

Diseño de filtros basados en clorita para el tratamiento de aguas residuales

CHACÓN-PEÑA, Raúl†, MONTERO-MUNDO, Brenda, DE LEÓN-TEJEDA, Melissa Yamilet, SIBAJA-HERNÁNDEZ, Roberto*

Escuela de Ingeniería en Tecnologías Ambientales. Universidad Politécnica del Estado de Guerrero. Comunidad de Puente Campuzano, Carretera Federal Iguala – Taxco K.M. 105. C.P. 40321. Municipio de Taxco de Alarcón, Guerrero México. 01 733 102 99 60

Recibido Mayo 2, 2014; Aceptado Noviembre 3, 2014

Resumen

En el municipio de Taxco de Alarcón Gro, existe el problema de la disponibilidad del agua potable y la escasez en la fuente de la misma. Es por eso que se requiere de nuevas tecnologías, la aplicación y ejecución de diversos productos, así como la innovación para la mejora en la calidad del agua. De manera general en los últimos tiempos se han usado productos químicos, procesos complicados y costosos para los gobiernos, sin embargo; las comunidades rurales y marginadas hacen uso de telas como filtros; siendo cuestionables las fuentes de agua usadas para las necesidades primarias. Aunado a esto, en las áreas urbanas donde el agua como servicio llega a ser escasa, es una necesidad de la población el desarrollo de los planes de la reutilización del agua, derivada de procesos industriales o aún las aguas residuales, intentando alcanzar el nivel óptimo de la tratamiento para el uso doméstico que la población necesita (Arellano, 2002).

Dentro de los procesos que participan en el tratamiento de las aguas residuales, se han descrito varias fases. Esto debido a la consideración de varios aspectos, por ejemplo: a) los componentes en el agua después de su uso, en un cierto proceso industrial, b) si la calidad del agua podría causar un cierto efecto nocivo. Ya dependiendo de estos factores, los tratamientos que se realizan que pueden ser los siguientes: neutralización, retiro de partículas, de sólidos disueltos y de compuestos orgánicos.

Diseño, Filtros, Clorita, Tratamiento de Aguas Residuales.

Abstract

In the town of Taxco de Alarcón Gro, there is the problem of availability of potable water and power shortages thereof. That is why it requires new technologies, implementation and execution of various products and innovation for improving water quality. Generally in recent times have been used chemicals, complicated and costly for governments processes products however; rural and marginalized communities make use of fabrics and filters; still questionable water sources used for primary needs. In addition to this, in urban areas where water as a service becomes scarce, it is a necessity of population development plans reuse water from industrial processes or even sewage, trying to reach the optimum level the treatment for home use that people need (Arellano, 2002).

Among the processes involved in the treatment of wastewater, various phases described. This is due to the consideration of various aspects, such as: a) the components in water after use in a manufacturing process, b) if the water quality could cause some adverse effects. And depending on these factors, treatments that are made that can be: neutralization, removal of particles, dissolved solids and organic compounds.

Design, Filters, Chlorite, Wastewater Treatment.

Citación: CHACÓN-PEÑA, Raúl, MONTERO-MUNDO, Brenda, DE LEÓN-TEJEDA, Melissa Yamilet, SIBAJA-HERNÁNDEZ, Roberto. Diseño de filtros basados en clorita para el tratamiento de aguas residuales. Foro de Estudios sobre Guerrero. Mayo 2014 – Abril 2015, 1-2:300-304

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: rsibaja@upeg.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

En el municipio de Taxco de Alarcón Gro, existe el problema de la disponibilidad del agua potable y la escasez en la fuente de la misma. Es por eso que se requiere de nuevas tecnologías, la aplicación y ejecución de diversos productos, así como la innovación para la mejora en la calidad del agua. De manera general en los últimos tiempos se han usado productos químicos, procesos complicados y costosos para los gobiernos, sin embargo; las comunidades rurales y marginadas hacen uso de telas como filtros; siendo cuestionables las fuentes de agua usadas para las necesidades primarias. Aunado a esto, en las áreas urbanas donde el agua como servicio llega a ser escasa, es una necesidad de la población el desarrollo de los planes de la reutilización del agua, derivada de procesos industriales o aún las aguas residuales, intentando alcanzar el nivel óptimo de la tratamiento para el uso doméstico que la población necesita (Arellano, 2002).

Dentro de los procesos que participan en el tratamiento de las aguas residuales, se han descrito varias fases. Esto debido a la consideración de varios aspectos, por ejemplo: a) los componentes en el agua después de su uso, en un cierto proceso industrial, b) si la calidad del agua podría causar un cierto efecto nocivo. Ya dependiendo de estos factores, los tratamientos que se realizan que pueden ser los siguientes: neutralización, retiro de partículas, de sólidos disueltos y de compuestos orgánicos.

Los sistemas de tratamiento para aguas residuales que se aplican son de dos tipos, pasivos y activos.

I) Dentro de los pasivos podemos observar que la intervención del hombre es mínima o nula, esto se debe a que la filtración corre por acción de sistemas ambientales biológicos en donde los pantanos, incluidos deltas, estuarios, musgos y turbas, toma el papel de controlar niveles de acidez, contenidos de metales pesados y reducción de sólidos en suspensión, etc. II) Los activos, por otro lado comprenden las plantas de tratamiento, aquellas que se encuentran en constante maniobra y supervisión del hombre para cumplir con los mismos procesos. En estas plantas de tratamiento existen procesos tales como neutralización y precipitación, aireación, filtración, osmosis inversa, intercambio de iones y ablandamiento químico.

De acuerdo con este conocimiento, fue propuesto un sistema de filtración que cumpliera con todos estos requisitos y controles de calidad para proporcionar agua con propiedades físicas y químicas aceptables para uso agrícola e incluso para el uso doméstico en zonas rurales. Actualmente se conoce el uso de feldespatos, zeolita y materiales de arcilla para el tratamiento de las aguas residuales. Esto es debido a la capacidad de intercambio catiónico (feldespato) y por la gran capacidad de absorción de colores y olores (carbón activado) así como la retención de diversas estructuras moleculares (zeolita). En este trabajo se propuso utilizar un mineral que sea capaz de capturar los metales pesados, y hacer un proceso de la eliminación de microorganismos por medio de la desinfección natural a través de óxido-reducción. Para este caso, se propone el uso del mineral denominado clorita; un mineral de origen metamórfico, compuesto de aluminosilicatos de hierro y magnesio perteneciente al grupo de los filosilicatos.

Objetivos

Diseñar un filtro de clorita para el tratamiento de aguas residuales del río Taxco.

1. Usar minerales de clorita, feldespato, carbón activado y zeolita (50-20-20-10 %) para la elaboración de un filtro de aguas residual.
2. Hacer uso de materiales floculantes de origen mineral como el alumbre.
3. Determinar las propiedades físicas y químicas que permitan dar un uso doméstico al agua residual tratada a partir del filtro de clorita.

Metodología

Tres muestras de agua (1 litro cada una) se colectaron en el Río Taxco en el área de la comunidad Puente Campusano (coordenadas UTM 14 Q Este: 438397, Norte 2039339.266245 y 1160 metros sobre nivel del mar). El pH del agua contaminada fue determinado. Posteriormente se agregaron 2 gramos de cal (Hidróxido de Calcio $\text{Ca}_2(\text{OH})_2$) y un gramo de alumbre potásico ($\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$) a cada muestra, agitando constantemente durante 1 minuto. Una vez que terminado este proceso, las muestras se dejaron reposar para lograr el proceso de la floculación por diez minutos. El filtro columnar de clorita-feldespato-carbón activado-zeolita fue preparado con; 125 g de clorita, 50 g de polvo del feldespato, 50 g de carbón activado, 25 de zeolita en una botella de 10 centímetros de diámetro con una capacidad de 1 L.

Diseño del filtro: El primer paso es el retiro de algunas partículas suspendidas, para esto utilizamos una rejilla fina que podría potencialmente eliminar todas estas partículas orgánicas y otros sedimentos son que podrían obstruir el paso del agua.

En el primer sitio de filtración, fue colocado una capa de zeolita, esto asegura que el pH del agua se empiece a neutralizar, obteniendo los valores de 6,5 y 7,5 que se consideran como óptimos para la consumo humano. En el segundo sitio del filtro se colocó una fase de arena fina de feldespato, ésta es para filtrar algunas partículas muy pequeñas que pudieron haber escapado el filtrado por la rejilla debido al tamaño de la partícula. En el tercer sitio de filtrado se colocó la clorita "aluminosilicatos de Fe-Mg", previendo un área para el intercambio de iones, donde ocurre el secuestro de metales pesados, debido a las características de los aniones de la clorita, ocurriendo al mismo tiempo una liberación de Fe y Mg, que originan un ambiente de óxido-reducción, lo que causa la muerte de organismos aerobios. Por último se implementó la adición de carbón activado para eliminar la coloración y los olores desagradables del agua residual. Después de realizar la filtración, el agua se mantuvo fluyendo de manera constante, dirigiéndola a un contenedor donde se expuso a luz ultra violeta; el contenedor presentó un serpentín que permitió exponer el agua la luz UV por 60 segundos, posterior a esto el agua se condujo a un tubo con un ventilador para generar el efecto Venturi (1797), logrando retener por 60 segundos el líquido y exponerlo a las corrientes de aire a fin lograr un incremento en el oxígeno disuelto en el agua, posteriormente el agua se condujo a un colector final, donde se realizó la cloración adicionando HCL al 0.1N.

Resultados

En la primera fase del tratamiento del agua se usaron minerales y materiales simples, incluso la mayoría de ellos fueron reciclados; se logró conseguir que las propiedades organolépticas del agua como son color y olor sean favorables para su uso en zonas agrícolas.

El diseño permite aplicar el filtro en el tratamiento de aguas residuales ya sean grises o negras, dando buenos resultados para los propósitos de la irrigación en la agricultura. El segundo paso, consistió en la eliminación de los organismos anaerobios con una oxigenación del agua, a través del uso de la clorita, ya que esta crea un ambiente de reducción con la oxidación del Fe y Mg, eliminando organismos aerobios. Por ahora los datos parciales reflejan que el agua filtrada y conservada durante 40 días en una botella de plástico no ha presentado coloración, ni olores desagradables, aún falta desarrollar la parte experimental a través del conteo de unidades formadoras de colonias, para verificar en que magnitud disminuyes los microorganismos.



Figura 1 Proceso de tratamiento del agua del río Taxco, donde; a) muestra del agua del río Taxco, b) filtro de clorita, y c) luz Ultravioleta

La tercera fase fue la desinfección por luz UV; el agua paso al envase a través de un serpentín y estuvo expuesta a la radiación UV, la cual de acuerdo a datos bibliográficos mata a cualquier organismo biológico (las bacterias, los virus, las células, etc.). Este filtro está diseñado para ayudar a la eliminación de los microorganismos que podrían ser dañinos para los seres humanos, por lo cual el agua se podría utilizar para uso doméstico.



Figura 2 Proceso del tratamiento del agua del río Taxco. d) Oxigenación a través del efecto Venturi, y e) envase colector final (agua filtrada).

Los datos preliminares del agua del río y las aguas residuales en este trabajo se presentan a continuación:

Parámetros	pH -Log [H] ⁺	Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	Oxígeno disuelto (mg L^{-1})
Agua residual	8.5 ± 0.05	667 ± 5.51	7.48 ± 0.08
Agua filtrada	8.8 ± 0.03	862 ± 3.79	6.07 ± 0.02

Tabla 1 Parámetro del agua residual del río Taxco

Los resultados parciales observados son los siguientes: el flujo del filtro fue observado en $13 \text{ ml}\cdot\text{sec}^{-1}$, en relación al pH nos indican un incremento en el agua filtrada, esto lo podemos explicar de acuerdo a la naturaleza de las rocas y los iones que predominan en su composición, los cuales aportan un pH alcalino, el incremento de la conductividad eléctrica nos indica una mayor cantidad de iones, lo cual puede ser asociado al intercambio catiónico que aporta el feldespato con el agua y los procesos de óxido-reducción de la clorita, así como el contenido de oxígeno disuelto demostró un decremento lo que podría ratificar que hubo un proceso químico el cual puede ser de oxidación de los iones de Fe y Mn. Se requiere a futuro estudiar el proceso de intercambio catiónico, así como la óxido-reducción a fin de establecer con claridad lo que pasa en el agua filtrada.

Para obtener el agua con pH 7,0 fue hecha una corrección del pH con la adición de 8 ml de HCl al 0.1M para el litro de agua.

Discusión

En la primera etapa del filtro el agua atraviesa un área de zeolitas, lo cual permite retener partículas que han pasado por la malla de metal y que pueden ser retenidas por las cavidades de estos minerales, en este sitio las zeolitas naturales, no modificaron el pH del agua que ingresa al filtro, después la arena fina de feldespato ayuda a retener algunas partículas de menor tamaño, así como dar inicio al proceso de intercambio catiónico, posteriormente la clorita realiza los procesos de óxido-reducción de los iones presentes en su estructura, logrando así las modificaciones de cationes y aniones que permiten en teoría retener los metales pesados disueltos en el agua residual, posteriormente la zona de carbón activado ofrece un cambio al eliminar colores y olores.

Conclusión

Los materiales reciclados como los envases de plásticos y de los minerales que se encuentran en las rocas de la región de Taxco fueron utilizados para el diseño del filtro y demostraron una mejora significativa en color y el olor del agua del río. De esta manera, los resultados demuestran datos prometedores para el trabajo en la mejora de un filtro que permita dar el tratamiento a las aguas residuales que fluyen a lo largo del río y consiga una calidad que se podría utilizar en actividades, agrícolas y quizá para uso doméstico. En siguientes experimentos se modificara el pH de las zeolitas mediante intercambio catiónico con HNO_3 al 1 N. Para comprobar que el filtro elimina metales pesados, a futuro se requiere hacer un análisis cuantitativo de los metales pesados.

Para mejorar los resultados se propone un cuarto paso. El cuarto paso es la destilación como último proceso de filtración; esta recomendación es basada en el principio de la ebullición el agua antes de beberla. De esta manera se puede separar las sales que se dejan para evaporar el agua. La decisión de este proceso es debido a que la clorita conjuntamente con los minerales de feldespato aumentan la cantidad de sales en el agua.

Referencias

Arellano, D. J. (2002). Introducción a la Ingeniería Ambiental. Tratamiento del agua. Primera Edición. México, D.F. Alfa-Omega, Grupo Editor S.A de C.V.

Manahan, S. (2007). Introducción a la Química Ambiental. Barcelona, España: REVERTÉ-UNAM.

The American Water Works Association. (1971). Water Quality and Treatment. (Calidad y Tratamiento del Agua). 3era. Edición. Nueva York: McGraw-Hill Book Company.

United States Environmental Protection Agency. (1983). Design Manual: Neutralization of Acid Mine Drainage (Manual: Neutralización del Drenaje Acido de Mina). EPA-600/2-83-001. Enero.