

**II ENCUENTRO DE  
COMUNICACIÓN,  
INVESTIGACIÓN, DOCENCIA Y  
EXTENSIÓN**

**Y**

**I FORO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL**

**GAIA**

**(GRUPO DE ACTIVIDADES INTERDISCIPLINARIAS  
AMBIENTALES) - UTN – FRLR**



Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional La Rioja. Grupo de Actividades Interdisciplinarias Ambientales

II Encuentro de Comunicación, Investigación, Docencia y Extensión y I Foro de Ingeniería Ambiental UTN FRLR / compilado por Vicente Calbo; coordinación general de María Cecilia Baldo - 1a ed compendiada. - La Rioja: Suyay, 2021.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online  
ISBN 978-987-48010-0-5

1. Actas de Congresos. 2. Ingeniería. I. Calbo, Vicente, comp. II. Baldo, María Cecilia, coord. III. Título.  
CDD 620.8

ISBN 978-987-48010-0-5



9 789874 801005

**TRABAJOS II ECIDE y I FIA**

**II ENCUENTRO DE  
COMUNICACIÓN,  
INVESTIGACIÓN, DOCENCIA Y  
EXTENSIÓN**

**Y**

**I FORO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL**

**GAIA**

**(GRUPO DE ACTIVIDADES INTERDISCIPLINARIAS  
AMBIENTALES) – UTN - FRLR**

# PRÓLOGO

La Facultad Regional La Rioja, entre sus políticas y acciones, prioriza la participación de sus investigadores en eventos de comunicación de resultados de los proyectos de investigación y extensión, sin descartar otras actividades académicas.

Docentes investigadores, extensionistas, doctorandos y maestrandos, tienen la oportunidad y posibilidad de presentar sus ponencias localmente, en un evento de calidad y rigor evaluativo, como primeros pasos o consolidación de experiencia previa para la participación en eventos más amplios, sean nacionales o internacionales. La convocatoria es amplia y se suman las comunidades académicas de otras universidades radicadas en la provincia de La Rioja.

Quienes llevamos años en la carrera de docente investigador, sabemos por experiencia que los comienzos son difíciles, por ello, en 2017 dimos origen al Primer Encuentro de Comunicación, Investigación, Docencia y Extensión, como evento a repetir cada dos años. Transcurrido este tiempo, y con las carreras de posgrado “Especialización en Ingeniería Ambiental” y “Maestría en Ingeniería Ambiental”, se sumó un espacio especial para los cursantes de las mismas, el Primer Foro de Ingeniería Ambiental.

Esperamos estar logrando los objetivos originalmente planteados.

**Dr. Vicente Calbo**  
**Secretario de Ciencia y Tecnología**  
**UTN Facultad Regional La Rioja**

## DESARROLLO DE UN FILTRO DE ADSORCION DE ARSÉNICO CON ELEMENTOS DE FACIL OBTENCION LOCAL

**Calbo Vicente<sup>(1,5)</sup> - Soulé Rubén<sup>(3,5)</sup> - Alitta Mónica<sup>(3,5)</sup> - Baldo Cecilia<sup>(1,4,5)</sup> - Quintero Claudia Noemi<sup>(1,5)</sup> - Díaz Esteban<sup>(1,5)</sup> - Mercado Manuel<sup>(2,5)</sup> - Munuce Cecilia<sup>(2)</sup> - Julián Silvia<sup>(2,5)</sup> - Gracia Germán Enrique<sup>(3)</sup> - Bruculo Romina<sup>(5)</sup> - Molina Gómez Mariana<sup>(5)</sup> - Agüero Claudio Oscar<sup>(5)</sup>**

<sup>(1)</sup>Departamento de Ingeniería Civil, <sup>(2)</sup> Departamento Materias Básicas, <sup>(3)</sup> Departamento Ingeniería Electromecánica, <sup>(4)</sup>Departamento Ingeniería Electrónica, <sup>(5)</sup>GAIA: Grupo de Actividades Interdisciplinarias Ambientales UTN - FRLR  
[vicentecalbo@yahoo.com.ar](mailto:vicentecalbo@yahoo.com.ar)

### Resumen

El arsénico es un elemento químico cuya toxicidad depende de su estado. Su sola presencia se considera dañina para salud, esto se confirma con los cambios a la baja que la OMS realiza en la tolerancia para el agua de consumo humano.

Las alternativas cuando el arsénico está presente en agua son dos, removerlo o cambiar la fuente. Las decisiones de las autoridades responsables al respecto dependen del tamaño de las poblaciones afectadas.

Existe un grupo crítico que es el de las poblaciones reducidas que se abastecen de agua subterránea poco controlada. La calidad del agua subterránea varía con las dinámicas del acuífero y de la perforación. Incluso en estos casos no se existe la opción de reemplazar la fuente. Asentamientos poblacionales distantes presentan además dificultades para ser abastecidos periódicamente de agua de calidad.

En estos casos se debe recurrir a soluciones prácticas y eficientes para la remoción. De las técnicas conocidas la más apropiada es el empleo de filtros de adsorción. Dentro de ellos, existe una variedad de materiales y desarrollos muy amplios.

En La Rioja, se cuenta con varios minerales adsorbentes, que por su abundancia y economía pueden ser desechados una vez agotados, sin necesidad de regeneración. Esto simplifica el mantenimiento del filtro y la operación y facilita la fabricación del dispositivo.

El presente trabajo plantea los primeros avances en un desarrollo propio de la facultad, en base a antecedentes similares, para desarrollar un filtro de adsorción de arsénico (y metales pesados), destinado a poblaciones rurales reducidas y dispersas, sin acceso a fuentes de agua de calidad.

Se han planificado ensayos de filtros de adsorción en columnas y diseños básicos de estructura con elementos de fácil acceso.

**Palabras Clave:** Filtro, Adsorción, Arsénico

## **Introducción**

La remoción o abatimiento del arsénico, cuando está presente en el agua para consumo humano, puede realizarse de varias maneras. “Existen alrededor de 14 tecnologías para remover arsénico del agua con eficiencias de 70 a 99%” (Castro de Esparza, 2006).

Las distintas tecnologías para la remoción de As se basan en diferentes procesos: oxidación, precipitación/filtración, coagulación / precipitación, filtración, adsorción, intercambio iónico, membranas (ósmosis inversa / nanofiltración / ultrafiltración / microfiltración), electrodiálisis reversible procesos biológicos, (Paredes Ramírez J. 2012).

En el caso asentamientos de pocos pobladores o para familias, que no acceden a redes de agua de calidad y recurren a fuentes de agua con arsénico, el método más conveniente es el de los filtros de adsorción. Estos pueden ser sencillos, eficientes y de bajo mantenimiento. En este caso cobra importancia la elección del material filtrante, que en lo posible tiene que ser de fácil obtención.

## **Marco teórico**

La adsorción es un fenómeno superficial por el cual el arsénico se adhiere al material filtrante, la superficie específica del filtro es clave.

Los materiales filtrantes pueden ser elementos pre tratados (hierro pre oxidado), materiales sintéticos (resinas de intercambio iónico), minerales, principalmente arcillas, etc. Todos ellos logran su propósito por lo que es conveniente seleccionar el más económico o el más fácil de obtener.

Para su selección, conviene realizar pruebas empíricas en la que se controle la concentración de As del agua antes y después del tratamiento, esto se debe a que otros elementos presentes pueden afectar el comportamiento del filtro: otros iones que compiten en afinidad al medio (sulfatos, cloruros, fluoruros, sílice, hierro, etc.); algunos aniones actúan en altas concentraciones como inhibidores, pH, tiempo de contacto de lecho (conocido como empty bed contact time o ebct), ensuciamiento del medio con particulado o materia orgánica; degradación de la capacidad del medio luego de las regeneraciones, estado de oxidación del arsénico, (Paredes Ramírez J. 2012).

## **Adsorción**

La adsorción es un proceso de transferencia de masa por el cual una sustancia en la fase líquida es atrapada en la superficie de un sólido por fuerzas físicas o químicas. Es un proceso superficial por lo que a mayor superficie del medio filtrante, mayor es la capacidad de acumulación del material.

Son varios los adsorbentes efectivos con el arsénico y en cada caso se presentan ventajas y desventajas.

Los medios especiales en base a alúmina activada, al saturarse, pueden ser regenerados con hidróxido de sodio que luego se enjuaga y neutraliza con ácido sulfúrico. Esto implica operaciones con sustancias agresivas y debe tenerse en cuenta que se producen efluentes que deben ser tratados. No obstante se han desarrollado algunos filtros domésticos no regenerables pero de costos significativos. La eficiencia de estos filtros depende de la presencia en el agua de sulfatos, cloruros, fluoruros, hierro, entre otros, que compiten por su afinidad.

También son una alternativa los medios adsorbentes en base a hierro u óxidos modificados con sulfuro, hidróxido férrico granular, óxido férrico, óxido de titanio y algunos más, no son regenerables pero algunos de estos materiales son económicos y fácilmente obtenibles. Requieren la disposición del material filtrante agotado.

Otra alternativa es el empleo de minerales porosos y nanoporosos que adsorben el arsénico, como el caolín, la diatomea y la zeolita. Estos minerales son económicos, de fácil obtención, en La Rioja hay yacimientos de ellos. El filtro no es regenerable, se agota y se debe disponer de él.

Los mejores resultados con minerales consultados en la bibliografía, se han logrado con la Clinoptilolita, variedad de zeolita que abunda en Patquia, La Rioja: "Rivera y Piña (2004) probaron zeolitas naturales para eliminar As a partir de agua potable conjuntamente con Fe y Mn en un estudio piloto en pequeña escala. La zeolita era del tipo Clinoptilolita ( $\text{Na}_6((\text{AlO}_2)^6(\text{SiO}_2)_{30}) \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ ), donde Na es el principal catión intercambiable", (Paredes Ramirez, J.L. 2012).

## **Materiales y métodos**

La vida útil del filtro se determina con ensayos, se controla la salida periódicamente hasta que se detecta arsénico, luego se ajusta con factor de seguridad. Ese es el volumen de referencia que no debe excederse, Como se observa, en el caso de los filtros domésticos es importante llevar un control de las cantidades de agua que han pasado por el. La capacidad filtrante es la relación entre los miligramos de arsénico removido y el volumen del filtro en litros.

Los materiales filtrantes en general tienen la capacidad de adsorber además metales pesados como cromo, plomo, selenio, molibdeno cobre y vanadio, lo que es una ventaja, pero debe tenerse en cuenta que esto agota antes el filtro.

## **Ensayos**

Los filtros domésticos son abundantes en diseño y composición del material filtrante y todos tienen algo en común, su desarrollo se basa en las necesidades locales, en la simpleza, en la disponibilidad del material filtrante y en la eficacia de este.

Si bien es común realizar los ensayos con agua dopada, es más conveniente emplear directamente el agua a tratar ya que su composición química y física (presencia de partículas orgánicas e inorgánicas), pH, temperatura, inciden en el comportamiento y duración del material filtrante.

Es conveniente en el diseño que el material filtrante sea fácilmente cambiabile, ya que esta operación la hacen los usuarios.

A título de ejemplo cabe mencionar dos antecedentes, como los INTI, o el prototipo de los alumnos de la carrera Ingeniería Industrial de la Universidad Católica de Córdoba, Figura 1.



Figura 1: Izquierda, Dispositivo rural para abatimiento de arsénico realizado en INTI-Química. Derecha prototipo de adsorción de arsénico con filtro fácilmente reemplazable.

En nuestro caso, el procedimiento a implementar es el testeo, en columnas filtrantes, de la capacidad de adsorción de los minerales disponibles. Para ello se empleará agua de una perforación de la Ruta Nac. 5, (no usada actualmente como abastecimiento para consumo humano), para determinar el rendimiento de los distintos materiales.

Con ese dato se calculará el volumen filtrante que permita determinar un abastecimiento estándar medible para las poblaciones mencionadas.

## Bibliografía

**Alba Martín Tabasco**, ABSORBEDOR DE ARSÉNICO PARA SU ELIMINACIÓN DEL AGUA, Acuae Foundation, 2016.

**Castro de Esperanza, M L.** REMOCIÓN DEL ARSÉNICO EN EL AGUA PARA BEBIDA Y BIORREMEDIACIÓN DE SUELOS, Natural Arsenic in Groundwaters of Latin America, Mexico 2006.

**D'Ambrosio María Cristina**, Evaluación y selección de tecnologías disponibles para la remoción de arsénico, II SEMINARIO HISPANO-LATINOAMERICANO SOBRE TEMAS ACTUALES DE HIDROLOGÍA SUBTERRANEA – V CONGRESO HIDROLÓGICO ARGENTINO, Rio Cuarto 25 al 28 de Octubre de 2005.

**Paredes Ramírez Juan Luis**, REMOCIÓN DE ARSÉNICO DEL AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO MEDIANTE DIFERENTES MATERIALES DE ADSORCIÓN, Universidad Nacional Autónoma de México, 2015.



**Sepulveda Sa, Rodrigo**, EL ARSÉNICO EN LA CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS, Ciencia UANL, Vol. XII, Núm. 3, julio-septiembre, pp. 239-244 Universidad Autónoma de Nuevo León México, 2009.

**UCC Noticias**, UNA SOLUCIÓN FÁCIL Y ECONÓMICA PARA FILTRAR EL ARSÉNICO DEL AGUA, Proyección Social, Córdoba 2015.