

Sistema móvil para tratar aguas contaminadas

El programa de Ingeniería Ambiental diseñó prototipo de dispositivo portátil, energéticamente auto sostenible y de fácil uso para el tratamiento de aguas contaminadas.

Por: Dalia Xiomara Suarez Pulido; John Jairo Sandoval *; Hernán Darío Fontecha Tarazona y María Aldaya Rodríguez. Docentes Ocasionales Tiempo Completo. Ingeniería Ambiental. Universidad de Cundinamarca, Seccional Girardot. Email*: jjairosandoval@ucundinamarca.edu.co

Según la Organización Mundial de las Naciones Unidas, los países desarrollados tratan cerca del 70% de sus aguas residuales (AR) reduciendo así la contaminación de sus aguas superficiales. Por el contrario, países en vía de desarrollo o con una economía menos sólida tratan entre el 23% y el 38% de estas aguas. Estas estimaciones sustentan la aproximación que se cita comúnmente que, en el mundo más del 80% de las aguas residuales son vertidas sin tratamiento alguno, una cifra que alcanza el 95% en algunos países menos desarrollados.^{1,2,3}

Así entonces, según la concentración de sustancias orgánicas (p.ej., organoclorados, pesticidas, herbicidas, fungicidas, etc.) y derivados inorgánicos (sales de metales pesados, mercurio, plomo, arsénico, cadmio, cromo, etc.) alteran las características fisicoquímicas y biológicas del agua. En un tiempo indeterminado, dichos componentes se van acumulando en el suelo, plantas y en otros sistemas vivos, lo cual interrumpen o van degenerando los procesos bioquímicos o fisiológicos; es decir, cambian el normal comportamiento de los ecosistemas y afectan la salud de los seres humanos.

En el contexto nacional, la situación no difiere en gran medida, pues según el estudio nacional del agua del 2018, el 48.2% de los municipios colombianos tienen plantas de tratamiento. Sin embargo, un porcentaje considerable de estos 315 municipios cuentan con tratamientos de tipo primario para la remoción de sólidos gruesos, sedimentables, arenas y grasas. Esto nos deja con que 51,8% de los municipios a nivel nacional, no poseen sistemas de tratamiento y descargan sus AR directamente a cuerpos de agua superficial.

El suministro de agua en Colombia para diversas actividades depende en

un 80%, aproximadamente, de las aguas superficiales, pero en zonas rurales y urbanas dicho suministro es amenazado por problemas de calidad de las mismas, cuyo deterioro es causado por una urbanización creciente, un inapropiado manejo de usos del suelo, poca protección de las cuencas, descargas incontroladas de AR domésticas e industriales, minería, procesos de deforestación, así como un manejo deficiente de los residuos sólidos domiciliarios y urbanos.⁴ En el área hidrográfica Magdalena–Cauca, en 2016 se monitorearon 87 estaciones, de las cuales 35 presentaron concentraciones que superan los niveles de referencia establecidos para el análisis con condiciones de calidad de agua con una categoría muy mala, por ejemplo, en el río Magdalena después de la desembocadura del río Bogotá a la altura del municipio de Girardot.

Por estas razones, desde las instituciones de educación superior y otras entidades, se deben articular o fortalecer proyectos que estén encaminados al desarrollo sostenible de la provincia del Alto Magdalena, y a la generación de conocimiento mediante procesos de investigación e innovación. Por ejemplo, una alternativa para aprovechar distintas fuentes hídricas para fines agrícolas y para consumo humano, es la búsqueda de alternativas eficientes que permitan el tratamiento de aguas, principalmente en zonas rurales de difícil acceso y sin suministro eléctrico.

Uno de los proyectos de investigación desarrollados en el programa de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Cundinamarca, se centró en el diseño, construcción y evaluación de un dispositivo portátil energéticamente auto sostenible (**Figura 1**), de fácil uso para el tratamiento de aguas contaminadas.

El dispositivo consta de: i) Un sistema solar de captación de agua. ii) Filtros a base de materiales absorbentes (arena, carbón activado, antracita y otros derivados de residuos agrícolas), y iii) un reactor fotocatalítico para la eliminación de la carga microbiológica y/o degradación de compuestos orgánicos persistentes. Las dos últimas variables pueden contribuir considerablemente al descubrimiento o valorización de materiales económicos (como la cascarilla de arroz) que sean capaces de retener contaminantes emergentes. Y la fotocatalisis puede ser implementada en fase homogénea (Foto-Fenton) o heterogénea (con óxido de titanio, TiO_2) para la remediación del recurso agua.

La combinación de estos procedimientos hace que el sistema sea eficiente para asegurar la calidad del agua, pues permite la eliminación

de la carga microbiológica, y la absorción y degradación de contaminantes solubles.

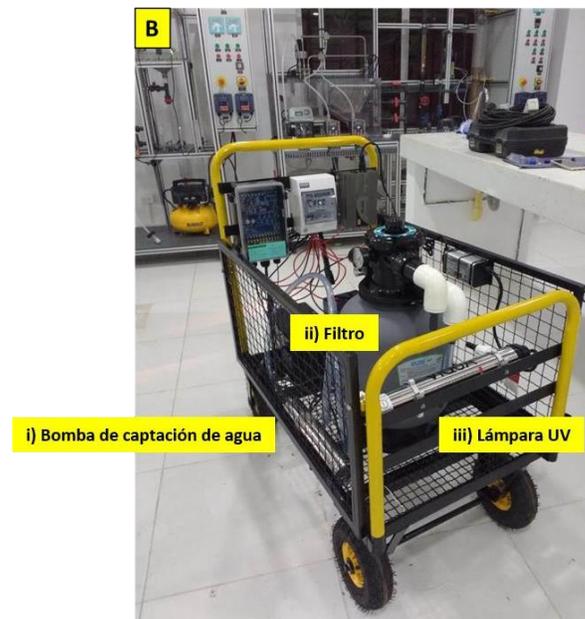
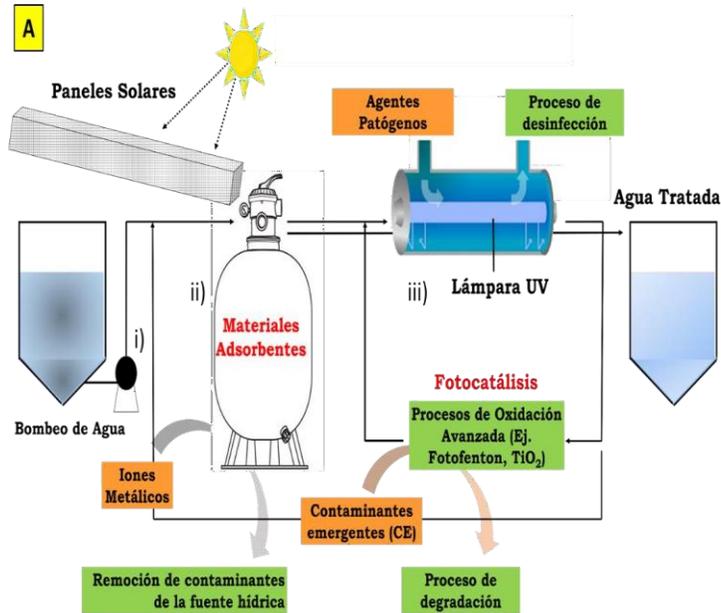


Figura 1. Equipo de tratamiento de aguas. A) Esquema general y B) Equipo construido.

El prototipo que se ilustra en la **Figura 1**, ha sido evaluado con muestras

provenientes de la cuenca baja del río Bogotá. Para el tiempo de operación, el dispositivo garantiza la independencia energética gracias al uso de energía solar fotovoltaica hasta por 8 horas continuas, tratando un caudal aproximado de 34.560l/día. En un tiempo de operación de 90 minutos (recirculación 100 litros de muestra), filtración con lecho de arena y fotocátalisis con TiO₂ (50 mg/L), se ha encontrado que la contaminación por coliformes totales se reduce un 99% y se elimina un 64% de Carbono Orgánico Total (COT). El prototipo auto sostenible se puede presentar como una alternativa de solución importante para contrarrestar las problemáticas ambientales causadas por el uso de aguas contaminadas en Colombia, tal como el río Bogotá o, en el mejor de los casos, de una fuente que presente menor grado de contaminación. Por lo tanto, es factible mejorar las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua, y su potencial reutilización en actividades agrícolas responsables, piscícolas y pecuarias, efectuadas por pequeñas comunidades rurales.⁵

Enlaces relacionados a la temática de estudio:

- ✓ <https://www.youtube.com/watch?v=7XB5948h7fM>
- ✓ <https://www.orarbo.gov.co/>
- ✓ <https://www.car.gov.co/>
- ✓ <http://www.siac.gov.co/calidadagua>

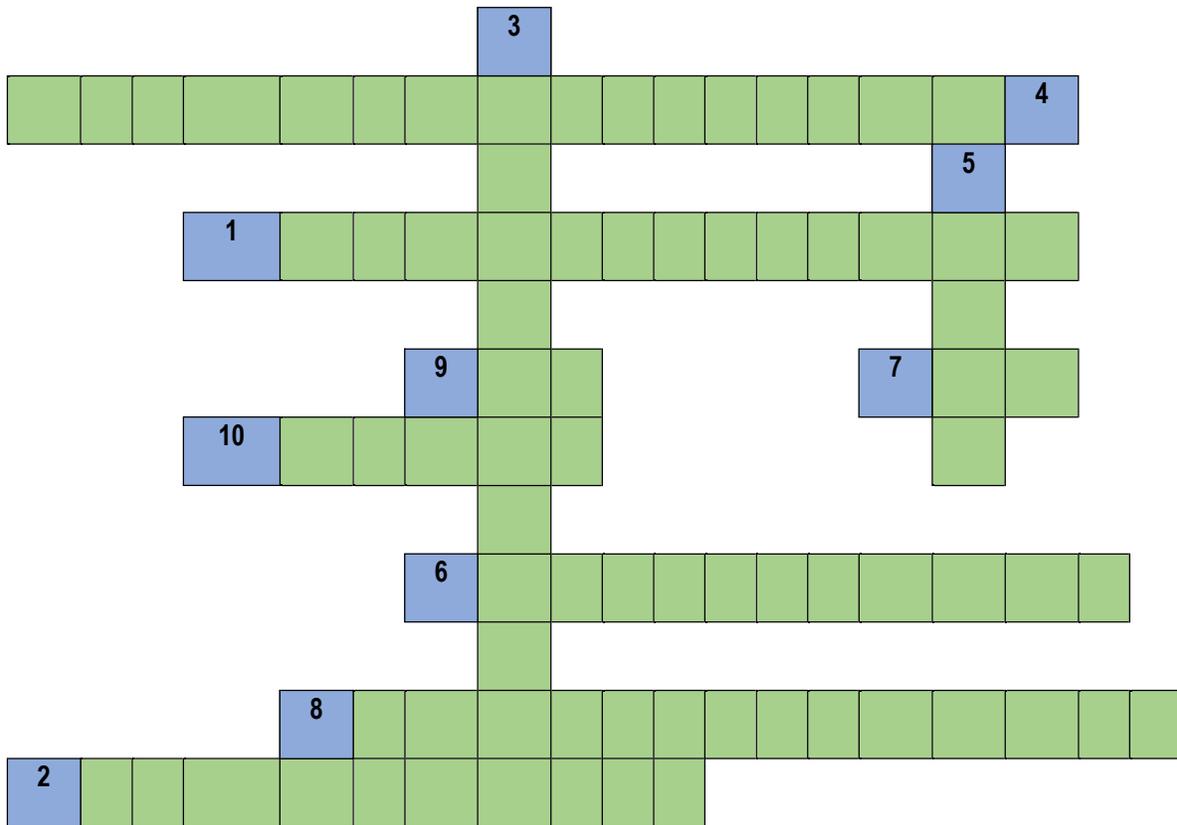
Para contribuir a fortalecer los contenidos temáticos de los campos de aprendizaje, la divulgación científica y la apropiación del conocimiento del programa de Ingeniería Ambiental, se ha propuesto desarrollar este tipo de comunicados cortos y acompañados de una actividad para afianzar el conocimiento.

Responder el Crucigrama según la temática:

1. Es una técnica que utiliza la luz y comúnmente sustancias de origen inorgánico para favorecer reacciones químicas.
2. Son aquellas sustancias (orgánicas e inorgánicas) que son vertidas al agua y que no suelen ser reguladas de forma rigurosa en los parámetros de calidad del recurso agua. Por ejemplo, los productos farmacéuticos, productos de limpieza, plaguicidas, entre otros. ¿Contaminantes Denominados?
3. Es una de las fases utilizadas en el tratamiento de agua potable, mediante la adición de sustancias químicas que promueve la aglutinación de sustancias coloidales y una posterior sedimentación.
4. La concentración de sustancias va incrementando en los seres vivos

mediante la cadena trófica.

5. Es un indicador que determina la calidad del agua por el grado de riesgo de ocurrencia de enfermedades relacionadas con el no cumplimiento de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua para consumo humano, basado en un análisis de laboratorio.
6. Sustancia que favorece de manera selectiva, energéticamente y el rendimiento de una reacción química.
7. Material absorbente de elevada área superficial, obtenido de la pirolisis controlada de materiales lignocelulósicos.
8. Es un término de importancia en toxicología ambiental, que indica la acumulación gradual de sustancias químicas en los seres vivos.
9. Su radiación comprende longitudes de onda que van desde los 200 a 400 nm, puede ser usada en sistemas de desinfección.
10. La presencia de esta bacteria gram-negativo en el agua, es un indicador específico de la contaminación fecal humana, animal o de aguas residuales sin tratar.



¹ MORALES-MEJÍA, Julio C.; ALMANZA, Rafael; GUTIÉRREZ, Filiberto. Solar photocatalytic oxidation of hydroxy phenols in a CPC reactor with thick TiO₂ films. En: Energy Procedia. 2014. Vol. 57, p. 597-606.

³ CONNOR, Richard. The United Nations world water development report 2015: water for a sustainable world. UNESCO, 2014. Disponible en <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000225741>

⁴ WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMME (UNITED NATIONS). Water for People, Water for Life: The United Nations World Water Development Report: Executive Summary. UNESCO, 2003. Disponible en https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000129556_spa

⁵ GUERRERO, Lilliana; MAAS, Ger; HOGLAND, William. Solid waste management challenges for cities in developing countries. En: Waste management. 2013. Vol. 33, no 1, p. 220-232.

⁶ SUÁREZ, Dalia. Remoción de Carbono Orgánico Total y Microorganismos Patógenos en Aguas Superficiales de la Cuenca Baja del Río Bogotá Mediante el Uso de un Dispositivo Auto-SOSTENIBLE. Trabajo de Maestría en Ingeniería Ambiental, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC). 2019