



Guía del ciudadano: La bioventilación

Oficina de Innovación Tecnológica

Perfil Tecnológico

CONTENIDO

	Página
¿Qué es la bioventilación?	1
¿Qué es la rehabilitación biológica?	1
¿Cómo funciona la bioventilación?	2
¿Por qué considerar la bioventilación?	3
¿Funciona la bioventilación en todos los sitios?	3
¿Dónde se ha optado por la bioventilación?	3
Para mayor información	3

¿Qué es la bioventilación?

La bioventilación es un proceso in-situ (en el sitio mismo) de inyección de aire en los suelos contaminados en cantidades lo suficientemente bajas para aumentar sus niveles de concentración de oxígeno y estimular la actividad microbiológica original.

La bioventilación es una de varias técnicas de rehabilitación biológica. Se vale de un proceso que ocurre en la naturaleza. Los microorganismos se multiplican cuando las fuentes de alimento y oxígeno abundan, y disminuyen cuando los contaminantes se degradan.

¿Qué es la rehabilitación biológica?

La rehabilitación biológica se vale de microorganismos que se dan en un medio natural (bacterias, gérmenes, y/u hongos) para degradar

—sintetizar— las sustancias tóxicas y volverlas menos tóxicas o no tóxicas. Los microorganismos, al igual que los humanos, obtienen nutrientes y energía de las sustancias orgánicas. Ciertos microorganismos pueden digerir sustancias orgánicas que son tóxicas para los seres humanos. Algunos contaminantes orgánicos son degradables hasta convertirse en productos inertes que en su mayoría están formados a partir de dióxido de carbono y agua. Algunos ejemplos de contaminantes orgánicos que los microorganismos pueden degradar incluyen derrames de combustibles como el petróleo y algunos solventes.

Es necesario que los microorganismos proliferen en el sitio a tratar para que ocurra la rehabilitación biológica. Además de la fuente de alimentación proveniente de los contaminantes orgánicos, los microorganismos requieren de

EL SUPERFUND

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

Perfil de la técnica de la bioventilación

- La bioventilación es un proceso que consiste en la inyección de aire en suelos contaminados, en cantidades tales que la concentración de oxígeno aumenta y estimula la actividad microbiológica.
- La bioventilación es más efectiva en contaminantes orgánicos como los combustibles y solventes.
- La bioventilación es una técnica in-situ que se realiza en el sitio mismo.

nutrientes. Los microorganismos que requieren de oxígeno para sobrevivir se conocen como microorganismos aeróbicos. Aquéllos que no requieren de oxígeno se llaman microorganismos anaeróbicos. La técnica de rehabilitación biológica a seguir se determina según el tipo de microorganismos que se encuentren presentes, las condiciones del sitio (los nutrientes y niveles de oxígeno), y los factores geológicos. Por ejemplo, si los microorganismos aeróbicos se encuentran presentes en un sitio dado y la cantidad de oxígeno disponible es limitada, la bioventilación podría ser el método adecuado para incrementar la rehabilitación biológica en ese lugar.

¿Cómo funciona la bioventilación?

La figura 1 ilustra el proceso de bioventilación. Comienza con la excavación de pozos de suministro en los suelos contaminados. La cantidad de pozos, su localización, así como la profundidad de los mismos depende de muchos factores geológicos y otras consideraciones de ingeniería.

Un ventilador suministra aire a los suelos contaminados a través de los pozos de inyección. El aire (que contiene oxígeno) fluye a través del suelo y es aprovechado por los microorganismos. Además del oxígeno, otros nutrientes pueden ser dirigidos al subsuelo a través de los pozos de inyección. Por ejemplo, se puede bombear nitrógeno y fósforo en cantidades adecuadas para optimizar el crecimiento de los microorganismos. Los microorganismos habrán de

aprovechar los contaminantes de los suelos como alimento transformándolos en sustancias inertes. Los principales productos derivados de esta reacción de conversión son el dióxido de carbono y el agua.

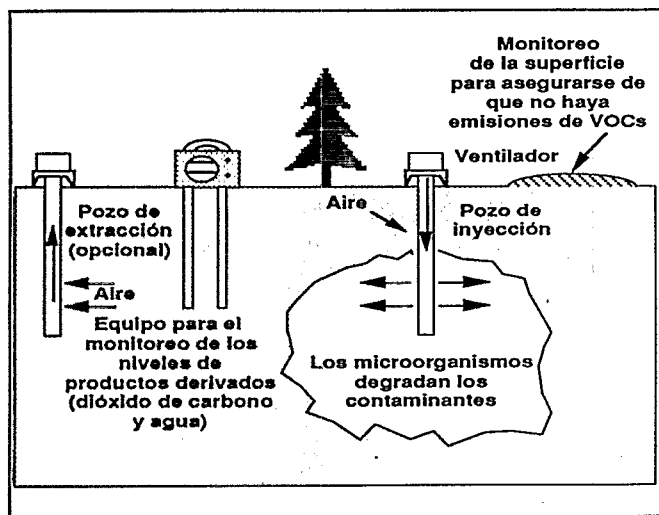
El nivel de estos productos finales se monitorea para ver si la reacción de la rehabilitación biológica se está llevando a cabo. De no ser así, se pueden ajustar los niveles de nutrientes y de oxígeno en los suelos.

Durante el proceso de bioventilación, la superficie de los suelos es observada continuamente para detectar los compuestos orgánicos volátiles (VOCs en inglés). Los VOCs representan algunos de los contaminantes orgánicos que el proceso de bioventilación degrada. Antes de que ocurra la degradación, los VOCs pueden salir del suelo y contaminar el aire. Esto puede suceder cuando el aire de la bioventilación fluye con rapidez. Este potencial efecto lateral se puede evitar bombeando más lentamente el aire que va al subsuelo. Se debe alcanzar un balance al momento de la inyección del aire a una velocidad que sea lo suficientemente alta para que éste lleve el oxígeno a los microorganismos, pero lo suficientemente baja para evitar la fuga de VOCs. Si se detecta la presencia de VOCs, se debe ajustar el bombeo a un nivel más bajo.

La bioventilación puede usarse en combinación con la técnica de extracción de aire. La técnica de extracción de aire requiere de la creación de pozos de extracción además de los pozos de inyección. En este caso, el aire se suministra lentamente por el suelo hacia el pozo de extracción. En el pozo de extracción, el aire es extraído del suelo. Las características propias de cada sitio, como el tipo de superficie, las condiciones del suelo y demás condiciones geológicas son las que determinan si estas técnicas se habrán de usar en conjunto o por separado.

La degradación de los contaminantes orgánicos por microorganismos puede tardar varios meses o hasta varios años, dependiendo del tipo de compuestos presentes. En un sitio en *Traverse City, Michigan*, 463 yardas cúbicas de suelos contaminados con gasolina tardaron cuatro meses en descontaminarse con la técnica de bioventilación. Una vez concluida la degradación de los contaminantes, los microorganismos mueren al agotar su fuente de alimentación. Los microorganismos muertos no representan riesgo de contaminación alguno porque ya se han degradado y transformado los contaminantes en sustancias inertes.

Figura 1
Bioventilación



¿Por qué considerar la bioventilación?

Una ventaja de la técnica de la bioventilación es que elimina la necesidad de transportar los desechos contaminados originales. De entre todas las técnicas de rehabilitación biológica que existen, la bioventilación es una de las más económicas. Por último, la bioventilación es una solución práctica desde el punto de vista ecológico y efectiva en la eliminación de los contaminantes deseados.

¿Funciona la bioventilación en todos los sitios?

Para que la rehabilitación biológica sea exitosa, es necesario que las condiciones del suelo propicien la vida de los microorganismos. La bioventilación se requiere sólo en aquellos sitios de rehabilitación biológica donde el oxígeno adicional ayudaría a la propagación de los microorganismos.

La bioventilación es más efectiva en los suelos no saturados arriba del nivel acuífero. Como la bioventilación hace que el aire fluya a través del terreno, ésta se usa en las zonas no saturadas de los suelos porosos.

¿Dónde se ha optado por la bioventilación?

Se ha optado por la técnica de bioventilación como un método de tratamiento para el sitio *Cliff/Dow Dump* del *Superfund* en *Michigan*. Este sitio contiene desechos provenientes de una planta productora de carbón vegetal. La técnica de bioventilación se usa como muestra en la descontaminación del combustible de aviones en varios sitios de tratamiento, incluyendo la Base Aérea de *Tyndall* en *Florida*, la Base Aérea de *Eielson*, cerca de *Fairbanks, Alaska* y la Base Aérea de *Hill*, al norte de *Salt Lake City*, en *Utah*.

¿Qué es una técnica innovadora de tratamiento?

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

Para mayor información

La EPA ha preparado esta guía para aportar información básica en cuanto a la técnica de la bioventilación. A continuación se enlistan otros reportes técnicos (publicados únicamente en inglés). Las publicaciones con la clave "PB" se encuentran disponibles. Comuníquese con el *National Technical Information Service* (NTIS) al 1-800-336-4700, o escribiendo a:

National Technical Information Service
Springfield, VA 22161

Otros números pueden solicitarse por fax al (513) 891-6685, o escribiendo a:

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

Puede ser que haya un cargo por estos documentos.

- *Guía del ciudadano: Un mejor entendimiento de la rehabilitación biológica*, EPA/540/2-91/002.
- *La rehabilitación biológica en el campo*, EPA/540/2-91/027.
- *La rehabilitación biológica en la superficie de suelos contaminados*, PB90-164047.
- *La rehabilitación biológica in-situ de derrames tanques de almacenamiento subterráneos*, PB89-219976.

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

