

# WITS Filtro de eliminación de arsénico del agua Matriz,

Un Filtro Simple, de Bajo Costo y Efectivo para Remover Arsénico

**Para mayor información sobre este producto, por favor contactarse con nuestro departamento de promoción. [www.witsag.com](http://www.witsag.com)**

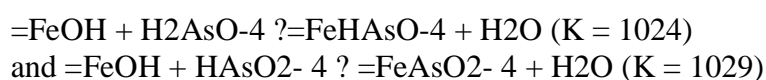
## **Preliminar**

Beber agua de la napas naturalmente contaminadas con arsénico es un problema de salud internacional. La Argentina tiene un 40% de sus aguas de napas con problemas de contaminación. Este filtro para remover el arsénico ha sido probado y aprobado por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Fue puesto en funcionamiento en Bangladesh y los resultados demostraron que es absolutamente efectivo para remover cualquier tipo de arsénico sin tratamientos químicos.

El filtro produce entre 20 y 30 litros de agua por hora. La misma puede ser usada para beber, cocinar y limpiar. Los materiales usados en el filtro son reciclables y no tóxicos, ya que no permite el retorno al medioambiente. Este filtro será producido en Argentina para la distribución local.

Luego de muchas pruebas y tests el filtro fue aprobado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para su uso general. El filtro fue reconocido por la Academia de Ingeniería Nacional (Norteamérica) por su confiabilidad, simplicidad de uso y mantenimiento, aceptación social y preocupación por el medioambiente. En todos los casos obtuvo o incluso excedió todas las perspectivas y normas gubernamentales para la eliminación de arsénico.

El filtro elimina el arsénico especies principalmente por la superficie complejación reacciones:



Alrededor de 30.000 WITS Filters se distribuyeron alrededor de Bangladesh y continúan ofreciendo más de un billón de litros de agua segura para beber.

Estamos felices de anunciar que este producto estará disponible muy pronto en Argentina. Cuando se logre el proceso de producción completo, Argentina exportará para toda América del Sur.

## Introducción

El envenenamiento con arsénico por el consumo de aguas contaminadas está identificado como uno de los peores desastres naturales en la tierra. Se estima que de una población de 25 millones de personas en la Argentina, entre 8 y 12 millones consumen agua que contiene más de 50  $\mu\text{g/L}$  (50 ppb o 0.05 mg/L), el máximo nivel de contaminación (NMC) proveniente de pozos, corrientes y ríos contaminados con arsénico.

El consumo prolongado de estas aguas causa serias enfermedades como Hiperqueratosis en la palma de las manos y de los pies, arsenicosis y cáncer de hígado, piel y otros órganos. La única manera de resolver este problema es bebiendo agua potable libre de arsénico y otras impurezas tóxicas.

En el intento por eliminar estas consecuencias, hemos logrado desarrollar un filtro de agua para el arsénico y su distribución a gran escala. El filtro ha sido profundamente estudiado y ha pasado varios programas de verificaciones técnicas de medio ambiente para mitigar el arsénico (ETVAM) y ha sido aprobado por el gobierno de Bangladesh para uso doméstico.

Recientemente se le ha otorgado a la tecnología de filtración de WITS Filter el más alto reconocimiento de la Academia

Nacional de Ingeniería (NAE), el Premio Grainger Challenge por Sustentación luego de testear otros 15 diferentes tipos de tecnologías. La Academia Nacional de Ingeniería ha reconocido esta innovadora tecnología por su facilidad de producción, confiabilidad, facilidad de mantenimiento, aceptación social y responsabilidad ecológica, logrando igualar o superar los requerimientos de los gobiernos locales en cuanto a las políticas sobre la eliminación de arsénico.

Las mediciones de arsénico y las investigaciones sobre su disminución comenzaron en 1997. Desde ese momento, se han hecho publicaciones sobre ambos temas. La capacidad de medir los niveles ppb de As (III) y de As (V) nos permitieron probar la tecnología de filtración del Arsénico con agua extraída del suelo directamente. El primer escrito publicado sobre la mitigación del arsénico fue publicado en el año 2000. Desde ese momento muchos otros trabajos fueron publicados sobre el avance de esta tecnología. La misma está patentada.

Alrededor de 30.000 WITS Filters fueron distribuidos en 16 distritos en todo Bangladesh; cerca de 825 WITS Filters se instalaron en escuelas primarias. Con el mantenimiento regular, muchos de estos filtros han estado funcionando por 3 años sin daño alguno. Estimamos que más de un billón de litros de agua limpia y potable se consumió proveniente de estos filtros, los cuales todavía continúan proveyendo de agua de alta calidad para beber y cocinar.

Lo que sigue es una descripción del WITS Filter y su funcionamiento, basado en los datos obtenidos de nuestras investigaciones, descubrimientos y participación extensiva en ETVAM.

## Consideraciones Químicas y Generales

En las aguas subterráneas (pH = 6.5–7.5) el arsénico se presenta en dos estados de oxidación (As (III) en  $\text{H}_3\text{AsO}_3$  y As (V) en  $\text{H}_2\text{AsO}_4^-$  y  $\text{HAsO}_4^{2-}$ ). Se sabe que en las aguas subterráneas en Argentina, más del 50% del total del arsénico está presente como el  $\text{H}_3\text{AsO}_3$  neutral en el pH de agua subterránea.

El otro 50% se divide de maneras iguales en dos especies de As (V):  $\text{H}_2\text{AsO}_4^-$  y  $\text{HAsO}_4^{2-}$ . El filtro ideal debe remover los tres tipos de arsénico sin un pre-tratamiento químico, sin regeneración y sin producir desechos tóxicos. El WITS Filter logró satisfacer estos requerimientos, incluso superó los tests del ETVAM y un sistema similar fue probado en Nepal por un grupo de la MIT (Instituto Tecnológico de Masseurres, USA) con una capacidad de remover 20  $\mu\text{g/L}$ .

El material activo primordial en el WITS Filter es la Matriz de Remoción de Arsénico (ARM), realizado a través de un proceso de marca registrada preparado para mantenerse activo durante un mínimo de 3 años. El ARM remueve las especies de arsénico inorgánico cuantitativamente a través de todas las reacciones posibles. Espectroscopia Infrarrojo (IRS) y la Absorción extendida de estructuras finas (EXAFS) demuestran que el As (V) y el As (III) bidentado, complejos de superficie binuclear con  $=\text{FeOH}$  (o  $=\text{FeOOH}$  o hydrous ferric oxide, HFO) como las especies predominantes más fuertemente inmobilizadas en la superficies del ARM.

Otras especies inorgánicas de arsénico As (III) son oxidadas en As (V) por el activo O-2, que es producido por la oxidación de Fe (II) soluble con oxígeno disuelto. Manganeseo (1-2% por peso) en ARM cataliza la oxidación del As (III) en As (V). Por lo tanto, el proceso no requiere un pre-tratamiento del agua con agentes de oxidación externa como hipoclorito o permanganato de potasio.

En cuanto a las especies de arsénico, el  $=\text{FeOH}$  también es conocido por remover muchas otras especies tóxicas. Las primeras reacciones son:  $=\text{FeOH} + \text{H}_2\text{AsO}_4^- \rightleftharpoons =\text{FeHAsO}_4 + \text{H}_2\text{O}$  ( $K = 1024$ ) and  $=\text{FeOH} + \text{HAsO}_4^{2-} \rightleftharpoons =\text{FeAsO}_4 + \text{H}_2\text{O}$  ( $K = 1029$ ). Estas constantes de equilibrio intrínseco indican una muy fuerte complejación e inmovilización de las especies inorgánicas de arsénico.

Es sabido que el exceso de  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ , y  $\text{Ca}^{2+}$  en aguas subterráneas aumentan la carga de densidad positiva del plano de Helmholtz interno de la doble capa eléctrica y específicamente un  $\text{As}(\text{V})$  aniónicos para formar complejos superficiales. Encontramos que el proceso de remoción del As (III) y del As (V) era independiente del aporte de la concentración de arsénico, por ejemplo: una reacción de orden cero. Los detalles sobre termodinámicas y cinética de esta reacción están todavía en proceso de investigación.

## Pruebas y performance

Los WITS Filters fueron testeados solamente con aguas subterráneas de lugares reales contaminadas con arsénico y otras especies. Desde el inicio de nuestras investigaciones, pudimos ver que la manera más rápida de probar la eficacia de los filtros era usando verdadera agua subterránea conteniendo diversas concentraciones de arsénico, metales, otras especies inorgánicas y parámetros de diferentes calidades en Bangladesh.

Por lo tanto, seleccionamos 6 tubos con agua de pozo de 6 diferentes hogares donde el WITS Filter se hubiera instalado. Todos los filtros removieron el arsénico a menos de 10 µg/L de un rango de 32–2423 µg/L As (total). Todos los filtros removieron el Fe soluble por debajo de 0.26 mg/L, incluso de la muestra más alta de Fe de 21 mg/L. Es relevante mencionar que identificamos arsenicosis en pacientes pertenecientes a las últimas 3 ubicaciones donde la concentración de arsénico es superior a los 300 µg/L sugeridos. Estos filtros experimentales continúan proveyendo de agua limpia a los hogares. Debido a la combinación con el material ARM, los otros componentes y la óptima combinación de estos materiales, el WITS Filter remueve arsénico, metal, manganeso y muchas otras especies inorgánicas convirtiendo el agua en potable.

Nuestro filtro más viejo ha estado funcionando por 5 años y con un mantenimiento regular no ha sufrido desperfectos. El filtro puede proveer un flujo de 60 L/hora sin desperfectos. Sin embargo y debido a la química desconocida de del agua y variaciones de arsénico (total) en las aguas subterráneas, hemos fijado el ritmo de flujo entre 20/30 L/hora para asegurar el uso a largo plazo y el residuo total de As por debajo de 30 µg/L. En contraste con esto, la rotura de filtros vacíos sucedió a los 88 litros de aguas subterráneas. Estas pruebas también demostraron que los filtros simples de arena se rompieron a través del MCL casi instantáneamente. Para este estudio se seleccionaron aguas subterráneas conteniendo una baja cantidad de metal (1.0 mg/L) asegurando que el precipitado de HFO de este metal no parcializaría el resultado por co-precipitación y complexación de las especies de arsénico.

Muchas ONGs han instalado WITS Filters en muchas zonas afectadas por arsénico en Bangladesh. Una de los lugares más afectados es Hajigong, donde 165 WITS Filters fueron instalados para proveer de agua a 300 pacientes sufriendo de arsenicosis y a miembros de 3000 familias. Los resultados publicados mostraron que el total de As filtrado del agua fue <2µg/L (70% de las muestras), 10µg/L (20% de las muestras), <30 µg/L (10% de las muestras) y ninguna por debajo de 30 µg/L del total del arsénico influente (total) 600–700 µg/L con, al menos el 50% en la forma de arsénico más tóxico (As (III)). Los estudios tampoco encontraron cambios en los niveles de flujo no requiriendo mantenimiento por 12 meses.

## Funcionamiento y mantenimiento

El WITS Filter solamente requiere de mantenimiento en intervalos de aproximadamente 12 meses, que es cuando aparentemente los niveles de flujo decrecen. Los experimentos muestran que el nivel de flujo pueden decrecer 20-30% por año si el agua subterránea tiene más porcentaje de metales ( $>5$  mg/L) debido a la formación y deposición de HFO natural en las capas de arena. Las capas de arena (aproximadamente de 1 pulgada de espesor) pueden ser eliminadas, lavadas y reutilizadas o suplantadas por arena nueva. La presencia de metal soluble y formación de precipitado de HFO es un problema usual con otras tecnologías de filtrado.

La interrupción del flujo de agua también puede ocurrir por la acumulación de arena/depósitos de HFO en la boca de la canilla, que puede ser eliminado al retirar la canilla y limpiar esos depósitos con un chorro de agua. Verter 5 litros de agua caliente en cada contenedor cada mes, demostró que puede eliminar bacterias patógenas como también formaciones de Escherichia Coli. Este procedimiento puede seguirse una vez por semana donde el recuento de las formaciones de Escherichia Coli son elevadas. No tenemos registros de diarreas u otras enfermedades producidas por el consumo de agua proveniente del WITS Filter. Parece ser que el WITS Filter no fomenta la aparición de bacterias patogénicas por sí mismo.

Exceptuando un cuidado básico en higiene, no se requieren condiciones especiales en el mantenimiento del filtro. El proceso de mantenimiento toma entre 20 y 30 minutos. Como el WITS Filter no presenta un punto de inflexión o posible falla, siempre y cuando sea mantenido correctamente, no se necesitan procesos intermedios como de regeneración u otros tipos de limpieza. El filtro producirá agua potable por, al menos, un año. El lapso de vida del filtro actual depende del tipo de agua y el grado de suciedad o contaminación de la misma que se filtre en él. Excepto por defectos de manufactura, daño mecánico producido por mal manejo, transporte y desastres naturales (inundaciones), ninguno de los filtros mostraron falencias en la extracción del arsénico o colapsos hasta el momento, dentro de los 3 años de garantía del mismo.

## Perspectivas a Futuro

El tipo de sistema de filtración actual puede ser modificado y mejorado. A gran escala se está estudiando, tanto en el Reino Unido como en Bangladesh, aumentar el volumen de agua filtrada. A menor escala se intentará lograr una unidad más pequeña para mesa que mantenga la misma eficacia, trabajo que se está desarrollando en Argentina.

La capacidad inherente del filtro de remover las diversas formas de Escherichia Coli termo-resistentes está probada. Otros experimentos para comprobar su eficacia en remover bacterias patógenas y virus se están desarrollando en el Reino Unido, Bangladesh y Argentina.

Esta claro que en Argentina, como en otros países, mientras que el agua de las napas superficiales no es potable sin un tratamiento de filtración adecuado, un amplio porcentaje del agua de napas subterráneas tampoco lo es debido a la presencia de muchas especies tóxicas. Parece ser que por el momento, una de las únicas maneras de resolver el grave inconveniente con el agua para consumo es a través de un filtro de bajo costo.