluin.org/download/toolkit/finalapr.pdf>

---

**SW-846 En Línea de la Oficina de Desechos Sólidos de la EPA: Métodos de Ensayo para Evaluar los Desechos Sólidos, Métodos Físicoquímicos**

*(EPA Office of Solid Waste SW-846 On-Line: Test Methods for Evaluating Solid Wastes, Physical/Chemical Methods)*  
<http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/main.htm>

**Tanques de Almacenamiento Subterráneo en Áreas de Revitalización de Terrenos Contaminados**

*[Underground Storage Tanks and Brownfields Sites (EPA 510-F-00-004)]*  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/thirdednew/ustsandbrownfields.pdf>

**TechDirect**

*(TechDirect)*  
<http://clu-in.org/techdrct>

**Técnicas Geofísicas para Hallar Líquidos Densos de Fase No Acuosa : Perfiles de Proyectos Financiados por el Gobierno Federal**

*[Geophysical Techniques to Locate DNAPLs: Profiles of Federally Funded Projects (EPA 542-R-98-020)]*  
<http://www.cluin.org/download/frtr/dnapls.pdf>

**Tecnologías de Barreras Reactivas Permeables para la Remediación de Contaminantes**

*[Permeable Reactive Barrier Technologies for Contaminant Remediation (EPA 600-R-98-125)]*  
<http://www.cluin.org/download/rtdf/prb/reactbar.pdf>

**Tecnologías de Caracterización y Monitoreo de Sitios: Bibliografía de los Recursos de Información de la EPA**

*[Site Characterization and Monitoring Technologies: Bibliography of EPA Information Resources (EPA 542-B-98-003)]*  
<http://clu-in.org>

**Tecnologías de Tratamiento para la Limpieza de Sitios: Memoria Anual, Décima Edición**

*[Treatment Technologies for Site Cleanup; Annual Status Report (ASR) (Tenth Edition) (EPA 542-R-01-004)]*  
<http://clu-in.org/asr/>

**Tecnologías Innovadoras para Remediación: Proyectos de Demostración a Escala de Campo en Norteamérica, 2ª Edición**

*[Innovative Remediation Technologies: Field-Scale Demonstration Projects in North America, 2nd Edition (EPA 542-B-00-004)]*  
<http://clu-in.org/products/nairt/>

**Tema del Foro de Instalaciones Federales: Toma de Muestras en Campo y Selección de Métodos de Análisis In-situ para Explosivos en el Suelo**

*[Federal Facilities Forum Issue: Field Sampling and Selecting On-Site Analytical Methods for Explosives in Soil (EPA 540-R-97-501)]*  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/explosiv.pdf>

**Trabajo sobre Cuestiones de Aguas Subterráneas: Inyección de Vapor para Remediación de Suelos y Acuíferos**

*[Groundwater Issue Paper: Steam Injection for Soil and Aquifer Remediation (EPA 540-S-97-505)]*  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/steaminj.pdf>

**Tratamiento In Situ de Sedimentos Contaminados**

*(In Situ Treatment of Contaminated Sediments)*  
<http://www.cluin.org/download/remed/renhold.pdf>

**Uso de Atenuación Natural Controlada en Sitios incluidos en el Superfondo, en las Acciones Correctivas de la RCRA, y en el Programa de Tanques de Almacenamiento Subterráneo**

*(Use of Monitored Natural Attenuation at Superfund, RCRA Corrective Action, and Underground Storage Tank Sites)*  
<http://www.cluin.org/download/reg/d9200417.pdf>

**Uso de Solidificación/Estabilización en el Superfondo**

*[Solidification/Stabilization Use at Superfund Sites (EPA 542-R-00-010)]*  
[http://www.cluin.org/download/remed/ss\\_sfund.pdf](http://www.cluin.org/download/remed/ss_sfund.pdf)

**Validación en Campo del Sensor de Fibra Óptica para Petróleo, Aceite y Lubricantes Basado en un Penetrómetro: Resumen de Proyecto**

*[Field Validation of a Penetrometer-Based Fiber-Optic Petroleum, Oil, and Lubricant (POL) Sensor: Project Summary (EPA 600-SR-97-055)]*  
<http://www.epa.gov/nepis>

**WASTECH® - Serie de Monografías de Ingeniería sobre Tecnologías Innovadoras para la Remediación de Sitios.**

*(WASTECH® - Series of Innovative Site Remediation Technology Engineering Monographs)*  
<http://www.cluin.org/download/remed/wastech.pdf>

---

**Anaerobic Biodegradation of BTEX in Aquifer Material; Environmental Research Brief (EPA 600-S-97-003)**  
(*Biodegradación Anaeróbica de BTEX en Material de Acuíferos; Informe de Investigación de Medio Ambiente*)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/epa600s97003.pdf>

**Analysis of Selected Enhancements for Soil Vapor Extraction (EPA 542-R-97-007)**  
(*Análisis de Mejoramientos Seleccionados para Extracción de Vapores de Suelos*)  
<http://www.cluin.org/download/remed/sveenhmt.pdf>

**Analysis of State Superfund Programs: 50-State Study, 2001 Update**  
(*Análisis de Programas Estatales del Superfondo: Estudio de 50 Estados, Actualización de 2001*)  
<http://www.eli.org>

**Application of Field-Based Characterization Tools in the Waterfront Voluntary Setting**  
(*Aplicación de Herramientas de Caracterización Basadas en el Campo en Terrenos bajo el Programa de Limpieza Voluntaria y en la Ribera*)  
<http://www.cluin.org/download/remed/brianp.pdf>

**Assessing Contractor Capabilities for Streamlined Site Investigations (EPA 542-R-00-001)**  
(*Evaluación de las Capacidades del Contratista para Realizar Investigaciones Normalizadas de Sitios*)  
<http://www.cluin.org/download/misc/contractorcap.pdf>

**Assessment and Remediation of Contaminated Sediments (ARCS) Program: Guidance for In Situ Subaqueous Capping of Contaminated Sediments (EPA 905-B-96-004)**  
(*Programa de Evaluación y Remediación de Sedimentos Contaminados: Pautas para la Cobertura Subacuática de Sedimentos Contaminados In Situ*)  
<http://www.epa.gov/glnpo/sediment/iscmain/index.html>

**Assessment of Phytoremediation as an In Situ Technique for Cleaning Oil-Contaminated Sites**  
(*Evaluación de la Fitoremediación como Técnica para la Limpieza In Situ de Sitios Contaminados con Aceite*)  
<http://www.cluin.org/download/remed/phyassess.pdf>

**ASTM Standard Guide for Accelerated Site Characterization for Confirmed or Suspected Petroleum Releases (E1912-98)**  
(*Guía ASTM para la Caracterización Acelerada de Sitios en Casos de Descarga de Petróleo Confirmada o Sospechada*)  
<http://www.astm.org>

**ASTM Standard Guide for Environmental Site Assessments: Phase II Environmental Site Assessment Process (E1903-97)**  
(*Guía ASTM para las Evaluaciones Ambientales de Sitios: Proceso de Evaluación Ambiental de Sitios, Fase II*)  
<http://www.astm.org>

**ASTM Standard Guide for Process of Sustainable Brownfields Development (E1984-98)**  
(*Guía ASTM para el Proceso de Desarrollo Sustentable de las Áreas de Revitalización de Terrenos Contaminados*)  
<http://www.astm.org>

**ASTM Standard Guide for Risk-Based Corrective Action Applied at Petroleum Release Sites (E1739-95e1)**  
(*Guía ASTM para Acciones Correctivas Basadas en el Riesgo Aplicadas a Sitios Donde Hay Descargas de Petróleo*)  
<http://www.astm.org>

**ASTM Standard Practice for Environmental Site Assessments: Phase I Environmental Site Assessment Process (E1257-00)**  
(*Práctica Estándar ASTM para la Evaluación Ambiental de Sitios: Proceso de Evaluación Ambiental de Sitios Fase I*)  
<http://www.astm.org>

**Best Management Practices (BMPs) for Soil Treatment Technologies: Suggested Operational Guidelines to Prevent Cross-Media Transfer of Contaminants during Cleanup Activities (EPA 530-R-97-007)**  
(*Las Mejores Prácticas de Manejo para Tecnologías de Tratamiento de Suelos: Lineamientos Operativos sugeridos para Prevenir la Transferencia de Contaminantes entre Medios durante las Actividades de Limpieza*)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/epa530r97007.pdf>

**Bioremediation and Phytoremediation of Pesticide-Contaminated Sites**  
(*Bioremediación y Fitoremediación de Sitios Contaminados con Pesticidas*)  
<http://www.cluin.org/download/remed/frazar.pdf>

---

**Bioremediation in the Field Search System (BFSS), Version 2.1**

*(Sistema de Búsqueda de Bioremediación en el Campo, Versión 2.1)*

<http://www.cluin.org/download/software/bfsspak.exe>

**Bioremediation of Chlorinated Solvent Contaminated Groundwater**

*(Bioremediación de Aguas Subterráneas Contaminadas con Solventes Clorados)*

<http://www.cluin.org/download/remed/meganfin.pdf>

**Breaking Barriers to the Use of Innovative Technologies: State Regulatory Role in Unexploded Ordnance Detection and Characterization Technology Selection**

*(Cómo Superar las Barreras para el Uso de Tecnologías Innovadoras: Papel Regulador del Estado en la Selección de Tecnologías de Detección y Caracterización de Municiones No Explotadas)*

<http://www.cluin.org/download/toolkit/thirdednew/breakingbarriers.pdf>

**Brownfields Technology Primer: Requesting and Evaluating Proposals That Encourage Innovative Technologies for Investigation and Cleanup (EPA 540-R-01-005)**

*(Manual Básico de Tecnologías para la Revitalización de Terrenos Contaminados: Cómo Solicitar y Evaluar Ofertas que Alientan el Uso de Tecnologías Innovadoras para Investigación y Limpieza)*

<http://www.cluin.org/download/misc/rfpfinal.pdf>

**Brownfields Technology Primer: Selecting and Using Phytoremediation for Site Cleanup (EPA 542-R-01-006)**

*(Manual Básico de Tecnologías para la Revitalización de Terreno Contaminado: Cómo Seleccionar y Utilizar la Fitoremediación para la Limpieza de Sitios)*

<http://www.cluin.org/download/remed/phytoemprimer.pdf>

**Brownfields Technology Support Center**

*(Centro de Apoyo de Tecnologías para la Revitalización de Terrenos Contaminados)*

<http://brownfieldstsc.org>

**Brownfields: A Comprehensive Guide to Redeveloping Contaminated Property**

*(Revitalización de Terrenos Contaminados: Una Guía Integral para el Reaprovechamiento de Propiedades Contaminadas)*

<http://www.abanet.org>

**California Environmental Technology Certification Program – California Certified Technologies List**

*[Programa de Certificación de Tecnologías Ambientales de California – Lista de Tecnologías Certificadas de California]*

<http://www.calepa.ca.gov/calcert>

**Catalog of EPA Materials on USTs (EPA 510-B-00-001)**

*(Catálogo de Información sobre Tanques de Almacenamiento Subterráneo de la EPA)*

<http://www.cluin.org/download/toolkit/thirdednew/catalogusts.pdf>

**Characterization of Mine Leachates and the Development of a Ground-Water Monitoring Strategy for Mine Sites (EPA 600-R-99-007)**

*(Caracterización de Lixiviados de Minas y Desarrollo de una Estrategia de Monitoreo de Aguas Subterráneas en Minas)*

<http://www.cluin.org/download/char/mines.pdf>

**Citizen's Guides to Understanding Innovative Treatment Technologies**

*(Guías para que los Ciudadano Comprensión de las Tecnologías de Tratamiento Innovadoras)*

- Barreras Reactivas Permeables (EPA 542-F-01-005S)  
<http://www.cluin.org/download/citizens/prb-sp-12-6.pdf>
  - Biocorrección (EPA 542-F-01-001S)  
<http://www.cluin.org/download/citizens/bio-sp12-6.pdf>
  - Bombeo y Tratamiento (EPA 542-F-01-025S)  
[http://www.clu-in.org/download/citizens/es\\_pumpntreat.pdf](http://www.clu-in.org/download/citizens/es_pumpntreat.pdf)
  - Cobertura (EPA 542-F-01-022S)  
[http://www.clu-in.org/download/citizens/es\\_capping.pdf](http://www.clu-in.org/download/citizens/es_capping.pdf)
  - Deshalogenación Química (EPA 542-F-01-010S)  
[http://www.cluin.org/download/citizens/chemdehalo\\_sp.pdf](http://www.cluin.org/download/citizens/chemdehalo_sp.pdf)
  - Desorción Térmica (EPA 542-F-01-003S)  
<http://www.cluin.org/download/citizens/td-sp12-6.pdf>
-

- Enjuague *In Situ* (EPA 542-F-01-011S)  
[http://www.cluin.org/download/citizens/flushing\\_sp.pdf](http://www.cluin.org/download/citizens/flushing_sp.pdf)
- Excavación del Suelo (EPA 542-F-01-023S)  
[http://www.clu-in.org/download/citizens/es\\_soil\\_excav.pdf](http://www.clu-in.org/download/citizens/es_soil_excav.pdf)
- Extracción con Aire (EPA 542-F-01-016S)  
[http://www.clu-in.org/download/citizens/es\\_air\\_stripping.pdf](http://www.clu-in.org/download/citizens/es_air_stripping.pdf)
- Extracción de Vapores de los Suelos y la Aeración (EPA 542-F-01-006S)  
<http://www.cluin.org/download/citizens/sve-sp12-6.pdf>
- Extracción por Solventes (EPA 542-F-01-009S)  
[http://www.cluin.org/download/citizens/solvextract\\_sp.pdf](http://www.cluin.org/download/citizens/solvextract_sp.pdf)
- Fitocorrección (EPA 542-F-01-002S)  
<http://www.cluin.org/download/citizens/phyto-sp12-6.pdf>
- Fracturación (EPA 542-F-01-015S)  
[http://www.cluin.org/download/citizens/fracturing\\_sp.pdf](http://www.cluin.org/download/citizens/fracturing_sp.pdf)
- Incineración (EPA 542-F-01-018S)  
[http://www.clu-in.org/download/citizens/es\\_incineration.pdf](http://www.clu-in.org/download/citizens/es_incineration.pdf)
- Lavado del Suelo (EPA 542-F-01-008S)  
[http://www.cluin.org/download/citizens/soilwash\\_sp.pdf](http://www.cluin.org/download/citizens/soilwash_sp.pdf)
- Métodos de Tratamiento Térmico *In Situ* (EPA 542-F-01-012S)  
[http://www.cluin.org/download/citizens/thermal\\_sp.pdf](http://www.cluin.org/download/citizens/thermal_sp.pdf)
- Oxidación Química (EPA 542-F-01-013S)  
<http://www.cluin.org/download/citizens/co-sp-12-6.pdf>
- Reducción Natural Supervisada (EPA 542-F-01-004S)  
<http://www.cluin.org/download/citizens/mna-sp-12-6.pdf>
- Solidificación/Estabilización (EPA 542-F-01-024S)  
[http://www.clu-in.org/download/citizens/es\\_solid\\_stab.pdf](http://www.clu-in.org/download/citizens/es_solid_stab.pdf)
- Tratamiento con Carbón Activado (EPA 542-F-01-020S)  
[http://www.clu-in.org/download/citizens/es\\_activ\\_carbon.pdf](http://www.clu-in.org/download/citizens/es_activ_carbon.pdf)
- Vitrificación (EPA 542-F-01-017S)  
[http://www.clu-in.org/download/citizens/es\\_vitrification.pdf](http://www.clu-in.org/download/citizens/es_vitrification.pdf)

### **Clean-Up Information Home Page on the World Wide Web**

*(Página Web de Información sobre Limpiezas )*

<http://clu-in.org>

### **CLU-IN Studio**

*(Estudio CLU-IN)*

<http://clu-in.org/studio/>

### **CLU-IN Technology Focus**

*(Sección de Tecnología de CLU-IN)*

<http://clu-in.org>

### **Contaminants and Remedial Options at Pesticide Sites (EPA 600-R-94-202, PB95-183869)**

*(Contaminantes y Opciones de Remediación en Sitios Contaminados con Pesticidas)*

<http://www.epa.gov/ncepihom>

### **Contaminants and Remedial Options at Selected Metal-Contaminated Sites (EPA 540-R-95-512, PB95-271961)**

*(Contaminantes y Opciones de Remediación en Sitios Contaminados con Metales)*

<http://www.epa.gov/ncepihom>

### **Cost Analyses for Selected Groundwater Cleanup Projects: Pump-and-Treat Systems and Permeable Reactive Barriers (EPA 542-R-00-013)**

*(Análisis de Costos de Proyectos de Limpieza de Aguas Subterráneas: Sistemas de Bombeo y Tratamiento y Barreras Reactivas Permeables)*

<http://www.cluin.org/download/remed/542R00013.pdf>

---

**Cost Estimating Tools and Resources for Addressing Sites Under the Brownfields Initiatives (EPA 625-R-99-001)**

*(Herramientas para la Estimación de Costos y Recursos para la Gestión de Sitios como parte de la Iniciativa de Revitalización de Terrenos Contaminados)*

<http://www.epa.gov/ncepihom>

**Data Quality Objective Process for Hazardous Waste Site Investigations (EPA 600-R-00-007)**

*(Proceso de Objetivos de Calidad de Datos para las Investigaciones de Sitios de Residuos Peligrosos (EPA 600-R-00-007))*

[http://www.cluin.org/download/toolkit/thirdednew/epa\\_600-r-00-007.pdf](http://www.cluin.org/download/toolkit/thirdednew/epa_600-r-00-007.pdf)

**Data Quality Objectives Web Site**

*(Sitio de la Web sobre los Objetivos de Calidad de la Información)*

<http://www.hanford.gov/dqo/>

**Directory of Technology Support Services to Brownfields Localities (EPA 542-B-99-005)**

*(Guía de Servicios de Apoyo Tecnológico para Localidades con Terrenos Contaminados)*

<http://www.cluin.org/download/misc/bfdirtechsupport.pdf>

**Engineered Approaches to In Situ Bioremediation of Chlorinated Solvents: Fundamentals and Field Applications (EPA 542-R-00-008)**

*(Enfoques de Ingeniería para la Bioremediación In Situ de Solventes Clorados: Fundamentos y Aplicaciones en Campo)*

<http://www.cluin.org/download/remed/engappinsitbio.pdf>

**Engineering and Design: Requirements for the Preparation of Sampling and Analysis Plans (EM 200-1-3)**

*(Ingeniería y Diseño: Requisitos para la Preparación de Planes de Toma de Muestras y Análisis)*

[http://www.cluin.org/download/toolkit/thirdednew/em\\_200-1-3.pdf](http://www.cluin.org/download/toolkit/thirdednew/em_200-1-3.pdf)

**Engineering and Design: Adsorption Design Guide (DG 1110-1-2)**

*(Ingeniería y Diseño: Guía de Diseño de Adsorción)*

<http://www.cluin.org/download/toolkit/thirdednew/adsorptiondesign.pdf>

**Environmental Technology Verification Reports**

*(Informes de Verificación de Tecnologías Ambientales)*

<http://www.epa.gov/etv>

**EPA Brownfields Economic Redevelopment Initiative Internet Site**

*(Sitio de Internet de la Iniciativa de la EPA de Revitalización Económica de Terrenos Contaminados)*

<http://www.epa.gov/brownfields>

**EPA Directive: Promote Innovative Technology in Waste Management Programs (Directiva de la OSWER No. 9380.0-25, EPA 542-F-96-012)**

*(Directiva de la EPA: Promover el Uso de Tecnologías Innovadoras en Programas de Manejo de Desechos)*

<http://www.cluin.org/download/reg/itpolmem.pdf>

**EPA Dynamic Field Activities Internet Site**

*(Sitio de Internet sobre Actividades de Campo Dinámicas de la EPA)*

<http://www.epa.gov/superfund/programs/dfa>

**EPA Office of Enforcement and Compliance Assurance Industry Sector Notebooks**

*(Guías de Sectores de la Industria elaboradas por la Oficina de Aplicación de la Ley y Control de Cumplimiento Normativo de la EPA)*

- Actividad aeroespacial (EPA 310-R-98-001)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/aersn.pdf>
  - Caucho y plástico (EPA 310-R-95-016)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/rubplasn.pdf>
  - Celulosa y papel (EPA 310-R-95-015)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/pulppasn.pdf>
  - Construcción y reparación de barcos (EPA 310-R-97-008)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/shipblsn.pdf>
  - Distribución de agua (EPA 310-R-97-003)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/watersct.pdf>
  - Electrónica y computación (EPA 310-R-95-002)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/elecmpsn.pdf>
-

- Extracción de petróleo y gas (EPA 310-R-99-006)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/thirdednew/oilandgasex.pdf>
- Fundición de metales (EPA 310-R-97-004)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/metcstsna.pdf>
- Generación de energía eléctrica mediante el uso de combustibles fósiles (EPA 310-R-97-007)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/fossilsn.pdf>
- Imprenta (EPA 310-R-95-014)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/print.pdf>
- Laboratorios farmacéuticos (EPA 310-R-97-005)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/pharma.pdf>
- Limpieza de equipos de transporte (EPA 310-R-95-018)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/transeqp.pdf>
- Limpieza en seco (EPA 310-R-95-001)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/dryclng.pdf>
- Madera (EPA 310-R-95-006)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/lmbrwdsn.pdf>
- Metal- mecánica (EPA 310-R-95-007)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/fabmetsn.pdf>
- Metales no ferrosos (EPA 310-R-95-010)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/nfmetlsn.pdf>
- Minería de productos no metálicos y no combustibles (EPA 310-R-95-011)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/nomtmisn.pdf>
- Minería metalúrgica (EPA 310-R-95-008)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/metmins.pdf>
- Muebles y accesorios de madera (EPA 310-R-95-003)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/wdfurnsn.pdf>
- Piedra, arcilla, vidrio y hormigón (EPA 310-R-95-017)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/stclglsn.pdf>
- Químicos inorgánicos (EPA 310-R-95-004)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/inrgchsn.pdf>
- Químicos orgánicos (EPA 310-R-95-012)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/organic.pdf>
- Refinerías de petróleo (EPA 310-R-95-013)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/petrefsn.pdf>
- Resinas plásticas y fibras sintéticas (EPA 310-R-97-006)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/resfbsn.pdf>
- Siderurgia (EPA 310-R-95-005)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/ironstl.pdf>
- Terminales automotrices (EPA 310-R-95-009)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/motvehsn.pdf>
- Textiles (EPA 310-R-97-009)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/textilsn.pdf>
- Transporte aéreo (EPA 310-R-97-001)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/airtrans.pdf>
- Transporte terrestre (EPA 310-R-97-002)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/grdtrnsn.pdf>

**EPA Office of Solid Waste SW-846 On-Line: Test Methods for Evaluating Solid Wastes, Physical/Chemical Methods**

*(SW-846 En Línea de la Oficina de Desechos Sólidos de la EPA: Métodos de Ensayo para Evaluar los Desechos Sólidos, Métodos Físicoquímicos)*

<http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/main.htm>

---

**EPA ORD Brownfields Guides**

*(Guías de la ORD para Áreas de Revitalización de Terrenos Contaminados)*

<http://www.epa.gov/nepis>

**EPA Region 3 Industry Profile Fact Sheets**

*(Hojas de Datos de los Perfiles de la Industria en la Región 3 de la EPA)*

<http://www.epa.gov/reg3hwmd/bfs/regional/industry/index.htm>

**EPA Region 5 Monitored Natural Attenuation Report**

*(Informe sobre Atenuación Natural Controlada en la Región 5 de la EPA)*

<http://www.cluin.org/download/remed/mnastudy.pdf>

**EPA REmediation And CHaracterization Innovative Technologies (REACH IT) Online Searchable Database**

*(EPA REACH IT – Base de Datos en Línea para Búsquedas de Tecnologías Innovadoras de Remediación y Caracterización de la EPA)*

<http://www.epareachit.org>

**EPA's Office of Underground Storage Tanks Internet Site**

*(Sitio en Internet de la Oficina de Tanques de Almacenamiento Subterráneo de la EPA)*

<http://www.epa.gov/oust>

**Evaluation of Selected Environmental Decision Support Software (DSS)**

*(Evaluación de Software Seleccionado para Apoyo a las Decisiones sobre Medio Ambiente)*

<http://www.cluin.org/download/char/doedss.pdf>

**Evaluation of Subsurface Engineered Barriers at Waste Sites (EPA 542-R-98-005)**

*(Evaluación de Barreras Subsuperficiales de Diseño de Ingeniería en Sitios de Desechos)*

<http://www.cluin.org/download/remed/subsurf.pdf>

**Expedited Site Assessment Tools for Underground Storage Tank Sites: A Guide for Regulators (EPA 510-B-97-001)**

*(Herramientas de Evaluación Rápida de Sitios con Tanques de Almacenamiento Subterráneo: Guía para los Entes Reguladores)*

[http://www.cluin.org/download/toolkit/510\\_b-97\\_001.pdf](http://www.cluin.org/download/toolkit/510_b-97_001.pdf)

**Expedited Site Characterization (ESC) Method (Ames Laboratory Environmental Technologies Development Program)**

*(Método de Caracterización Rápida de Sitios [Programa de Desarrollo de Tecnologías Ambientales del Laboratorio Ames])*

<http://www.etd.ameslab.gov/etd/technologies/projects/esc>

**Federal Facilities Forum Issue: Field Sampling and Selecting On-Site Analytical Methods for Explosives in Soil (EPA 540-R-97-501)**

*(Tema del Foro de Instalaciones Federales: Toma de Muestras en Campo y Selección de Métodos de Análisis In-situ para Explosivos en el Suelo)*

<http://www.cluin.org/download/toolkit/explosiv.pdf>

**Federal Remediation Technologies Roundtable (FRTR) Case Studies**

*(Casos Prácticos de la FRTR)*

<http://www.frtr.gov/costperf.htm>

**Field Analytic Technologies Encyclopedia (FATE)**

*(Enciclopedia de Tecnologías de Análisis en Campo)*

<http://fate.clu-in.org>

**Field Applications of In Situ Remediation Technologies Ground-Water Circulation Wells (EPA 542-R-98-009)**

*(Aplicaciones en Campo de Tecnologías de Remediación In Situ: Pozos de Circulación de Aguas Subterráneas)*

<http://www.cluin.org/download/remed/gwcirc.pdf>

**Field Applications of In Situ Remediation Technologies: Chemical Oxidation (EPA 542-R-98-008)**

*(Aplicaciones en Campo de Tecnologías de Remediación In Situ: Oxidación Química)*

<http://www.cluin.org/download/remed/chemox.pdf>

**Field Applications of In Situ Remediation Technologies: Permeable Reactive Barriers (EPA 542-R-99-002)**

*(Aplicaciones en Campo de Tecnologías de Remediación In Situ: Barreras Reactivas Permeables)*

<http://www.cluin.org/download/remed/field-prb.pdf>

---

**Field Sampling and Analysis Technologies Matrix, Version 1.0**

(Matriz de Tecnologías para Toma de muestras y Análisis sobre el Terreno, Versión 1.0)

<http://www.frtr.gov/site>

**Field Validation of a Penetrometer-Based Fiber-Optic Petroleum, Oil, and Lubricant (POL) Sensor: Project Summary (EPA 600-SR-97-055)**

(Validación en Campo del Sensor de Fibra Óptica para Petróleo, Aceite y Lubricantes Basado en un Penetrómetro: Resumen de Proyecto)

<http://www.epa.gov/nepis>

**Frequently Asked Questions about Drycleaning (EPA 744-K-98-002)**

(Preguntas Frecuentes sobre la Limpieza en Seco)

<http://www.cluin.org/download/dryclean/drclnfaq.pdf>

**Geophysical Techniques to Locate DNAPLs: Profiles of Federally Funded Projects (EPA 542-R-98-020)**

(Técnicas Geofísicas para Hallar Líquidos Densos de Fase No Acuosa : Perfiles de Proyectos Financiados por el Gobierno Federal)

<http://www.cluin.org/download/frtr/dnapls.pdf>

**Groundwater Cleanup: Overview of Operating Experience at 28 Sites (EPA 542-R-99-006)**

(Limpieza de Aguas Subterráneas: Panorama de la Experiencia en Operación en 28 Sitios)

<http://www.cluin.org/download/remed/ovopex.pdf>

**Groundwater Issue Paper: Steam Injection for Soil and Aquifer Remediation (EPA 540-S-97-505)**

(Trabajo sobre Cuestiones de Aguas Subterráneas: Inyección de Vapor para Remediación de Suelos y Acuíferos)

<http://www.cluin.org/download/toolkit/steaminj.pdf>

**Ground-water Remediation Technologies Analysis Center (GWRTAC) Technology Reports**

(Informes de Tecnologías del Ground-Water Remediation Technologies Analysis Center GWRTAC, o Centro de Análisis de Tecnologías de Remediación de Aguas Subterráneas)

Actualizaciones Técnicas

(Technical Status Reports)

- Actualización técnica de remediación *in situ*: Aceleración térmica  
(*In Situ* Remediation Technology Status Report: Thermal Enhancements)  
<http://www.cluin.org/download/remed/thermal.pdf>
  - Actualización técnica de remediación *in situ*: Barreras para tratamiento  
(*In Situ* Remediation Technology Status Report: Treatment Walls)  
<http://www.cluin.org/download/remed/walldemo.pdf>
  - Actualización técnica de remediación *in situ*: Co-solventes  
(*In Situ* Remediation Technology Status Report: Co-Solvents)  
<http://www.cluin.org/download/remed/cosolv.pdf>
  - Actualización técnica de remediación *in situ*: Fracturación hidráulica y neumática  
(*In Situ* Remediation Technology Status Report: Hydraulic & Pneumatic Fracturing)  
<http://www.cluin.org/download/remed/fractur.pdf>
  - Actualización técnica de remediación *in situ*: Investigación y aplicación de barreras permeables  
(*In Situ* Remediation Technology Status Report: Research and Application of Permeable Barriers)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/permeab2.pdf>
  - Actualización técnica de remediación *in situ*: Remediación electrocinética  
(*In Situ* Remediation Technology Status Report: Electrokinetics)  
<http://www.cluin.org/download/remed/electro.pdf>
  - Actualización técnica de remediación *in situ*: Surfactantes  
(*In Situ* Remediation Technology Status Report: Surfactants)  
[http://www.cluin.org/download/toolkit/epa\\_surf.pdf](http://www.cluin.org/download/toolkit/epa_surf.pdf)
  - Actualización técnica: Enjuague *in situ*  
(Technology Status Report: *In Situ* Flushing)  
[http://www.cluin.org/download/toolkit/isf\\_1117.pdf](http://www.cluin.org/download/toolkit/isf_1117.pdf)
  - Actualización técnica: Fracturación hidráulica, neumática y ampliada con explosivos  
(Technology Status Report: Hydraulic, Pneumatic and Blast-Enhanced Fracturing)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/thirdednew/gwrtachydraulic.pdf>
-

- Actualización técnica: Tecnologías para el tratamiento de percloroetileno (Technology Status Report: Perchlorate Treatment Technologies, First Edition)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/thirdednew/gwrtacperchlorate.pdf>

Evaluaciones Técnicas  
(Technical Evaluation Reports)

- Evaluación técnica: Barreras para tratamiento (Technology Evaluation Report: Treatment Walls)  
[http://www.cluin.org/download/remed/tmt\\_wall.pdf](http://www.cluin.org/download/remed/tmt_wall.pdf)
- Evaluación técnica: Fitoremediación (Technology Evaluation Report: Phytoremediation)  
[http://www.cluin.org/download/toolkit/phyto\\_e.pdf](http://www.cluin.org/download/toolkit/phyto_e.pdf)
- Evaluación técnica: Remediación de aguas subterráneas y suelos contaminados con metales (Technology Evaluation Report: Remediation of Metals-Contaminated Soils and Groundwater)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/metals.pdf>
- Evaluación técnica: Surfactantes y cosolventes (Technology Evaluation Report: Surfactants/Cosolvents)  
[http://www.cluin.org/download/remed/surf\\_co.pdf](http://www.cluin.org/download/remed/surf_co.pdf)
- Evaluación técnica: Tecnologías para la remediación de zonas de líquidos densos de fase no-acuosa (Technology Evaluation Report: Technologies for Dense Nonaqueous Phase Liquid Source Zone Remediation)  
[http://www.cluin.org/download/toolkit/e\\_dnapl.pdf](http://www.cluin.org/download/toolkit/e_dnapl.pdf)
- Evaluación técnica: Tratamiento químico *in situ* (Technology Evaluation Report: *In Situ* Chemical Treatment)  
<http://www.cluin.org/download/toolkit/inchem.pdf>

Resúmenes Técnicos  
(Technical Overview Reports)

- Resumen técnico: Aeración (Technology Overview Report: Air Sparging)  
[http://www.cluin.org/download/toolkit/sparge\\_o.pdf](http://www.cluin.org/download/toolkit/sparge_o.pdf)
  - Resumen técnico: Bioremediación *in situ* (Technology Overview Report: *In Situ* Bioremediation)  
[http://www.cluin.org/download/toolkit/insbio\\_o.pdf](http://www.cluin.org/download/toolkit/insbio_o.pdf)
  - Resumen técnico: Bioslurping (Technology Overview Report: Bioslurping)  
[http://www.cluin.org/download/toolkit/slurp\\_o.pdf](http://www.cluin.org/download/toolkit/slurp_o.pdf)
  - Resumen técnico: Enjuague *in situ* (Technology Overview Report: *In Situ* Flushing)  
[http://www.cluin.org/download/remed/flush\\_o.pdf](http://www.cluin.org/download/remed/flush_o.pdf)
  - Resumen técnico: Extracción de vapores en pozos (Technology Overview Report: In-well Vapor Stripping)  
<http://www.cluin.org/download/remed/inwellvp.pdf>
  - Resumen técnico: Fitoremediación (Technology Overview Report: Phytoremediation)  
[http://www.cluin.org/download/toolkit/phyto\\_o.pdf](http://www.cluin.org/download/toolkit/phyto_o.pdf)
  - Resumen técnico: Fracturación artificial o ampliada con explosivos para incrementar la recuperación de aguas subterráneas para su tratamiento y control de migración (Technology Overview Report: Artificially-Induced or Blast-Enhanced Fracturing to Improve Groundwater Recovery for Treatment and Migration Control)  
[http://www.cluin.org/download/toolkit/blast\\_o.pdf](http://www.cluin.org/download/toolkit/blast_o.pdf)
  - Resumen técnico: Pozos horizontales (Technology Overview Report: Horizontal Wells)  
[http://www.cluin.org/download/toolkit/horiz\\_o.pdf](http://www.cluin.org/download/toolkit/horiz_o.pdf)
  - Resumen técnico: Remediación electrocinética (Technology Overview Report: Electrokinetics)  
[http://www.cluin.org/download/remed/elctro\\_o.pdf](http://www.cluin.org/download/remed/elctro_o.pdf)
-

- Resumen técnico: Tratamiento ultravioleta y oxidación  
(Technology Overview Report: Ultraviolet/Oxidation Treatment)  
[http://www.cluin.org/download/toolkit/uvov\\_o.pdf](http://www.cluin.org/download/toolkit/uvov_o.pdf)

**Guidance for Preparing Standard Operating Procedures (SOPs) (EPA 240-B-01-004)**

(Guía para la Preparación de Procedimientos Operativos Estándar)

<http://www.cluin.org/download/toolkit/thirdednew/guidanceprepsops.pdf>

**Guide to Documenting and Managing Cost and Performance Information for Remediation Projects (EPA 542-B-98-007)**

(Guía para la Documentación y Gestión de Información de Costos y Rendimientos de Proyectos de Remedación)

<http://www.cluin.org/download/frtr/costperf98.pdf>

**Guideline for Dynamic Workplans and Field Analytics: The Keys to Cost-Effective Site Characterization and Cleanup**

(Guía para Planes de Trabajo Dinámicos y Análisis de Campo: Claves para una Caracterización y Limpieza de Sitios Eficaz en Función de los Costos)

<http://www.cluin.org/download/char/dynwkpln.pdf>

**Handbook of Tools for Managing Federal Superfund Liability Risks at Brownfields and Other Sites (EPA 330-B-98-001)**

(Manual de Herramientas para la Gestión de Riesgos de Responsabilidad del Superfondo Federal en Áreas de Revitalización de Terrenos Contaminados y otros Sitios)

<http://www.cluin.org/download/toolkit/thirdednew/handbooktools.pdf>

**Hazardous Substance Research Centers**

(Centros de Investigación de Sustancias Peligrosas)

<http://www.hsrc.org>

**Hazardous, Toxic and Radioactive Waste Center of Expertise**

(Centro Especialista en Desechos Peligrosos, Tóxicos y Radiactivos)

<http://www.environmental.usace.army.mil/info/technical/it/it.html/>

**How To Evaluate Alternative Cleanup Technologies for Underground Storage Tank Sites: A Guide for Corrective Action Plan Reviewers (EPA 510-B-95-006, S/N 055-000-00499-4)**

(Cómo Evaluar Tecnologías de Limpieza Alternativas en Sitios con Tanques de Almacenamiento Subterráneos: Guía para Revisores de Planes de Acciones Correctivas)

<http://www.epa.gov/ncepihom>

**Hydraulic Optimization Demonstration for Groundwater Pump-and-Treat Systems**

(Demostración de Optimización Hidráulica para Sistemas de Bombeo y Tratamiento de Aguas Subterráneas)

- Volumen I: Investigación Pre-Optimización [Método y Demostración] (EPA 542-R-99-011A)  
[http://www.cluin.org/download/remed/hyopt/rpt\\_vol1.pdf](http://www.cluin.org/download/remed/hyopt/rpt_vol1.pdf)
- Volumen II: Aplicación de Optimización Hidráulica (EPA 542-R-99-011B)  
[http://www.cluin.org/download/remed/hyopt/report\\_vol2\\_part1.pdf](http://www.cluin.org/download/remed/hyopt/report_vol2_part1.pdf) [http://www.cluin.org/download/remed/hyopt/report\\_vol2\\_part2.pdf](http://www.cluin.org/download/remed/hyopt/report_vol2_part2.pdf) [http://www.cluin.org/download/remed/hyopt/report\\_vol2\\_part3.pdf](http://www.cluin.org/download/remed/hyopt/report_vol2_part3.pdf)

**Hydrogeologic Characterization of Fractured Rock Formations: A Guide for Groundwater Remediators; Project Summary (EPA 600-S-96-001)**

(Caracterización Hidrogeológica de Formaciones de Rocas Fracturadas: Guía para Remediadores de Aguas Subterráneas; Resumen del Proyecto)

<http://www.cluin.org/download/toolkit/epa600-s-96-001.pdf>

**IDC Home Page**

(Página Web del IDC)

<http://www.getf.org/dnaplguest>

**Improving Sampling, Analysis, and Data Management for Site Investigation and Cleanup (EPA 542-F-01-030A)**

(Mejoramiento de Toma de Muestras, Análisis y Gestión de Datos para la Investigación y Limpieza de Sitios)

<http://www.cluin.org/download/char/542-f-01-030a.pdf>

---

**Improving the Cost-Effectiveness of Hazardous Waste Site Characterization and Monitoring**

*(Mejoramiento de la Efectividad en Función de los Costos en la Caracterización y Monitoreo de Sitios con Residuos Peligrosos)*

<http://www.cluin.org/download/failsafe.pdf>

**In Situ Electrokinetic Remediation of Metal Contaminated Soils Technology Status Report (SFIM-AEC-ET-CR-99022)**

*(Informe de Estado de la Tecnología de Remediación Electrocinética In Situ de Suelos Contaminados con Metales)*

<http://www.cluin.org/download/toolkit/thirdednew/insituelectrokinetic.pdf>

**In Situ Treatment of Contaminated Sediments**

*(Tratamiento In Situ de Sedimentos Contaminados)*

<http://www.cluin.org/download/remed/renhold.pdf>

**Innovations in Site Characterization Case Study Series**

*(Serie de Casos Prácticos sobre Innovaciones en la Caracterización de Sitios)*

- Base de la Fuerza Aérea de Hanscom, Unidad Operable 1 (EPA 542-R-98-006)  
<http://www.cluin.org/download/char/hafbcs2.pdf>
- Dexsil L2000 - Analizador de Bifenilos Policlorados/Cloruros para Superficies de Tambores (EPA 542-R-99-003)  
<http://www.cluin.org/download/char/dexsil.pdf>
- Investigación Geofísica en Sitios con Desechos Peligrosos (EPA 542-R-00-003)  
[http://www.cluin.org/download/char/geophys\\_innovate\\_a.pdf](http://www.cluin.org/download/char/geophys_innovate_a.pdf) [http://www.cluin.org/download/char/geophys\\_innovate\\_b.pdf](http://www.cluin.org/download/char/geophys_innovate_b.pdf)
- Limpieza del Sitio de Prueba “Wenatchee Tree Fruit Test Plot Site” mediante un Plan de Trabajo Dinámico [2000] (EPA 542-R-00-009)  
<http://www.cluin.org/download/char/treefruit/wtfrec.pdf>

**Innovative Measures for Subsurface Chromium Remediation: Source Zone, Concentrated Plume, and Dilute Plume; Environmental Research Brief (EPA 600-S-97-005)**

*(Medidas Innovadoras para Remediación de Cromo Subsuperficial: Zona de Origen, Penacho Concentrado; Penacho Diluido; Informe de Investigación Ambiental)*

<http://www.cluin.org/download/toolkit/epa600s97005.pdf>

**Innovative Remediation and Site Characterization Technologies Resources (EPA 542-C-01-001)**

*(Recursos de Tecnologías Innovadoras de Remediación y Caracterización de Sitios)*

<http://www.epa.gov/ncepihom>

**Innovative Remediation Technologies: Field-Scale Demonstration Projects in North America, 2nd Edition (EPA 542-B-00-004)**

*(Tecnologías Innovadoras para Remediación: Proyectos de Demostración a Escala de Campo en Norteamérica, 2ª Edición)*

<http://clu-in.org/products/nairt/>

**Institutional Controls: A Site Manager’s Guide to Identifying, Evaluating, and Selecting Institutional Controls at Superfund and RCRA Corrective Action Cleanups (EPA 540-F-00-005)**

*(Controles Institucionales: Guía para los Responsables de Sitios para la Identificación, Evaluación y Selección de Controles Institucionales en Limpiezas de Acciones Correctivas contempladas por el Superfondo y la RCRA)*

<http://www.cluin.org/download/toolkit/thirdednew/icmanagersguide.pdf>

**Interstate Technology and Regulatory Council**

*(Consejo Interestatal para la Regulación de Tecnologías)*

<http://www.ITRCweb.org/>

**Introduction to Phytoremediation (EPA 600-R-99-107)**

*(Introducción a la Fitoremediación)*

<http://www.cluin.org/download/remed/introphyto.pdf>

**ITRC Phytoremediation Decision Tree**

*(Árbol de Decisiones de Fitoremediación del Consejo Interestatal para la Regulación de Tecnologías)*

<http://www.cluin.org/download/partner/phytotree.pdf>

---

**Leak Detection for Landfill Liners: Overview of Tools for Vadose Zone Monitoring (EPA 542-R-98-019)**

*(Detección de Pérdidas en las Membranas de Vertederos: Panorama de las Herramientas para el Monitoreo de la Zona Vadosa)*

<http://www.cluin.org/download/char/leaklnfl.pdf>

**Monitored Natural Attenuation of Chlorinated Solvents (EPA 600-F-98-022)**

*(Atenuación Natural Controlada de Solventes Clorados)*

<http://www.cluin.org/download/remed/chl-solv.pdf>

**Monitored Natural Attenuation of Petroleum Hydrocarbons (EPA 600-F-98-021)**

*(Atenuación Natural Controlada de los Hidrocarburos de Petróleo)*

<http://www.cluin.org/download/remed/pet-hyd.pdf>

**MTBE Fact Sheet #2: Remediation of MTBE-Contaminated Soil and Groundwater (EPA 510-F-98-002)**

*(Hoja de Datos sobre MTBE #2: Remediación de Suelo y Agua Subterránea Contaminada con MTBE)*

<http://www.cluin.org/download/toolkit/mtbefs2.pdf>

**MTBE Treatment Case Studies and Web Site**

*(Casos Prácticos de Tratamiento de MTBE y Sitio Web)*

<http://www.epa.gov/oust/mtbe/mtberem.htm>

**Multi-Phase Extraction: State-of-the-Practice (EPA 542-R-99-004)**

*(Extracción de Múltiples Fases: Estado de la Práctica)*

<http://www.cluin.org/download/remed/mpe2.pdf>

**NATO/CCMS Pilot Study: Evaluation of Demonstrated and Emerging Technologies for the Treatment of Contaminated Land and Groundwater (Phase III) 2000 Annual Report (EPA 542-R-01-001)**

*(Informe Anual del 2000 Estudio Piloto de la Organización del Tratado del Atlántico Norte / Comité on the Challenges of Modern Society (Comité de Desafíos de la Sociedad Contemporánea) (OTAN/CCMS) de Evaluación de Tecnologías Emergentes Demostradas para el Tratamiento de Tierra y Agua Subterránea Contaminadas [Fase III])*

<http://www.cluin.org/download/partner/2000annualreport.pdf>

**Natural Attenuation of Chlorinated Solvents in Groundwater: Principles and Practices**

*(Atenuación Natural de Solventes Clorados: Principios y Prácticas)*

<http://www.cluin.org/download/toolkit/thirdednew/natatt.pdf>

**Natural Attenuation of MTBE in the Subsurface under Methanogenic Conditions (EPA 600-R-00-006)**

*(Atenuación Natural del MTBE Subterráneo bajo Condiciones Metanogénicas)*

<http://www.cluin.org/download/remed/natmtbe.pdf>

**OnSite OnLine Tools for Site Assessment**

*(Herramientas en Línea para la Evaluación de Campo de Sitios)*

<http://www.epa.gov/athens/onsite/>

**Ordnance and Explosives Mandatory Center of Expertise (MCX) and Design Center**

*(Centro Especialista Obligatorio y Centro de Diseño para Municiones y Explosivos)*

<http://www.hnd.usace.army.mil/OEW/>

**Overview of the Phytoremediation of Lead and Mercury**

*(Generalidades de la Fitoremediación del Plomo y el Mercurio)*

<http://www.cluin.org/download/remed/henry.pdf>

**Pay-for-Performance Cleanups: Effectively Managing Underground Storage Tank Cleanups (EPA 510-B-96-002)**

*(Limpiezas a Pagar Según Su Rendimiento: Administración Eficaz de Limpiezas de Tanques de Almacenamiento Subterráneo)*

<http://www.epa.gov/nepis>

**Permeable Reactive Barrier Technologies for Contaminant Remediation (EPA 600-R-98-125)**

*(Tecnologías de Barreras Reactivas Permeables para la Remediación de Contaminantes)*

<http://www.cluin.org/download/rtdf/prb/reactbar.pdf>

**Permeable Reactive Barriers for Inorganics**

*(Barreras Reactivas Permeables para Productos Inorgánicos)*

[http://www.cluin.org/download/remed/ott\\_prb.pdf](http://www.cluin.org/download/remed/ott_prb.pdf)

---

**Permeable Reactive Subsurface Barriers for the Interception and Remediation of Chlorinated Hydrocarbon and Chromium (VI) Plumes in Ground Water (EPA 600-F-97-008)**

*(Barreras Reactivas Permeables Subsuperficiales para la Intercepción y Remediación de Penachos de Hidrocarburos Clorados y Cromo (VI) en Aguas Subterráneas)*

<http://www.cluin.org/download/toolkit/remediat.pdf>

**Phytoremediation of Contaminated Soil and Groundwater at Hazardous Waste Sites (EPA 540-S-01-005)**

*(Fitoremediación de Suelo y Agua Subterránea Contaminada en Sitios con Desechos Peligrosos)*

[http://www.cluin.org/download/remed/epa\\_540\\_s01\\_500.pdf](http://www.cluin.org/download/remed/epa_540_s01_500.pdf)

**Phytoremediation of TCE in Groundwater Using Populus**

*(Fitoremediación de TCE Mediante el Uso de Populus)*

<http://www.cluin.org/download/remed/phytotce.pdf>

**Phytoremediation Resource Guide (EPA 542-B-99-003)**

*(Guía de Recursos de la Fitoremediación)*

<http://www.cluin.org/download/remed/phytoresgude.pdf>

**Phytotechnology Technical and Regulatory Guidance (Phyto-2)**

*(Guía Técnica y Regulatoria de Fitotecnologías [Fito-2])*

<http://www.cluin.org/download/toolkit/thirdednew/phytotech.pdf>

**Presumptive Remedy: Supplemental Bulletin, Multi-Phase Extraction (MPE) Technology for VOCs in Soil and Groundwater (EPA 540-F-97-004)**

*(Suplemento para Tecnologías Preseleccionadas: Tecnología de Extracción de Fases Múltiples para COV en Suelos y Aguas Subterráneas)*

<http://www.cluin.org/download/toolkit/finalapr.pdf>

**Presumptive Response Strategy and Ex Situ Treatment Technologies for Contaminated Ground Water at CERCLA Sites (EPA 540-R-96-023; PB96-963508)**

*(Estrategia de Respuesta Preseleccionada y Tecnologías de Tratamiento Fuera del Sitio para Agua Subterránea Contaminada en los Sitios CERCLA)*

<http://www.epa.gov/nepis>

**Public Technology Inc.'s BrownfieldsTech.org**

*[BrownfieldsTech.org de Public Technology Inc. (PTI)]*

<http://www.brownfieldstech.org>

**Pump and Treat Ground-Water Remediation: A Guide for Decision Makers and Practitioners (EPA 625-R-95-005)**

*(Remediación de Aguas Subterráneas Mediante Sistemas de Bombeo y Tratamiento: Una Guía para las Personas Responsables de la Toma de Decisiones y Practicantes)*

<http://www.epa.gov/ORD/WebPubs/pumptreat/>

**Quality Assurance Guidance for Conducting Brownfields Site Assessments (EPA 540-R-98-038)**

*(Guía de Control de Calidad para la Realización de Evaluaciones de Sitios de Revitalización de Terrenos Contaminados)*

<http://www.cluin.org/download/char/brwnfdqa.pdf>

**Rapid Commercialization Initiative (RCI) Final Report for an Integrated in Situ Remediation Technology (Lasagna™) (DOE/OR/22459-1)**

*(Informe Final de Iniciativa de Comercialización Rápida para una Tecnología de Remediación Integrada In Situ [Lasagna])*

<http://www.cluin.org/download/toolkit/lasagna.pdf>

**Rapid Site Assessment Applied to the Florida Department of Environmental Protection's Drycleaning Solvent Cleanup Program**

*(Evaluación Rápida de Sitios Aplicada al Programa de Limpieza de Solventes para la Limpieza en Seco del Departamento de Protección Ambiental de Florida)*

<http://www.cluin.org/download/toolkit/thirdednew/rapidsadryclean.pdf>

**RCRA Online**

*(RCRA en Línea)*

<http://www.epa.gov/rcraonline/>

---

**RCRA, Superfund, and Emergency Planning and Community Right-to-Know Act (EPCRA Hotline)**

*(Línea telefónica de Emergencias de la Ley de Conservación y Recuperación de Recursos, del Superfondo, y de la Emergency Planning and Community Right-to-Know Act, [EPCRA, o Ley de Prevención de Contingencias y Derecho Comunitario a la Información])*

La línea funciona de lunes a viernes, de 9:00 a 18:00 Hora del Este. La puede acceder por teléfono llamando al 800-424-9346 para todos los usuarios no gubernamentales ubicados fuera del área de llamada local metropolitana de Washington, DC, o bien al 703-

**Recent Developments for In Situ Treatment of Metal-Contaminated Soils (EPA 542-R-97-004)**

*(Desarrollos Recientes para el Tratamiento In Situ de Suelos Contaminados con Metales)*

<http://www.cluin.org/download/remed/metals2.pdf>

**Remediation Technologies Screening Matrix and Reference Guide, Version 4.0 (PB98-108590)**

*(Guía de Referencia y Matriz de Selección de Tecnologías de Remediación, Versión 4.0)*

[http://www.frtr.gov/matrix2/top\\_page.html](http://www.frtr.gov/matrix2/top_page.html)

**Resource for MGP Site Characterization and Remediation: Expedited Site Characterization and Source Remediation at Former Manufactured Gas Plant Sites (EPA 542-R-00-005)**

*(Recurso para la Caracterización y Remediación de Sitios de Plantas Productoras de Gas: Caracterización Expedita de Sitios y Remediación en la Fuente en Sitios donde existían Plantas Productoras de Gas)*

- <http://www.cluin.org/download/misc/mgp/chap1-4a.pdf>
- <http://www.cluin.org/download/misc/mgp/chap4b.pdf>
- <http://www.cluin.org/download/misc/mgp/chap5-7.pdf>

**Resources for Strategic Site Investigation and Monitoring (EPA 542-F-01-030B)**

*(Recursos para la Investigación y Monitoreo Estratégico de Sitios)*

<http://www.cluin.org/download/char/542-f-01-030b.pdf>

**Reuse Assessments: A Tool to Implement the Superfund Land Use Directive (Directiva del OSWER No. 9355.7-06P)**

*(Evaluaciones de Reutilización: Herramienta para Implementar la Directiva de Uso de Tierras bajo el Superfondo)*

<http://www.cluin.org/download/toolkit/thirdednew/reuseassesstool.pdf>

**Reusing Cleaned Up Superfund Sites: Recreational Use of Land Above Hazardous Waste Containment Areas (EPA 540-K-01-002)**

*(Reutilización de Sitios Limpiados en el Marco del Programa del Superfondo: El Uso Recreativo de Terrenos Situados sobre Áreas de Contención de Desechos Peligrosos)*

<http://www.cluin.org/download/toolkit/thirdednew/reuseclean.pdf>

**Risk Management Strategy for PCB-Contaminated Sediments**

*(Estrategia de Gestión de Riesgos para Sedimentos Contaminados con Bifenilos Policlorados)*

<http://www.nap.edu/books/0309073219/html>

**Sensor Technology Information Exchange (SenTIX)**

*(Intercambio de Información Tecnológica de Sensores)*

<http://www.sentix.org>

**Site Characterization and Monitoring Technologies: Bibliography of EPA Information Resources (EPA 542-B-98-003)**

*(Tecnologías de Caracterización y Monitoreo de Sitios: Bibliografía de los Recursos de Información de la EPA)*

<http://clu-in.org>

**Site Characterization Library, Volume 1, Release 2.0 (EPA 600-C-98-001)**

*(Biblioteca de Caracterización de Sitios, Tomo 1, Versión 2.0)*

<http://www.epa.gov/ncepihom>

**Site Remediation Technology InfoBase: A Guide to Federal Programs, Information Resources, and Publications on Contaminated Site Cleanup Technologies, Second Edition (EPA 542-B-00-005)**

*(Base de Información de Tecnologías de Remediación de Sitios: Guía de Programas Federales, Recursos de Información y Publicaciones sobre Tecnologías de Limpieza de Sitios Contaminados, Segunda Edición)*

[http://www.cluin.org/download/remed/infobase\\_500.pdf](http://www.cluin.org/download/remed/infobase_500.pdf)

**Solidification/Stabilization Use at Superfund Sites (EPA 542-R-00-010)**

*(Uso de Solidificación/Estabilización en el Superfondo)*

[http://www.cluin.org/download/remed/ss\\_sfund.pdf](http://www.cluin.org/download/remed/ss_sfund.pdf)

---

**State Coalition for Remediation of Drycleaners (SCRD) Internet Site**

*(Sitio de Internet de la Coalición Estatal para la Descontaminación de Antiguas Tintorerías)*

<http://www.drycleancoalition.org>

**State Policy and Regulatory Barriers to In Situ Ground Water Remediation (EPA 542-R-96-001)**

*(Obstáculos Regulatorios y de Política Estatal a la Remediación de Aguas Subterráneas In Situ)*

<http://www.cluin.org/download/remed/regrpt.pdf>

**State Programs to Clean Up Drycleaners**

*(Programas Estatales para la Limpieza de Tintorerías)*

<http://www.drycleancoalition.org/survey>

**Study of Assessment and Remediation Technologies for Drycleaner Sites (EPA 542-R-00-010)**

*(Estudio de las Tecnologías de Evaluación y Descontaminación de Antiguas Tintorerías)*

<http://www.drycleancoalition.org/tech>

**Subsurface Containment and Monitoring Systems: Barriers and Beyond (Overview Report)**

*(Sistemas de Control y Confinamiento Subsuperficial: Barreras y otros mecanismos [Panorama General])*

<http://www.cluin.org/download/remed/pearlman.pdf>

**Subsurface Remediation: Improving Long-Term Monitoring and Remedial Systems Performance Conference Proceedings, June 1999 (EPA 540-B-00-002)**

*(Remediación Subterránea: Mejoramiento del Desempeño de los Sistemas de Monitoreo y Remediación a Largo Plazo, Actas de Conferencia, Junio de 1999)*

[http://www.cluin.org/download/misc/subsurf\\_proceed.pdf](http://www.cluin.org/download/misc/subsurf_proceed.pdf)

**Superfund Docket and Information Center**

*(Centro de Información y Expedientes del Superfondo)*

El centro opera de lunes a viernes de 9:00 a 16:00 EST. Se puede acceder a él por teléfono llamando al 703-603-9232 o por fax al 703-603-9240.

**Superfund Innovative Technology Evaluation (SITE) Program Demonstration Reports**

*[Informes de Demostración del Superfund Innovative Technology Program (SITE, o Programa de Evaluación de Tecnologías Innovadoras del Superfondo)]*

<http://www.epa.gov/ord/SITE/reports.html>

**Superfund Innovative Technology Evaluation (SITE) Program: Technology Profiles, Tenth Edition**

*(Programa de Evaluación de Tecnologías Innovadoras del Superfondo: Perfiles de Tecnologías, Décima Edición)*

<http://www.epa.gov/ORD/SITE/profiles3.htm>

**Synopses of Federal Demonstrations of Innovative Site Remediation Technologies, Third Edition (EPA 542-B-93-009, PB94-144565)**

*(Sinopsis de Demostraciones Federales de Tecnologías de Remediación de Sitios, Tercera Edición)*

<http://www.epa.gov/>

**Tank RACER Software Program**

*(Programa de Computación Tank RACER)*

<http://www.epa.gov/swerust1/tnkracr1.htm>

**Tax Credits and Deductions for Expensing Environmental Remediation Costs (Section 198)**

*(Créditos y Deducciones Impositivas sobre el Pago de Costos de Remediación [Sección 198])*

<http://www.cluin.org/download/toolkit/thirdednew/section198.pdf>

**TechDirect**

*(TechDirect)*

<http://clu-in.org/techdrct>

**TechKnow™ Database**

*(Base de Datos TechKnow<sup>MR</sup>)*

<http://www.techknow.org>

**Technical and Regulatory Requirements for Enhanced In Situ Bioremediation of Chlorinated Solvents in Groundwater**

*(Requerimientos Técnicos y Reglamentarios para la Tecnología de Bioremediación Acelerada In Situ para Solventes Clorados en Aguas Subterráneas)*

<http://www.cluin.org/download/toolkit/tdisb-6.pdf>

---

**Technical Protocol for Evaluating Natural Attenuation of Chlorinated Solvents in Ground Water (EPA 600-R-98-128)**

*(Protocolo Técnico para la Evaluación de la Atenuación Natural de Solventes Clorados en Aguas Subterráneas)*  
<http://www.cluin.org/download/remed/protocol.pdf>

**Toxic Substances Control Act (TSCA) Assistance Information Service**

*(Servicio de Información de Asistencia sobre la Ley de Control de Sustancias Tóxicas)*

El servicio de información funciona de lunes a viernes de 8:30 a 17:00 EST. Se puede acceder a él por teléfono al 202-554-1404, por fax al 202-554-5603 o por e-mail al [tsca-hotline@epa.gov](mailto:tsca-hotline@epa.gov).

**Training Information**

*Información sobre Capacitación*

<http://www.trainex.org>

**Treatment Experiences at RCRA Corrective Actions (EPA 542-F-00-020)**

*(Experiencias de Tratamiento por Acciones Correctivas bajo la RCRA)*

<http://www.cluin.org/download/remed/rcraexp.pdf>

**Treatment Technologies for Site Cleanup; Annual Status Report (ASR) (Tenth Edition) (EPA 542-R-01-004)**

*(Tecnologías de Tratamiento para la Limpieza de Sitios: Memoria Anual, Décima Edición)*

<http://clu-in.org/asr/>

**Treatment Technology Performance and Cost Data for Remediation of Wood Preserving Sites (EPA 625-R-97-005)**

*(Datos de Costos y Rendimiento de las Tecnologías de Tratamiento para la Remediación de Sitios Utilizados para Industrias Madereras)*

<http://oaspub.epa.gov/ttnrmrl/ceripubs.PUB?pubid=143>

**Tri-Service Site Characterization and Analysis Penetrometer System–SCAPS: Innovative Environmental Technology from Concept to Commercialization**

*(Sistema de Penetrómetro para Caracterización y Análisis de Sitio para Tres Servicios: Tecnología Ambiental Innovadora desde el Concepto hasta la Comercialización)*

<http://www.cluin.org/download/toolkit/thirdednew/scaps99073.pdf>

**U.S. Department of Energy (DOE) Preferred Alternatives Matrices (PAMs)**

*(Matrices de Alternativas Preferidas del Departamento de Energía (DOE) de los Estados Unidos)*

<http://www.em.doe.gov/define/>

**U.S. Department of Energy (DOE) Vendor Database for Environmental Applications**

*(Base de Datos de Proveedores del Departamento de Energía de los Estados Unidos (DOE) para Aplicaciones Ambientales)*

<http://www.cmst.org/vendor/>

**Underground Injection Control (UIC) Program**

*(Programa de Control de Inyección Subterránea)*

<http://www.epa.gov/safewater/uic.html>

**Underground Storage Tanks and Brownfields Sites (EPA 510-F-00-004)**

*(Tanques de Almacenamiento Subterráneo en Áreas de Revitalización de Terrenos Contaminados)*

<http://www.cluin.org/download/toolkit/thirdednew/ustsandbrownfields.pdf>

**Use of Monitored Natural Attenuation at Superfund, RCRA Corrective Action, and Underground Storage Tank Sites**

*(Uso de Atenuación Natural Controlada en Sitios incluidos en el Superfondo, en las Acciones Correctivas de la RCRA, y en el Programa de Tanques de Almacenamiento Subterráneo)*

<http://www.cluin.org/download/reg/d9200417.pdf>

**A User's Guide to Environmental Immunochemical Analysis (EPA-R-94-509)**

*(Guía del Usuario para el Análisis Inmunoquímico Ambiental)*

<http://www.epa.gov/nepis>

**WASTECH® - Series of Innovative Site Remediation Technology Engineering Monographs**

*WASTECH® - Serie de Monografías de Ingeniería sobre Tecnologías Innovadoras para la Remediación de Sitios.*

<http://www.cluin.org/download/remed/wastech.pdf>

---