



Instrucciones de aplicación



Tabla resumen de la aplicación PetroFix

La siguiente tabla es una guía de referencia rápida que proporciona solo la información más relevante. Revise detenidamente todo el documento, así como las fichas de datos de seguridad de los productos, antes de cualquier aplicación. Póngase en contacto con el servicio de asistencia técnica de REGENESIS para obtener más asistencia.

Posibles métodos de aplicación	Empuje directo (direct push); En pozos; En excavación
Factor de dilución típico	1:10 (discutir con REGENESIS factor de dilución exacto) 1 kg de PetroFix concentrado en 10 litros de agua
Actividad de mezcla	Homogeneizar el producto concentrado antes de transferirlo. Transferir el producto concentrado al tanque ya lleno de agua. Verter los electroceptores solo después de la homogeneización completa
Bomba de inyección recomendada	Bomba de diafragma
Presión de inyección recomendada	Inyección a baja presión. Normalmente, de 1 a 4 bares. NO ejercer una presión excesiva sobre la matriz del subsuelo y NO fracturarla. Ajustar la presión con el regulador de presión. Anotar la presión y el caudal de cada paso
Inyección de empuje directo	Utilizar una punta retráctil; Evitar la punta activada por presión. Pasos de inyección típicos cada 30-60 cm. Definir en el campo si usar la secuencia de arriba hacia abajo o de abajo hacia arriba
Aplicación en pozo	Inyección a baja presión; NO alimentar por gravedad. Utilizar obturador inflable simple o doble. Lavar bien con agua limpia después de la aplicación
Aplicación en excavación	Se puede aplicar en forma de spray o con excavadora
Recomendaciones adicionales	Lavar y limpiar siempre los equipos con agua limpia. Sellar los puntos de inyección de empuje directo después de la inyección. NO utilizar bombeo u otras actividades que puedan alterar el agua subterránea en el área circundante durante y después de la inyección
Actividades de limpieza	La suspensión de carbón activado puede permanecer en el agua subterránea durante semanas o meses. Se recomienda lavar los piezómetros circundantes inmediatamente después de la inyección. Es posible que se requieran actividades adicionales de limpieza/ purga/ precipitación en los pozos de inyección y sus alrededores semanas después de la aplicación
Actividades de verificación	Durante las actividades de inyección, es muy importante verificar la distribución de PetroFix en el campo. Utilizar el kit de herramientas de verificación PetroFix en todos los pozos circundantes. Llevar a cabo una perforación del suelo y/o un muestreo puntual de las aguas cuando sea posible
Monitoreo recomendado	Esperar a que PetroFix se asiente antes de comenzar el muestreo (aguas claras): puede llevar semanas o algunos meses. Considerar la posibilidad de realizar actividades de limpieza/ lavado cuando sea necesario. Por lo general, monitoreo mensual después de agua limpia en piezómetros. Se esperan resultados rápidos, pero considerar al menos 3-6 meses. Parámetros: contaminantes de interés. Parámetros de soporte adicionales: nitratos, sulfatos, metano. No se esperan cambios significativos en los parámetros fisicoquímicos (pH, redox, O ₂ , conductividad eléctrica)

PetroFix Remediation Fluid

PetroFix[™] está compuesto por una suspensión a base de agua con una alta concentración de carbón activado a microescala y una mezcla bioestimulante, Electron Acceptor Blend (EAB). Una vez diluido correctamente con agua, PetroFix puede mezclarse con el suelo dentro de las excavaciones o inyectarse en el subsuelo perforando con empuje directo (direct-push) o usando pozos fijos. Las fichas de datos de seguridad de PetroFix se proporcionan con cada envío del material, y deben leerse y comprenderse detenidamente antes de utilizar PetroFix. Se asume que el usuario está adecuadamente formado y es competente y ha realizado una formación completa y específica sobre los riesgos para la salud, la seguridad y el medio ambiente de las obras a realizar.

Actividad previa a la aplicación

PetroFix se envía normalmente en barriles de 181,4 kg, mientras que el EAB se suministra en pequeños contenedores separados de 9,07 kg; el producto generalmente se entrega al sitio en palés a través de un vehículo pesado. Discuta cualquier restricción de acceso al sitio de entrega con REGENESIS, de modo que se utilice un vehículo de entrega del tamaño adecuado.

Antes de aplicar PetroFix mediante empuje directo o mediante el uso de pozos existentes, REGENESIS recomienda completar una prueba de inyección preliminar en el área de inyección con agua limpia.

Este procedimiento es útil para determinar la cantidad de líquido que el área a tratar es capaz de aceptar y proporcionará información valiosa sobre el caudal y la presión que se utilizarán al aplicar el producto.

REGENESIS recomienda que el volumen de la prueba de inyección de agua sea entre un 15% y un 20% más que el volumen previsto en un solo punto de inyección. Por ejemplo, si el proyecto especifica un volumen de solución PetroFix de 500 litros por punto, la inyección de prueba de agua debe apuntar a inyectar 575-600 litros. Generalmente, se considera adecuada una bomba capaz de suministrar hasta 30-50 litros/minuto y hasta una presión de aproximadamente 6-8 bares. La prueba de inyección debe realizarse con los mismos métodos de aplicación que para los reactivos.



Fig. 1: Barriles de PetroFix de 181,4 kg (155 L) y contenedores de PetroFix EAB de 9,07 kg

Actividad de mezcla

El concentrado de PetroFix debe mezclarse completamente dentro del recipiente original antes de su dilución. Si se suministra en barriles, se recomienda utilizar una batidora de paletas manual para mezclar el producto. Tenga en cuenta que el EAB debe agregarse solo después de diluir el producto con agua y no debe agregarse directamente al PetroFix concentrado. También es necesario asegurarse de que el mezclador entre en contacto con el fondo del recipiente para recuperar y mover adecuadamente cualquier sedimentación; esto se recomienda especialmente en condiciones de clima particularmente frío. La cantidad de PetroFix y el porcentaje de dilución requerido, la relación y la dosis requerida por punto serán especificados por REGENESIS durante la fase de evaluación. PetroFix debe mezclarse en un tanque de tamaño adecuado, preferiblemente con un fondo cónico o plano para ayudar a mezclar. La mezcla se puede lograr usando una bomba de alto flujo por recirculación o mecánicamente usando un mezclador equipado

con paletas. En primer lugar, se debe agregar el volumen de agua requerido al tanque de mezcla. El mecanismo de mezcla elegido se activa antes de agregar el concentrado de PetroFix. El concentrado PetroFix es una mezcla relativamente densa (1500-3500 cP) y para el trasvase del producto del barril al tanque de mezcla se recomienda una bomba de “extracción de barriles” (drum pump) o similar capaz de transferir sustancias densas. Una vez que se haya agregado la cantidad requerida de PetroFix y se haya mezclado con el agua del tanque de mezcla, se debe agregar el complejo EAB a la mezcla de PetroFix; generalmente se considera un contenedor EAB por cada barril de PetroFix concentrado (cantidad a verificar con los técnicos de REGENESIS). Es necesario asegurarse de que el líquido se mezcle completa y uniformemente para que el EAB se disuelva por completo. Una bomba de diafragma, capaz de producir un flujo en el rango de 10-40 L/minuto y una presión de 2-6 bar, es ideal para la aplicación de PetroFix.



Fig. 2: Homogeneización de PetroFix usando una batidora manual



Fig. 3: Bomba de extracción de barriles (drum pump)

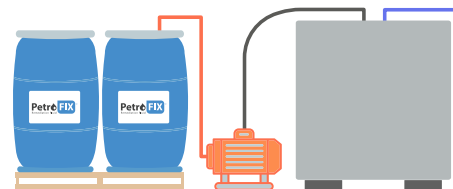


Fig. 4: Otro sistema de trasvase PetroFix

Aplicación de empuje directo

PetroFix requiere solo una campaña de aplicación para cada punto de inyección y, por lo tanto, el método de empuje directo (direct-push) es generalmente la opción de aplicación preferida (asumiendo condiciones geológicas adecuadas); se recomienda esta elección para minimizar los costes de la intervención. REGENESIS recomienda el uso de puntas retráctiles perforadas o ranuradas en lugar de puntas activadas por presión, ya que permiten una mayor facilidad de inyección y una mejor distribución del reactivo. Las varillas de inyección se deben empujar hasta la profundidad de inyección del paso específico y luego se debe inyectar PetroFix cuidando que las presiones no aumenten excesivamente (es recomendable no superar los 5 bar) y ajustando los caudales en consecuencia. Será necesario llevar un registro de todos los caudales y presiones utilizados en cada paso de inyección. Al final de la inyección en el paso, es necesario mover las varillas de inyección y luego continuar con las inyecciones en el siguiente paso, hasta el final de las inyecciones previstas para el punto específico. Una vez que el volumen previsto de producto se ha aplicado

uniformemente sobre el horizonte de interés, se debe inyectar una cantidad limitada de agua limpia para enjuagar la bomba, las mangueras de alta presión y la punta de inyección y para garantizar que todo el PetroFix se inyecte en la capa de interés. Una vez completada la inyección en un punto, se debe sellar el orificio con bentonita o cemento. El propósito de esta actividad es sellar cualquier camino preferencial potencial del producto y/o agua subterránea a la superficie. Si la aplicación de PetroFix se basa en una configuración de cuadrícula de puntos, la aplicación debe realizarse trabajando sistemáticamente desde el exterior hacia el centro del área de inyección para minimizar la sobrepresión local del agua subterránea. Siempre que sea posible, se debe mantener una distancia adecuada entre los puntos de inyección consecutivos para evitar sobrecargar la formación con el producto inyectado (por ejemplo, inyectar en un punto cada 3 puntos de la barrera o saltar al menos 1-2 puntos en una configuración de cuadrícula).



Fig. 5: Fase de inyección de empuje directo



Fig. 6: Punta perforada retráctil (arriba) y punta perforada para inyección de arriba hacia abajo © esp-shop.com



Fig. 7: Punta activada por presión

Aplicación en pozo

PetroFix se puede inyectar en pozos fijos en áreas donde el método de empuje directo no se considera práctico o factible. REGENESIS recomienda que los pozos utilizados para este propósito se realicen con PEAD (HDPE) con un diámetro ≥ 50 mm con un tamaño de fenestración de la sección fisurada entre 0.5 y 1.0 mm. Siempre que sea posible, el sellado de la parte ciega ubicada sobre la sección fisurada debe consistir en un máximo de 300 mm de pellets de bentonita, sobre los cuales se aplica una mezcla de arena y cemento para sellar adecuadamente hasta la superficie. Antes de la inyección de cualquier producto, REGENESIS recomienda que los pozos de inyección se limpien adecuadamente mediante una operación de purga para eliminar en la medida de lo posible la fracción de tamaño de partículas finas presente en el pozo de inyección. Para las inyecciones será necesario utilizar un obturador inflable colocado en la interfaz entre la sección ciega y la sección ranurada o, si es posible, un tapón de sellado para permitir la inyección bajo presión; además las presiones deben ser monitoreadas constantemente para evitar que aumenten excesivamente y será necesario anotar las presiones y caudales para cada punto de inyección. Alternativamente, se puede utilizar un obturador doble. Cuando los pozos se utilizan para la inyección de PetroFix, los mismos pozos de inyección y los que se encuentran cerca deben estar bien tapados o, alternativamente, equipados con un manómetro y una válvula de seguridad. Esto reducirá el potencial de cortocircuito a la superficie. Una vez que se ha aplicado el volumen requerido al pozo de inyección, se debe usar agua limpia para limpiar las mangueras y el pozo y asegurarse de que todo PetroFix se inyecte en la formación de interés.

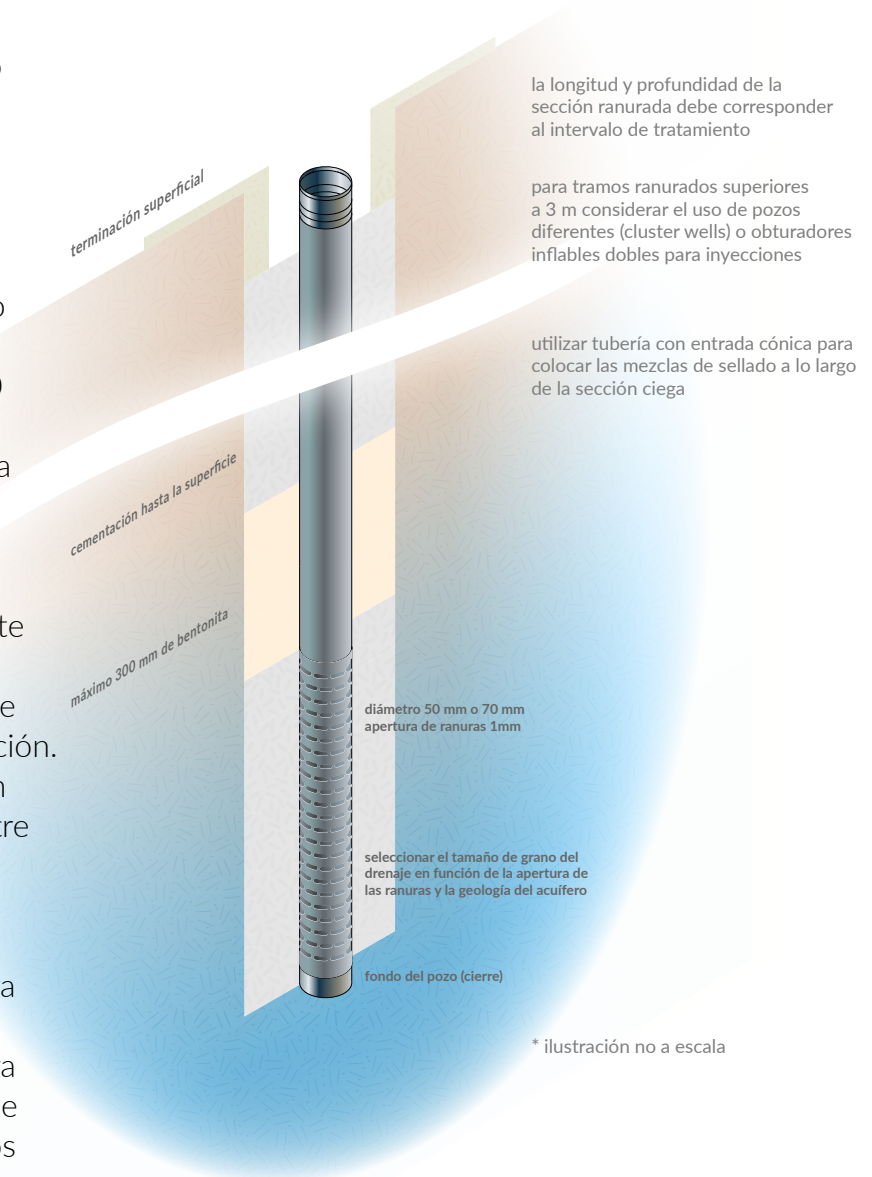


Fig. 8: Esquema de instalación de pozos de inyección



Fig.9: Obturador inflable simple (izquierda)
(© italswiss.com) y obturador doble (derecha) (© desoi.it)

Aplicación en excavación

La mezcla de PetroFix diluida se puede aplicar directamente a los lados de la excavación y la base usando una bomba de alto flujo. La aplicación debe estar dirigida a áreas de la excavación donde la remoción completa del suelo contaminado no ha sido posible o donde existe el riesgo de que ocurra una liberación del contaminante (rebote). La aplicación puede coincidir con el relleno final de la excavación para obtener una buena distribución de PetroFix en las paredes laterales de la propia excavación. Alternativamente, PetroFix se puede mezclar mecánicamente en la base de la excavación utilizando una herramienta de excavadora como una herramienta rotativa, una barrena o un cucharón dentado. Los productos no deben aplicarse manualmente dentro de la excavación a menos que el usuario lo haya evaluado específicamente utilizando un método seguro. REGENESIS recomienda lavar todos los equipos con agua limpia al final de cada jornada laboral y al final de las obras de inyección.



Fig. 10: Ejemplo de aplicación de PetroFix dentro de una excavación

Prueba del radio de influencia

Cuando PetroFix se ha aplicado mediante el método de empuje directo o pozos fijos, generalmente se puede realizar una verificación visual de su distribución subterránea fácilmente en el campo, gracias a su color negro. Antes de iniciar el trabajo de inyección, es recomendable tomar una muestra del suelo a tratar a la profundidad de inyección deseada. Se recomienda realizar el sondaje en un área lateral con respecto al área de inyección y rellenar el punto con bentonita y cemento para que este no se convierta en un camino preferencial hacia la superficie durante las actividades de inyección. La muestra del medio preinyección se toma para que las muestras de confirmación posteriores puedan compararse con esta para verificar la presencia de PetroFix. Esto es particularmente útil en áreas donde el suelo es de color oscuro o tiene fuertes manchas de hidrocarburos, pero se recomienda hacerlo en cualquier caso. Inicie las actividades de inyección como se describe en los párrafos anteriores. Después de inyectar PetroFix en 2-3 puntos, tome una muestra de medio de confirmación a lo largo del espesor de inyección, en un punto intermedio entre dos posiciones adyacentes. Se debe observar un color negro que cubre las áreas permeables del acuífero. Si se observa una capa negra, se ha logrado el radio de influencia deseado y las actividades de inyección pueden continuar. Idealmente, se recomienda que el muestreo del suelo se realice de forma intermitente durante las actividades de inyección para verificar la distribución de PetroFix. Si no se observa la presencia del producto (color oscuro) en las muestras de suelo, se recomienda verificar lo siguiente y contactar a un técnico de REGENESIS:

1. ¿La geología observada en la muestra preinyección y las muestras confirmatorias coinciden con lo que se esperaba encontrar en el sitio?
2. ¿Son constantes la presión y el flujo de inyección? ¿Varían con la profundidad? Considerar aumentar la presión de inyección.
3. ¿Hay alguna fuga de producto en el punto de inyección (o cerca)?
4. Verificar la distancia entre los puntos de inyección. ¿Corresponde al dimensionamiento previsto por el proyecto inicial?
5. Comprobar la cantidad de producto concentrado PetroFix utilizado y la cantidad de agua necesaria para la dilución. ¿Se corresponde con las disposiciones del proyecto?
6. ¿Se observaron aguas negras en los pozos de monitoreo cercanos?
7. ¿Qué punta de inyección se utiliza? ¿Proporciona una distribución uniforme?



Fig. 11: Arriba: una muestra de suelo tomada antes de la aplicación de PetroFix. Abajo: una muestra de suelo tomada después de la aplicación de PetroFix, en la que se observa un suelo negro donde el PetroFix se ha distribuido correctamente.

INFORMACIÓN PARA EL LAVADO DE POZOS

PetroFix[®] se inyecta en grandes volúmenes manteniendo bajas presiones de inyección para minimizar la fracturación hidráulica y la migración preferencial del producto en pozos, piezómetros, estructuras subterráneas, etc. Sin embargo, como PetroFix se mueve a lo largo de las mismas áreas donde migra el agua subterránea contaminada, es bastante común encontrar PetroFix en los piezómetros de monitoreo (pasa a través y más allá del pozo). Esto ocurre para todos los reactivos en fase líquida utilizados y en el caso de PetroFix se puede resolver fácilmente, si es necesario, realizando un procedimiento específico de lavado del piezómetro de monitoreo con agua limpia. Si el impacto en el piezómetro de monitoreo puede ser un problema, los operadores deben estar preparados para realizar procedimientos de lavado con agua limpia al final de una aplicación de PetroFix. Las siguientes secciones describen este proceso.

Eventos que pueden llevar a la necesidad de lavar los pozos de monitoreo con agua limpia

Las condiciones que determinan si se debe realizar un lavado con agua limpia en un pozo de monitoreo incluyen:

1. Se aplicó PetroFix en puntos de aplicación dentro de 1,5 m de dicho piezómetro de monitoreo (zona de influencia directa potencial);
2. Hay evidencia visual de PetroFix en un piezómetro de monitoreo antes del final de la jornada laboral o del final de la actividad de inyección.

Dado que PetroFix hace que el agua subterránea sea negra, actúa como un trazador de sí mismo. Se recomienda tomar una muestra de referencia y observar el color del agua subterránea antes de las inyecciones de PetroFix. Si al comparar la tinción de las muestras post-inyección con las muestras de control tomadas antes de inyectar el producto no se observa ningún rastro visible de PetroFix, o en cualquier caso un color que no va más allá del gris claro, no es necesario realizar un lavado del pozo. Si, por el contrario, se observa la presencia marcada de PetroFix en los piezómetros de control, se recomienda realizar un procedimiento de lavado del pozo en cuestión. Si PetroFix no se lava de los pozos, el producto se separará completamente del agua y el acuífero se aclarará naturalmente después de algunas semanas o meses (por ejemplo, regresando a los colores de la muestra de referencia con respecto al gris o negro post-inyección). Sin embargo, este proceso puede ocurrir en algunos casos más lentamente que los tiempos generalmente observados y hacer que las actividades de muestreo sean problemáticas. Se proporciona más información al respecto en el párrafo "Información sobre muestreo de aguas subterráneas". Cuando se necesita una operación de lavado PetroFix para un pozo específico, se recomienda completar primero todos los puntos de inyección y luego proceder con las operaciones de lavado. Es recomendable realizar las operaciones de lavado, si es necesario, al final de todas las actividades en el campo.

Realización de una operación de lavado con agua limpia

Antes de continuar con la actividad, es necesario determinar el volumen de agua de lavado y el caudal de inyección que se utilizará para cada pozo de monitoreo. Como herramienta de apoyo, puede utilizar la siguiente ecuación que indica el volumen mínimo a considerar para el lavado

$$V_{min} = 3[V_{int} + V_{drain}]$$

$$V_{int} = \pi \times r_{int}^2 \times L_{fen}$$

$$V_{drain} = \pi \times (r_{drain}^2 - r_{int}^2) \times L_{drain} \times n_{ed}$$

V_{min} = volumen de lavado mínimo recomendado [m³]

V_{int} = volumen interno del pozo a lo largo de la sección ranurada [m³]

V_{drain} = volumen de la gravilla de drenaje a lo largo de todo el espesor en el que está presente (se considera una porosidad eficaz n_e del drenaje, n_{ed} igual al 35%) [m³]

r_{int} = radio interno del pozo [m]

r_{drain} = radio exterior (de perforación) [m]

L_{fen} = longitud de la sección ranurada [m]

L_{drain} = longitud de la sección en la que está presente el drenaje [m]

En caso de dudas o falta de los datos necesarios, se recomienda contactar con el soporte técnico de REGENESIS.

Cabe señalar que el volumen indicado debe considerarse mínimo y debe modificarse en base a la evidencia en campo y la respuesta del sistema a las verificaciones indicadas.

La actividad debe realizarse conectando el suministro de agua limpia al pozo de monitoreo con un sistema sellado mediante junta de PVC, conexión roscada (si está disponible) u obturador inflable hidráulico.

Si es necesario, se puede aplicar agua a través de la parte superior abierta del pozo de monitoreo mediante alimentación por gravedad, pero se recomienda que esta opción se considere una solución de emergencia.

Si se utiliza un sistema sellado para bombear agua, la presión y los caudales del agua deben controlarse constantemente.

Se recomienda no exceder 1,5 bar para la presión de entrada de agua limpia en los pozos de monitoreo y documentar el procedimiento de descarga de agua utilizado en cada pozo, incluida la velocidad a la que cada pozo de monitoreo acepta agua limpia y las presiones durante la operación de lavado.

Es recomendable tomar fotografías de las muestras de agua del pozo de monitoreo en las fases que se muestran en la siguiente tabla, tal y como están y diluidas en agua según factores de 10x y 100x:

Pozo:	Muestra sin diluir	Dilución 10x	Dilución 100x
Pre-inyección de PetroFix (baseline)		NA	NA
Post-inyección de PetroFix:			
Inmediatamente después del lavado			
15-30 minutos después			
Día después del lavado			

Dilución 10x = 1 ml de muestra sin diluir en 9 ml de agua limpia

Dilución 100x = 1 ml de agua diluido 10x en 9 ml de agua limpia

Después de completar el procedimiento de lavado con agua limpia y los eventos de muestreo correspondientes en cada pozo, cerrar el pozo con un tapón de rosca, un tapón en J o un tapón a prueba de fugas similar.

INFORMACIÓN SOBRE MUESTREO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

PetroFix en los piezómetros de monitoreo después de la inyección

Durante la inyección, PetroFix puede fluir hacia los piezómetros de monitoreo circundantes, como lo demuestra el color negro del agua en caso de muestreo. Esta ocurrencia es común y es simplemente el resultado del transporte del producto PetroFix a través de las zonas de flujo natural del acuífero. Para garantizar que PetroFix no interfiera con los métodos analíticos al monitorear los piezómetros, se pueden tomar varias acciones. Esta sección describe las prácticas recomendadas para analizar las aguas afectadas por PetroFix al monitorear piezómetros.

¿Lo que debe hacerse?

Si un pozo se ve afectado directamente por PetroFix, la mejor solución es retrasar el muestreo y el análisis hasta que PetroFix haya tenido tiempo de asentarse en la matriz sólida, lo que dará como resultado muestras de agua subterránea clarificadas. En muchos sitios, de dos a cuatro semanas son suficientes, aunque puede llevar hasta tres meses o más. El tiempo para alcanzar el equilibrio en el subsuelo está relacionado con el contenido de arcilla y limo del suelo. En general, un alto contenido de arcilla y limo reduce el tiempo de adsorción y el equilibrio del PetroFix. La presencia de cationes divalentes (por ejemplo, calcio o magnesio) en el agua subterránea también acelera el proceso de clarificación.

Si se observa PetroFix en un pozo/ piezómetro durante la aplicación, el pozo se puede lavar con agua limpia (es decir, agua sin reactivo). Puede encontrar más información sobre el lavado de pozos con agua limpia en la sección “Información para el lavado de pozos”. Si se toman muestras al menos cuatro semanas después de la aplicación de PetroFix, la purga prolongada del pozo con flujo bajo puede mejorar la clarificación del agua.

Como regla general, si se coloca una muestra en un vial de vidrio de 40 ml y se puede ver a través del vial, es probable que se pueda tomar una muestra. La imposibilidad de ver claramente a través de un vial ocurre con aproximadamente 100 mg/L de PetroFix (vea la imagen de varias concentraciones de PetroFix a continuación como referencia). REGENESIS proporciona kits de prueba de campo PetroFix simples que se pueden usar para medir concentraciones en piezómetros y evaluar si una muestra se puede enviar al laboratorio o si es necesario retrasar el muestreo. Este kit tiene un estándar preempacado de 50 mg/L que se usa para comparar concentraciones en el agua subterránea. Hacer un seguimiento de las concentraciones a lo largo del tiempo podría proporcionar una estimación de cuándo el pozo podría alcanzar una condición adecuada para el muestreo. Póngase en contacto con el soporte técnico de REGENESIS para obtener un kit de prueba de campo.

Si está interesado en una investigación independiente que ilustre si y cuándo el carbón activado suspendido de PlumeStop (o PetroFix, que es la misma forma de carbón activado vegetal) interfiere con las pruebas de laboratorio, se presentó el [seminario web titulado “Remediation of Chlorinated Solvents in Groundwater with PlumeStop: Analytical Challenges and Solutions”](#) por Heather Lord, PhD, jefa de investigación y desarrollo ambiental de Maxxam Labs. A partir de aproximadamente el minuto 15, el orador comienza a discutir los intervalos hasta los cuales PlumeStop (o PetroFix) no causa una interferencia significativa en el laboratorio (aproximadamente 100 mg/L) y los resultados positivos obtenidos con los muestreadores de bolsas de difusión pasiva.

Los muestreadores de bolsa de difusión pasiva PDB (Passive Diffusion Bag) se pueden utilizar para tomar muestras de agua subterránea donde PetroFix está presente. PetroFix no puede difundirse a través de estas bolsas, por lo tanto, el agua subterránea muestreada estará libre de PetroFix. Puede encontrar más información sobre muestreadores PDB en la siguiente sección.

Desafortunadamente, no existen procedimientos de preparación de laboratorio disponibles comercialmente que puedan eliminar fácilmente PetroFix de las muestras antes del análisis sin desviarse de los métodos estándar. Es posible filtrar partículas de 1 a 2 micrómetros de diámetro de la suspensión, aunque es difícil y no siempre es un enfoque aceptado por todos los organismos reguladores. Aunque la centrifugación es una opción, los laboratorios comerciales generalmente no tienen uno con la fuerza centrífuga necesaria para separar PetroFix de manera efectiva. Si necesita más asistencia técnica con respecto a la interferencia de PetroFix durante el muestreo, comuníquese con el soporte técnico de REGENESIS.

Bolsas de difusión pasiva (PDB) y muestreo PetroFix

La gran ventaja de los PDB es la certeza de poder tomar muestras de agua subterránea para el análisis de compuestos orgánicos volátiles (COV) en cualquier momento después de la inyección, de acuerdo con los tiempos de muestreo deseados y sin interferencia del PetroFix suspendido. Además, el muestreo de PDB se considera una alternativa rentable a las técnicas de muestreo y purga estándar o de bajo flujo para recopilar datos de COV en piezómetros de monitoreo. En la mayoría de los casos, no habrá necesidad de PDB, particularmente si se planea tomar muestras 3 meses o más después de la inyección de PetroFix. Sin embargo, si tiene dudas sobre los posibles retrasos en el muestreo debido a la suspensión de PetroFix en un piezómetro, se recomienda considerar el uso de PDB.

Varios estudios han demostrado que los muestreadores PDB, que suelen ser bolsas de polietileno de baja densidad llenas de agua, proporcionan mediciones precisas de COV en aguas subterráneas. Estas bolsas miden de 30 a 120 cm de largo y se llenan con agua limpia y se suspenden en un pozo durante un mínimo de dos semanas. El muestreo de PDB se logra cuando los COV en el agua subterránea se difunden a través de la pared de la vejiga hacia el agua de la vejiga, que finalmente alcanza el equilibrio con el agua del piezómetro circundante. Dado que las partículas sólidas de carbón activado coloidal

PetroFix no pueden penetrar en la bolsa, se excluyen del agua dentro del PDB y no interfieren con esta técnica de muestreo.

Las agencias de control pueden requerir comparar los PDB con muestras estándar de agua subterránea (por ejemplo, muestreo de bajo flujo o con bailer) para la correlación de datos. Con este fin, sugerimos tomar muestras de referencia junto con muestras de PDB antes de aplicar PetroFix.

Para obtener valores de COV precisos en el agua subterránea que sean comparables a los datos pasados o presentes, es esencial instalar un PDB en el mismo rango de muestreo vertical utilizado para el monitoreo tradicional. Esto se debe a que la contaminación del agua subterránea puede estratificarse a lo largo de la vertical y una columna puede tener diferentes concentraciones a lo largo de la vertical que cruza las ranuras de un piezómetro de monitoreo. Este fenómeno también ocurre para el muestreo común de bajo flujo. Por ejemplo, en un sitio contaminado por hidrocarburos es común que estén presentes concentraciones más altas en la porción más superficial del acuífero que en el fondo del piezómetro donde probablemente no hay contaminación. Varios estudios muestran que cuando los PDB se suspenden a la misma profundidad que las muestras estándar purgadas o de bajo flujo, los datos son correlacionables y se proporcionan concentraciones de COV precisas.

Tenga en cuenta que los PDB no son adecuados para monitorear algunos compuestos orgánicos (MTBE, TBA) o iónicos (nitrato, sulfato). Estos parámetros deben medirse utilizando técnicas de muestreo normales después de que la suspensión de PetroFix se haya eliminado principalmente del agua subterránea. El documento de preguntas frecuentes de ITRC (el enlace se proporciona debajo) proporciona una lista de compuestos que muestran una buena correlación en los análisis de laboratorio. Para obtener más información al respecto, le recomendamos que consulte los recursos disponibles sobre los PDB (en particular, las preguntas frecuentes de ITRC que se enumeran a continuación) y las guías de los proveedores de PDB. A continuación se muestran algunos enlaces útiles.

Documentos informativos sobre PDB:

Preguntas frecuentes de ITRC sobre PDB y lista de compuestos de COV que muestran una buena correlación: <https://www.itrcweb.org/Documents/PDBFAQs2.pdf>

Guía del usuario para PDB de polietileno: <https://www.itrcweb.org/GuidanceDocuments/DSP-1a.pdf>

Guía USEPA de Clu-In.org sobre muestreadores de PDB:

[https://clu-in.org/characterization/technologies/default.focus/sec/Passive_\(no_purge\)_Samplers/cat/Diffusion_Samplers/](https://clu-in.org/characterization/technologies/default.focus/sec/Passive_(no_purge)_Samplers/cat/Diffusion_Samplers/)

Proveedores de muestreadores de PDB:

Hasta donde sabemos, actualmente no hay proveedores/distribuidores en Europa.
A continuación se muestra una lista de proveedores estadounidenses:

ALS: <https://www.alsglobal.com/en-us/services-and-products/environmental/sampling/passive-diffusion-bags-pdbs>

Productos EON incorporados: <https://store.eonpro.com/store/c/71-Water-Sampling-Pumping.aspx>

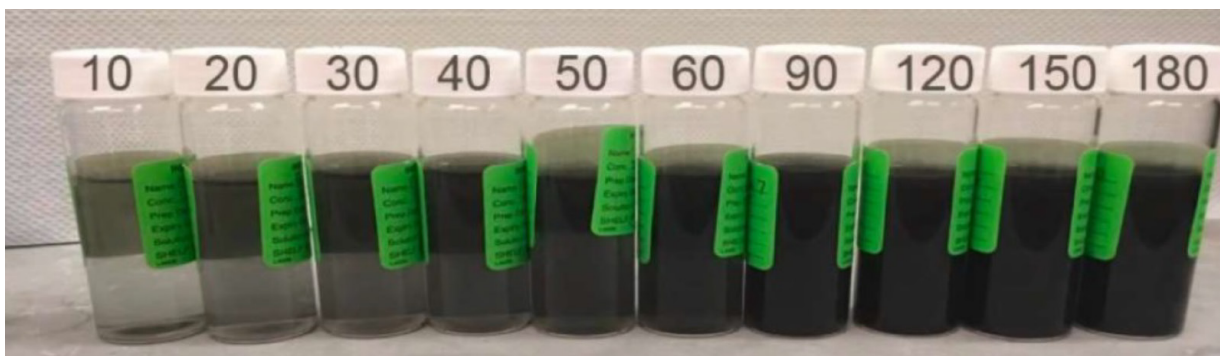


Figura 12: Concentraciones de PetroFix en viales de 40 ml. Si puede ver a través de un vial (<100 mg/L), puede tomar una muestra y enviar la muestra al laboratorio.

Parámetros de monitoreo para una intervención PetroFix

Parámetro analítico

Recomendados:

- Contaminantes de interés (COC)
- pH
- Oxígeno disuelto (OD)
- Potencial redox (ORP)
- Metano y CO₂
- Sulfatos
- Nitratos
- Confirmación visual de PetroFix en pozos/ piezómetros *

Opcional:

- Hierro (Fe) total
- Manganese (Mn) total
- Hierro (Fe) disuelto
- Manganese (Mn) disuelto
- Sulfuros
- Demanda química de oxígeno (DQO)
- Demanda biológica de oxígeno (DBO)
- Evaluación de la actividad de biodegradación mediante la medición de genes funcionales

REGENESIS recomienda tomar muestras de referencia previas a la inyección para todos los parámetros de control. Consulte cualquier legislación o prescripción local o nacional específica para conocer los parámetros que pueden necesitar ser monitoreados pero que no se incluyen en esta tabla.

*Como es normal en cualquier inyección, PetroFix puede fluir a pozos/ piezómetros adyacentes durante la aplicación. La observación en los pozos es útil para saber que se está obteniendo la distribución del producto. Como opción, PetroFix se puede lavar de los pozos después de la inyección con un lavado con agua limpia. PetroFix normalmente tarda unas pocas semanas/ meses en asentarse en el suelo y tener una clarificación del agua subterránea y se deben tomar precauciones de muestreo si se requiere muestreo durante la fase de suspensión. Consulte las secciones "Información sobre lavado de pozos" e "Información sobre muestreo de aguas subterráneas" para obtener más detalles.