

# Guía del ciudadano sobre la oxidación química *in situ*

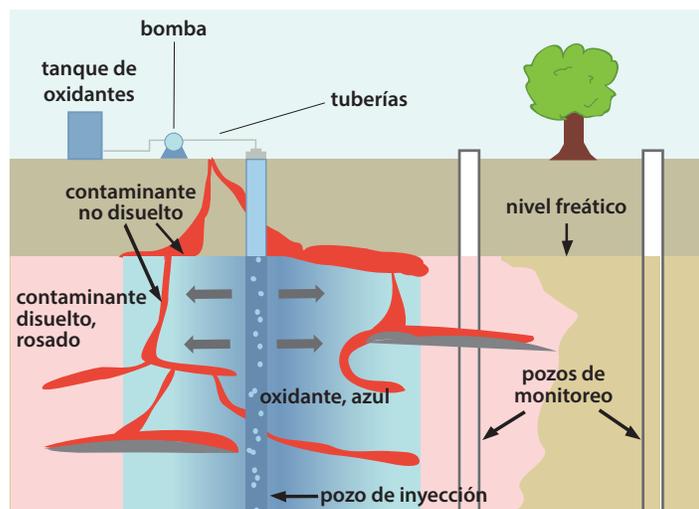


## ¿Qué es la oxidación química *in situ*?

La oxidación química utiliza sustancias químicas denominadas “oxidantes” para ayudar a convertir los contaminantes nocivos en otros subproductos menos tóxicos. Se suele describir como *in situ* ya que se lleva a cabo en el lugar, sin tener que excavar el suelo ni extraer agua subterránea por bombeo para la limpieza en superficie. La oxidación química *in situ*, o ISCO, por sus siglas en inglés, puede utilizarse para tratar muchos tipos de contaminantes tales como combustibles, solventes y plaguicidas. La ISCO generalmente se utiliza para tratar la contaminación de la tierra y las aguas subterráneas en la zona de origen en donde los contaminantes fueron liberados originalmente. La zona de origen puede contener contaminantes que aún no se han disueltos en las aguas subterráneas. Después de la ISCO, a menudo se utilizan otros métodos de limpieza, tales como el bombeo y tratamiento o la atenuación natural controlada, para limpiar las cantidades más pequeñas de contaminantes restantes. (Ver las *Guías del ciudadano sobre bombeo y tratamiento* [EPA 542-F-12-017S] y *atenuación natural controlada* [EPA 542-F-12-014S].)

## ¿Cómo funciona?

Cuando se agregan los oxidantes a la tierra y las aguas subterráneas contaminadas, resulta una reacción química que destruye los contaminantes y produce subproductos inoocuos. Para el tratamiento *in situ* de tierras y aguas subterráneas, los oxidantes normalmente se inyectan al subsuelo por bombeo a través de pozos. Los pozos se instalan a diferentes profundidades en la zona de origen para llegar a la mayor cantidad posible de contaminación tanto disuelta como no disuelta. Una vez que se bombea el oxidante a los pozos, se difunde en la tierra y las aguas



subterráneas circundantes, donde se mezcla y reacciona con los contaminantes.

Para mejorar la mezcla, se puede recircular las aguas subterráneas y los oxidantes entre los pozos. Esto consiste en bombear oxidantes por un pozo y luego extraer por bombeo las aguas subterráneas mezcladas con los oxidantes por otro pozo. Después de extraer la mezcla por bombeo, se añade más oxidante, y se inyecta de nuevo (se la recircula) por el primer pozo. La recirculación ayuda a tratar una zona más grande con más rapidez. Otra opción es inyectar y mezclar oxidantes mediante barrenas mecánicas o equipos de excavación. Esto puede ser particularmente útil para un suelo arcilloso.

Los cuatro principales oxidantes utilizados para la ISCO son el permanganato, el persulfato, el peróxido de hidrógeno y el ozono. Los tres primeros oxidantes suelen inyectarse en forma de líquidos. Aunque el ozono es un oxidante fuerte, es un gas, lo que puede ser más difícil de usar. Por lo tanto, se lo utiliza con menos frecuencia.

A veces se utilizan catalizadores con ciertos oxidantes. Un catalizador es una sustancia que aumenta la velocidad de una reacción química. Por ejemplo, si se añade peróxido de hidrógeno con un catalizador de hierro, la mezcla se torna más altamente reactiva y destruye más contaminantes que el peróxido de hidrógeno por sí mismo.

Si después del tratamiento, las concentraciones de contaminantes comienzan a subir de nuevo o a “repuntar”, puede ser necesaria una segunda o tercera inyección. Las concentraciones repuntarán si los oxidantes inyectados no llegaron a toda la contaminación o si el oxidante se agota antes de tratar toda la contaminación. Pueden pasar de varias semanas a meses para que la contaminación alcance los pozos de monitoreo y para determinar si hay un repunte.

La ISCO puede producir suficiente calentamiento subterráneo para hacer que los contaminantes en la tierra y las aguas subterráneas se evaporen y suban a la superficie del terreno. El control de la cantidad de oxidante ayuda a evitar el calentamiento excesivo y, si se produce una cantidad importante de gases, se los puede captar y tratar.

## ¿Cuánto tiempo lleva?

La ISCO funciona con relativa rapidez para limpiar una zona de origen. La limpieza puede tardar unos cuantos meses o años, en lugar de varios años o décadas. El tiempo real de la limpieza depende de varios factores que

varían de un sitio a otro. Por ejemplo, la ISCO lleva más tiempo cuando:

- la zona de origen es grande.
- los contaminantes están atrapados en zonas de difícil acceso, como fracturas o arcilla.
- el suelo o la roca no permite que el oxidante se difunde de manera rápida y uniforme.
- el flujo de las aguas subterráneas es lento.
- el oxidante no dura mucho tiempo en el subsuelo.

## ¿Es inocua la ISCO?

El uso de la ISCO representa poco riesgo para la comunidad circundante. Los trabajadores usan ropa protectora al manipular oxidantes y, cuando se manipulan adecuadamente, estas sustancias químicas no son perjudiciales para el medio ambiente ni para las personas. Debido a que la tierra y las aguas subterráneas contaminadas se limpian en el subsuelo, la ISCO no expone a los trabajadores o a otras personas que se encuentren en el lugar a contaminación. Los trabajadores analizan la tierra y las aguas subterráneas con regularidad para asegurarse de que la ISCO esté surtiendo efecto.

## ¿De qué manera puede afectarme?

Es posible que las empresas y los residentes cercanos vean plataformas de perforación y camiones cisterna con oxidantes e insumos durante el transporte al sitio. También es posible que los residentes oigan el funcionamiento de los equipos de perforación, las bombas y otros equipos antes y durante el período de inyección. Sin embargo, después de una inyección, el proceso de limpieza tiene lugar en el subsuelo con escasa perturbación de la superficie. Los trabajadores pueden visitar el sitio para recoger muestras del suelo y de las aguas subterráneas a fin de controlar el avance de la limpieza.

## ¿Por qué se usa la ISCO?

La ISCO se suele seleccionar para limpiar una zona de origen, donde destruye la mayor parte de los contaminantes *in situ* sin necesidad de excavar el suelo ni de extraer agua subterránea por bombeo para el tratamiento en superficie. Con esto se puede ahorrar tiempo y dinero. Por medio de la ISCO se han limpiado con éxito muchos sitios contaminados y este método ha sido seleccionado en unos 40 sitios *Superfund* y muchos otros sitios en todo el país.



*Sistema de ISCO instalado detrás de una pequeña tintorería.*

## Ejemplo

Las aguas subterráneas cercanas a una antigua planta de tratamiento de aguas residuales en la base aeronaval de Pensacola en la Florida estaban contaminadas con solventes y ácidos provenientes de los trabajos de pintura y galvanoplastia. Durante más de 10 años había funcionado un sistema de bombeo y tratamiento de las aguas subterráneas para controlar la migración de dichas aguas contaminadas. Sin embargo, esto no surtió mayor efecto para reducir las concentraciones de contaminantes. Se seleccionó la ISCO, que utiliza peróxido de hidrógeno con un catalizador de hierro, para reducir las concentraciones de contaminantes en la zona de origen lo suficiente como para permitir que la atenuación natural controlada complete la limpieza.

Se descubrió que la química natural de las aguas subterráneas del sitio limitaba la eficacia de la primera fase de las inyecciones. En la segunda fase, se añadió una sustancia química a la mezcla de reactivos para estabilizar la mezcla de oxidantes. Los niveles de contaminantes se redujeron sustancialmente. Se estimó que el uso de la ISCO exitoso en este sitio permitió ahorrar varios millones de dólares en comparación con el sistema de bombeo y tratamiento continuos.

## Para más información

Para más información sobre esta tecnología y otras de la serie Guía del ciudadano, consultar:

[www.cluin.org/remediation](http://www.cluin.org/remediation)

[www.cluin.org/products/citguide](http://www.cluin.org/products/citguide)

*NOTA: Esta hoja informativa tiene el propósito único de brindar información general al público. No tiene el propósito, ni debe servir de fundamento para crear ningún derecho ejecutable por ninguna parte en litigio con los Estados Unidos, ni para endosar el uso de productos ni servicios brindados por vendedores específicos. La Agencia también se reserva el derecho de cambiar esta hoja informativa en cualquier momento sin aviso al público.*