

VIABILIDAD Y SOSTENIBILIDAD DEL USO DE SISTEMAS DE BOMBEO EN LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO EN CIUDADES PEQUEÑAS DE COLOMBIA

Juan Rocha¹, Jorge Pérez² y Juan Saldarriaga³

^{1,2} Investigador, Centro de Investigaciones en Acueductos y Alcantarillados (CIACUA), Universidad de los Andes.

³ Profesor Titular, Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad de los Andes.
E-mail: js.rocha@uniandes.edu.co; ji.perez1719@uniandes.edu.co; jsaldarr@uniandes.edu.co

Introducción

Las estaciones de bombeo de aguas residuales (EBARs), también conocidas como estaciones elevadoras, son sistemas requeridos en ciertos puntos de una red de alcantarillado para evacuar aguas residuales y/o lluvias de zonas bajas, posibilitar su disposición final en cuerpos receptores que posean una cota más elevada, o para iniciar un nuevo tramo de flujo por gravedad cuando se supera la profundidad máxima de excavación permitida por la normativa.

A pesar de su utilidad, las estaciones de bombeo deben implementarse con cautela en un sistema de alcantarillado, debido al alto costo de instalación, operación y mantenimiento que requieren. No evaluar correctamente estos costos puede provocar la insostenibilidad económica, no solo de la unidad de bombeo, sino del sistema de alcantarillado en su conjunto.

Por otro lado, los sistemas de bombeo tienen asociados siempre una probabilidad de falla, la cual, al materializarse, puede generar impactos negativos en la zona aledaña. La gravedad de estos impactos depende del tipo de falla, las características de la zona en la cual se encuentra la estación de bombeo y el sistema de respuesta ante fallas que se tenga previsto para tales contingencias. La falla de una estación de bombeo puede generar afectaciones en la salud pública y daño en propiedad pública y privada.

Además, aún sin incurrir en fallas, un sistema de bombeo puede generar incomodidades en la comunidad aledaña a su punto de instalación. Ejemplo de esto es la proliferación de malos olores, alto nivel de ruido producido por el equipo electromecánico, afectación paisajística y el alza en las tarifas del servicio público de alcantarillado asociada con la operación de estos sistemas.

Para combatir las problemáticas mencionadas existen diversas alternativas propuestas desde la academia, el sector público y empresas privadas. Algunas de estas alternativas tratan el problema desde su raíz evitando la implementación de sistemas de bombeo, mientras que otros se enfocan en reducir la probabilidad de falla y el impacto de negativo de la presencia de las estaciones de bombeo cerca de una comunidad. Sistemas de alcantarillado no convencional, uso de fuentes de energía alternativa, diseño optimizado, integración paisajística son ejemplos de estos mecanismos de mitigación.

Metodología

Esta investigación fue elaborada con base en la revisión exhaustiva de artículos noticiosos, textos bibliográficos, artículos indexados y documentos de política pública. Además, se realizaron entrevistas a expertos en temas de alcantarillado y sistemas de bombeo.

La revisión de artículos noticiosos se hizo en búsqueda de evidencia que pusiera de manifiesto la magnitud que pueden alcanzar los impactos negativos provocados por el funcionamiento deficiente y/o la falla de los sistemas de bombeo en sistemas de alcantarillado. De esta manera se entiende mejor el contexto y la justificación de esta investigación.

Luego, la investigación se centró en los sistemas de alcantarillado no convencionales como alternativa de solución.

Con base en el trabajo Melo (2005) y otros autores, se analizaron diferentes alternativas de estos sistemas teniendo en cuenta los requerimientos técnicos y en las ventajas y desventajas de cada uno. Se hizo la presentación de algunos casos de ejecución de este tipo de sistemas no convencionales en Latinoamérica.

Se realizó una cuantificación de costos de consumo energético de estaciones de bombeo pertenecientes a 13 zonas de estudio, ubicadas en diferentes puntos de Colombia. Dicha cuantificación de costos de consumo energético hizo parte de la comparación de dos metodologías utilizadas para el cálculo del consumo energético en un sistema de bombeo. Una metodología proviene de una empresa privada (Grundfos, 2017) y la otra de la literatura académica (Wu et al, 2012).

Las entrevistas fueron realizadas con el fin de obtener información sobre principales problemáticas, debilidades, dificultades y mecanismos de falla que afectan a las estaciones de bombeo y sobre alternativas encaminadas a hacerle frente a dichas problemáticas. Las respuestas a estas encuestas fueron revisadas, sistematizadas, procesadas y contrastadas entre ellas para garantizar un análisis idóneo de la información recolectada.

El análisis de factibilidad de generación fotovoltaica de energía para alimentar sistemas de bombeo en sistemas de alcantarillado se hizo con base en el trabajo de Li et al. (2017), García (2016) y otros.

Finalmente, se hizo una evaluación de la eficiencia de empresas de servicios públicos de Colombia que cuentan con estaciones de bombeo en sus sistemas de alcantarillado con el fin de establecer su calificación en el manejo y operación de estos sistemas.

Resultados

Mediante esta investigación fue posible construir un estado del arte de aspectos para tener en cuenta al momento de evaluar la viabilidad y sostenibilidad del uso de sistemas de bombeo en los sistemas de alcantarillado en ciudades pequeñas de Colombia.

Por un lado, se encontraron evidencias fotográficas que permiten contextualizar la magnitud de las problemáticas que pueden llegar a causar las fallas en los sistemas de bombeo de aguas residuales en Colombia.



Figura 1.- Inundación del deprimido vial de la calle 94, Bogotá, Colombia. (Fuente: de El Tiempo (2017)).

Por otro lado, se realizó un recuento de características relevantes de sistemas de alcantarillado no convencional para establecer las ventajas y desventajas de estos sistemas y su factibilidad de implementación en pequeñas ciudades de Colombia. Los sistemas relevantes para esta investigación fueron: alcantarillados simplificados, alcantarillados de diámetro pequeño y alcantarillados condominales. También se presenta un examen de lo establecido por el reglamento de agua y saneamiento básico de Colombia para este tipo de sistemas.

Además, se presenta un análisis de costos de consumo de energético asociado con el bombeo de aguas residuales con base en metodologías propuestas desde la academia y desde el sector privado.

De manera gráfica y tabular se muestran los pronunciamientos de los expertos en cuanto a las problemáticas asociadas con los sistemas de bombeo de aguas residuales y las alternativas a considerarse para su solución. Como parte del análisis de alternativas de solución se presentan los resultados de la evaluación de factibilidad de los sistemas fotovoltaicos de generación de energía eléctrica para alimentar a las estaciones de bombeo. Ejemplo de esto es la **Figura 2**.

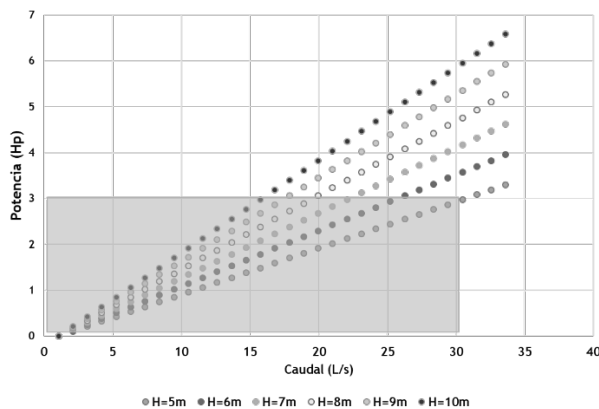


Figura 2.- Rango de aplicación de sistemas fotovoltaicos para el bombeo de aguas residuales.

Por último, se presentan algunas alternativas de solución y/o disminución de las problemáticas asociadas con las estaciones de bombeo de aguas residuales. Como ejemplo de esto se muestra la siguiente figura, en la cual se evidencia cómo combatir el rechazo de la comunidad hacia una estación de bombeo desde un punto de vista paisajístico.



Figura 3.- Estación de bombeo de aguas residuales de San Andrés, España. (Fuente: de EMMASA, 2017)

Finalmente se presenta el resultado del análisis de eficiencia de las empresas prestadoras del servicio de alcantarillado y la correlación de su calificación con la realidad de las problemáticas asociadas con el funcionamiento de las estaciones de bombeo de aguas residuales en Colombia.

Conclusiones

Esta investigación brinda un panorama de las principales problemáticas asociadas con la instalación y operación de estaciones de bombeo de aguas residuales en municipios y ciudades pequeñas, y las principales alternativas de solución para cada una de ellas. Se estudian los sistemas de alcantarillado no convencionales, sus características y ámbitos de aplicación y la evaluación de los costos de operación de las EBARs para determinar el costo aproximado asumido por usuario, y el uso de energías alternativas para la operación de sistemas de bombeo de aguas residuales.

Debido a que los alcantarillados convencionales usualmente son sistemas de saneamiento costosos, especialmente para localidades con baja capacidad económica, en las últimas décadas se han propuesto sistemas de menor costo. Los sistemas de alcantarillado no convencionales han demostrado su factibilidad económica, técnica y social en diferentes proyectos ejecutados en países de América Latina como Brasil, Perú y Bolivia.

Los actores públicos en Colombia identifican como las principales problemáticas asociadas con las estaciones de bombeo de aguas residuales como: la baja calidad en los procesos de operación, la deficiencia en la gestión energética, los altos costos de consumo energético y las problemáticas asociadas con las comunidades.

Las empresas de servicios públicos no recaudan ni proporcionan información a los entes de control sobre el mantenimiento (preventivo o correctivo) de sus estaciones elevadoras y tampoco han demostrado contar con la capacidad técnica para garantizar la periodicidad del mantenimiento.

Referencias

- El Tiempo** (2017). "Así quedó inundado el deprimido de la 94 tras el fuerte aguacero". Tomado de: <http://www.eltiempo.com/bogota/inundacion-del-deprimido-de-la-calle-94-en-bogota-87974>.
- EMMASA** (2017). "Se inician las obras de la nueva estación de bombeo de aguas residuales de San Andrés". Santa Cruz de Tenerife, España.
- García, L. F.** (2016). "Evaluación de factibilidad de implementar generación distribuida fotovoltaica que permita aumentar la cobertura y confiabilidad de energía en sectores rurales del operador de red". Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C, Colombia.
- Grundfos** (2017). "Dimensionamiento. Dimensión. rápido". Disponible en: <https://product-selection.grundfos.com/front-page.html?time=1520049124695&qcid=322668074>.
- Li et al.** (2017). "Research and current status of the solar photovoltaic water pumping system – A review". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol 79, November 2017, pp. 440–458.
- Melo, J. C.** (2005). *The experience of condominial water and sewerage systems in Brazil : case studies from Brasilia, Salvador and Parauebas (English)*. Water and sanitation program. Washington, DC: World Bank.
- Wu, W. et al.** (2012). "Incorporation of Variable-Speed Pumping in Multiobjective Genetic Algorithm Optimization of the Design of Water Transmission Systems". *Journal of Water Resources Planning and Management*, ASCE, Vol 138, No. 5, September 2012, pp. 543–552.