Diseño e implementación de prototipo de bajo costo para descarga de inodoro, utilizando aguas grises y componentes reciclados

Efraín Ramírez Velasco[1], Francisco Javier Villalobos Piña[2], Josué Augusto Reyes Malanche[3], Carlos Humberto Saucedo Zárate[2] y Maria Guadalupe Velasco de Loera[4].

[1] Universidad Tecnológica de Calvillo, Carretera al Tepetate No. 102, Col. El Salitre, 20860 Calvillo, Ags., ninramirez85@gmail.com
[2] Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Aguascalientes. Av. Adolfo López Mateos Ote. 1801. Bona Gens, 20256. Aguascalientes, Ags.
[3] Universidad Tecnológica de Aguascalientes, Blvd Juan Pablo II 1302, Ex hacienda la Cantera, 20200. Aguascalientes, Ags.
[4] Consultoría bilingüe, Nevado de Colima 102, Cerrito Alto, 20805 Calvillo, Ags.

La conservación del agua se ha convertido en un desafío importante en los últimos años, debido a que este recurso es indispensable para el desarrollo y sostenimiento de la vida. En este contexto, se diseñó e implementó un prototipo de bajo costo para el llenado y descarga de inodoros, utilizando aguas grises provenientes del proceso de lavado de ropa y componentes reciclados para su construcción. El objetivo del sistema es reutilizar el agua generada durante el lavado, empleando detergentes biodegradables, para su uso en la descarga de inodoros y el riego de plantas y árboles, especialmente en regiones donde la disponibilidad de agua es limitada. De esta manera, se busca promover la conservación del recurso hídrico y reducir el consumo de agua potable en hogares y pequeños establecimientos. Es importante señalar que el propósito de este trabajo no es realizar análisis microbiológicos ni procesos de tratamiento o purificación del agua gris. En su lugar, se aplican únicamente procesos sencillos de filtración y sedimentación para remover sólidos de mayor tamaño y evitar la obstrucción de las líneas de conducción, además de efectuar cálculos y mediciones básicas sin el empleo de equipo especializado. El sistema propuesto incorpora filtros de bajo costo (coladeras) para retener impurezas de gran tamaño, un contenedor reciclado con capacidad de 200 L para el almacenamiento del agua y un envase reutilizado de detergente con capacidad de 8.5 L, adaptado para funcionar como cámara de sedimentación. Asimismo, se diseñó y construyó una estructura de soporte para el contenedor de almacenamiento. Los resultados obtenidos muestran un ahorro aproximado de 140 L a 170 L de agua por cada ciclo de lavado durante un periodo de evaluación de 14 meses. Estos resultados confirman la viabilidad de implementar un sistema económico y sostenible para la reutilización de aguas grises, contribuyendo a la reducción del consumo de agua potable en los hogares. La evaluación experimental se llevó a cabo en una comunidad rural del municipio de Calvillo, Aguascalientes, México.

Palabras clave— **Aguas grises, Caudal, Diseño, Fabricación, Implementación , Inodoro, Velocidad.**

Design and implementation of a low cost prototype for flushing toilet, gray water and recycled components

Abstract

Water conservation has become a major challenge in recent years, as this resource is essential for sustaining life. In response to this challenge, a low-cost prototype was designed and implemented for toilet tank filling and flushing using greywater generated during the laundry process and recycled components in its construction. The proposed system aims to reuse laundry greywater, generated through the use of biodegradable detergents, for toilet flushing and the irrigation of plants and trees, particularly in regions where water availability is limited. In doing so, the system promotes water conservation and reduces potable water consumption in households and small businesses. It is important to emphasize that the purpose of this study was neither to perform microbiological analyses nor to treat or purify the greywater. Instead, only simple filtration and sedimentation processes were applied to remove coarse solids and prevent clogging of the water supply lines. In addition, system performance was assessed using basic calculations and measurements without the need for specialized equipment. The proposed system incorporates low-cost strainers to remove large impurities, a recycled 200-L storage tank for greywater collection, and a repurposed 8.5-L detergent container modified to function as a sedimentation chamber. Furthermore, a supporting structure was designed and constructed to securely hold the 200-L storage tank. The results demonstrated water savings of approximately 170 L per laundry cycle over an 14-month evaluation period. These findings confirm the feasibility of implementing an affordable and sustainable greywater reuse system to reduce potable water consumption in households. The experimental evaluation was conducted in a rural community in the municipality of Calvillo, Aguascalientes, Mexico.

Keywords— **Design, Fabrication, Flow rate, Greywater, Implementation, Toilet, Velocity.**

Recibido: 28 de noviembre de 2025
Aceptado: 13 de octubre de 2026
Disponible en línea: 26 de octubre de 2026
Publicado: 3 de noviembre 2026

I. INTRODUCCIÓN

La escasez de agua es un desafío global urgente que exige enfoques innovadores para la conservación del agua y el uso sostenible de los recursos. El agua es un tema transversal que requiere un enfoque coordinado [1]. La conservación del agua está adquiriendo una importancia creciente en todo el mundo como la estrategia más relevante para la planificación y gestión del agua en las próximas décadas. En las áreas urbanas del mundo desarrollado, la conservación del agua ha logrado, hasta cierto punto, el objetivo de frenar el consumo, especialmente en las ciudades europeas más compactas [2]. Garantizar un suministro de agua a largo plazo requiere el uso de estrategias de aumento de agua mediante el reciclaje y enfoques orientados a la demanda, como la conservación del agua [3]. El mundo enfrenta desafíos inminentes relacionados con la sequía que, desde la perspectiva del suministro de agua potable, exigen mejoras en la infraestructura cada vez más costosas y una expansión energética para mantener niveles de servicio adecuados [4].

La agricultura representa aproximadamente el 70 por ciento de las extracciones de agua dulce a nivel mundial y, a menudo, constituye el uso de menor valor del agua dulce. En lugares donde el agua es escasa, se han promovido tecnologías avanzadas de riego, como el riego por goteo y los sistemas de distribución por tubería, como tecnologías de conservación del agua que reducen el consumo en el sector agrícola, liberando así agua para usos alternativos [5]. Por otro lado, se presenta un ahorro de agua mediante la captación de agua de lluvia para fines no potables. Se midió el caudal de agua de los electrodomésticos, lo que permitió a los usuarios registrar diariamente el consumo de agua. Las mediciones mostraron que el 36.5% del agua se utilizó para la descarga de inodoros, limpieza y lavadora [6]. Con un énfasis específico en la urbanización y los factores ambientales, se investigaron las condiciones de los recursos hídricos, la infraestructura y la gobernanza, identificándose dificultades significativas, como el agotamiento del agua subterránea y el acceso inadecuado al agua [7]. Se ha propuesto el uso de aguas residuales para ampliar el suministro de agua, minimizando el estrés sobre los ecosistemas y la infraestructura. Se realizó una revisión sobre la relevancia de diversas tecnologías y su nivel de preparación: el escenario global, los posibles riesgos y los sistemas de modelado para la reutilización de aguas residuales [8].

La gestión sostenible del agua es una parte esencial para garantizar el acceso a agua segura, así como para enfrentar la urbanización y el crecimiento poblacional. En un hogar, las aguas residuales que incluyen todo excepto los desechos del inodoro representan entre el 50 y el 80% de la generación diaria de aguas residuales [9]. La industria del procesamiento húmedo de textiles constituye una gran proporción en el consumo y la contaminación del agua dulce, aumentando la conciencia del consumidor sobre los problemas ambientales [10]. La utilidad de las aguas residuales ha sido investigada utilizando diferentes procesos [11]. Por otra parte, se emplean diversos procesos de tratamiento, para reutilizar las aguas residuales como es mostrado en [12–15].

Para ayudar a la conservación del agua y su reutilización, se propone el desarrollo de un prototipo sencillo de bajo costo (450 pesos mexicanos o 25.95 USD el 3 de agosto de 2026) utilizando materiales reciclados, cuyos resultados obtenidos permitieron un mejor manejo de este líquido vital, como fueron: la descarga de inodoros, el riego de pasto, plantas y árboles, promoviendo reutilizar una media de 6.8 m^3 o 6,800 L de agua al mes en estas actividades.

Por otra parte, en este estudio se presenta el diseño y la implementación de dicho prototipo de bajo costo, mostrando la metodología utilizada, los resultados obtenidos y la conclusión de este trabajo.

II. METODOLOGÍA

A. Implementación del estudio.

Para la implementación del estudio se utilizó una lavadora Whirlpool 17 kg xpert system, la cual fue probada bajo el ciclo de carga grande de lavado, y cuyo consumo de agua en lavado y enjuague fue de 140 a 170 litros (L) aproximadamente, realizando la medición en cada descarga. Por otro lado, se implementó un sistema de reciclado de agua, cuyo diagrama esquemático es mostrado en la Fig. 1.

Los materiales utilizados para realizar este estudio se dan a conocer en la Tabla I, que se observa a continuación.

TABLA I
MATERIALES UTILIZADOS PARA IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO.

Componente	Condición	Cantidad	Precio M.N.
Contenedor 1 (200l)	Reciclado	1	N/A
Contenedor 2 (8.5l)	Reciclado	1	N/A
Tanque de inodoro	Reciclado	1	N/A
Manguera de gel	Nueva	2.5 m	$20/m
Llave de agua de ½ in	Nueva	1	$80
Adaptador para manguera de ½ in	Nuevo	1	$40
Coladeras de plástico	Nuevas	2	$25 c/u
Abrazaderas de ½ in	Nuevas	4	$20
Tububular cuadrado de ¾ in	Nuevo	6 m	$180
Adaptadores roscados para acondicionamiento de C2	Nuevos	2	$30
	Total:		**$450**

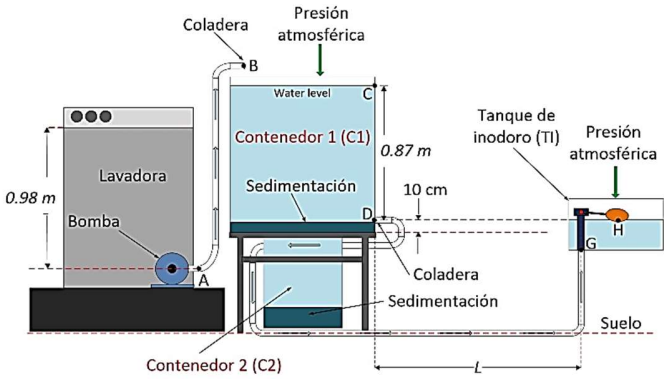


Fig. 1. Diagrama esquemático del prototipo.

Las etapas se implementaron como se ilustra el diagrama de la Fig. 1 y van de la siguiente manera. En primera instancia se filtra el agua de impurezas grandes mediante una coladera montada en el punto B, la cual es mostrada en la Fig. 2. Se cuenta con un contenedor de 200 L (litros) de capacidad llamado contenedor 1 (C1), el cual fue reutilizado para almacenar el agua gris mientras se realiza el proceso de lavado, este contenedor fue modificado colocándosele una llave de agua de salida a 10 cm del fondo, lo cual permite realizar una sencilla sedimentación previo al contenedor 2 (C2), a dicha llave de agua se le colocó otra coladera, la cual es mostrada en la Fig. 3 para atrapar otras impurezas y posteriormente con un tramo de 1 m de logitud de manguera de gel se conecta a la entrada de C2 como se observa en la Fig. 4.



Fig. 2. Coladera montada en C1 en salida de bomba de lavadora (punto B).



Fig. 3. Coladera insertada en la línea de salida de C1 hacia C2 (punto D).

B. Proceso de sedimentación.

Además del pequeño proceso de sedimentación que se realiza en el fondo de C1, se implementó otro proceso de sedimentación conectando C1 con el contenedor 2 (C2) reciclado y adecuado para realizar esta tarea, utilizando un tramo de 1 m de manguera de gel. Permitiendo atrapar en el fondo partículas de tierra y suciedad y cuya capacidad como se mencionó anteriormente es de 8.5 L (ver Fig. 4).

Por último el agua fluye de C2 al tanque de inodoro (TI) utilizando un tramo de manguera de gel de 1.5 m para realizar el llenado. Se seleccionó manguera de gel para las líneas de flujo, ya que este tipo de manguera es muy flexible y según el fabricante es capaz de soportar una presión de 5 psi (libras fuerza por pulgada cuadrada), la cual no se excede como lo demuestra la tabla II.



Fig. 4. Envase acondicionado para etapa de sedimentación.

La presión hidrostática, también llamada gauge pressure en el idioma inglés, en el punto H del diagrama mostrado en la Fig. 1, es igual a la presión en el punto D en TI, la cual es provocada por la columna de agua con altura h de 0.75 m en C1, cuando este se encuentra en su máxima capacidad y para calcularla se utiliza la ecuación (1) [16].

$$P_H = P_D = \rho g h \tag{1}$$

Siendo:
ρ la densidad del agua gris.
g la gravedad.
h la altura de la columna de agua

Entre dos puntos cualquiera 1 y 2 en una línea de corriente en flujo estacionario, inviscido e incompresible, es utilizada la ecuación de Bernoulli (2) [16].

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2 \tag{2}$$

En donde v_1 y v_2 son las velocidades dentro del C1 y en la válvula de salida en TI respectivamente. La expresión (2) para el caso de la Fig. 1 se reduce como se observa en (3), ya que ambos lados del sistema se encuentran expuestos a la presión atmosférica haciendo que $P_1 = P_2 = 0$ y debido a que el diámetro del orificio de la válvula de llenado de TI es de (6 mm), el cual es mucho menor que la columna de agua de 750 mm o 0.75 m de altura en C1 ($d \ll h$), siendo entonces la velocidad $v_1 = 0$ [16].

$$\rho g h_1 = \frac{1}{2}\rho v_2^2 \tag{3}$$

C. Diseño y fabricación de soporte para C1.

Se realizó el diseño y la fabricación de la estructura para el montaje del contenedor 1 (C1), utilizando tubo cuadrado de 0.75 in (19 mm) y soldadura de arco, con electrodos revestidos E6013 de 2 mm de alma. Se utilizó la herramienta computacional SolidWorks, para realizar los análisis de esfuerzo axial y de factor de seguridad. La Fig. 5 muestra que el esfuerzo máximo se presenta en sus miembros verticales,

cuyo valor es de 5.9 MPa y la Fig. 6 muestra el trazado de factor de seguridad de 42.42, lo que indica que la resistencia del material es más eleveda en relación al esfuerzo aplicado. La carga aplicada fue el peso del contenedor con una magnitud de 1,962 N, sin otro tipo de perturbaciones externas.

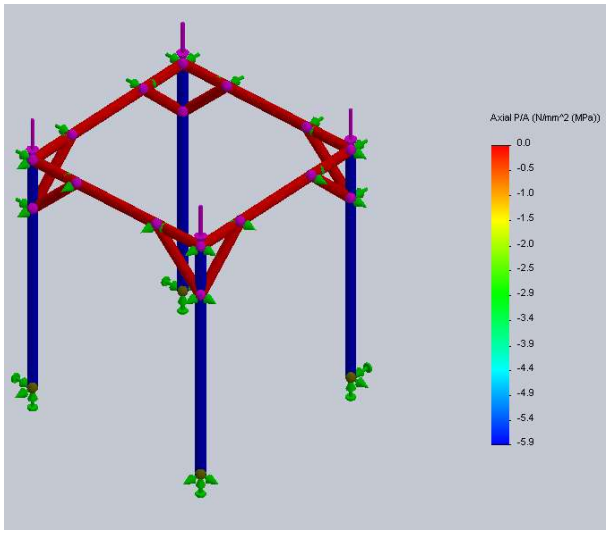


Fig. 5. Análisis de esfuerzo axial.

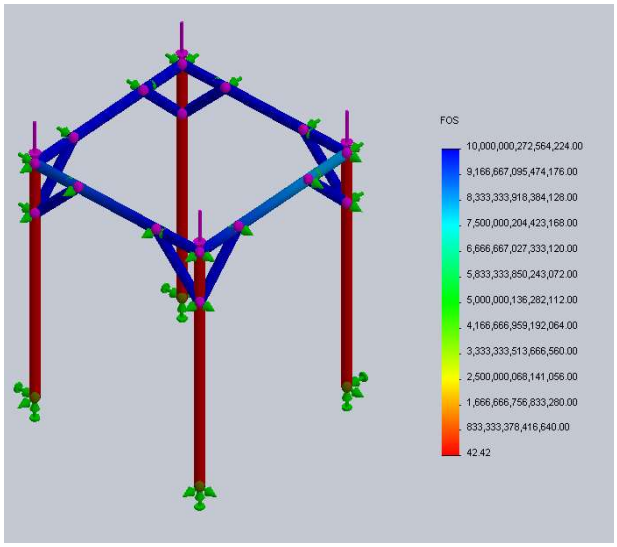


Fig. 6. Trazado de factor de seguridad.

Por último la Fig. 7 muestra el montaje de C1 en el soporte diseñado y construido.

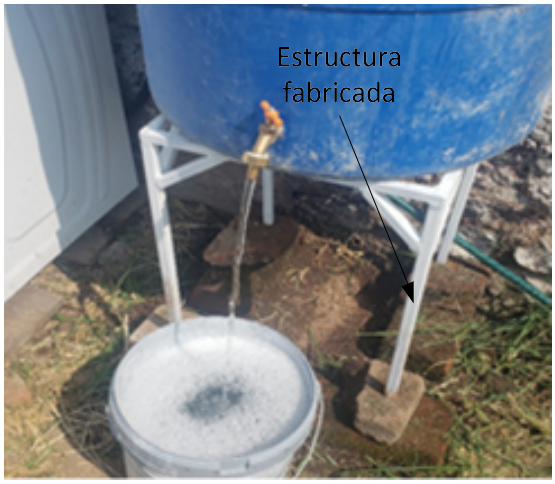


Fig. 7. Montaje de C1 en la estructura fabricada.

III. RESULTADOS

A. Implementación del prototipo

Se realizó la implementación del diagrama de la Fig. 1, que para este caso de estudio solamente se utilizó el tanque de inodoro (TI) y no el inodoro completo, con el objetivo de poder simular el llenado y cuyo montaje del sistema se observa en la Fig. 8, confirmando que el agua fluye a través de la línea para realizar el llenado como se ilustra en la Fig. 9. Para este caso de estudio al realizar el vaciado de TI, el agua residual fue utilizada para riego de pasto, plantas y árboles.



Fig. 8. Sistema de reciclaje de agua implementado.



Fig. 9. Llenado de TI.

Tomando como referencia las Fig. 1 y 8, la Tabla II presenta el porcentaje de la capacidad del contenedor 1 (%C1), el volumen en litros de C1 (Vol. (*l*)) conforme es vaciado, la altura de la columna de agua en metros (Altura *h*) y el cálculo de los valores de la presión hidrostática en punto D mediante la ecuación (1), utilizando el valor de densidad del agua gris como 1,000 kg/m^3.

TABLA II
PRESIÓN HIDROSTÁTICA P_D EN C1.

% C1	Vol. (*l*)	Altura (*h*)	P_D (kPa)	P_D (PSI)
100	200	0.75 m	7.554	1.096
90	180	0.68 m	6.799	0.986
80	160	0.60 m	6.043	0.876
70	140	0.53 m	5.288	0.766
60	120	0.45 m	4.532	0.657
50	100	0.38 m	3.777	0.548
40	80	0.30 m	3.021	0.438
30	60	0.23 m	2.266	0.329
20	40	0.15 m	1.511	0.219
10	20	0.08 m	0.755	0.109

La presión calculada y mostradas en la tabla II, corrobora que el flujo de agua se mantiene hacia TI, permitiéndose la circulación desde D hasta H.

Por otra parte, se midió el caudal de salida en dicho punto H mostrado en el diagrama de las Fig. 1 y 8, que como se puede observar el agua comienza su flujo por la línea y utilizando la ecuación (3) se obtiene la velocidad de llenado de TI sin considerar las pérdidas por fricción.

Además, aplicando el teorema de Torricelli, se obtiene el caudal mediante la ecuación (4) [17].

$$Qdt = v_j A_j (dt) \tag{4}$$

En donde:

Q es el caudal en l/s.
v_j es la velocidad en la salida (m/s).
A_j es el área de sección transversal del orificio en m^2.

La ecuación (4) se puede reescribir como se presenta en (5).

$$Qdt = -A_t dh = v_j A_j (dt) \tag{5}$$

De acuerdo a dicho teorema es posible sustituir $v_j = \sqrt{2gh}$.

$$\int_{t_1}^{t_2} dt = \frac{-\left(A_t / A_j\right)}{\sqrt{2g}} \int_{h_1}^{h_2} \frac{dh}{\sqrt{h}} \tag{6}$$

Integrando (6) se obtiene

$$t_2 - t_1 = \frac{2\left(A_t / A_j\right)}{\sqrt{2g}} \left(\sqrt{h_1} - \sqrt{h_2}\right) \tag{7}$$

La ecuación (7) y la Tabla III demuestran que el vaciado de C1 no es lineal, como lo indica el tiempo de llenado (*t(s)*) y el caudal (*Q*) medido en la válcula de salida de TI, mientras que el cambio en la presión hidrostática si es lineal, como lo indica la Tabla II.

TABLA III
MEDICIÓN DE TIEMPO DE LLENADO DE TI Y SU CAUDAL.

% C1	Vol. (*l*)	Altura (*h*)	*t*(s) llenado	*Q*(m³/s)
100	200	0.75 m	81	$4.93\text{x}10^{-5}$
90	180	0.68 m	83	$4.81\text{x}10^{-5}$
80	160	0.60 m	85	$4.70\text{x}10^{-5}$
70	140	0.53 m	91	$4.39\text{x}10^{-5}$
60	120	0.45 m	103	$3.88\text{x}10^{-5}$
50	100	0.38 m	112	$3.57\text{x}10^{-5}$
40	80	0.30 m	120	$3.33\text{x}10^{-5}$
30	60	0.23 m	138	$2.89\text{x}10^{-5}$
20	40	0.15 m	198	$2.02\text{x}10^{-5}$
10	20	0.08 m	258	$1.55\text{x}10^{-5}$

Al aplicar el sencillo proceso de sedimentación y de filtrado en este estudio, se logró eliminar las impurezas grandes como se ilustra en la Fig. 10 a), permitiendo la circulación del agua residual de C2 hacia TI.

Por otra parte, la Fig. 10 b), muestra el agua recidual sin filtrar.

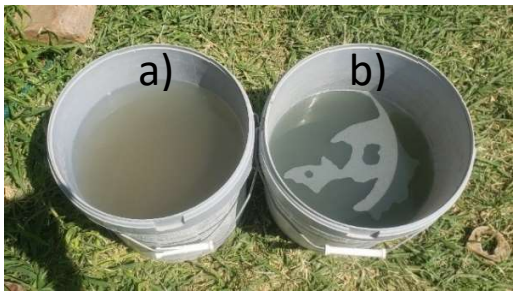


Fig. 10. a) Agua residual filtrada, b) Agua residual sin filtrar.

La Fig. 11 muestra los residuos atrapados en C1 y C2, que es donde se lleva a cabo la sedimentación, después de 10 ciclos de

lavado durante 7 días, de los cuales la parte en el suelo pertenece a C2 y la que se encuentra en el balde a C1. Cabe mencionar que la implementación del sistema se realizó entre enero y abril de 2024 y se probó hasta el mes de junio de 2025 como se presenta en la Tabla IV.



Fig. 11. Residuos generados en 10 ciclos de lavado.

TABLA IV
VOLUMEN APROXIMADO DE AGUA UTILIZADO DURANTE 14 MESES.

Mes	Año	Etapa	Vol. (m^3)
Enero	2024	Implementación	N/A
Febrero	2024	Implementación	N/A
Marzo	2024	Implementación	N/A
Abril	2024	Implementación	N/A
Mayo	2024	Prueba	6.8
Junio	2024	Prueba	7.1
Julio	2024	Prueba	6.4
Agosto	2024	Prueba	6.8
Septiembre	2024	Prueba	7.2
Octubre	2024	Prueba	6.0
Noviembre	2024	Prueba	6.9
Diciembre	2024	Prueba	7.5
Enero	2025	Prueba	7.4
Febrero	2025	Prueba	6.6
Marzo	2025	Prueba	6.8
Abril	2025	Prueba	6.2
Mayo	2025	Prueba	7.0
Junio	2025	Prueba	6.5
Media mensual			**6.8**
Total			**95.2**

Por otra parte, los resultados obtenidos con la implementación de este sistema demuestran que se permiten reutilizar un aproximado de 95.2 m^3 según las mediciones realizadas y mostradas en la Tabla IV durante 14 meses de prueba del sistema implementado, pudiendose reutilizar este líquido vital en otras actividades, como en este caso fue el vaciado de inodoros, el riego de pasto, plantas y árboles, utilizando detergentes biodegradables, promoviendo de esta forma el uso responsable y óptimo del agua, ayudando a la conservación del medio ambiente como se muestra en las Fig. 12 y 13, las cuales muestran los resultados obtenidos de regar una planta de tomate y un árbol de mezquite durante 16 semanas con el agua gris obtenida.



Figura 12. Planta de jitomate.



Fig. 13. Árbol de mezquite.

B. Análisis del contenedor 1 (C1) en free jet.

Se midieron los caudales para los casos de la Fig. 14 y 15, los cuales fueron de 1.1 L/s y 0.63 L/s aproximadamente, teniendo la columna de agua en C1 de 0.75 m (lleno) y de 0.25 m (1/3 de capacidad) respectivamente. Se obtuvo la velocidad de salida v_{sal} para ambos casos utilizando la ecuación (2), cuyos resultados se observan en las expresiones (8) y (9) respectivamente. El diámetro del orificio de salida es de 0.75 in o 19 mm.

$$v_{sal} = \sqrt{2gh} = \sqrt{2\left(9.81m/s\right)\left(0.75m\right)} = 3.83m/s \quad (8)$$

$$v_{sal} = \sqrt{2gh} = \sqrt{2\left(9.81m/s\right)\left(0.25m\right)} = 2.21m/s \quad (9)$$

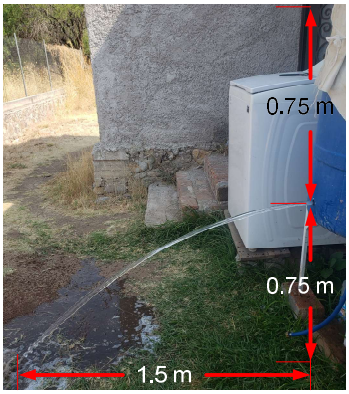


Fig. 14. Free jet con C1 a máxima capacidad (200 L aprox.).



Fig. 15. Free jet con C1 a 1/3 de capacidad (66 L aprox.).

Utilizando el diagrama de cuerpo libre mostrado en la Fig. 16, se corroboran los resultados obtenidos por las expresiones (8) y (9).

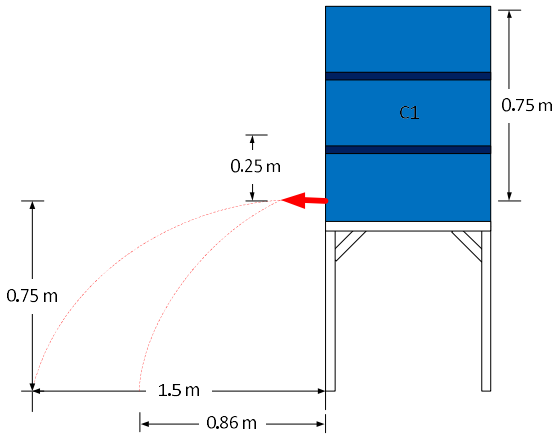


Fig. 16. Diagrama de cuerpo libre de free jet.

Se sabe que el movimiento horizontal está dado de la siguiente manera

$$v_x = \frac{dr_x}{dt} \tag{10}$$

De la ecuación (10) se obtiene

$$r_x - r_{0x} = v_x\left(t - t_0\right) \tag{11}$$

Por otra parte el movimiento vertical está dado a partir de

$$v_y = \frac{dr_y}{dt} \tag{12}$$

De la ecuación (12) se obtiene

$$r_y - r_{0y} = v_y\left(t - t_0\right) \tag{13}$$

Y se sabe que

$$a_y = \frac{dv_y}{dt} \tag{14}$$

Por lo tanto, utilizando las expresiones (13) y (14) se obtiene (15).

$$r_y - r_{0y} = v_{y0}t + \frac{1}{2}at^2 \tag{15}$$

Empleando la expresión (15) y las mediciones vistas en el diagrama de cuerpo libre de la Fig. 16, se obtienen velocidades con magnitud de 3.83 m/s y 2.21 m/s respectivamente, coincidiento con los valores obtenidos mediante (8) y (9).

IV. Conclusión

En el trabajo de investigación se muestra una propuesta para reutilizar las aguas residuales, ya que en zonas residenciales normalmente el porcentaje de agua que se utiliza por el uso de inodoros es de entre el 50% y 20% en una vivienda, que en otra perspectiva es sin considerar el uso de los inodoros el agua que se utiliza en una vivienda es de entre 50% a 80% mientras que en otras referencias se menciona que el 36.5% del agua utilizada en un hogar es debido al uso del inodoro.

En este trabajo se demuestra que con una implenetación adecuada, se puede manjar responsablemente el agua gris generada en los procesos de lavado para otro tipo de actividades como las descargas de inodoros y el rigo de cultivos. Es importante mencionar que el ahorro de agua obtenido en este estudio, rebasa los 90 m^3 en 14 meses de prueba. Por otra parte, una de las desventajas del sistema implementado para este estudio fue la calidad del agua, ya que solamente se limpió de partículas grandes permitiendo el flujo para el buen funcionamiento de dicho sistema.

Como trabajo futuro se propone la implementación real en una vivienda en la línea del inodoro, preferentemente en una zona donde no se tiene acceso al agua potable y que se tiene que almacenar mediante cisternas, incluyendo un análisis microbiano para el agua gris que se obtiene de los processos de lavado, cubriendo las normas sanitarias necesarias para esta actividad.

Referencias

[1] United Nations. World Water Development Report 2020: Water and Climate Change, UNESCO, 2020. Retrieved from https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000372989

[2] Saurí D. Water Conservation: Theory and Evicende in Urban Areas of the Developed World. Annual Review of Enviroment and Resources, Volume 38, 2013, Pages 227-248, https://doi.org/10.1146/annurev-environ-013113-142651

[3] Dolnicar S., Hurlimann A., Grün B. Water conservation behavior in Australia, Journal of Environmental Management, ELSEVIER, Volume 105, 2012, Pages 44-52, ISSN 0301-4797, https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.03.042

[4] Koop S.H.A., Van Dorssen A.J. and Brouwer S., Enhancing domestic water conservation behaviour: A review of empirical studies on influencing tactics, Journal of Environmental Management, Volume 247,

2019, Pages 867-876, ISSN 0301-4797, https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.06.126

[5] Pérez-Blanco C. D., Hrast-Essenfelder A. and Perry C. Irrigation Technology and Water Conservation: A Review of the Theory and Evidence, Review of Environmental Economics and Policy, The University of Chicago Press Journals, Volume 14, Number 2, 2020, Pages 216-239, doi: 10.1093/reep/reaa004

[6] Ribeiro L.M.L. and Ghisi E. Potential for drinking water savings through rainwater use: a case study in Brazil. Scielo Brazil, Volume 23, Number 2, 2023, Pages 47-64, DOI:10.1590/s1678-86212023000200662

[7] Parveen A. and Ahmad S. N. Urban Water System of the National Capital Territory (NCT) of Delhi: A Comprehensive Study, Water Supply, Volume 24, Issue 11, 2024, Pages 3639-3651, https://doi.org/10.2166/ws.2024.233

[8] Awasthi A., Gandhi K. and Rayalu S. Greywater treatment technologies: a comprehensive review, International Journal of Environmental Science and Technology, Volume 23, Number 13, 2023, DOI:10.1007/s13762-023-04940-7

[9] Arjen Van de Walle, Minseok Kim, Md Kawser Alam, Xiaofei Wang, Di Wu, Smruti Ranjan Dash, Korneel Rabaey, Jeonghwan Kim, Greywater reuse as a key enabler for improving urban wastewater management, Environmental Science and Ecotechnology, Volume 16, 2023, ISSN 2666-4984, https://doi.org/10.1016/j.ese.2023.100277.

[10] Hussain T. and Wahab A. A critical review of the current water conservation practices in textile wet processing, Journal of Cleaner Production, Volume 198, 2018, Pages 806-819, https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.051

[11] Çalışkan Y., Öztürk H., Bektaş N. and Yatmaz H.C. UVA enhanced electrocoagulation comparing Al and Fe electrodes for reclamation of greywater, Separation Science and Technology, Volume 56, Numer 9, 2021, Pages 1622-1632, https://doi.org/10.1080/01496395.2020.1786701

[12] Gloria Amaris, Richard Dawson, Jorge Gironás, Stephane Hess, Juan de Dios Ortúzar, Understanding the preferences for different types of urban greywater uses and the impact of qualitative attributes, Water Research, Volume 184, 2020, 116007, ISSN 0043-1354, https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.116007.

[13] Fulvio Boano, Alice Caruso, Elisa Costamagna, Luca Ridolfi, Silvia Fiore, Francesca Demichelis, Ana Galvão, Joana Pisoeiro, Anacleto Rizzo, Fabio Masi, A review of nature-based solutions for greywater treatment: Applications, hydraulic design, and environmental benefits, Science of The Total Environment, Volume 711, 2020, 134731, ISSN 0048-9697, https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134731.

[14] Diana Yánez, Lidia Carolina Espinoza, Ignacio Vargas, Julio Romero, María Jesús Aguirre, Treated greywater as a novel water resource: The perspective of greywater treatment for reuse from a bibliometric analysis, Water Science Technology, 2024, Volume 90, Issue 11, 3076–3110. https://doi.org/10.2166/wst.2024.384

[15] Wendy Stone, Jan Steytler, Lurika de Jager, Ailsa Hardie, Catherine E. Clarke, Improving crop growing conditions with water treatment residual and compost co-amendments: Soil–water dynamics, Journal of Enviromental Quality, 2024, Volume 53, Issue 2, Pp. 174-186. https://doi.org/10.1002/jeq2.20541

[16] Bruce R. Munson, Donald F. Young, Theodore H. Okiishi, Wade W. Huebsch, Fundamentals of fluid mechanics, Sixth edition, Wiley, 2009. ISBN: 978-0470-26284-9.

[17] Robert L. Mott, Mecánica de fluidos, 6ta. Edición, Pearson/Prentice Hall, 2006. ISBN: 970-26-0805-8.