

Diseño de sistema integral de recolección, filtrado y almacenamiento de aguas grises provenientes de la ducha y el lavamanos de una casa habitación.

Reynoso Castro, Rogelio

2024

<https://hdl.handle.net/20.500.11777/6013>

<http://repositorio.iberopuebla.mx/licencia.pdf>

Diseño de sistema integral de recolección, filtrado y almacenamiento de aguas grises provenientes de la ducha y el lavamanos de una casa habitación

Díaz Barrientos Diana Fernanda (cuarto semestre en Ingeniería Civil), Reynoso Castro Rogelio (quinto semestre en Ingeniería Automotriz) y Ramírez Rodríguez Rocío (profesora responsable).

Universidad Iberoamericana Puebla, San Andrés Cholula, Puebla, México

Resumen

Ante la creciente escasez de agua, es crucial desarrollar soluciones innovadoras y sostenibles para la gestión del agua en la casa habitación. En México, se consumen aproximadamente 366 litros de agua por persona al día, siendo el 70% utilizado en el baño. La reutilización de aguas grises surge como una estrategia para enfrentar este desafío, promoviendo una gestión más eficiente del agua y reduciendo el consumo. A diferencia de otros proyectos que requieren modificaciones estructurales significativas o se limitaban a un punto de recolección sin filtración intermedia, el proyecto reduce la necesidad de cambios estructurales e integra un proceso de filtración efectivo. El proyecto tiene como objetivo diseñar un sistema integrado de recolección, filtración y almacenamiento de aguas grises usando SolidWorks, adaptable a diversas configuraciones de baños en casas habitación. El diseño en SolidWorks para la reutilización de aguas grises incorpora un tanque de 120 litros sobre el inodoro, utilizando componentes duraderos y un filtro multicapa que elimina contaminantes, optimizando el uso del agua en hogares existentes con mínimas modificaciones estructurales. Se diseñó un sistema innovador de reutilización de aguas grises para casas, que integra recolección, filtrado y almacenamiento. Este sistema minimiza el consumo de agua reutilizando la proveniente de ducha y lavamanos. La siguiente fase incluye la creación de un prototipo para ajustes antes de su producción real.

Palabras clave: Sistema, diseño, casa habitación, consumo, aguas grises.

***Autor Corresponsal:** 188550@iberopuebla.mx

Introducción

En el actual contexto de creciente escasez de agua, la necesidad de soluciones innovadoras y sostenibles para la gestión del agua en el hogar se ha vuelto más importante que nunca [1]. En México se consumen alrededor de 366 litros diarios por persona en una casa habitación [2], de los cuales el 70% se consumen en el baño [3].

La reutilización de aguas grises, especialmente en la casa habitación, surge como una estrategia para enfrentar este desafío, disminuyendo el consumo de agua y promoviendo una gestión del agua más eficiente.

Diversos proyectos han abordado la reutilización de aguas grises, cada uno con sus propias metodologías y alcances. Tal es el caso de un proyecto hecho por [4], el cual implicó modificaciones en la plomería existente y la instalación de un tanque de almacenamiento subterráneo, lo cual, aunque es efectivo, resultó en modificaciones estructurales. A diferencia de este enfoque, este proyecto está diseñado para optimizar el uso del espacio disponible encima del tanque del inodoro existente, minimizando así la necesidad de alteraciones estructurales.

Otra investigación en [3], se centró exclusivamente en recolectar agua de la regadera para su uso directo en el tanque del inodoro, sin un proceso de filtración intermedio, limitándose a un único punto de recolección de agua. Por otra parte, un tercer proyecto en [5], aunque integraba un sistema de filtración, requería amplias modificaciones en la plomería y un considerable espacio para la instalación de los tanques de almacenamiento y filtrado, lo que podría ser inviable en muchas viviendas.

Por último, en el proyecto en [6], al recolectar únicamente agua de la ducha y sin necesidad de tuberías adicionales,

presentaba una solución más viable para la mayoría de las viviendas, pero limitada a un almacenamiento máximo de 40 litros de agua.

Este proyecto surge como una solución integral y adaptable, dirigida a superar las limitaciones identificadas en proyectos anteriores. Este sistema no solo será capaz de recolectar aguas grises tanto del lavamanos como de la ducha, sino que también integra un proceso de filtración, todo ello mientras aprovecha un espacio que frecuentemente no es utilizado en el baño.

Debido a lo anterior este proyecto se plantea el objetivo de diseñar, mediante el uso de software SolidWorks, un sistema integrado para la recolección, filtración y almacenamiento de aguas grises, que sea adaptable a diversas configuraciones de baños de casa habitación.

Metodología

El desarrollo del proyecto para el sistema integral de aguas grises inicia con una definición de las piezas y los materiales óptimos para su construcción. Este proceso comienza por enumerar y detallar cada componente clave del sistema, analizando los requisitos que cada material debe cumplir para garantizar durabilidad, resistencia y eficiencia dentro del sistema.

Recolección de agua

En la fase de recolección, se optó por utilizar PVC para la tubería, conexiones, nodos y codos, seleccionado por su durabilidad y resistencia a la corrosión, así como por su adaptabilidad a diversas configuraciones de instalación. Se utiliza el software SolidWorks para elaborar un esquema de las tuberías, contemplando la ubicación estratégica de

soportes y fijaciones para una instalación estable y segura, además de integrar válvulas y otros elementos esenciales para el manejo adecuado del flujo de agua. Se contempla un diámetro de $\frac{1}{2}$ " para los elementos de tubería del sistema.

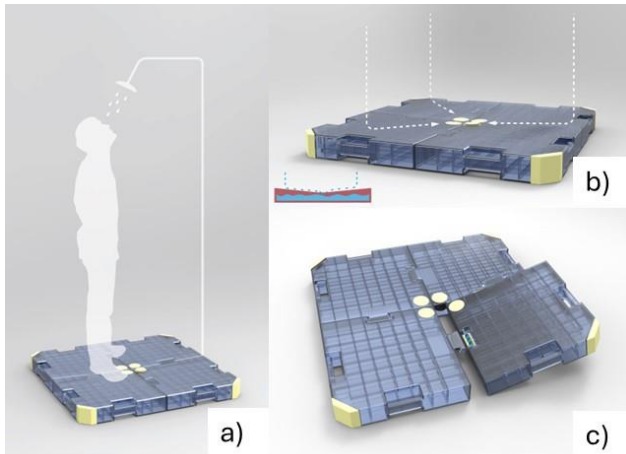


Fig 1. Recolector de ducha “gris” de la marca IgenDesign: a) Muestra la proporción del recolector con el tamaño de una persona. El recolector se ubica en el suelo evitando la necesidad de modificar la tubería de la ducha. b) Se observa que el recolector cuenta con una pendiente para redirigir el agua hacia el centro de este. Las flechas indican la dirección del agua. c) El recolector es ensamblable para poder ser adaptable al espacio necesario de los diferentes tamaños de duchas en una casa habitación.

En la Fig. 1 se muestra un recolector de ducha existente, que permite una integración sencilla y eficaz sin requerir modificaciones significativas en la infraestructura del baño. Este recolector está situado en el piso donde normalmente cae el agua de la ducha, la intención es que esté situado encima de la coladera existente para recolectar la mayor cantidad de agua. Para el lavamanos se procederá a la recolección del agua redirigiendo la tubería existente hacia el sistema en lugar de su conexión al drenaje.

Sistema de bombeo

Para integrar el sistema de bombeo de manera eficiente en el circuito de aguas grises, se seleccionó la bomba de agua en la Fig.2 que facilita el traslado del agua desde el punto de recolección hasta el sistema de filtración y, posteriormente, al tanque de almacenamiento.



Fig. 2 Tomshin Mini bomba de agua sumergible ultra silenciosa DC 12V Lift 5M 800L/H Motor sin escobillas.

Este dispositivo, elegido por su óptimo balance entre consumo energético y capacidad operativa, permite un flujo constante y regulado de agua, asegurando que el sistema funcione de manera continua y efectiva. La bomba está diseñada para activarse según la demanda, optimizando el uso de energía y minimizando el impacto ambiental del sistema.

Filtrado

Se investigan los materiales ideales para el filtrado de aguas grises. Este proceso incluye la identificación de los contaminantes comunes en aguas provenientes de duchas y lavamanos, que son: jabón corporal, champús, cabellos, fluidos corporales, acondicionador, entre otros. El filtro tiene 20 cm de diámetro x 8 cm de diámetro, dándonos un volumen total de 1005 cm^3 , como se muestra Fig.3.

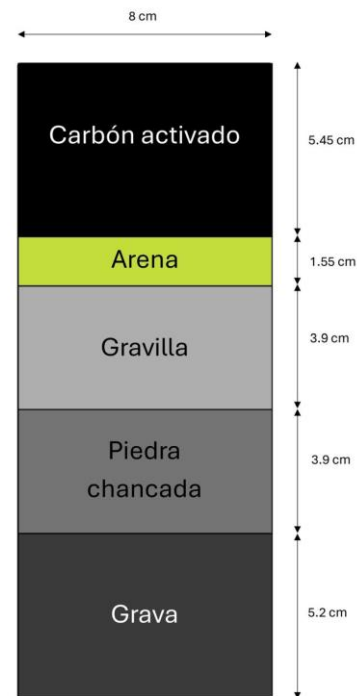


Fig. 3 Distribución de los materiales del filtro, tomado de [5].

Este espacio está distribuido en capas de carbón activado con una altura de 5.45 cm, arena con una altura de 1.55 cm, grava con una altura de 3.9 cm, gravilla con una altura de 3.9 cm y piedra chancada con una altura de 5.2 cm, cada una seleccionada por su capacidad para retener y eliminar diferentes tipos de contaminantes, tomado de [5].

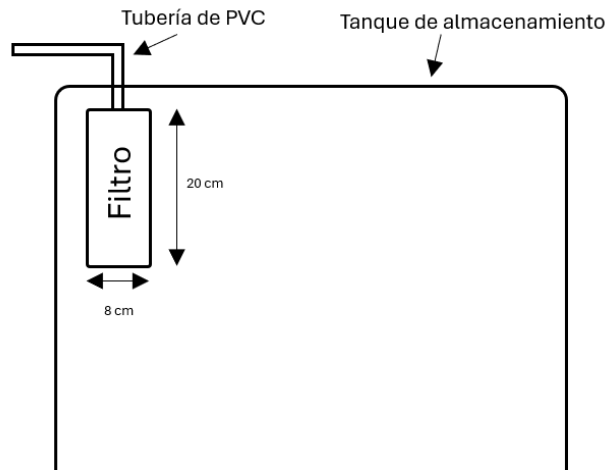


Fig. 4 Diseño del filtro dentro del tanque de almacenamiento.

El filtro se encuentra ubicado dentro del tanque de almacenamiento como se muestra en la fig. 4, esto ahorra más espacio ya que no se necesita contemplar el espacio que el filtro ocupara en el baño. A su vez, el impacto a la capacidad del tanque de almacenamiento es mínima, ocupando menos del 1% de su capacidad total.

Almacenamiento

El diseño culmina con un tanque de almacenamiento, mostrado en la fig. 3, hecho de polietileno, material elegido por su ligereza y resistencia a los productos químicos. Con una capacidad de 120 litros, el tanque está diseñado para instalarse encima del inodoro existente, aprovechando de manera inteligente el espacio vertical que normalmente no se usa. Además, se ha incluido en el diseño dos salidas de agua: una destinada a alimentar el tanque del inodoro, lo que permite una reutilización directa del agua, y otra salida pensada para otros usos no potables en el hogar, maximizando así las posibilidades de aprovechamiento del agua recolectada y tratada.

Resultados y discusión

El diseño integral para la reutilización de aguas grises, desarrollado en SolidWorks, aprovecha un espacio previamente no utilizado sobre el tanque del inodoro para albergar un tanque de almacenamiento de 120 litros, considerablemente mayor que las alternativas existentes que ofrecen solo 40 litros.



Fig.5 Visualización del tanque de almacenamiento, inodoro y bomba de agua.

La bomba se encuentra ubicada a un costado del inodoro, como se muestra en la fig. 5. Esta está conectada por la tubería de PVC. En la entrada de la bomba se recibe el agua recolectada del lavamanos y del recolector de ducha. Después esta agua es impulsada en dirección vertical para así alimentar al tanque de almacenamiento.

Incorporando componentes de alta durabilidad como tuberías de PVC y una bomba de agua de muy bajo consumo eléctrico. El filtro multicapa, con un volumen de 1005 cm³, compuesto de carbón activado, arena, grava, y otros materiales, permite eliminar eficazmente contaminantes como jabones y champús, asegurando que el agua sea segura para su reutilización en el inodoro y otros usos no potables.

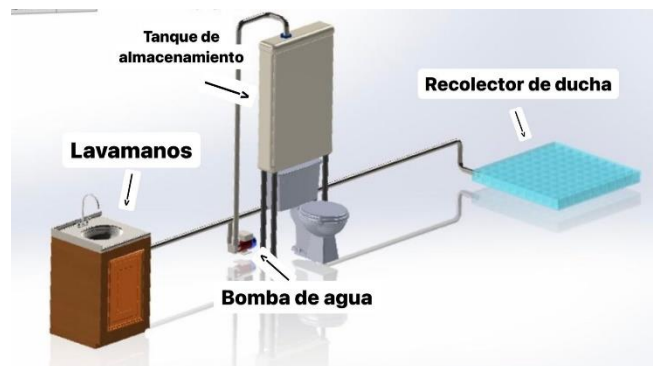


Figura 6. Diseño de sistema integral de recolección, filtrado y almacenamiento de aguas grises.

Esta solución no solo optimiza el uso del agua, sino que también minimiza las necesidades de alteraciones estructurales y de espacio, haciéndolo ideal para la implementación en casas habitación existentes. La Fig. 6 proporciona una clara visualización del montaje y funcionamiento del sistema.

Conclusiones, perspectivas y recomendaciones

Se logró diseñar un sistema de reutilización de aguas grises demostrando ser una solución innovadora y eficiente para enfrentar la escasez de agua en las casas habitación. Integrando un sistema de recolección, filtrado y almacenamiento de aguas grises. Minimizando el consumo del agua en una casa habitación al reutilizar el agua gris proveniente de la ducha y el lavamanos.

Tras la finalización de la fase de diseño del sistema de reutilización de aguas grises, el siguiente paso será la creación de un prototipo a escala. Este prototipo servirá para ajustar el funcionamiento del diseño antes de proceder a la

fabricación de un prototipo a tamaño real, apto para su uso práctico.

Además, es esencial considerar las normativas vigentes relacionadas con el filtrado de aguas y los materiales utilizados en la tubería y el tanque de almacenamiento. Cumplir con estas regulaciones no solo garantiza la seguridad y eficacia del sistema, sino que también facilita su aceptación y adopción por parte de las autoridades y los usuarios finales. La revisión y adaptación del diseño para cumplir con los estándares pertinentes será una parte muy importante del proceso de desarrollo.

Referencias

- [1] J.M. Núñez. (2024, Ene, 29). Escasez de agua adquirirá en los próximos años una relevancia aún mayor: especialista. [En línea]. Disponible en: <https://ibero.mx/prensa/escasez-de-agua-adquirira-en-los-proximos-anos-una-relevancia-aun-mayor-especialista>
- [2] ONU Habitat. (2021, Mar, 22). Comprender las dimensiones del problema del agua. [En línea]. Disponible en: https://onuhabitat.org.mx/index.php/comprender-las-dimensiones-del-problema-del-agua?fb_comment_id=1919706488040991_2396617700349865#:~:text=Por%20ejemplo%2C%20el%20consumo%20promedio,promedio%20por%20habitante%20al%20día.
- [3] X. Arriaga Ruiz, A. Fournier de la Rosa, R. Gamiño Blanco, R. Castro Mata. “Sistema para reutilizar agua de la regadera, hacia el retrete en casa del fraccionamiento Geovillas, Puebla. 2017. <http://hdl.handle.net/20.500.11777/3877>. Palabras clave: { Sistema: Reutilización: Regadera: Retrete: Ahorro: Reciclaje: Agua }
- [4] Thomas, F. “Individual Home Sewage Treatment Systems” 2021. [En línea] <https://www.ndsu.edu/agriculture/extension/publications/individual-home-sewage-treatment-systems>
- [5] Y. Azabache. “Propuesta de un sistema hidráulico de reutilización de las aguas grises que disminuiría el consumo de agua potable en viviendas familiares” 2020. [En línea] <https://erp.untumbes.edu.pe/revistas/index.php/manglar/article/view/163/299>
- [6] IgenDesign. “Gris”2022. [En línea] <https://igen.design/gris-water-saving-system-for-the-real-world>
- [7] Secretaría de Gobernación, “NORMA Oficial Mexicana NOM-CCA/032-ECOL/1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las aguas residuales de origen urbano o municipal para su disposición mediante riego agrícola.”, 1993. [Online]. Disponible en: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5650705&fecha=02/05/2022#gsc.tab=0 [Accessed Feb. 20, 2024]
- [8] C. L. A. Ortiz Agurto, A. E. Sánchez Rivera “Diseño de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas residuales para el uso doméstico de una vivienda multifamiliar en la provincia de Sullana-Piura, 2021”, Universidad César Vallejo. [Online]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/84528>
- [9] D. A. Zaragoza Ayala, M. L. Salazar Peláez, y U. Rojas Zamora, “¿Qué son los tratamientos descentralizados y por qué pueden ser una solución a la gestión hídrica en la Ciudad de México?”, ContactoS, n.º 131, pp. 38-48, dic. 2023. Palabras clave: { Gestión descentralizada: Recursos hídricos: Saneamiento: Tratamiento de aguas residuales }
- [10] J. A. López, “Remoción de patógenos mediante filtros bioarena y filtros lentos de arena intermitentes, comunidad San Antonio de Pedregal, Lurigancho-Chosica”, Tesis, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú, 2023.
- [11] Rotoplas. “Por qué el polietileno es el mejor material para tanques de agua” 2019. [En línea] <https://rotoplas.com.ar/polietileno-material-para-tanques-de-agua/#:~:text=El%20polietileno%20se%20caracteriza%20por,sus%20caracter%20C3%ADsticas%20f%C3%ADsticas%20ni%20qu%C3%ADmicas>.
- [12] Gobierno de México. “Inodoros sustentables, otra forma de cuidar el agua” 2018. [En línea] <https://www.gob.mx/conagua/articulos/inodoros-sustentables-otra-forma-de-cuidar-el-agua#:~:text=Los%20inodoros%20convencionales%20contienen%20de,del%20consumo%20habitual%20de%20agua>.