

Estudio de la Calidad del Agua de Lluvia Captada en la ENMSGTO.

Aguilar Galván, Andrea de Jesús (1), Reséndiz López, Jacqueline Alejandra (2), Hernández Rangel, Luis Antonio (3), Carreón Barrientos, José Juan (4)

- 1 Escuela del Nivel Medio Superior de Guanajuato, Colegio del Nivel Medio Superior, Universidad de Guanajuato, agal270802@gmail.com
- 2 Escuela del Nivel Medio Superior de Guanajuato, Colegio del Nivel Medio Superior, Universidad de Guanajuato, alexxandra51328@hotmail.com
- 3 Escuela del Nivel Medio Superior de Guanajuato, Colegio del Nivel Medio Superior, Universidad de Guanajuato, wicho_ahr@outlook.com
- 4 Escuela del Nivel Medio Superior de Guanajuato, Colegio del Nivel Medio Superior, Universidad de Guanajuato, pepecarreon@ugto.mx

Resumen

El segundo captador utilizado es el Sistema de Captación de Agua de Lluvia (SCALL) el cual está fabricado por tubería de pVC de 4' y 2' y dos tambos de 200 L cada uno, los cuales almacenaban el agua de lluvia captada después de tocar el techo del edificio, la Figura 2 muestra el sistema de captación utilizado. Para la captación del agua de lluvia proveniente del techo se utilizó el techo del edificio del Departamento Psicopedagógico, conectando el Sistema de Captación de Agua de Lluvia (SCALL) a una canaleta, lo que permitió captar el agua de lluvia solamente de una parte del edificio. En el primer tambo llegaba el agua proveniente del techo, en este tambo se quedaban atrapados los sólidos sedimentables, para después pasar al segundo tambo el cual almacenaba el agua de lluvia proveniente del primero con una cantidad menor de sólidos, lo que permitía tener agua más cristalina. El diseño del Sistema de Captación de Agua de Lluvia se basó en el sistema de captación diseñado por Cervantes et al [2].

El desabasto, la falta de acceso o la mala calidad del agua potable son problemas que pueden presentarse en la actualidad. Por lo anterior, es

necesario encontrar fuentes alternativas de agua potable que permitan disminuir el impacto de estos problemas en la sociedad. El captar agua de lluvia en el techo de un edificio y utilizarla en actividades de uso doméstico puede contribuir a la solución de los mismos, solamente debe garantizarse que tenga la calidad adecuada para su uso o consumo humano. En este trabajo se presentan los resultados del estudio de la calidad del agua de lluvia captada en el techo de un edificio de la Escuela de Nivel Medio Superior de Guanajuato (ENMSGTO) de la Universidad de Guanajuato, ubicada en la ciudad de Guanajuato, Guanajuato, México. Se estudió la presencia de metales como Plomo, Cobre, Hierro y Sodio, el pH, la conductividad eléctrica (CE) y la presencia de sólidos disueltos totales (SDT) en el agua de lluvia captada. Los resultados indican que el agua de lluvia presenta un pH entre 5 a 7, por lo que no hay evidencia de lluvia ácida, respecto a la presencia de metales solamente se tiene la presencia de Sodio en baja concentración (3 ppm), además de tener baja conductividad eléctrica y baja concentración de sólidos disueltos. Los resultados demuestran que el agua de lluvia captada tiene buena calidad y puede ser utiliza-

da para uso doméstico como la limpieza del inmueble o uso sanitario.

Abstract

The shortage, the lack of access or the poor quality of the drinking water are problems that can occur today. Therefore, it is necessary to find alternative sources of drinking water to reduce the impact of these problems in the society. Collecting rainwater on a roof of a building and using it in domestic use activities can contribute to their solution. It should only be guaranteed that it has the appropriate quality for human use or consumption. This work presents the results of the study of the rainwater quality captured from the roof of a building of the Guanajuato High School of the University of Guanajuato, that is located in the city of Guanajuato, Guanajuato, México. The presence of metals such as Lead, Copper, Iron and Sodium, also the pH, electrical conductivity (EC) and the presence of total dissolved solids (TDS) in the captured rainwater were studied. The results indicate that rainwater has a pH between 5 to 7, so there is no evidence of acid rain. Regarding the presence of metals, there is only presence of Sodium in low concentration (3 ppm), besides of having low electric conductivity and low concentration of total dissolved solids. The results show that the rainwater collected has a good quality and can be used to the domestic use as the cleaning of property or sanitary.

Introducción

Es un hecho que el ser humano depende del agua para sobrevivir, el uso que el hombre le da a la misma queda de manifiesto en la Huella Hídrica, la cual indica la cantidad de agua que se consume de manera directa o indirecta. El excesivo consumo que hace el hombre del agua, ha ocasionado varios problemas como lo son la sobreexplotación de los mantos acuíferos o su contaminación, teniendo en consecuencia escasez o baja calidad del agua potable. Además, las actividades del hombre han generado que el clima global cambie drásticamente, teniendo eventos pluviales atípicos, como periodos cortos de lluvias intensas o periodos largos de sequía, por lo que los mantos acuíferos no se recargan adecuadamente. El hecho de que en una localidad se tenga sobreexplotación de los mantos acuíferos o que el agua que se tiene

presente en presas sea insuficiente para el consumo de una ciudad, permitiría que en poco tiempo se llegue al “día cero”, en el cual la cantidad de agua que se tenga presente es insuficiente para satisfacer su demanda, teniendo en consecuencia el estrés hídrico. Estas situaciones hacen que sea de suma importancia tener conciencia sobre el cuidado del vital líquido.

Para contribuir con el cuidado del medio ambiente y en específico del agua, es imperativo buscar fuentes alternativas de agua potable que ayuden a mitigar la escasez o el desabasto de la misma, permitiendo que los mantos acuíferos no sean sobreexplotados y así se recarguen más fácilmente. En este tenor, la captación de agua de lluvia es una opción que debe considerarse utilizar en toda casa habitación o inmueble ya que se puede aprovechar el agua de lluvia que antes simplemente se dejaba correr sin importancia. La cantidad del agua que se consume de manera doméstica puede ser considerable, ya que su uso va desde la limpieza del inmueble, el uso en sanitarios, el riego de áreas verdes o hasta el consumo directo por el hombre después de su purificación. Si se desea utilizar el agua de lluvia en actividades domésticas, es indispensable garantizar que se tenga cantidad suficiente y con una calidad adecuada, por lo que en este trabajo se presentan los resultados del análisis de la calidad del agua de lluvia captada en el techo de un edificio de la ENMSGTO, perteneciente a la Universidad de Guanajuato en la ciudad de Guanajuato, Guanajuato, México.



FIGURA 1: Captador individual de agua de lluvia.

Materiales Y Métodos

El Proyecto consiste en dos etapas, la primera etapa es la captación del agua de lluvia en el techo de un edificio de la ENMSGTO y la segunda etapa es el análisis de la calidad del agua de lluvia captada.

Para la captación del agua de lluvia, se utilizaron dos sistemas de captación; el primero consistió de un recipiente de PVC el cual captaba el agua de lluvia evitando que ésta tocara la superficie del techo, la Figura 1 muestra este recipiente. Los materiales del captador de agua de lluvia son los siguientes: 1 boca de garrafón, 1 tubo corrugado, 2 coples de PVC de 2', 2 reducciones de PVC de 4' a 2', 19 cm de tubo PVC de 4', 12 cm de tubo PVC de 2', 1 codo de PVC de 2' de 90°, 1 tapón adaptador para la llave, pegamento azul para PVC y una base de herrería, la capacidad de almacenamiento del captador de agua de lluvia es de 3.4 L. El diseño del captador de agua de lluvia se basó en el captador diseñado por Aguilera et al [1] realizando algunas

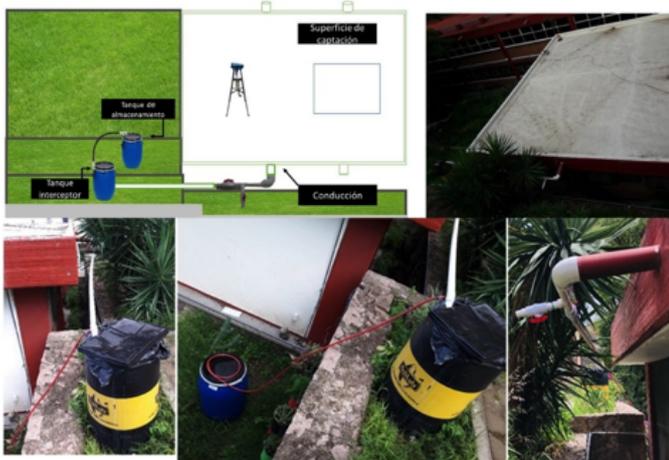


FIGURA 2: Sistema de Captación de Agua de Lluvia (SCALL) y Edificio del Psicopedagógico.

El objetivo de tener dos sistemas de captación es para conocer la calidad del agua de lluvia captada antes y después de tocar el techo y observar si hay cambios significativos en las propiedades del agua de lluvia por estar en contacto con la superficie del techo.

La segunda etapa del proyecto consistió en realizar los análisis de calidad del agua de lluvia captada. Los análisis que se realizaron fueron la presencia de metales como Plomo, Cobre, Hierro y Sodio utilizando un Espectrofotómetro AAnalyst 200 Perkin Elmer, el pH y la presencia de sólidos disueltos totales (SDT) utilizando un medidor de pH/CE/TDS HI 98129 marca Hanna Instruments y la conductividad eléctrica (CE) utilizando un Metrohm 712 Conduc-

tometer. El periodo de captación y toma de muestra de agua de lluvia fue del 25 de mayo al 2 de julio de 2019. A una muestra de agua potable proveniente de una toma del centro de la ciudad de Guanajuato se le realizaron los análisis de pH, conductividad eléctrica y sólidos disueltos totales solamente para conocer las propiedades que presenta y compararlas con las del agua de lluvia captada.

Resultados Y Discusión

La Tabla 1 presenta el tipo de muestra analizada y la fecha en que se realizó la captación. El tipo de muestra "Captador" (muestras 1, 3, 5 y 7) se refiere al agua de lluvia que fue almacenada sin tocar el techo y el tipo de muestra "Techo" (muestras 2, 4, 6 y 8) se refiere al agua de lluvia almacenada proveniente del techo, por lo que se tienen dos muestra de agua de lluvia por cada fecha indicada. Entre la muestra 4 y la muestra 5 se hizo un barrido del techo para limpiar de posibles sólidos que estuvieran presentes. La muestra 9 se refiere a la muestra de agua potable obtenida de una toma del centro de la ciudad de Guanajuato, Gto.

Muestra	Fecha de Captación			
	25/05/19	29/05/19	05/06/19	02/07/19
Captador	1	3	5	7
Techo	2	4	6	8
9	Muestra de agua potable			

TABLA 1: Tipo de muestras de agua de lluvia analizadas.

Capacidad de almacenamiento del SCALL.

Durante la temporada del estudio se pudo almacenar una cantidad de 1,600 L de agua de lluvia, debido principalmente a la limitante de volumen de almacenamiento de los tambos. Cabe destacar que es posible incrementar el volumen de almacenamiento ya que se tiene el suficiente espacio donde se encuentra instalado el sistema de captación.

Análisis de presencia de metales.

El análisis de presencia de metales realizado a las muestras de agua de lluvia indica que no hay presencia de metales Plomo, Hierro y Cobre, solamente se observó la presencia de Sodio en

baja concentración (3ppm). La norma oficial mexicana NOM-127-SSA1-1994 [3] indica un límite máximo permisible de 200 ppm para el Sodio, por lo que las muestras de agua de lluvia están dentro del rango permitido.

Análisis de pH.

La Figura 3 muestra los resultados obtenidos del análisis de pH. Los resultados indican que para los primeros eventos de lluvia (muestras 1 a 4) se tiene un pH de 5.4 a 6.4, el cual se incrementa hasta un pH de 7 para los eventos de lluvia siguientes (muestras 5 a 8). Estos resultados indican que el agua de lluvia captada durante la temporada no puede ser considerada como lluvia ácida. Cabe destacar que comparando las muestras del captador y del techo en el mismo evento pluvial no existe una diferencia significativa de los valores de pH, por lo que puede decirse que el pH del agua de lluvia no fue afectado por estar en contacto con el techo. Con base a la norma oficial mexicana NOM-127-SSA1-1994 [3] los valores de pH límites permisibles deben estar entre un rango de 6.5 a 8.5, por lo que el agua de lluvia captada para los últimos eventos pluviales se encuentra dentro de este rango.

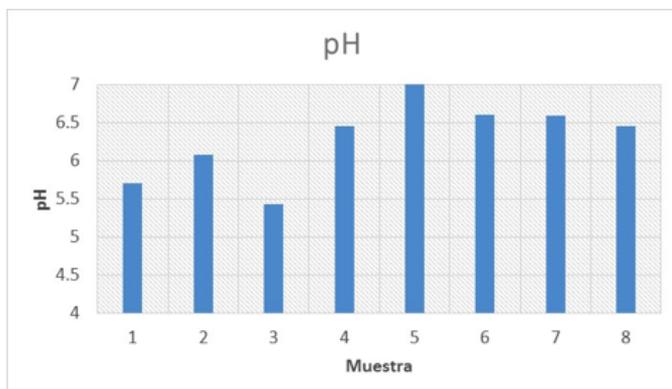


FIGURA 3: Valores de pH del agua de lluvia captada.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam nonummy nibh euismod tincidunt ut laoreet dolore magna aliquam erat volutpat. Ut wisi enim ad minim veniam, quis nostrud exerci tation ullamcorper suscipit lobortis nisl ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis autem vel eum iriure dolor in hendrerit in vulputate velit esse molestie consequat, vel illum dolore eu feugiat nulla facilisis at vero eros et accumsan et iusto odio dignis

Análisis de Conductividad Eléctrica.

En cuanto a los resultados de los análisis de conductividad eléctrica realizados se observan dos comportamientos (Figura 4). Para los primeros eventos pluviales (muestras 1 a 4) los valores de conductividad eléctrica son muy bajos para el agua de lluvia del Captador (18.09 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 57.48 $\mu\text{S}/\text{cm}$) en comparación con el agua de lluvia proveniente del techo (140 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 167.9 $\mu\text{S}/\text{cm}$), lo que indica que existe una presencia de sales en el techo que son arrastrados por el agua de lluvia lo que incrementa su conductividad. Para los siguientes eventos pluviales (muestra 5 a 8) se observa que los valores de conductividad eléctrica disminuyen significativamente tanto para el agua del captador como para la proveniente del techo (de 11.89 $\mu\text{S}/\text{cm}$ hasta 39.11 $\mu\text{S}/\text{cm}$). El comportamiento del agua captada del techo puede ser debido a la limpieza realizada entre la muestra 4 y 5, la cual pudo haber eliminado una cantidad significativa de sales que pudieran estar en la superficie del techo.

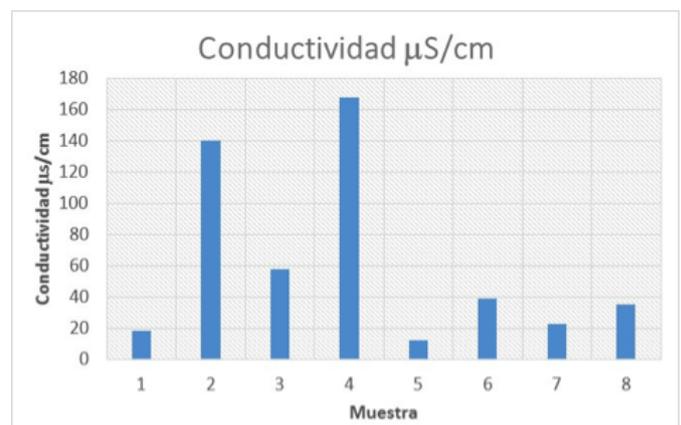


FIGURA 4: Valores de Conductividad Eléctrica del agua de lluvia captada.

Análisis de Sólidos Disueltos Totales.

Los resultados del análisis de Sólidos Disueltos Totales tienen una relación directa con los resultados de Conductividad Eléctrica. En la Figura 5 se observa el mismo comportamiento obtenido que en los resultados de Conductividad Eléctrica. Para los primeros eventos pluviales (muestras 1 a 4) se observa que existe una cantidad mayor de sólidos disueltos en las muestras provenientes del techo (79 ppm y 94 ppm) en comparación con las muestras provenientes del captador (13 ppm y 34 ppm). Después de la limpieza del techo, para los siguientes eventos pluviales (muestras 5 a 8) la canti-

dad de sólidos disueltos en el agua de lluvia disminuye considerablemente para las muestras provenientes del techo (23 ppm y 20 ppm), pudiendo ser debido a la limpieza realizada anteriormente. Cabe destacar que el agua de lluvia que no tocó el techo tiene una cantidad baja de sólidos disueltos durante toda la temporada de lluvias de este estudio. La norma oficial mexicana NOM-127-SSA1-1994 [3] indica que el límite permisible de sólidos disueltos totales debe estar en 1000 ppm, por lo que el agua de lluvia captada en todos los eventos pluviales analizados se encuentran dentro de este rango.

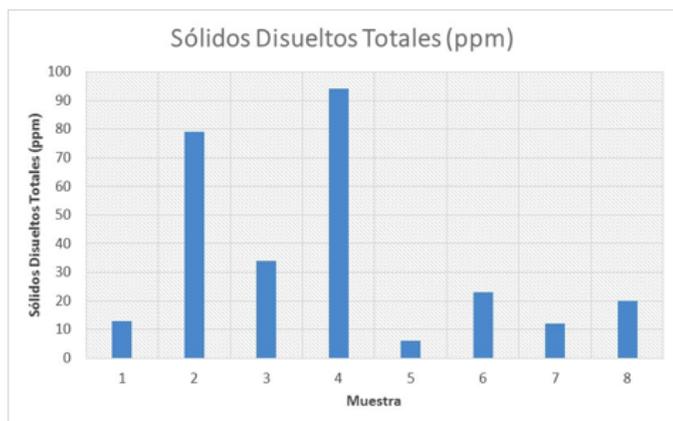


FIGURA 5: Valores de Sólidos Disueltos Totales del agua de lluvia captada.

En cuanto al estudio comparativo de pH, CE y SDT entre el agua potable y el agua de lluvia captada se observa que el agua potable tiene un pH de 6.9 el cual es muy similar al pH obtenido en el agua de lluvia; los valores de conductividad eléctrica y Sólidos Disueltos Totales fueron significativamente mayores (274 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 137 ppm) lo que indica una mayor presencia de sales y sólidos disueltos en el agua potable.

Con base a los resultados obtenidos es posible concluir que el agua de lluvia captada en la ENMSGTO es de buena calidad y puede ser utilizada para uso doméstico dentro de las instalaciones de la Escuela de Nivel Medio Superior de Guanajuato. Este uso puede ser para limpieza del inmueble, uso en sanitarios o riego de áreas verdes.

Conclusiones

No se detectó presencia de Pb, Cu y Fe y se tiene la presencia de Na en baja concentración (3ppm).

Los valores de pH de las últimas muestras de agua de lluvia de la temporada se encuentran dentro de los límites permisibles.

La cantidad de sólidos disueltos totales de todas las muestras de agua de lluvia obtenidas se encuentran dentro de los valores permitidos para agua potable.

El agua de lluvia captada en la Escuela de Nivel Medio Superior de Guanajuato es apta para uso doméstico dentro de las instalaciones del plantel.

Agradecimientos

Los autores del trabajo agradecen el invaluable apoyo del Dr. Ricardo Navarro Mendoza, el Dr. Mario Ávila Rodríguez y la Dra. Liliana Hernández Perales del Cuerpo Académico Química Analítica Ambiental y de Procesos Industriales, del Departamento de Química de la UG, así como de la Dra. Luz Adriana Arias Hernández del Departamento de Ingeniería Geomática e Hidráulica del Campus Guanajuato de la UG por el apoyo otorgado en la realización de los análisis.

Referencias

1. Aguilera González, C. I., Arias Hernández, L. A. "Evaluación de la calidad del agua de lluvia para su aprovechamiento y uso doméstico en sitios estratégicos de la ciudad de Guanajuato", *JÓVENES EN LA CIENCIA*, vol 4, núm. 1, 2016, Verano de la Investigación Científica, Universidad de Guanajuato, Guanajuato, México, págs. 1052 - 1055.
2. Cervantes Zúñiga, J. Q., Carreón Barrientos, J. J. "Diseño y Fabricación de un Captador de Agua de Lluvia", *JÓVENES EN LA CIENCIA*, vol 3, núm. 2, 2017, Verano de la Investigación Científica, Universidad de Guanajuato, Guanajuato, México, págs. 2398 - 2401.
3. NOM-127-SSA1-1994. "Salud ambiental, agua para uso y consumo humano - límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización".