

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Una Institución Adventista

Propuesta de un sistema hidráulico para la reutilización de aguas grises en una vivienda unifamiliar

Trabajo de Investigación para obtener el Grado Académico de
Bachiller en Ingeniería Civil

Por:

Caled Josue Ramos Turpo

Asesor:

Ing. Jose Pacori Pacori

Juliaca, diciembre de 2020

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Jose Pacori Pacori, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente trabajo de investigación titulado: **“PROPUESTA DE UN SISTEMA HIDRÁULICO PARA LA REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR”** constituye la memoria que presenta el estudiante Caled Josue Ramos Turpo para obtener al Grado Académico de Bachiller en Ingeniería Civil cuyo trabajo de investigación ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este trabajo de investigación son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en Juliaca, a los 28 días del mes de diciembre del año 2020.



Ing. Jose Pacori Pacori



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En Puno, Juliaca, Villa Chullunquiani, a 23 día(s) del mes de diciembre del año 2020 siendo las 17:00 horas,

se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión campus Juliaca, bajo la dirección del (de la) presidente(a) : Eng. Herson Dubuly Pari Buri el(la) secretario(a) : Mg. Efraim Velazquez Mamani y los demás miembros: Eng. Ruben Fitzgnald Sosa Squire y el(la) asesor(a) Eng. Jose Paeron Paeron

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación del trabajo de investigación titulado: "Propuesta de un sistema hidráulico para la reutilización de aguas grises en una vivienda unifamiliar"

de los (las) egresados (as): a) Ealed Josue Ramon Turpo b)

conducente a la obtención del grado académico de Bachiller en Ingeniería Civil (Denominación del Grado Académico de Bachiller)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por el candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato/a (a): Ealed Josue Ramon Turpo

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	15	B-	Bueno	Muy bueno

Candidato/a (b):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Presidente/a

Ealed Josue Ramon Turpo Secretario/a

Asesor/a

Miembro

Miembro

Candidato/a (a)

Candidato/a (b)

Propuesta de un sistema hidráulico para la reutilización de aguas grises en una vivienda unifamiliar

Ramos, Caled ^{a*}

^aEP. Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión

Resumen

En la actualidad el agua es un elemento esencial para el ser humano y la biosfera, ya que sin ella la vida no podría existir, es por ello que la reutilización de las aguas residuales constituye una estrategia sustentable para la gestión de recursos hídricos, motivada principalmente por la escasez de agua. Es así que la presente revisión propone un sistema para la reutilización de aguas grises en viviendas unifamiliares, puesto que, estas aguas presentan mayor potencial de reutilización, debido a la menor contaminación que posee. Las aguas grises provenientes del lavamanos, ducha y lavadoras pueden reutilizarse para la descarga de inodoros, limpieza del hogar, lavandería, lavado de vehículos entre otros. La presente revisión ha permitido concluir, que se puede obtener entre un 30 - 45% de reutilización de agua por día empleando filtros naturales. Asimismo, se analizó la factibilidad financiera de la reutilización de aguas grises en el sector doméstico - comercial y se llegó a deducir que, implementar un sistema de reutilización de aguas grises podría ser muy costoso en edificaciones de gran envergadura, sin embargo, en viviendas y establecimientos pequeños comerciales, es factible un sistema de reutilización. Finalmente se puede recomendar que, en el planteamiento de un proyecto de construcción se considere un sistema reutilización de aguas grises.

Palabras clave: Sistema hidráulico; reutilización; aguas grises.

Summary

At present water is an essential element for the human being and the biosphere, since without it life could not exist, that is why the reuse of wastewater constitutes a sustainable strategy for the management of water resources, mainly motivated due to the scarcity of water. Thus, this review proposes a system for the reuse of greywater in single-family homes, since these waters have greater potential for reuse, due to the lower contamination it has. The gray water from the sink, shower and washing machines can be reused for flushing toilets, cleaning the home, laundry, washing vehicles among others. The present review has allowed to conclude that between 30 - 45% of water reuse can be obtained per day using natural filters. Likewise, the financial feasibility of the reuse of gray water in the domestic - commercial sector was analyzed and it was deduced that implementing a gray water reuse system could be very expensive in large buildings, however, in homes and small commercial establishments, a reuse system is feasible. Finally, it can be recommended that, when planning a construction project, a gray water reuse system be considered.

Key words: Hydraulic system; reuse; grey waters.

* Autor de correspondencia: Ramos Turpo Caled Josue
Km. 7 Carretera Salida Arequipa, Juliaca
Tel.: +51 989534627
E-mail: caled.ramos@upeu.edu.pe

1. Introducción

Actualmente se considera al agua como un elemento esencial del medio ambiente, sin embargo, su uso desmedido reduce su calidad, lo cual atenta contra el medio ambiente y contra el bienestar del mismo ser humano. La escasez del agua, se ha convertido en parte primordial de las preocupaciones de gobiernos y organizaciones mundiales, puesto que, para la humanidad es imprescindible conservar este líquido vital (Melendi, 2014)

El agua interactúa continuamente con la biosfera, suelo, rocas, relieve, vegetación, entre otros, lo cual, generando diversos tipos de ecosistemas y paisajes, incluso las propias masas de agua salada, que se identifican con los océanos y mares, dan lugar a la vida marítima en nuestro planeta. Aunque 96.5% del agua en nuestro planeta es salada, un 3.5% es dulce, y esta ubicada en glaciares, lagos, humedales, ríos, entre otros; su presencia se asocia al ciclo hidrológico, donde también sustenta una enorme variedad de ecosistemas. (Ruiz et al., 2015)

La interacción entre el ser humano y los ecosistemas, es un papel importante, puesto que, de ello depende su conservación o deterioro, ya que, cualquier intervención que no sea respetuosa con el medio ambiente puede alterar el equilibrio establecido por la naturaleza. Sin embargo, esa idea se dejó de asumir tras largos periodos, puesto que, actualmente solo se vela por el progreso económico, y el cuidado hacia el medio ambiente ya no es primordial, y la consecuencia ante esta decisión es el deterioro acelerado, que afecta esencialmente al agua y a la biodiversidad. La contaminación de las masas de agua debido a la dilución de elementos tóxicos de origen antropogénico, causa efectos negativos en plantas y animales. (Sánchez & Ollero, 2010)

Así mismo, los vertimientos de agua de origen doméstico, hacia el medio ambiente, trae consigo un impacto negativo hacia el medio ambiente, debido a la composición de sustancias contaminantes, lo cual es muy variable en razón de su uso. El crecimiento poblacional y los avances tecnológicos traen consigo grandes progresos económicos, sin embargo, estos dan origen a problemáticas medioambientales generados por aguas residuales domésticas, que son vertidas a fuentes de agua sin ningún tipo de tratamiento, provocando impactos negativos sobre la salud pública y el ambiente. (Jain, 2018)

Debido a los malos hábitos por parte de la humanidad, se hace muy difícil concientizar a todas las personas de la necesidad de su uso racional; además, el aumento de la población mundial y de sus actividades productivas han incrementado considerablemente el consumo de agua. (Jimenez, 2005)

Es por ello que la reutilización de las aguas residuales constituye una estrategia sustentable para la gestión adecuada de recursos hídricos, motivada principalmente por la escasez de agua. De las aguas residuales domésticas las aguas grises presentan mayor potencial de reutilización, debido a la menor contaminación que posee; las aguas grises provenientes del lavamanos y ducha han sido reusadas para descarga de inodoros, riego de jardín, limpieza del hogar, lavandería y lavado de vehículos. (Meléndez et al., 2019)

En este artículo se brindará una propuesta que incluirá una alternativa de implementación de un sistema hidráulico para la reutilización de aguas grises en una vivienda unifamiliar.

2. Revisión bibliográfica

2.1 Agua y medio ambiente una cuestión global

En la década de los 70 diferentes eventos internacionales se organizaron desde la UNESCO, los cuales trataron temas de desarrollo y medio ambiente a nivel mundial, de los cuales se menciona, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano realizado en el año 1972 en Estocolmo. La internacionalización de los problemas relacionados con el agua había dado lugar en el año 1968 a la Carta Europea del Agua, cuyo objetivo fue mejorar la gestión de los recursos hídricos tanto en su cantidad como en su calidad; así también, en el año 1977 se llevó a cabo la reunión de Mar de Plata, en donde el agua fue un tema central en la reunión y fue allí, donde surgió el Decenio Internacional del Agua Potable y del Saneamiento ambiental para los años 1981 a 1990. A partir de entonces el número de conferencias se incrementó con temáticas relativas al agua, ocupándose un papel destacado en Dublín en el año 1992, donde se llevó a cabo la Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente, cuyos resultados no llegaron a ponerse en práctica; así mismo, poco antes de la reunión de Bonn, donde se desarrolló la Conferencia Internacional sobre el Agua Dulce realizada en el año 2001, las Naciones Unidas hizo pública la Declaración del Milenio de las Naciones Unidas, la cual planteo la reducción de personas sin acceso a agua limpia en el horizonte. Sin embargo, en el año 2003 se publica el Informe sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo, donde se presentaron los siguientes datos: 1.100 millones de personas sin acceso a agua potable, 2.400 millones de personas sin acceso a sistemas de saneamiento, 25.000 muertes diarias por enfermedades transmitidas a través de las aguas, así también, se determinó que el 50% de las aguas continentales tienen algún grado de contaminación, el 80% de las llanuras de inundación se encuentran degradadas, diversos ríos se encuentran secos, por lo que estos ya no llegan al mar. Así también, el balance final de conferencias y foros determino que no se han producido grandes avances prácticos en la gestión adecuada de recursos hídricos a escala global, ni nacional (países en vías de desarrollo) (UNESCO, 2020). La necesidad de mejorar el aprovechamiento y la calidad de los recursos hídricos sigue siendo tema de investigación, puesto que, todavía hay materialización de esta necesidad y la cual no es satisfactoria. (Sánchez & Ollero, 2010)

2.2 Aguas grises

Es un líquido residual que contiene detergentes, jabón, shampoo, grasas, aceites y diversas sustancias químicas de lavado, siendo la contaminación más significativa la de los detergentes. En este tipo de agua también puede hallarse la presencia de bacterias, parásitos y virus, los cuales provendrían del agua de ducha, lavaderos y fregaderos. Si bien las aguas grises contienen menor contaminación fecal que los líquidos del alcantarillado, ambos fluidos residuales representan un riesgo para la salud humana tanto por la presencia de impurezas químicas como la de microorganismos patógenos. (Nuñez et al., 2014)

Las características de las aguas grises varían en función de la fuente donde provengan; presentan una alta variación dependiendo de los estilos de vida de una persona, su edad, los productos que emplea en sus actividades diarias, sus usos y costumbres; además de la geografía y el clima de la región. Adicionalmente, el uso de cada fuente se caracteriza por su frecuencia y duración de descarga, existiendo una variabilidad de volumen y carga contaminante. En general, el agua proveniente del aseo personal (regadera y lavado), contribuyen en un 51% del volumen de aguas grises reutilizable, mientras que el agua proveniente del lavado de ropa contribuye a un 42% de dicho volumen. El agua residual proveniente de la cocina también puede considerarse como una fuente de aguas grises, aunque presenta una alta carga de contaminantes: partículas de comida, aceites de comida, grasa, detergentes y otros productos de limpieza. Normalmente, las aguas grises no son tan peligrosas para la salud o el medio ambiente como las aguas negras (provenientes de los

inodoros), pero sí contienen cantidades significativas de nutrientes (10-50% del fósforo y 10% del nitrógeno presente en las aguas residuales domésticas), materia orgánica (40% de la DQO) y bacterias. (Posadas, 2015)

Las aguas grises tras recibir un tratamiento biológico o fisicoquímico, pueden ser reutilizadas en diversos usos que no requieren agua de calidad potable. A nivel vivienda, el más común de estos usos es emplearla para rellenar las cisternas de los inodoros. Pero también se pueden emplear para otros usos, como el riego de jardines o limpieza de exteriores, las aguas grises son una fuente de gran valor como abono para la horticultura (producción de hortalizas destinadas al consumo); el mismo fósforo, potasio y nitrógeno que convierte a las aguas grises en una fuente de contaminación para lagos, ríos y aguas del terreno puede utilizarse de manera beneficiosa como excelentes nutrientes para el riego de plantas. (Posadas, 2015)

Reutilizar el agua de las cisternas representa un ahorro de 50 litros habitante/día, es así que, para una familia de 4 personas, supondría un ahorro de unos 200 habitante/día, es decir, entre un 24 %, un 27 % del consumo diario de la vivienda, y un 30 - 45% de ahorro en el consumo de agua potable. En el caso de que dicho sistema se implemente en hoteles o instalaciones deportivas, el ahorro sería en torno a un 30%. (Rojas, 2014)

La tecnología adecuada para el uso de sistemas de agua gris depende del contexto en el que se instala; interviniendo factores como el clima, las regulaciones locales, el uso final que se le vaya a dar, entre otros.

Tabla 1

Consumo de agua en litros por persona/día, zona urbana sierra

APARATOS SANITARIOS	PORCENTAJE %
Inodoro	33.33%
lavadero	11.11%
Limpieza del hogar y cocina	11.11%
Bañera y ducha	44.44%
TOTAL	100.00%

Fuente: (Rojas, 2014)

2.3 Composición de las aguas grises

2.3.1 Calidad microbiológica

Para tratar de describir la microbiología de un agua conviene realizar la subdivisión en aguas grises "ligeras" y "concentradas", la primera consta de aguas del cuarto de baño, del lavabo del baño y de la ducha, y la segunda incluye el agua de la cocina, el fregadero, el lavavajillas y el lavado; la carga contaminante de las aguas grises se caracteriza por ser muy variable, pero es mucho mayor en el segundo caso. Los coliformes fecales, el *E. coli* o los enterococos están presentes en casi todos los estudios y en todos los tipos de aguas grises, lo que demuestra que la contaminación fecal de las aguas no es una ocurrencia ocasional. Existe un gran número de aspectos que influyen en la calidad del agua. La densidad de población es uno de ellos, que conlleva que el agua gris producida por una localidad más grande contribuya a diluir los patógenos, por lo que resulta en concentraciones más bajas y requiere la toma de muestras de mayor volumen para poder detectar los patógenos. El nivel demográfico de la población también afecta a la calidad microbiológica. Los hogares con niños pequeños han demostrado producir aguas grises con niveles más altos de coliformes fecales y totales que los hogares sin hijos (Ysún, 2009)

2.3.2 Calidad físico-química

La calidad físico – química de las aguas grises producidas en cualquier hogar es muy variable. Ello es debido a factores como la fuente de agua, la eficiencia del uso del agua de los aparatos y accesorios, los hábitos, los productos utilizados (por ejemplo, detergentes, champús y jabones) y otras características específicas del emplazamiento. La cantidad de sal (sodio, calcio, magnesio, potasio y otros compuestos), de aceites, de grasas, de nutrientes y de productos químicos en las aguas grises pueden ser gestionados en gran medida mediante los tipos de productos utilizados en el hogar. (Samboni et al., 2010)

2.3.3 Nutrientes

El fósforo y el nitrógeno son nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas. Las aguas grises, contienen los nutrientes generados a partir del cuarto de baño y lavandería y pueden ser usadas como abono, proporcionando el fósforo y el nitrógeno necesarios para el jardín y césped. Se deben evitar cargas excesivas de nutrientes se deben evitar para prevenir daños al suelo, a las plantas, a las aguas subterráneas y a los cursos de agua alejados. Sin embargo, las cargas de nutrientes que se aplican normalmente al suelo mediante el riego con aguas grises son similares a las que se aplican siguiendo las instrucciones de productos de abono común. La parte superior del intervalo puede ser gestionada mediante la selección de detergentes para ropa (y productos similares) que sean bajos en nitrógeno y fósforo. (Ysún, 2009)

2.3.4 Sales

Las sales contenidas en las aguas grises proceden de los detergentes de lavado y se encuentran comúnmente en forma de sodio, magnesio y compuestos de calcio. La aplicación de aguas grises al suelo introduce cantidades de sales, muchas de las cuales no pueden ser eliminadas de la zona radicular en condiciones normales de lluvia. Los aumentos de la concentración de sales en el suelo dependerán de la combinación única del tipo de sustrato, la composición y el drenaje de las aguas grises. Los principales riesgos de las sales presentes en las aguas grises son su acumulación en la estructura del suelo, dando lugar a una pérdida de espesor del terreno y de permeabilidad (capacidad de absorción de agua) que puede causar la degradación de la vegetación. La gran solubilidad de las sales de sodio, mucho más solubles que las de calcio o magnesio, es la causante de la sodicidad del suelo (la degradación del suelo debido a las sales de sodio) que acentúa los problemas. El método más eficaz para reducir el riesgo de las sales en los suelos y la vegetación es restringir la cantidad de sales vertidas. En general, los detergentes en polvo contienen más sales que los detergentes líquidos de lavado. (Patterson, 2006)

2.4 Reutilización de aguas residuales en una vivienda

La aplicación de métodos de ahorro de agua debe ser prevista desde el momento del diseño de la edificación. Tomando en cuenta que existen zonas rurales a las que no llega este servicio, o es escaso, es importante implementar un sistema que ayude a reducir su consumo y evitar el desperdicio. Las aguas residuales domésticas, se dividen en: aguas negras, las cuales son procedentes de inodoros, con materia fecal; y aguas grises, las cuales son procedentes de lavados en general como de cocinas, lavamanos, duchas, conteniendo detergentes, restos de alimentos, materia orgánica y otros contaminantes. Como medida inicial para lograr un ahorro de agua en las viviendas podemos dotar de equipos de consumo de mejor rendimiento y ahorro (grifos, inodoros, cisternas, lavadoras, lavavajillas), ya que en la actualidad se puede encontrar una amplia variedad en el mercado con soluciones que disminuyen el consumo de agua. El empleo de estos elementos puede significar un ahorro del 25 al 40%. Además de una profunda concientización a los usuarios

sobre los hábitos diarios. Y como medida principal, considerando que para la mayoría de actividades que se utiliza agua y que son las que más consumen, como es la descarga del inodoro, no es necesario que ésta sea potable, se recomienda reutilizarla, alargando así el ciclo de vida del agua consumida en la vivienda. El sistema de reutilización de aguas grises significa una inversión productiva, pues se consume menos agua del servicio municipal y también disminuye el agua descargada, reduciéndose a la vez el gasto del tratamiento. (Baquero, 2014)

En la investigación de (Ruiz et al., 2015) se generó la idea de reutilizar el agua de lavado con el fin de reducir el consumo de agua y reaprovecharla, en el artículo se analizó el agua de lavado obteniendo lo siguiente: se detectaron niveles de pH en 8.09, sulfatos: 400 mg/L , DQO: 231.09 mg/L y SST: 318 mg/L. la cual se trató con filtros naturales. Se concluyó que el mejor medio filtrante es la cascara de huevo y zeolita ya que redujo los parámetros en: pH en 8.15, sulfatos: 100 mg/L, DQO: 213.23 mg/L y SST: 372 mg/L. y pH en 8.13, sulfatos: 200 mg/L, DQO: 183.48 mg/L y SST: 416 mg/L. respectivamente, y según la norma de ese país los parámetros permisibles de abastecimiento son: pH en 6.5 – 8.5, sulfatos: 250 mg/L , DQO: 40 mg/L y SST: 200 mg/L. lo cual se dedujo que el agua tratada no es para consumo humano pero si reutilizable para labores como: lavado, regadío de plantas, aseo de la casa.

El sistema hidráulico se diseñó según reglamento de ese país con un sistema por bombeo con una potencia de ½ hp la cual redujo el 40% del agua consumida total

2.4.1 Diseño teórico del sistema de reutilización de aguas grises.

El sistema de reutilización de aguas grises consiste en la conexión de los desagües de lavamanos, duchas, aguas con detergente y bañeras hacia una red de tuberías hacia una red de tuberías donde se realizará el tratamiento y desinfección de la misma, para luego ser almacenada y así finalmente ser reutilizada llenando las cisternas de los inodoros y limpieza de exteriores (uso que no requiere agua potable).

2.4.2 Sistema de retención de desechos y tratamiento

Para la reutilización de aguas residuales se tomarán como aguas grises las procedentes de lavamanos, duchas, aguas con detergente y bañeras. Estas se dirigirán hacia un depósito de tratamiento en donde se someterán a los siguientes procesos:

- *Físico:* Este proceso se realizará mediante unos filtros que impiden el paso de partículas sólidas, estos filtros tienen que ser de tamaño adecuado para retener aquellas partículas que pueden aparecer en los desagües.

Tabla 2

Filtros naturales

Muestra				
	pH	Fosfatos	Sulfatos	SST
Valores según la DS-031-2010 MINSA	6.5-8.5	0.1	250	150
Agua de abastecimiento	8.2	NS	0	206
Efluente de la lavadora	8.09	NS	400	318
Medio filtrante de carbón activado	8.13	NS	200	416

Medio filtrante de cascara de huevo	8.15	NS	100	372
Medio filtrante de tezontle	8.21	NS	300	330
Medio filtrante de zeolita	8.18	NS	200	474
Medio filtrante de bagazo de café	-	-	-	-
Medio filtrante de cáscara de naranja	6.76	NS	150	3024
Medio filtrante de viruta de madera	8.1	NS	300	466
Medio filtrante de hojas de maíz	7.45	NS	400	906

Fuente: (Ruiz et al., 2015)

- *Químico:* Este proceso se llevará a cabo mediante la cloración del agua con hipoclorito sódico con un dosificador automático, que la deja lista para ser reutilizada.

$$P = \frac{C * V}{Cc} * 1000$$

Donde:

- P = cantidad de cloro a utilizar (ml)
- V = volumen del tanque o reservorio (litros)
- C = concentración de cloro (para desinfección 50 mg/litro, para cloración 1 mg/litro)
- Cc = concentración de cloro (mg/litro)

Tabla 3

concentración de cloro (Cc)	%	mg/l
C-cloro	0.3	3000
C-cloro	0.5	5000
C-cloro	1	10000
C-cloro	5	50000

Fuente:(Dirección de Saneamiento basico, 2017)

2.4.3 Sistema de acumulación de agua.

El depósito de acumulación y/o reservorio de agua se debe dimensionar en función a la cantidad de agua recolectada y del volumen necesario para abastecer los tanques inodoros y un grifo para el patio diariamente.

Diseño de depósito de acumulación de aguas grises:

Primero calcular el caudal aforando en un recipiente de 1 litro el tiempo que demora llenarse dicho recipiente, aplicando la siguiente formula.

$$Q = \frac{V}{t}$$

Donde:

Q = caudal (litros/segundo)

V = volumen (litros)

t = tiempo (segundo)

$$1m^3 = 1000 \text{ litros}$$
$$1 \text{ litro} = 0.001 m^3$$

Convertir los litros a m^3 y diseñar el tanque con los siguientes criterios

- Diseño por volumen = $V (Q \times t)$ [por día] (tanque elevado o cisterna) en caso de tener ambos se utilizara las $\frac{3}{4}$ partes de la dotación diaria en la cisterna y $\frac{1}{3}$ en el tanque elevado.
- Volumen mínimo para una vivienda = como mínimo la $\frac{1}{4}$ de la dotación del uso diario de agua/día (litros)
- Relación Largo / Ancho = 2 : 1 (dependerá del espacio disponible en la vivienda)
- Altura = 0.90 a 1.50 m (dependerá del espacio disponible en la vivienda)



Figura 2. Diagrama de funcionamiento básico del sistema de reutilización de aguas grises

Si por algún motivo no hay aporte de aguas grises o existe un consumo muy alto en los inodoros, el depósito deberá contar con un mecanismo de boyas y válvulas que supla esta carencia tomando agua de la red de abastecimiento general. Si, por el contrario, la producción de aguas grises es muy alta y produce un sobrellenado del depósito, éste dispondrá de un rebosadero que recoja y lleve el sobrante hasta la red general de desagües preferible q es sistema sea a gravedad, pero de no ser así se tendrá q instalar una bomba ubicada preferiblemente a 1.60 metros para impulsar el agua hasta los tanques de inodoros.

Tabla 4

CAPACIDAD DEL DEPOSITO (L)	DIAMETRO DEL TUBO DE REBOSE
Hasta 5000	50 mm (2")
5000 a 6000	65 mm (2 ½")
6001 a 12000	75 mm (3")
12001 a 20000	90 mm (3 ½")
20001 a 30000	100 mm (4")
Mayor a 30000	150 mm (5")

Fuente: (RNE IS.010, 2019)

2.4.4 Instalación

Como se ha explicado teóricamente, el sistema estará compuesto por las tuberías recolectoras, el sistema de tratamiento, el depósito acumulador y las tuberías surtidoras. En la red de tuberías de drenaje no se deben usar tuberías de un diámetro menor a dos pulgadas debido a la posibilidad de obstrucciones. La colocación de los tubos se hace, por lo general, con cierta pendiente, la cual no debe ser entre 1% a 2% dependiendo del diámetro de tubería. Para la instalación del sistema de reutilización de aguas grises se debe implementar una válvula de paso y una válvula de cheque, dejándolas conectadas a la red principal para cuando el agua del depósito acumulador no es suficiente para abastecer los tanques de los inodoros.

Para las demás instalaciones utilizaremos la siguiente tabla

Tabla 5

Diámetro de tuberías para instalaciones de agua fría

DIAMETRO MM (PULG.)	VELOCIDAD MAXIMA (m/s)
15 mm (1/2")	1.90
20 mm (3/4")	2.20
25 mm (1")	2.48
32 mm (1 ¼")	2.85
40 mm a más (igual o mayores a 1 ½")	3.00

Fuente: (RNE IS.010, 2019)

La capacidad adicional de los depósitos de almacenamiento para los fines de control de incendios, deberá estar de acuerdo a las especificaciones del reglamento.

En todas las instalaciones se tendrá en cuenta la norma IS 010 instalaciones sanitarias del reglamento nacional de edificaciones (RNE, 2019)

3. Conclusiones

El sistema propuesto en la presente investigación, brindara el ahorro de un 30 - 45% teóricamente del agua utilizada diaria en una vivienda unifamiliar y es posible utilizar este sistema con filtros naturales, sin embargo, dicho porcentaje variara dependiendo a la cantidad de personas y, también a las necesidades de cada familia

En cuanto a al coste de implementación de este sistema de aguas grises en una edificación comercial este porcentaje de reutilización se verá opacado por el coste de implementación del sistema tal como lo menciona García (2007) en su artículo “Diseño y cálculo de la instalación de reutilización de aguas grises y reutilización de aguas pluviales en un edificio de viviendas” donde el costo de la instalación de aguas grises llego a una suma de : S/. 193550.18. y por lo que generaba la edificación demoraría 37 años en amortizarse,

por otra parte, desde el punto de facturación mensuales en establecimientos comerciales con medidores de agua el ahorro monetario tendría una relación directa con el porcentaje de ahorro de agua.

se debe de estimar el tiempo de vida útil del sistema propuesto para que este sea más óptimo en viviendas unifamiliares y pequeños establecimientos comerciales ya que el costo de instalación y la facturación mensual del agua puede variar dependiendo al tipo de vivienda.

También podemos sugerir que al momento de construir una vivienda o edificio en donde se proyecta una demanda alta de agua potable se considere las instalaciones del sistema de reutilización de aguas grises en la concepción de los planos del proyecto.

finalmente, debemos entender que es un proyecto basado en la reutilización de aguas grises, para el ahorro de agua como objetivo principal y no para ahorro monetario, por lo que a pesar de que no ahorremos dinero, estaremos respetando el medio ambiente y generaremos conciencia ya que ahorraremos un gran volumen de agua al año.

4. Referencias

- Baquero, M. (2014). Ahorro de agua y reutilización en la edificación en la ciudad de Cuenca, Ecuador. *Estoa*, 3(3), 80. <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/estoa/article/view/313>
- Dirección de Saneamiento básico. (2017). Desinfección de sistemas, caracterización de fuentes de agua y cloración del agua para consumo humano. *Cloración Del Agua (Desinfección Del Agua)*, 40. https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu_publ/migl/metastaller_PI_meta35_2.pdf
- García, L. (2007). Diseño y cálculo de la instalación de reutilización de aguas grises y reutilización de aguas pluviales en un edificio de viviendas. *Universidad Politécnica de Catalunya*, 6. <http://hdl.handle.net/2099.1/4590>
- Jain, M. (2018). Anaerobic membrane bioreactor as highly efficient and reliable technology for wastewater treatment—a review. *Scientific Research*, 8(2), 10. [https://www.scirp.org/\(S\(czeh2tfqyw2orz553k1w0r45\)\)/journal/paperinformation.aspx?paperid=83860](https://www.scirp.org/(S(czeh2tfqyw2orz553k1w0r45))/journal/paperinformation.aspx?paperid=83860)
- Jimenez, B. (2005). *La Contaminación Ambiental en México: Causas, efectos y tecnología apropiada* (Limusa (ed.)).
- Meléndez, J., Lemos, M., Dominguez, I., & Oviedo, E. (2019). Reutilización de aguas grises domésticas para el uso eficiente del recurso hídrico: aceptación social y análisis financiero. Un caso en Portugal. *Revista UIS Ingenierías*, 18(1), 223–236. <https://doi.org/10.18273/revuin.v18n1-2019020>
- Melendi, D. (2014). *Breve enciclopedia del ambiente*. https://www.researchgate.net/publication/282013638_Breve_Enciclopedia_del_Ambiente
- Núñez, L., Molinari, C., Paz, M., Tornello, J., & Moreton, J. (2014). Análisis de riesgo sanitario en aguas grises de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 30(0188–4999), 1–11. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37032503003>
- Patterson, R. (2006, July 1). *Consideration of soil sodicity when assessing land application of effluent or greywater*. Department of Local Government. <http://www.lanfaxlabs.com.au/papers/P49TechnicalSheetSodicity-aug06.pdf>
- Posadas, A. (2015). *Sistema de cosecha de agua pluvial y reutilización de aguas grises de regadera en vivienda unifamiliar*. 104.
- RNE. (2019). *REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES IS.010*.
- Rojas, M. (2014). Sistema de reutilización de aguas grises en una vivienda de la ciudad de Huancayo. *Universidad Nacional Del Centro Del Perú*, 154. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/363>
- Ruiz, T., Pescador, J., Raymundo, L., & Pineda, G. (2015). Dimensionamiento de un sistema hidráulico en casa-habitación para el uso de agua residual. *Revista Cubana de Química*, 27(3), 315–324.
- Samboni, N., Carvajal, Y., & Escobar, J. (2010). A review of physical-chemical parameters as water quality and contamination indicators. *Ingeniería e Investigación*, 27(3), 172–181.
- Sánchez, M., & Ollero, A. (2010). Agua y medio ambiente en España : Diagnóstico y perspectivas de algunas líneas de acción. *Investigaciones Geográficas (Esp)*, 51(0213–4691), 53–79. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17618736003%0ACómo>
- UNESCO. (2020). Agua y cambio climático - Datos y Cifras. *WWAP En Nombre de ONU-Agua*. <https://www.unwater.org/publications/world-water-development-report-2020/>
- Ysún, T. (2009). Reutilización de aguas grises: grupo de viviendas en el municipio de Acentejo. In *Universidad Politécnica de Catalunya*.